

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Одеська політехніка»

Академія економічних наук України  
Українська академія економічної кібернетики

**В. І. Захарченко, С. О. Єрмак, С. В. Онешко**

**ТЕОРІЯ СТВОРЕННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ  
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ  
У ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

*Монографія*

За редакцією В. І. Захарченка

Одеса  
Фенікс  
2022

УДК 004.89:330.341.1:658.5  
З 382

*Рекомендовано до друку вченою радою  
Національного університету «Одеська політехніка»  
(протокол № 13 від 24.06.2022 р.)*

**Рецензенти:**

*Дубницький В. І.* – доктор економічних наук, професор Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

*Ляшенко В. І.* – доктор економічних наук, професор Інституту економіки промисловості НАН України;

*Усов А. В.* – доктор технічних наук, професор Національного університету «Одеська політехніка».

**Захарченко В. І., Єрмак С. О., Онешко С. В.**

З 382

Теорія створення і функціонування організаційно-технологічних систем у високотехнологічному виробництві : монографія / В. І. Захарченко, С. О. Єрмак, С. В. Онешко. – Одеса : Фенікс, 2022. – 324 с.

ISBN 978-966-928-831-8

У монографії представлено теорію організаційно-технологічних систем для сучасного високотехнологічного виробництва, що функціонує в умовах глобального економічного середовища та дії концепцій «Індустрія 4.0» і «Людина 2.0», яка обґрунтована відповідним категоріальним апаратом дослідження і застосуванням визначених авторами моделей, методів та підходів. Наведене методичне забезпечення пройшло апробацію на високотехнологічних підприємствах півдня України в процесі реалізації консалтингових проєктів.

Призначена для наукових співробітників, викладачів університетів, аспірантів, читачів, які цікавляться проблемами сучасної інноваційної економіки.

**УДК 004.89:330.341.1:658.5**

ISBN 978-966-928-831-8

© В. І. Захарченко, С. О. Єрмак,  
С. В. Онешко, 2022

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ У ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....</b>	<b>10</b>
1.1. Загальні категорії та поняття теорії організаційно-технологічних систем .....	10
1.2. Методологічні засади створення організаційно-технологічних систем у високотехнологічному виробництві .....	34
1.3. Оптимізація складу організаційно-технологічної системи при створенні високотехнологічного виробництва .....	60
1.4. Простір конфліктних ситуацій в організаційно-технологічній системі високотехнологічного виробництва .....	82
<b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ФУНКЦІОНУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ У ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....</b>	<b>107</b>
2.1. Методичний підхід до проведення оцінки комерційного потенціалу бізнес-цілей високотехнологічного виробництва .....	107
2.2. Уточнення процесу формалізації для моделей економічної динаміки при дослідженні розвитку організаційно-технологічних систем .....	129
2.3. Імітаційно-оптимізаційне моделювання взаємодії високотехнологічного підприємства і фінансово-кредитної установи .....	147
2.4. Застосування експертних систем на етапах прийняття проектних рішень при створенні організаційно-технологічних систем .....	164
2.5. Морфологічний синтез на операційному рівні у дослідженнях розвитку організаційно-технологічних систем .....	178

РОЗДІЛ 3. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ У ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ .....	193
3.1. Оцінка ефективності інвестування у підвищення надійності організаційно-технологічних систем .....	193
3.2. Інформаційно-аналітичне забезпечення прогнозування споживання результатів модернізації організаційно-технологічних систем .....	211
3.3. Формування системи моніторингу функціонування організаційно- технологічної системи на прикладі гнучкого виробництва .....	224
3.4. Розробка інформаційно-аналітичних систем науково-дослідних організацій на основі функціонування організаційно-технологічних систем .....	238
3.5. Ключові завдання антикризового управління при проектуванні та моделюванні організаційно-технологічних систем у високотехнологічному виробництві .....	262
 ПІСЛЯМОВА .....	 318

## **ВСТУП**

Майбутнє не наступає саме по собі, його робимо ми – військовослужбовці, волонтери, підприємці, науковці ... Останнє десятиріччя було часом очікувань більшої стабільності після потрясінь кризи 2008–2009 рр. Але ризики були прораховані не зовсім вірно – з'явилися складні глобальні проблеми: фінансові, кліматичні, пандемія й війна в Україні.

Напад РФ на Україну став сигналом до пробудження всієї Європи у сфері безпеки й оборони та примусив шукати шляхи укріплення власної обороноздатності. Російський божевільний наступ на Україну повернув війну на європейську землю. За кількістю військових можливостей, залучених до цієї війни, за її людською ціною й за глобальними наслідками, вона представляє собою глобальний зсув у європейському середовищі до безпеки.

З липня 2022 р. Україна стала асоційованим членом програми технологічного співробітництва військових сил НАТО і тому отримала право сумісно розробляти та вносити зміни у ключові стандарти НАТО відносно взаємодії систем бойового управління та суміжних стандартів.

Виходячи з сьогоденної ситуації можливо прогнозувати, що високі технології можуть створюватися й функціонувати у повному обсязі в умовах захищеності кордонів, тобто при наявності потужної армії, яка вже є в Україні, а також стане більш могутньою після остаточної перемоги над державою-агресором. Також можливо прогнозувати, що після закінчення війни й повноцінного вступу України до складу ЄС, наша країна стане східним форпостом безпеки Європи. Слід підкреслити, що впровадження новітніх організаційно-технологічних систем (ОТС)

у високотехнологічному виробництві необхідно корелювати зі зміцненням обороноздатності нашої країни, тобто це будуть взаємозворотні процеси.

Одним з цінніших якостей homo sapiens є його здібність у процесі пізнання виділяти головне й суттєве, залишаючи при цьому без уваги несуттєві або випадкові ознаки, що необхідно для правильного глибокого розуміння об'єкту пізнання. Метод абстрагування допомагав людству отримувати та упорядковувати знання у будь-якій області його діяльності та тим самим сприяти виникненню й розвитку окремих наук.

Тем не менш до сих пір для рішення тієї або іншої проблеми не завжди є відповідна теорія. В сфері організації інноваційного виробництва знайдеться чимало прикладів того, як практика випереджувала теорію, а розвиток теорії згодом дозволяв покращувати досягнуті практичні результати. Такі обставини справи й с теорією ОТС.

У ретроспективному плані з практичних міркувань всі питання, які пов'язані з плануванням, виробництвом і експлуатацією, вирішувалися окремо у рамках кожної галузі. Внаслідок цього виникла відособленість однієї від іншої сфери знань і професій, у яких будь-яке професійне навчання повинно було додаватися багаторічним досвідом. Причина цього містилася у відсутності теорії та, як слідство, у відсутності системи збору й класифікації винаходів і сутності нових технологій.

Таке положення було можливим і прийнятним тільки на етапі першої технічної революції, коли здійснювався перехід від ручних форм виробництва до промислових, – до віку машин. Зростаюче промислове виробництво, різні кризові ситуації (особливо друга світова війна), сировинні та екологічні проблеми, які виникли у ході другої технічної революції – все це затребувало розробки нових підходів і теорій. Створення останніми сорока роками нових технічних і технологічних засобів, поряд з підвищенням вимог, з одного боку, і новими

засобами рішення задач (наприклад, засобами комп'ютерних технологій), з іншого, викликає необхідність перегляду методів дослідження ОТС.

Доводиться тільки здивуватися, як мало існує загальних відомостей про об'єкти високих технологій (обладнання, системи машин, інструментарій), коли доводиться проводити порівняння з положенням, що має місце в інших областях знання, де об'єкти визначеної науки (наприклад, мінерали, тварини й рослини) досліджуються й підпорядковуються у строгих рамках єдиної складної системи.

Один з попередніх напрямів, близького до області теорії ОТС, який виник після другої світової війни первісно у вигляді окремих аспектів загальної теорії у рамках деяких тематично зв'язаних між собою досліджень (Вегер Бауер, Кессельрінг), а пізніше у більш інтегрованій формі, що особливо відноситься до системотехніки (наприклад, Артоболевський, Госслінг, Рот, Хубка, Хансен, Рополь, Йошикава). З цього часу окремі аспекти теорії ОТС знаходять своє визначення як основа та джерело інформації для декількох суміжних областей знання (наприклад, у теорії дизайну).

Автори даного дослідження зробили спробу продемонструвати можливості теорії ОТС, використовуючи різні інструменти підтримки, такі як: методи класифікації, систематизації, абстрагування, а також загальної теорії систем (п. 1.1); структурного моделювання й системного аналізу (п. 1.2); багатокрокове узагальнення математичного програмування (п. 1.3); формалізація агрегованої процедури типології конфліктних ситуацій (п. 1.4); теорія нечітких множин, матриці відбору, деревовидний граф, система трапецієвидних функцій (п. 2.1); магістральна теорія П. Самуельсона, лінійне програмування моделі М. Моришимо й Леонтьєва (п. 2.2); оптимізаційне й імітаційне моделювання, випадковий пошук (п. 2.3); метод експертних оцінок, експертні технології, системний аналіз, технологічне нормування, регресійний аналіз (п. 2.4); морфологічний синтез, експертне опитування, шкалювання, нормативний прогноз, пошукове прогнозування, випадковий пошук (п. 2.5); метод абстрагування, методи оцінки

економічної ефективності використання ресурсів та підвищення надійності технологічних систем (п. 3.1); математичне моделювання, модифікована модель Рейлі (п. 3.2); моделювання впливу функціональної складності виробничої системи на рівень її автоматизації (п. 3.3); моделі економічної динаміки (п. 3.4); метод ретроспективного аналізу, методи антикризового менеджменту (п. 3.5).

Апробація вищевказаних методів частково використовувалася під час здійснення консалтингових проєктів з модернізації виробництва оптико-волоконного кабеля (ПАТ «Одескабель»), економіко-математичне моделювання технічної реструктуризації основного виробництва металеворізальних верстатів і впровадження гнучкого виробництва (ПАТ «Одеський завод радіально-свердлильних верстатів»), наукове обґрунтування процесу реструктуризації основного виробництва з переходом на випуск новітньої продукції – когенераційних установок (ТДВ «Первомайськдизельмаш»), проєктування процесу реструктуризації підприємства (АП «Іллічівський судноремонтний завод»), а також при написанні за замовлення бізнес-планів інноваційно-інвестиційних проєктів для підприємств: ПП «РКТУ» (впровадження новітньої технології виробництва клейкої стрічки), ВТК «Гідравлік-2» (перехід на випуск нових гідравлічних рулів), кооператив «Ресурскомпанія Кубей» (створення стартапу з випуску нової плодоовсяної продукції), ТОВ «Віртус» (підвищення якості медичних послуг на основі використання інноваційної технології), «ПрАТ компанія «Шабо» (обґрунтування побудови бізнес-групи).

І одне з головних питань – з яких джерел можливо фінансування створення ОТС. Розраховувати на репарації з держави-агресора, на заблоковані його довгострокові державні зобов'язання, на арештовану закордонну російську власність можливо тільки у віддаленій перспективі. А частину (можливо у вигляді відповідного податку) від платні держави-агресора за отримані вуглеводороди слід піддавати заморожуванню на окремому рахунку. Є досвід Кувейта, який отримав 54 млрд дол. США від окупації Іраком. Але треба було чекати перемоги над



державою-агресором. До головних питань також необхідно додати подолання корупції у вітчизняному суспільстві, яку ми так і не змогли знищити за тридцять років незалежності. Це суто правова й правоохоронна проблема. Доцільно дорівняти корупцію до державної зради. У протилежному реформи знову загальмують.

І в кінці давайте згадаємо слова найвидатнішої людини ХХ ст. (який неодноразово помилявся у своїх діях, але не в цьому!) – У. Черчіля: «Ніколи не здавайтесь!».

Будемо пам'ятати! Але нам своє робити!

Перебудуємо! Перезапустимо! Переможемо!

Все буде Україна!

### 1.1. Загальні категорії та поняття теорії організаційно-технологічних систем

Аналізуючи реформаційні процеси в Європі, В. Сміт (лауреат Нобелівської премії 2002 р. з економіки) підкреслював: «економісти та психологи стверджують, що основні фактори, які спонукають людей до підприємницької діяльності, це наполегливість, стійкість, впевненість в собі, цілеспрямованість та сенс життя» [1, с. 25].

Можливо, розглядаючи конкретні механізми впровадження принципів Реформації у розвиток різних сфер і галузей життєдіяльності України, визначити які уроки наша країна може взяти на шляху власної реформації. Як і п'ятсот років потому достатньо важко було розглядати у межах єдиного поняття «художній твір», будь-яку скульптуру або літературний твір, так і сьогодні нелегко знайти точне узагальнення визначення для організаційно-технологічних засобів. Справа не тільки у різниці їх форм, функцій і ступені складності, але й різниці принципів їх дії, що використовуються у досягненні затребуваних результатів. Хоча більшість категорій використовуються у деяких видах економічної діяльності вже давно, їх зміст визначається в основному інтуїтивно.

#### 1.1.1 Системи

Можливі два підходи до проблеми визначення організаційно-технологічного засобу – «абстрактного механізму». Перший складається із перерахування усіх

елементів, що входять у склад механізму (наприклад, вхід, основний процес, вихід, зворотний зв'язок тощо). Другий підхід полягає у пошуку нового узагальнюючого вираження або терміну. У цьому другому підході основна увага під час опису організаційно-технологічного засобу буде приділятися його системним якостям. У виробничо-економічній практиці більшість термінів вже стала звичайною; однак вони не розповсюджені, і полеміка з термінологічних питань не припиняється.

Існує декілька десятків визначень поняття «система». Їх аналіз показує, що визначення поняття «система» змінювалося не тільки за формою, але й за змістом. Поняття системи підкреслює упорядкованість, цілісність, наявність визначених закономірностей. Так, Л. фон Берталанфі визначив систему як «комплекс взаємодіючих компонентів» або як «сукупність елементів, що знаходяться у визначених відношеннях один з одним та з середовищем» [2, с. 37]. А. Уйюмов, створюючи теорію тернарної мови опису, визначає систему через поняття «предмет/процес», «якість», «відношення» [3]. Фундаментальний довідник надає нам таке визначення: система – термін, що використовується у тих випадках, коли бажають охарактеризувати об'єкт, що досліджується або проектується, якщо деяке ціле (єдине), складне, про яке неможливо терміново надати уявлення, показати його, відобразити графічно або описати математичним виразом (формулою, рівнянням тощо) [4, с.624].

Виходячи з поняття системи, ми можемо провести розподіл систем на класи, наприклад, як показано на рис. 1.1, за принципом походження систем.

З наведеної схеми поняття системи стає більш зрозумілим, так як у її складі елементи структури визначаються на основі загальноприйнятої класифікації областей знань. Однак наше завдання полягає у *класифікації саме організаційно-технологічних систем (ОТС)*. Класи, які наведені на рис. 1.1, відповідають відомим видам економічної та виробничої діяльності – машинобудування, електротехніка, будівництво, електроніка тощо. Однак такий підхід не дає точного визначення

поняття «організаційно-технологічний засіб», так як у відповідності зі схемою його можливо трактувати як об'єкт машинобудування, і як об'єкт будівництва тощо.

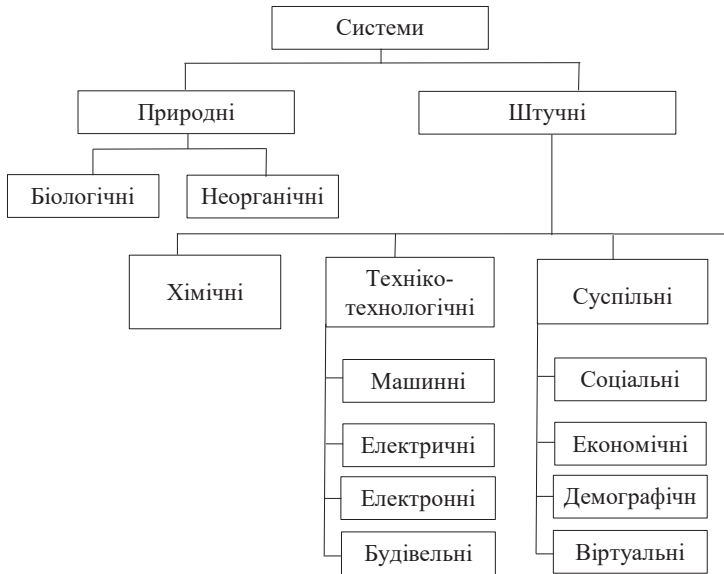


Рис. 1.1. Розподіл систем за їх походженням

Упорядкування систем у відповідності з принципами їх дії – організаційним, соціальним, механічним тощо – також не дозволяє уніфікувати якості й однозначно виділити класи елементів систем, так як у теперішній час вже існують гібридні системи. На більш системному рівні з'являються біотехнічні (наприклад, людяно-машинні) та когнітивні складні системи (рис. 1.2).

Ознаки, які можуть бути покладені в основу класифікації ОТС, можливо об'єднати у дві крупні групи. Ознаки першої з них відображають характер взаємодії системи із зовнішнім середовищем, а у другій – особливості формування структури

й реалізації процесів всередині системи. При цьому необхідно враховувати, що якість окремих видів систем уявляють собою визначені сукупності значень окремих ознак.



Рис. 1.2. Ознаки класифікації та якості організаційно-технологічних систем

Частково, механічні або робототехнічні системи, як правило, є замкнутими, самостабілізованими, з детермінованими функціями елементів і потоками взаємодій та жорсткою (механістичною) послідовністю їх реалізації. Для таких систем характерна також незмінна структура елементів і фіксоване (постійне) призначення – такі системи цілеспрямовані.

ОТС є відкритими системами. Вони безперервно призводять обмін із зовнішнім середовищем, матерією, енергією, інформацією. Крім того, вони –

цілеспрямовані системи. Для них характерна зміна назви в залежності від змін умов зовнішнього середовища й стану самої системи. В силу цього призначення системи розгортається в структуру цілей, що реалізуються, які Т. Сааті та К. Кернс [5] характеризують таким чином: «Переважні виходи можуть бути класифіковані в залежності від часу, затребуваного для їх здійснення. Цілями (objectives) є переважні виходи, що досягаються у течії визначеного й порівняльно короткого періоду часу; макроцілі (goals) досягаються за більш тривалі періоди й потребують задоволення однієї або більш цілей, що передували; ідеали – це стани системи, які ніколи не досягаються, але до яких система просто наближається, задовольняючи попутно деякі цілі та макроцілі. Аналогічно тому, як цілі групуються у макроцілі, ідеали є кластерами макроцілей. Варто відмітити, що призначення системи не є детерміновано фіксованим. Вона може розвиватися з часом і не обов'язково єдиним образом».

Останнє зауваження особливо стосується ОТС, зовнішнє середовище яких суттєво змінюється з часом. Оскільки призначення системи тісно пов'язано зі станом середовища, у яке вона завантажена, то він буде суттєво залежати від характеристик тих сегментів середовища, з якими система взаємодіє у відповідний період часу.

Первісне призначення ОТС задається її створювачами. Однак, ними, як правило, не усвідомлюються всі призначення, яким може задовольняти система у майбутньому. У підсумку призначення системи визначається її реальними користувачами, які до того ж можуть бути різними у різні періоди. Реалізація призначення забезпечує гармонію системи із зовнішнім середовищем. Для ОТС така гармонія означає, що пошук переважних виходів (цілей, що реалізуються) призводиться зі значними етичними й ціннісними підтекстами, якими керуються як створювачі, так і користувачі системи.

У межах ОТС існують можливості вибору між декількома стратегічними або тактичними функціями при здійсненні конкретного призначення, тобто володіння

якості еквіфінальності. Крім того, такі системи можуть здійснювати одну й таку ж функцію різними способами, при цьому з течією часу ці способи можуть змінюватися. Ці якості розповсюджуються також на елементи даного виду системи (суб'єктів, що утворюють систему).

ОТС з точки зору поточного функціонування – самостабілізуючими, формування внутрішньої структури – самоорганізуючими, адаптації до змін призначення – самопрограмованими.

Для такого виду систем характерні як детерміновані, так і ймовірнісні (стохастичні) потоки. При цьому потоки у даних системах не залишаються статичними у часі.

Всім видам систем притаманні зміна складу й характеристик потоків взаємодій при зміні призначення, внутрішньої структури системи, складу й способів реалізації функцій її елементів (суб'єктами). Для ОТС залежність між перерахованими якостями систем, складом, характеристиками потоків, реалізованих у них взаємодій носить доволі складний, частіше недетермінований за формою й часом прояву характер.

ОТС мають специфіку також при формуванні власної внутрішньої структури. У відповідності з визначенням [4, С. 22–24, 698–708] структура системи виводить себе множиною частин (компонентів, об'єктів), які взаємодіють у визначеному (специфічному порядку при здійсненні своїх функцій. Те, що в якості компонент ОТС виступають люди (окремі індивіди та їх групи), у свою чергу, які є цілеспрямованими системами, робить організаційно-технологічні структури більш слабкими, ніж аналогічні структури у механіці або біології.

Суб'єкти ОТС діють відносно незалежно, володіють можливістю обмеженого контролю над своїм місцем у системі, частково визначають форму і ступінь взаємодії з іншими її компонентами. Це, поряд з обурюваннями, що надходять із зовнішнього середовища, обумовлює зміни у структурі системи у процесі її функціонування, які забезпечують адаптацію до нових призначень системи та

новим умовам зовнішнього середовища. А також функцій щодо її складових.

Все вищенаведене призводить до того, що для позначення «абстрактного механізму» цілковито використовувати термін «організаційно-технологічна система».

#### 1.1.2. Теорія організаційно-технологічних систем

Організаційно-технологічні системи (ОТС) – це й не механізми у чистому вигляді, і не набір інструментів.

*А. Ціль теорії.* Ціль теорії полягає у тому, щоб привести наявні знання по об'єкту теорії – організаційно-технологічним системам у високотехнологічному виробництві – у єдиний комплекс понять, визначень і положень, ґрунтуючись на сутності та закономірностях структури, створення й використання даних, що відносяться до систем взагалі. У той же час повинна бути встановлена обґрунтована система понять, яка дозволяє, по-перше, зрозуміти їх зміст без додаткових пояснень і, по-друге, виводити з них інші поняття. Оскільки теоретичні дослідження у цій області знаходяться на початковій стадії, така дедуктивна форма теорії може бути отримана лише поступово.

*Б. Структура теорії.* Структура теорії повинна містити основні положення, які визначаються більш детально в рамках цієї теорії, такі як:

- система понять;
- система організаційних перетворень;
- технологічний процес як елемент системи перетворень;
- технологічна система як елемент системи перетворень;
- призначення ОТС;
- структура ОТС;
- якості та оцінювання ОТС;
- еволюція ОТС;
- систематика – класи, типи й види ОТС.



В. *Види теорії*. У відповідності до області застосування розрізняють:

- загальну теорію ОТС, яка справедлива для всіх технологічних, у тому числі й організаційних систем;

- спеціальні теорії, які конкретизують загальну теорію для окремих класів, типів або видів ОТС.

Структура спеціальної теорії також може бути ієрархічною (наприклад, теорія організаційно-економічних механізмів [6]. Особливе місце займають спеціальні теорії, які застосовуються для декількох видів діяльності (наприклад, кумулятивна теорія, для декілька галузей техніки – теорія механізмів).

Г. *Взаємозв'язок теорії з іншими дисциплінами*. Теорія ОТС ґрунтується на цілій низці наукових дисциплін, число яких зростає з включенням до її складу нових систем і встановлення вимог до них. Поряд з такими «класичними» науками, як теорія організації та теорія інновацій, у все більшому ступені можуть бути залучені такі дисципліни, як теорія систем, ергономіка, логіка.

З іншого боку, теорія ОТС створює деякі рамки й вводить визначений порядок у деякі інженерні дисципліни, що пов'язані з конструюванням, виробництвом, випробуванням, збутом, збереженням, транспортуванням, вводом у дію або ліквідацією ОТС. У таких інженерних дисциплінах положення загальної теорії ОТС у тому чи іншому сенсі «деталізуються».

Розглянемо деякі приклади. Наука про експертні системи досліджує взаємозв'язки між надійністю ОТС, з одного боку, і ринковими характеристиками, стійкістю й навантаженням ОТС, з іншого; аналогічно – надійність, термін служби, технологія виготовлення – у відповідних теоріях засновані на деяких часткових положеннях загальної теорії. У теорії механізмів і машин розглядаються механізми як частина ОТС; така теорія також є спеціальною теорією ОТС.

Д. *Застосування теорії ОТС*. Крім практичного застосування, теорія ОТС повинна набувати пізнавального значення. Розробка деякої системи об'єктивно-орієнтованих дисциплін (для окремих сфер високотехнологічного виробництва)

дозволяє встановлювати прозорі взаємозв'язки й кордони між частними дисциплінами та вводити визначені упорядкування. З урахуванням цього теорія ОТС важлива для створення загальної картини у сфері високого виробництва й буде сприяти удосконаленню його інжинірингу, де вона зможе й повинна слугувати у якості узагальнюючої теорії.

У підсумку наведемо ще декілька обміркувань відносно цілковитості створення теорії ОТС і покажемо окремі переваги об'єднання системних теорій.

1. Теорія виявляє закономірності, які справедливі для всіх об'єктів високотехнологічного виробництва. Вона сприяє перенесенню професійного досвіду з однієї сфери в інші завдяки можливостям переносу системних категорій (використання гомоморфізму об'єктів високих технологій).

2. Об'єднання всіх об'єктів високих технологій у клас «ОТС» дозволяє сформулювати підхід до інжинірингової діяльності, не пов'язаної з конкретним об'єктом високих технологій і застосуванням у всіх спеціальних сферах. У межах цього підходу можливо вивчати й розробляти методи створення ОТС взагалі та систем визначеного класу частково.

3. Робота з абстрактними поняттями примушує менеджерів застосовувати наукові методи там, де сили уявлення й досвід недостатні. Таким чином створюються умови для того, щоб відійти від застарілих традицій і шаблонів.

4. Теорія ОТС дозволяє трактувати будь-яку технологічну проблему цілісно, з позицій системного підходу. Такий підхід є передумовою ефективного інжинірингу й успішно виконувати інші організаційно-технологічні роботи.

5. Використання кібернетики та її понять дозволяє покращити зв'язки менеджерів з вченими. Крім того, при цьому полегшується формалізація деяких операцій у процесі інжинірингу, оскільки розширення використання комп'ютерних технологій потребує побудови алгоритмів логічних операцій. Таким чином, теорія ОТС пов'язана з розвитком автоматизованого проектування.

6. Формування класів ОТС, заснованих на аналогічності відношень, надає менеджерам базу для виявлення максимальної кількості засобів реалізації визначеної конкретної функції або визначеного відношення. Таким чином створюються передумови для того, щоб з множини можливих рішень була можливість обрати найкраще. Практичною формою надання такої інформації є створення каталогу форм.

### 1.1.3. Загальний задум

Звичайно для висловлення своїх думок люди використовують інтуїтивно обрані слова й словосполучення розмовної мови. Однак інтуїтивний підхід для побудови термінології наукової дисципліни неприйнятний, тоді приходится встановлювати межі застосування й точний зміст кожного слова або висловлення в рамках конкретної наукової або спеціальної дисципліни. При цьому одні поняття використовуються тільки у вузькоспеціальних областях (наприклад, супротив подоланню конфліктів). Інші поняття, які часто відображаються загально застосованими словами, використовуються у різних сенсах, причому частіше їх значення близькі до повсякденних, але іноді можуть набувати значення, яке суттєво відмінне від загальноприйнятого (наприклад, такі економічні терміни, як «діагноз», «клімат»).

Інша проблема пов'язана з вибором з уточненнями понять, тобто термінів. Так, пошук загального вираження для поняття «високотехнологічний продукт» є складною задачею. Тут завжди необхідно прислухатися до критики, особливо з боку тих, хто вже досліджував аналогічні проблеми, тим більше якщо за відомих умов було обрано інше вираження для позначення аналогічного змісту. Ризик невдачі тут тем менше, чим ретельніше й об'єктивніше проведені співставлення наявних даних, їх обговорення й необхідна уніфікація. Для високих технологій, як й для промислового виробництва взагалі, це справедливо особливо, оскільки тут розвиток відбувався від практики до теорії. У відповідності до встановленого

традицією терміни у менеджменті частіше за все приймалися інтуїтивно, без їх точного визначення. Наприклад, термін «механізм», який є основою цілої низки інших понять і термінів, має різний зміст в залежності від спеціального напрямку в економіці, часу й місця використання.

Слід також наголосити, що навіть у деяких фундаментальних науках поки ще не досягнута повна єдність відносно деяких термінів. З розвитком Інтернету погляди швидко змінюються. Таке положення спостерігається у теорії систем, кібернетиці – науках, які мають основне значення для теми, яка розглядається. Як і економіко-математичне моделювання й ІТ-технології. Відсутність єдності термінологічних питань не дозволяє посилалися на відповідну наукову літературу й примушує розглядати деякі елементарні, але важливі питання.

В основу вибору назви для позначення спеціальних понять слід покласти такі принципи:

- широке використання термінів у їх розповсюдженому значенні, яке може лише тільки уточнюватися;
- орієнтація у термінологічному плані на фундаментальні науки, такі як математики, кібернетика та ін., з урахуванням того, що вони повинні охоплювати сферу високотехнологічного виробництва;
- застосування, де це можливо, міжнародної термінології, що полегшує розуміння на міжнародному рівні.

Крім того, для різних понять поряд з їх визначеннями й назвами, можливо рекомендувати також символи з букв для їх позначення. Використання символів, з одного боку, відповідає цілям установлення загальноприйнятої термінології, а з іншого – дозволяє скоротити записи й витрати менеджерської праці.

Для визначення понять і встановлення термінів ймовірно будуть використані не всі можливості. Так, наприклад, не в змозі використати можливості математичної логіки, обчислення висловлювань і предикатів, не зважаючи на те, що для цілей даного дослідження поняття цих сфер знань були дуже підходящими. Це пов'язано

з тим, що відповідні науки ще не отримали широкого розповсюдження й при читанні логічних символів ще виникають певні труднощі.

#### 1.1.4. Визначення

**I. Множина.** *Множина* – це сукупність об'єктів, що спостерігаються або уявляються, – елементів множини. За кількістю елементів розрізняють кінцеві й безкінцеві множини. Якщо  $X$  – елемент множини  $M$ , то записують  $X \in M$ . Дві множини  $M$  і  $N$  *еквівалентні*, якщо кожному елементу множини  $M$  точно відповідає елемент множини  $N$  та навпаки. Якщо всі елементи множини  $N$  містяться в  $M$ , то  $N$  – *підмножина*  $M$ ,  $N \subset M$ . Сукупність всіх не приналежних  $N$  елементів  $M$  назвемо *додатком* множини  $N$ . *Об'єднання*  $M \cup N$  – це множина, всі елементи якої приналежать або  $M$ , або  $N$ . *Перетин*  $M \cap N$  містить всі елементи, які приналежать як  $M$ , так і  $N$ .

**II. Система.** *Системою* позначаємо сукупність, яка утворена (і підпорядкована за визначеними правилами) із кінцевої множини *елементів*. При цьому між елементами системи існують визначені *відносини*. Можливі також системи, що включають ізольовані елементи (або групи елементів), які не мають відношень з іншими елементами системи.

Елемент і система є *відносними* поняттями. Елемент може одночасно бути системою менших елементів, а система у свою чергу може бути елементом деякої більшої системи. Наприклад, деяка гнучка виробнича система – це система, яка створена своїми елементами, і у той же час така система може бути одним з елементів деякого підприємства. Система може бути розподілена на підсистеми різної складності. Таким чином, система може досліджуватися з різних точок зору, які залежать не тільки від специфіки системи, але й від можливостей технічних засобів або органів почуття. Так, наприклад, при створенні ОТС не розглядаються дрібниці у вигляді окремих деталей; самим нижчим рівнем розгляду у цьому випадку є окремі агрегати (вузол збірний), кожний з яких у свою чергу може

розглядатися як сукупність (підсистема) окремих компонованих одиниць більш простої форми. Об'єктом розгляду для дизайнера є технологічні системи, для проектувальника – навіть підприємства. На відміну від цього, наприклад, дослідник матеріалів свої дослідження проводить на рівні молекул як елементів системи (матеріалу).

**III. Призначення системи.** Будь-яка штучна система має визначене *призначення*, яке може бути описано системою цілей. Ціль – це деяке (можливо, уявлене) положення справ, до якого прагнуть. Тоді система цілей може бути визначена як множина цілей і відношень між ними. Підціль може конкретизувати ціль. Частіше підціль є засобом досягнення цілі.

**IV. Функціонування системи.** Поведінка може бути визначена як множина послідовних за часом *станів* системи. Поведінка біологічних систем трактується як сума реакцій на роздратування. Для деяких типів систем (таких, як системи понять і цілей) поняття «поведінка» не має сенсу. Ціллю створення ОТС є достатньо визнана їх поведінка. Цілеспрямоване поводження системи частіше визначають *функцією*. У цьому випадку під функцією розуміють деяку стабільну здібність до визначених дій, що забезпечується лише обґрунтованою поведінкою системи, так як, взагалі, система може функціонувати неправильно. Поведінкою ОТС будемо називати функціонування й застосовувати цей термін у зв'язку з бажаною дією.

**V. Структура системи.** Поняття *структура* (*Str*) характеризує внутрішню організацію, порядок і побудову системи. Таким чином структура – це сукупність елементів і відношень між ними.

Якщо  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  є множиною елементів, а  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$  – множина відношень, то структура  $Str = \{E, R\}$  представляє собою множину, яка складається з  $E$  і  $R$ . Один і той же об'єкт може бути визначений декількома системами і, отож, декількома структурами. Так, наприклад, для автомобіля можливо визначити двигун, кузов, рама, коробка передач, панель приладів, електричне обладнання колеса тощо. Структура поряд з функціонуванням є

найбільш важливою якістю системи. У нашому розумінні термін «структура» відрізняється від відповідного терміну в філософії, де він використовується для позначення тільки множини відношень в системі [7, с. 611].

**VI. Зв'язок між функціонуванням і структурою системи.** Функціонування системи формується її системою. Відносно замкнута система із заданою структурою функціонує одночасно, тобто її структура повністю визначає спосіб функціонування. З іншого боку, функціонування не визначає структуру однозначно. Одна й та функція може бути реалізована різними структурами.

**VII. Оточення системи.** *Оточення* (оточуюче середовище, Env) системи теоретично включає все, що не входить у дану систему. На практиці обмежуємося оточенням, яке складається з систем, що включають хоча б один елемент, вихід якого одночасно є входом деякого елемента системи, або елемент, вхід якого є одночасно виходом деякого елемента системи. Таке «безпосереднє» оточення можливо назвати *реальним оточенням*. Повне оточення системи включає такі складові частини: геосфера, атмосфера, біосфера, ноосфера, техносфера.

**VIII. Вхід і вихід системи.** *Вхід* ( $I_n$ ) подається як зовнішнє відношення: оточуюче середовище  $\rightarrow$  система. Вхідна величина впливу може бути в залежності від виду системи дією, зв'язком (відношенням) або параметром стану суб'єкта дії (операнда). Сукупність всіх входів складає узагальнений вхід (як вектор).

*Вихід* ( $O_n$ ) показує: зовнішнє оточення системи  $\rightarrow$  оточуюче середовище. Вхідна величина може бути в залежності від виду системи дією, зв'язком або параметром стану операнда. Сукупність всіх виходів може бути зведена до узагальненого виходу (вектор виходу). Вихід системи є множиною виходів всіх елементів, які не є входами інших елементів системи. Вхідна й вихідна величини є єдиними зв'язками системи з оточуючим середовищем. Вхід і вихід системи містять всі види зв'язків з оточуючим середовищем: бажані та небажані (перешкоди), зв'язки матеріального ( $S$ ), енергетичного ( $En$ ) та інформаційного ( $I$ ) характеру. Необхідно відмітити, що на практиці відсутня єдність поглядів відносно

використання понять входу й виходу. Одні автори розглядають вхід і вихід відповідно як вхідні (рецептори) і вихідні (ефектори) елементи системи. У цьому випадку через них переміщуються впливи на систему (вплив оточення) і проявляються її реакції (вплив системи на оточення). Для інших авторів вхід і вихід – це відповідно те, що надходить у систему й виходить з неї. Такі тлумачення понять «вхід» і «вихід» засновані на розгляді цілей і уявлень, виходячи з яких створюється система.

**IX. Модель системи.** Рис. 1.3 наочно ілюструє наведені вище й подальші визначення та їх взаємозв'язки.

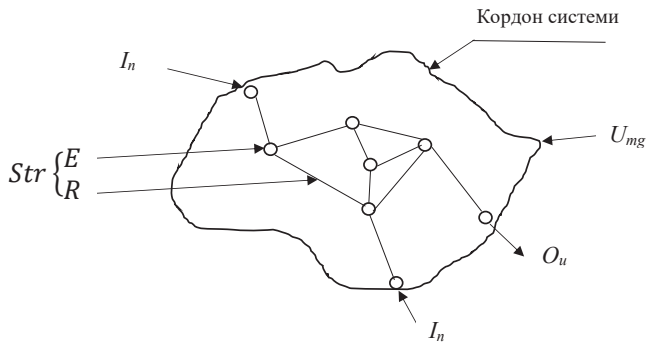


Рис. 1.3. Модель ОТС

**X. Властивості системи та їх оцінка.** Кожна система, її елементи й відношення володіють *властивостями* ( $G$ ), які притаманні цієї системі та точно її визначаючими, такими як розміри, маса, швидкість, форма, стабільність, а також технологічність, транспортабельність і особливо здібність щось виробляти, тобто функціонувати. *Властивістю* є будь-яка суттєва ознака об'єкта. Об'єктів без властивостей не існує. Однак ступінь реалізації цих властивостей може бути різним.



У зв'язку з цим зіштовхуємося з проблемою кількісного визначення (виміру, квантифікації) властивості.

Для сукупної характеристики об'єкту, наприклад при його оцінці, вибирають суттєві властивості цього об'єкту. У таких випадках мова йде про *випадкову, узагальнену й сукупну* оцінку, узагальненій якості або цінності. Для отримання сукупної оцінки необхідно вимірювати окремі властивості, а випадкові оцінки перетворювати в узагальнені.

**XI. Стан системи.** Сукупність значень властивостей системи у визначений момент часу називається *станом* системи. Аналогічно якості стану системи можливо визначити вектором, якому у якості компонентів приналежать окремі властивості. При визначенні якості або стану абстрагуються від більшої частини несуттєвих властивостей.

Два стани системи можуть бути однаковими або різними. Відмінність між системами називається їх *різницею*. Різниця виникає при переході системи з одного стану в інший. Різниця може бути диференціальною (коли є місце безперервному переході до наступного стану) або дискретною.

**XII. Типи систем.** Використовуючи різні критерії, можливо встановити велику кількість типів систем. Системи у процесі практичного застосування можливо класифікувати таким чином:

- а) за положенням системи в ієрархії: надсистема, система, підсистема;
- б) за зв'язками з оточенням: відкриті, замкнуті;
- в) за зміною стану: динамічні, статичні;
- г) за характером функціонування: детерміновані, стохастичні;
- д) за типом елементів: конкретні, абстрактні;
- е) за походженням: природні, штучні;
- ж) за характером залежності виходів: комбінаторні (вихід залежить тільки від входу), секвентивні (вихід залежить від входу та інших величин);

з) за ступенем складності структури: край складні (національна економіка), дуже складні (високотехнологічне підприємство), складні (автоматична лінія), прості (агрегат);

і) за видом елементів: система типу «об'єкт» (елементом є, наприклад, технологічна система), система типу «процес» (елементами є операції).

**XIII. Типи задач.** У зв'язку з системами розглядаються три характерних типи задач:

А. Задача *синтезу* – задані характер функціонування та інші вимоги до системи, визначити структуру, яка дозволяє поставленим вимогам.

Б. Задача *аналізу* – задана структура, визначити ефективність функціонування системи й процес прийняття рішення (*D*).

В. Задача *«чорного ящика»* – задані система, структура яка невідома або відома частково, визначити її функціонування і, можливо, структуру.

**XIV. Символічне уявлення системи.** Символічно систему можливо зображати чотирьохкутником, кругом або їх комбінацією, використовуючи для системи типу «об'єкт» (ОТС) і систем типу «процес» (РТ) різні символи (рис. 1.4). Система типу «об'єкт» не потребує особливих пояснень, тому необхідно зупинитися більш докладно на системах типу «процес».

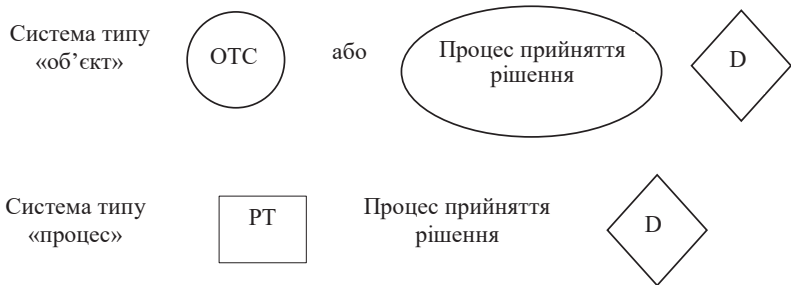


Рис. 1.4. Графічне позначення двох типів систем

XV. Система типу «процес». Взагалі кажучи, термін «процес» означає, що щось відбувається, тобто змінюється з часом. У виробництві, як і у природі, нескінченно щось відбувається. Природним змінам, тобто таким процесам, як старіння, ерозія, схильні навіть такі об'єкти, які нам здаються дуже стабільними, незмінними, наприклад гори. Теж саме відноситься й до процесу існування живих істот.

Поряд з природними процесами людина організує штучні процеси з ціллю здійснення необхідних або бажаних для нього змін. Такі зміни слугують задоволенню людських потреб. Хоча людина і підпорядковується законам природи, все ж вона може прискорити або покращити деякі природні процеси або їх якості.

Цілеспрямовані зміни визначених об'єктів має для людей життєву важливість. Штучні процеси, у яких ті чи інші властивості об'єкта дії (операнда) зазнають відповідні зміни за участю людей і технічних засобів, внаслідок чого досягається бажаний стан операнда, можливо називати перетвореннями.

Термін операнд (*Od*) обрано у якості загальної назви всіх предметів, систем і станів, які підлягають цілеспрямованому перетворенню. Перетворення є слідством визначених впливів, які засновані на механічних, фізичних, хімічних або біологічних явищах і які описуються деякою інструкцією – рецептом, алгоритмом, технологією. Науками, які досліджують перетворення у будь-якій визначеній сфері, є, наприклад, технологія виробництва, термодинаміка тощо.

Впливи на операнд виконуються *операторами*. Такі впливи є *виходами* операторів. На рис. 1.5 наведено загальну модель процесу перетворення. Впливи операторів здійснюються у вигляді потоків матерії, енергії та інформації.

Також необхідно дати пояснення ще одного поняття – *алгоритм*. Процес перетворення являє собою сукупність операцій (*Op*); алгоритм – це однозначно визначена послідовність операцій, яка або встановлюється один раз заздалегідь і дійсна на протязі всього процесу перетворень, або змінюється в залежності від результату виконаної операції. Таким чином, алгоритм можливо визначити

аналогічно структурі процесу як підпорядковану множину операцій, їх відношень і умов переходу від однієї операції до іншої. Значну схожість можливо побачити між поняттями алгоритму й технологічного процесу, який в узагальненому вигляді подається як послідовність операцій виробництва будь-якого виробу.

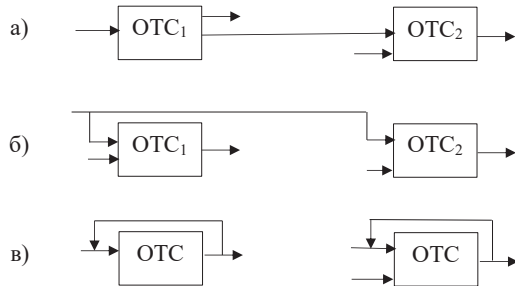


Рис. 1.5. Види зв'язків між організаційно-технологічними системами

а – послідовний; б – паралельний; в – зворотній і комбінований

Доволі типовими видами процесів у високотехнологічному виробництві є *управління і регулювання*. *Управління* – це процес у системі, завдяки якому одна або декілька вхідних величин діють бажаним чином на інші, які є вихідними. *Регулювання* – це процес, завдяки якому деякі змінні (що регулюються) величини безперервно співставляються з еталонними (керуючими), при цьому на величини, що регулюються, здійснюється вплив з ціллю приведення відповідних відхилень до нуля.

**XVI. Типи відношень.** Відношенням ( $R$ ) визначається взаємозалежність або взаємодія двох і більше об'єктів або явищ абстрактного чи конкретного типу. Під час дизайну ОТС суттєві об'єктивні, визначені відношення, які піддаються опису у відповідності за логічними законами. Відношення пов'язують окремі елементи у різних системах.

Вираз «об'єкт  $X$  знаходиться у відношенні  $R$  до об'єкту  $Y$ » символічно позначається  $R(X, Y)$ . Відношення може бути рефлексивним, симетричним або транзитивним. Такі типи відношень можливо охарактеризувати таким чином:

- а) рефлексивність – кожний об'єкт еквівалентний само собі;
- б) симетричність – якщо один з об'єктів еквівалентний другому, то другий об'єкт першому;
- в) транзитивність – два об'єкти еквівалентні між собою, якщо вони поодинокі еквівалентні третьому.

Якщо виконуються всі три умови, то відношення називається *відношенням еквівалентності*. Відношення між двома об'єктами буде також називатися кореляцією. Кореляція – це математична модель відношення в узагальненій формі.

#### **XVII. Види відношень:**

*Подоба*. Подоба – це відношення схожості між двома або більше системами (об'єктами, процесами, висловлюваннями), що визначається деякими загальними властивостями. Взагалі можливий діапазон ступенів подоби від повної рівності (*ідентичності*) до часткової *схожості*. Можливо казати про функціональний, структурний а інший вид подоби. Звичайно подоба об'єктів розуміється як однаковість форми (але не рівність за величиною). Відношення подоби має велике значення у процесі економіко-математичного моделювання високотехнологічного виробництва. Закони подоби дозволяють визначити умови при виконанні яких результати модельних експериментів умовно справедливі для реальних ситуацій. Область подоби може бути визначена як перехрещення множин властивостей, що приймають участь у даному відношенні.

*Аналогія*. Відповідність суттєвих ознак, властивостей, структур або функцій об'єктів або явищ можливо називати аналогією. Такий термін часто застосовується у тому ж сенсі, що й подоба.

*Гомоморфізм*. Відношення між двома системами, коли кожен складову частину й кожне відношення однієї системи можливо відбити на деяку складову

частину й деяке відношення другої системи (але не зворотно) має назву гомоморфізм. У цьому випадку виконання відповідних умов подоба дозволяє перенести результати модельних експериментів на натуру. Область подоби може бути визначена як перехрестя множин властивостей.

*Ізоморфізм.* Ізоморфізмом визначається відношення між двома системами, коли кожній складовій частині однієї системи може бути встановлена у відповідність визначена складова частина іншої системи й навпаки (симетричність), а також, коли для кожного відношення між двома відповідними частинами маємо таке ж відношення в іншій системі та навпаки.

*Ідентичність.* Це відношення між об'єктами або процесами, які характеризуються однаковими властивостями (ознаками). За *абсолютною ідентичністю* повинні бути однаковими всі властивості, за *відотною* – тільки деякі (у цьому випадку маємо подобу).

*Еквівалентність.* Об'єкти або процеси можливо визначити як еквівалентні, якщо між ними є відношення еквівалентності, тобто рівноцінності. Еквівалентність більш повне поняття ніж ідентичність, так як для останньої характерна тільки рефлексивність. Стосовно високотехнологічного виробництва обидва поняття використовуємо як синоніми, тобто під еквівалентністю будемо розуміти абсолютну ідентичність.

*Математичні функції.* Важливий клас відношень відображають *математичні функції*, як закономірні залежності від змінної:  $y=f(x)$ . Такого роду математичні функції відображають точне встановлене відношення між  $x$  і  $y$ , тобто детермінований зв'язок.

*Причинність.* Між причиною й покликаною її дією існує асиметричне відношення. Причина викликає дію. Існує сувора (детермінована типу «якщо ..., то») або послаблена форма причинного відношення. Причинний ланцюг має місце, коли дія виступає у якості причини подальших дій.

*Зв'язок.* Якщо визначені виходи елемента (системи) одночасно є входами будь-якого елемента(системи), то такого роду відношення мають назву *зв'язка*. Зв'язок може бути прямим (послідовним або паралельним), зворотним або комбінованим (рис. 1.5); він може бути матеріальним, енергетичним або інформаційним.

*Відношення ціль – засіб.* Це двомісне асиметричне відношення між системою цілей (призначенням, задачею) і засобом їх реалізації.

*Просторове відношення.* Відношення такого роду характеризує взаємне положення елементів відношення у просторі. Просторові відношення досліджуються у топології.

*Логічні відношення.* Логічним відношенням (для логіки – двох- або багатоманітні предикати) відображають відношення між об'єктами типу «об<sub>1</sub> менше ніж об<sub>2</sub>» або «об<sub>3</sub> знаходиться біля об<sub>4</sub>». Відомими константами (функторами) є: І; АБО; І – АБО; НІ–АБО; ТАК, ЩО; АБО–АБО; ЯКЩО – ТО; ТІЛЬКИ ЯКЩО – ТО; ТІЛЬКИ ТОДІ – КОЛИ; РІВНО тощо. З цього переліку ясно, що більшість таких відношень є також логічними відношеннями. На персональному комп'ютері реалізація відношень такого роду здійснюється логічними елементами.

*Часове відношення.* Відношення такого роду робить опис підпорядкування процесів і подій за часом.

#### 1.1.5. Висновки

1. Людина й сучасне суспільство має різноманітні потреби в залежності від цілей, які вони перед собою ставлять. Будь-яка потреба формується як сукупність вимог до об'єкту у визначеному стані. Об'єкт розглядається як засіб досягнення цілі. Якщо бажана ціль не може бути досягнута безпосередньо, то з'являються проміжна ціль (підціль) і потреба змін, які дозволяють у підсумку потрібну ціль (стан) досягнути.

2. Зміна стану називається перетворенням, а об'єкт впливу – операндом.

3. Перетворення – це штучний процес, у якому бажана зміна досягається шляхом цілеспрямованого використання природних явищ.

4. Перетворення виконується на основі технології, яка визначає систему часткових перетворень, у тому числі й організаційних. Взагалі для виконання деякого перетворення можуть бути розроблені різні технології, які засновані на різних принципах.

5. Перетворення, у тому числі організаційні, реалізуються визначеними діями. Таким чином, дія – це засіб здійснення перетворень.

6. Дія здійснюється трьома системами-операторами: людьми, ОТС і реальним оточенням.

7. Система перетворень – це деяке відношення на множині всіх, хто бере участь у перетворенні елементів.

8. Дія здійснюється операторами у рамках процесів діяльності (ланцюгів дії), перетворюючих вхід оператора у вихід системи перетворень.

9. Між перетворюванням (слідство) і дією (причина) існують причинні відношення.

10. Функціонування ОТС задається її структурою.

11. Відносно замкнута система із заданою структурою функціонує однозначно; функціонування повністю визначається структурою.

12. Функціонування не визначає структуру однозначно. Одна й та сама функція може бути реалізована різними структурами.

13. Технологічні процеси – це особливий вид процесів перетворень, у яких ОТС виступають як знаряддя праці, що використовуються людьми, тому для технологічних процесів справедливі всі висновки для процесів перетворень.

14. Технологічний процес складається з множини підпроцесів і операцій і множини проміжних станів операндів.

15. Для стадій підготовки, проведення й закінчення процесу потрібно будувати підструктури.



16. Процеси, в яких не бере участь ні перетворюючий операнд, ні виконуюча його роль ОТС, припускаються як виключення (з прагматичних міркувань).

17. При розробці та здійсненні технологічного процесу завжди необхідно враховувати оточення й часові рамки.

18. Технологічний процес як система завжди має побічні входи й виходи (включаючи перешкоди), їх необхідно враховувати й аналізувати.

19. Хоча в технологічному процесі, який розглядається як система, найбільш важливими операторами є ОТС, всі інші оператори також повинні бути прийняті до уваги.

20. Задачею (ціллю, призначенням) ОТС є виконання визначеного діяння у технологічному процесі.

21. Діяння відбуваються на кордоні ОТС за визначеними умовами.

22. Діяння реалізуються як вихід процесу дії (ланцюг дій), у якому вхідні величини перетворюються у вихідні діяння. Процес дії визначається структурою технологічного процесу, у зв'язку з чим можливо обговорювати про засіб дії ОТС. Процес дії викликається безпосередньою причиною й відбувається у потрібний момент (період) часу.

23. Процес і спосіб дії характеризується перетвореннями матеріальних, енергетичних та інформаційних входів всередині ОТС. Внутрішні перетворення називаються технологічними функціями й створюють, у межах однієї ОТС, її функціональну структуру.

24. Технологічна функція описує здібність ОТС перетворювати вхідні величини у затребувані вихідні шляхом упорядкованого використання природних явищ і законів.

25. Вхідними величинами ОТС є матерія, енергія та інформація.

26. На стадіях виникнення, використання й ліквідації ОТС знаходиться у різних станах та грає різні ролі в залежності від того, до якої системи перетворень вона належить.

27. ОТС знаходиться у визначених відносинах зі всіма елементами відповідної системи перетворень. Поряд з відомими бажаними входами й виходами є також і небажані входи й виходи, які мають назву перешкод.

28. Функції (функціональні структури) реалізуються виконавчими органами (органоструктурами) на основі визначених принципів дії. Виконавчі органи є засобом реалізації функції. Для виконання кожної функції можливо обирати бажаний принцип дії з декілька можливих.

29. Виконавчі органи (органоструктури) конкретизуються у вигляді організаційних дизайнерських схем. Така схема реалізує (в узагальненому вигляді) всі затребувані властивості та ознаки ОТС.

30. Кожна з названих вище структур ОТС характеризується різним ступенем реалізації тих чи інших дизайнерських ознак або властивостей.

#### *Література до п. 1.1:*

1. Сміт В. Реформація: успіх Європи і шанс для України. Київ: Самміт-Книга, 2017, 256 с.

2. Фон Бергаланфи Л. История и статус общей теории систем. Системные исследования. Ежегодник, 1972. Наука. 238 с.

3. Уйомов А.И. Системный подход и общая теория систем. Мысль, 1978. 272 с.

4. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справочник, под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. Финансы и статистика, 2006. 848 с.

5. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. Радио и связь, 1991. С. 69–95.

6. Грузов Н. Эффективные организационно-экономические механизмы управления: теория и практика. Одесса: Полиграф, 2009. 528 с.

7. Філософський енциклопедичний словник. Київ: Абрис, 2002. 742 с.

## **1.2 Методологічні засади створення організаційно-технологічних систем у високотехнологічному виробництві**

Багато практичних завдань вирішуються організаційними структурами з використанням відповідних технічних засобів. Організаційна структура і технологічні засоби, які знаходяться в її розпорядженні, являють собою ОТС високотехнологічного (ВТ) виробництва.

У Національній економічній стратегії на період до 2030 р. визначені наступні стратегічні цілі у напрямку 10 – «Промисловість»: «створення стійкого внутрішнього попиту на вітчизняну продукцію; забезпечення інтеграції українського промислового сектора до глобальних ланцюгів вартості, створення умов для розширення експорту промислової продукції; посилення конкурентоспроможності виробленої в Україні промислової продукції; впровадження ресурсо- та енергоефективних технологій; створення нових виробничих потужностей шляхом стимулювання інноваційної діяльності підприємств у всіх регіонах країни з використанням конкурентних переваг кожного з них» [9, с.19]. Також в 2019 р. було Урядом країни схвалено «Стратегію розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року», в якій констатовано: «Інвестиції в нематеріальні активи протягом останніх 15 років склали приблизно 2-4 % всіх капітальних інвестицій, а частка видів діяльності, що відносяться до високотехнологічних (із сукупною інтенсивністю витрат на дослідження і розробки у співвідношенні до валової доданої вартості – 13,6% і більше) і середньотехнологічних (із сукупною інтенсивністю витрат на дослідження і розробки у співвідношенні до валової доданої вартості – 3,2-13,5%), в обсязі реалізованої промислової продукції в 2017 р. становила 11,3 %» [14, с.9]. А далі: «Частка високотехнологічного експорту в загальному експорті продуктів промисловості в Україні у 2017 р. становила лише 6,9%» [14, с.9].

Для вітчизняної економіки та її конкурентоспроможності на світовому ринку важливо розвивати в першу чергу ВТ виробництва. Це дозволить не тільки створити нові робочі місця, забезпечити приплив інвестицій, але і здобути перемогу в економічній конкуренції і в військових діях на сході країни. В умовах військової агресії необхідно приділити увагу створенню промислових підприємств для розробки і випуску ВТ продукції, особливо подвійного призначення. Для цього необхідно: інвестувати до перспективних розробок, в виробництво елементної бази і готових виробів, в кадровий потенціал; залучати діючі групи вчених з різних вітчизняних науково-дослідницьких інститутів і талановиту молодь, якій можна буде запропонувати гідну зарплату; тісно співпрацювати з фахівцями з інших країн.

Можливо, має сенс створити спеціальний технопарк, який мав би повністю замкнутий цикл як розробки, так і виробництва елементної бази і готових приладів. У той же час централізована закупівля технологій і обладнання для виробництва дозволить оптимізувати витрати.

В процесі підготовки цього матеріалу авторами було звернуто увагу на наукові праці таких вчених: Бородакій Ю., Кравчук П., Батьковський М. [1], Будкін В. [2], Васильєв О. [3], Вітлінський В. [4], Геєць В. і Семіноженко В. [5], Єгоров І. [6], Лисенко Ю. та його колеги [8], Містров Л. [7], Оболенський В. [10], Россоха В. [11], Саліхова О. [12; 13], Удовенко В. [16], Усов В. і Оборський Г. [17], Федулова Л. [18], Хубка В. [19].

Так, Л. Федулова наполягає: «У технологічній сфері виникає задача забезпечення реального розвитку виявлених потенційно конкурентоспроможних виробничо-технологічних систем сучасного і новітнього (шостого) технологічних укладів разом з модернізацією суміжних виробництв» [18, с.35]. В. Оболенський стверджує: «Завойовування ринків і утримання позицій на них тепер все більше залежить від здібності країн (їх економічних агентів) витримувати динамічну, технологічну і організаційну конкуренцію, яка базується на інноваціях» [10, с.3]. В. Россоха розглядає механізм установлення пріоритетів і реалізації інноваційно-

технологічної політики, проведення моніторингу технологічних напрямків, інноваційних досягнень на різних стадіях науково-технологічного циклу, оцінювання відповідності їх устанавленим пріоритетам економічного розвитку [11, с. 49,55]. І. Єгоров, розглядаючи проблеми і тенденції ВТ сектору економіки України, підкреслює: «У ринковій економіці ефективний попит на наукові розробки залежить від інноваційної активності виробничих підприємств, насамперед – великих промислових комплексів, які є центральними елементами масових продуктивних і технологічних інновацій» [6, с. 8]. В. Будкін нагадує: «В Україні формування зон високих технологій розпочалося наприкінці 90-х років минулого століття» [2, с.72]. О. Саліхова надає визначення: «Високотехнологічне промислове підприємство – це господарюючий суб'єкт, який через застосування передових промислових технологій і навиків працівників технологоорієнтованих професій виробляє високотехнологічні товари, а також систематично використовуючи наукові та технічні знання, здійснює розробку, розвиток та виведення на ринок нових товарів, отримуючи високу додану вартість» [12, с.15]. М. Якубовський наполягає: «Більш чітке визначення функцій інноваційної діяльності та інноваційної інфраструктури на законодавчому рівні буде сприяти налагоджуванню плідної взаємодії між інноваційними підприємствами, суб'єктами інноваційної інфраструктури і промисловості в цілому» [20, с.14]. У О. Саліхової підраховано, що високі технології формують 6,5% експорту [13, с.155]. В. Геєць і В. Семиноженко припускають присутність 8 % високотехнологічного експорту [5, с.205].

В. Вітлінський, використовуючи метод нечіткої логіки приходять до висновку, що: «...неспроможність, що зростає, розповсюджених методів моделювання економічних систем стає однією з головних причин виникнення настільки значних криз на фондових ринках» [4, с.36]. З цим корелюється висновок В. Удовенка: «Точне визначення всіх коефіцієнтів економіко-математичної моделі управління виробничим підприємством аналітичними засобами не уявляється

можливим, тому потрібно шукати інші засоби розв'язання задачі» [16, с.15]. Але Л. Містров наполягає на вирішенні цього завдання методом синтезу виробничих систем [7, с.37]. А Ю. Бородакій зі своїми колегами додають: «Науковою основою моделювання інноваційної стратегії високотехнологічного підприємства є інструментальні засоби математичного аналізу, лінійного програмування, динамічного програмування, теорії ймовірностей, теорії ігор, теорії масового обслуговування, параметричного програмування, стохастичного програмування» [1, с.32]. Ю. Лисенко робить свій висновок: «...найбільш складними процесами, що виникають під час організації управління проектами, є процеси адаптації та координування систем» [15, с.341]. В. Усов та його співавтори стверджують, що: «Побудова моделі повинна бути простою, а сама модель зрозумілою для тих, хто безпосередньо буде її використовувати» [17, с.6]. В. Хубка визначає ціль теорії технічних систем «... у тому, щоб привести звісні знання з об'єкту теорії – технічним системам – в єдиний комплекс понять, визначень і положень, що засновані на сутності та закономірностях структури, створення і використання технічних систем, а не на окремих емпіричних даних, що відносяться до таких систем» [19, с.15].

О. Васильєв робить узагальнюючий висновок у своїй роботі: «Досвід формування інституційних систем регулювання ринку високотехнологічних галузей економіки розвинених країн показує, що міжнародне співвиробництво в інноваційно-технологічній сфері має сприяти створенню механізмів і забезпеченню сприятливих умов для міжнародної комерціалізації результатів науково-технічної діяльності, адаптації української нормативно-правової бази у сфері інноваційної діяльності до світової практики» [3, с.226].

При створенні системи одним з центральних є питання про її вигляд (призначення і завдання, склад і структуру, основні характеристики і параметри, порядок функціонування). Дослідження з обґрунтування вигляду майбутньої системи окремі вчені називають синтезом системи. До теперішнього часу

розроблені методи створення систем різного виду. У той же час методи створення ОТС ВТ виробництва розвинені недостатньо, а єдина методологічна база створення ОТС знаходиться в стадії становлення.

Дамо обґрунтування основних положень методології створення ОТС, під якими будемо розуміти сукупність принципів і категорій, які розкривають загальний зміст, склад та структуру створення ОТС і визначають загальну постановку задачі створення ОТС і метод її розв'язання в умовах ВТ виробництва.

1. Загальне уявлення про зміст і структуру створення ОТС у ВТ виробництві. У загальних рисах зміст створення ОТС може бути представлений наступним чином.

Спочатку, виходячи з вказівок органу, відповідального за створення майбутньої ОТС (далі – Замовника), колектив фахівців, що проводить дослідження з обґрунтування загального вигляду ОТС (далі – Розробник), розробляє проект концепції (задуму) створення ОТС, що містить: формулювання передбачуваного призначення і завдань ОТС, визначення необхідної ефективності ОТС, опис можливих умов застосування ОТС, а також прогноз обмежень (фінансових, матеріальних, технологічних, просторових, тимчасових та ін.), в рамках яких буде створюватися ОТС.

Прийнята Замовником концепція створення ОТС ВТ виробництва служить відправною точкою для подальшого, більш детального опрацювання загального вигляду ОТС. Розробник, розглядаючи ОТС як деяку функціонуючу цілісну систему, «занурену в середовище», виявляє можливі зовнішні зв'язки ОТС і визначає відповідні їм основні властивості і характеристики (параметри) системи. Ґрунтуючись на отриманих результатах, Розробник далі направляє дослідження всередину ОТС, умовно представляючи її у вигляді можливих складових частин. Кожна з цих складових частин досліджується окремо як «чорний ящик» у відповідному середовищі, що дозволяє виявити їх зовнішні зв'язки та визначити властивості і характеристики (параметри). Подальший розгляд складових частин

ОТС у взаємозв'язку один з одним дають можливість Розробнику визначити структуру ОТС і уточнити її зовнішні властивості і характеристики (параметри). Поступовий спадний рух досліджень всередину ОТС Розробник продовжує до досягнення необхідного ступеня деталізації будови ОТС у ВТ виробництві.

Поряд з поглибленням досліджень в ході створення ОТС відбувається зворотний висхідний рух. Дослідження повертаються на поверхню ОТС, які наповнені більш конкретними уявленнями про її будову, характеристики (параметри) і функціонування. Виявлені в результаті такого циклічного руху досліджень зовнішні і внутрішні зв'язки, властивості і характеристики (параметри) ОТС Розробник об'єднує в групи, які відповідні тій чи іншій її якісній стороні (призначенню, завданням, функціям, структурі та ін.).

Переходячи від однієї якісної сторони ОТС до іншої, дослідження Розробника висвітлюють сукупність зв'язків, властивостей і характеристик (параметрів) ОТС, що слугують основою для уточнення раніше виявлених її зв'язків, властивостей і характеристик (параметрів) у ВТ виробництві.

В результаті такого поступально-зворотного руху досліджень ОТС як би «повертається» перед Розробником послідовно кожною своєю якісною стороною, залучаючи до цього руху і середовище. Процес створення йде від одного виду ОТС до іншого, все більш змістовного і конкретного. Аналіз загального вигляду ОТС поєднується з його побудовою.

Таким чином, в ході створення ОТС здійснюється поступове нарощування повноти уявлень про будову, характеристики (параметри) і функціонування ОТС. Розробник розглядає ОТС з різних якісних боків. Поступально-зворотний характер досліджень доповнюється циклічним низхідним і висхідним рухом. Альтернативні варіанти ОТС поступаються місцем доцільним варіантам. На заключній стадії побудови обирається найкращий в прийнятому Замовником сенсі варіант вигляду ОТС власного ВТ виробництва.



Для методичного забезпечення досліджень з обґрунтування структури майбутньої ОТС потрібна методологія, що адекватна змісту процесу створення ОТС, а також дані з обсягу, конкретності і динамічності уявлень про ОТС. При побудові такої методології необхідно виходити із загальних принципів побудови ОТС.

2. Загальні принципи створення ОТС у ВТ виробництві. Принципи створення ОТС узагальнено виражають наявний досвід створення і застосування ОТС у ВТ виробництві і виконують регулятивну роль по відношенню до змісту та структури досліджень ОТС. До загальних принципів створення ОТС пропонується віднести принципи цілісності, ієрархії, ситуативності, зміни підстав та аналогії структур.

А. Принцип цілісності вимагає розглядати створення ОТС як складну систему взаємопов'язаних і взаємодіючих процесів. Об'єктивним джерелом цілісності створення є ОТС, а безпосередню основу цілісності створення складає колектив фахівців, які виконують дослідження, оскільки саме він визначає, що конкретно і в якому обсязі включається в процес побудови, в яких межах і формі здійснюються ті чи інші дослідження і представляються їх результати. Принцип цілісності вимагає також виділення в побудові такого головного процесу, який виконує координуючу системоутворюючу функцію і визначає спрямованість і зміст всього створення ОТС. Інші процеси побудови по відношенню до головного процесу повинні розглядатися як допоміжні (забезпечуючі).

Б. Принцип ієрархії нерозривно пов'язаний з принципом цілісності і доповнює його. Відповідно до принципу ієрархії між процесами створення ОТС крім відношення «ціле - частина» мають встановлюватися відносини підпорядкованості «головний процес - забезпечуючий процес». При цьому в ході головного процесу побудови визначаються цілі, дані по наявних ресурсах і умовах застосування ОТС для досліджень в рамках забезпечуючих процесів здійснення кінцевих позитивних результатів. У цих же рамках обґрунтовуються припущення

по шляхах і засобах досягнення поставлених цілей в заданих обмеженнях, які потім споживаються в дослідженнях головного процесу створення ОТС.

В. Принцип ситуативності. В ході побудови уявлення про загальний вигляд ОТС змінюються. Послідовно розглядаються її різні якісні сторони. Наростають ступінь деталізації і конкретність вигляду. Тому кожному тимчасовому перетину створення ОТС повинна відповідати цілком певна ситуація, обумовлена вибором головного процесу побудови і забезпечуючих процесів.

Г. Принцип зміни підстав. Створення ОТС включає в себе дослідження щодо розкриття властивостей і характеристик (параметрів) системи за допомогою аналізу її зовнішніх і внутрішніх зв'язків і дослідження щодо побудови ОТС за допомогою композиції її функцій, структури, складових частин. Виходячи з цього принцип зміни підстав вказує на те, що в ході побудови повинно відбуватися почергове перетворення одних факторів (властивостей, будови, характеристик і параметрів ОТС), які грали роль наслідків інших факторів (зовнішніх і внутрішніх зв'язків), в вихідні форми їх прояву, в причини. Така зміна причинно-наслідкових відносин обумовлює поступально-зворотний характер процесу створення синтезованої ОТС.

Д. Принцип аналогії структур передбачає певне співпадіння структури побудови ОТС зі структурою інформаційно-логічних зв'язків у дослідженнях Розробника. На початкових стадіях обґрунтування вигляду системи структура створення ОТС у більшому ступеню визначається структурою досліджень Розробника, встановленої за зразком структур синтезованих раніше ОТС. На кінцевих стадіях структура створеної ОТС в основних рисах повторює структуру ОТС.

Принципи створення ОТС надають загальні, первинні уявлення про властивості і будову, отриманої у кінцевому результаті ОТС. Для здійснення змістовної побудови у ВТ виробництві ОТС як складної системи окрім принципів, що закладено в основі, необхідно ввести поняття базових структурних елементів створення ОТС. Зміст цих понять розкривається у категоріях створення ОТС.

3. Категорії синтезу і створення ОТС. Категорії видів ОТС, виходячи з розвертання процесу створення за часом і детальністю розгляду, розділені на дві частини, що взаємодоповнюють одна одну. Перша з них характеризує розвертання побудови ОТС за часом і містить у собі стадії і етапи створення ОТС. Друга частина категорій характеризує зміст процесу побудови, пов'язаний з якісними сторонами ОТС і містить аспекти і рівні створення ОТС у ВТ виробництві.

Стадія побудови ОТС – частина ОТС, що умовно виділяється за часом, у межах якої досягається обсяг уявлень про якості, характеристики і функціонування ОТС, достатньої для прийняття рішення про закінчення побудови або про шляхи її подальшого продовження. У складі ОТС можуть бути виділені стадії (рис.1.6):

- розробки концепції (замислу) створення ОТС;
- створення ОТС при реалізованих у заданих обмеженнях «реальному», досягнутому вигляді основної підсистеми (підсистеми, що здійснює головну функцію ОТС) й «ідеальних» (в принципі можливих) виглядах підсистем, що здійснюють неосновні (забезпечуючі по відношенню до головної) функції;
- створення ОТС при реалізованих у заданих обмеженнях видів підсистем, що здійснюють наступну за важливістю після головної функцію ОТС й «ідеальних» урахуваннях підсистем, що здійснюють інші забезпечуючі функції. І так далі за порядком зменшення важливості функцій підсистем;
- створення ОТС при реалізованому у заданих обмеженнях вигляді ОТС у цілому.

Категорія «стадія» створення ОТС є наслідком реалізації принципів ієрархії, ситуативності і аналогії структур і виражає переважну спрямованість досліджень як в цілому на побудову ОТС, так і на ту чи іншу групу якостей і характеристик (параметрів) ОТС. Кожна з її стадій декомпонується на етапи створення і реалізації.

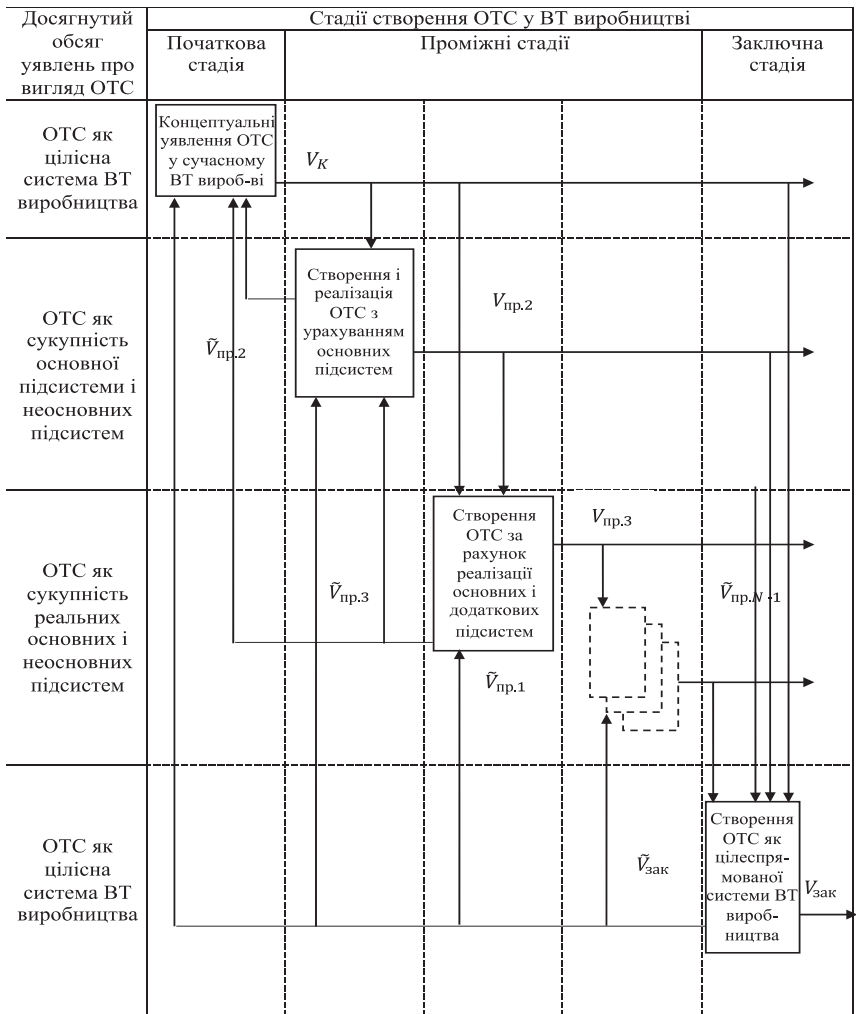


Рис. 1.6. Стадії синтезу і створення ОТС у ВТ виробництві

Етап створення ОТС – частина стадії синтезу, в межах якої досягається певний рівень обґрунтованості фіксованої групи якостей і характеристик (параметрів) ОТС. До етапів створення можуть бути віднесені (рис. 1.7): поставка завдання побудови; розробка альтернативних варіантів виду ОТС або, далі, варіантів ОТС (складових частин ОТС); оцінка ефективності і вибір з альтернативних варіантів ОТС (складових частин ОТС) переважного; аналіз стійкості переважного варіанту ОТС (складових частин ОТС) при зміні факторів, що слабоформалізуються (неформалізуються), додатково підлягають обліку за узгодженням із Замовником.

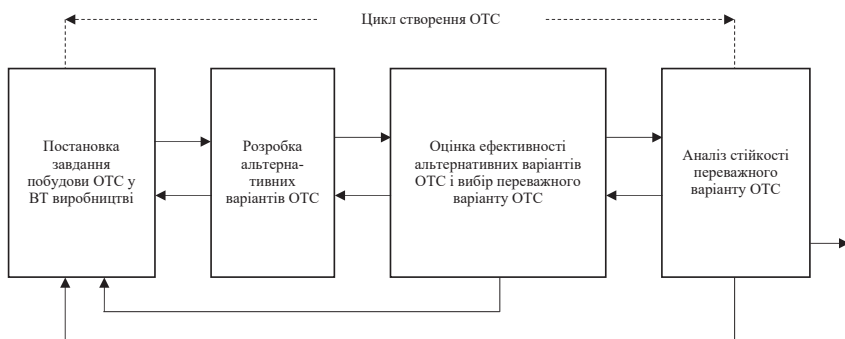


Рис. 1.7. Етапи створення ОТС

Найважливішим з цих етапів є постановка завдання створення ОТС (складових частин ОТС) у ВТ виробництві, що визначає хід наступних досліджень та їх результати. Внаслідок невизначеностей цільових настанов Замовника, вихідних даних, а також інших причин постановка завдання у ході побудови ОТС, як правило, уточнюється.

Найбільш складним у методологічному відношенні є етап розробки альтернативних варіантів ОТС (складових частин ОТС), оскільки дослідження на

цьому етапі носять переважно творчий характер, порівняний із дослідницькою діяльністю і найчастіше базується на нестрогих формальних методах.

На початкових стадіях побудови на етапі вибору повинні визначатися декілька альтернативних переважних варіантів ОТС (складових частин ОТС), оскільки передчасний вибір тільки одного варіанта зачиняє шлях іншим і підвищує ризик утворення не кращої ОТС. Остаточний вибір переважного варіанту ОТС (складових частин ОТС) відбувається на заключній стадії створення ОТС (складових частин ОТС), коли досягається максимально можливий ступінь обґрунтованості уявлень про її вигляд.

Створення ОТС завжди відбувається в умовах невизначеності цілей Замовника, вихідних даних побудови і уявлень про умови застосування ОТС. Крім того, не завжди вдається врахувати у достатній мірі у постановці завдання побудови в математичних моделях вибору і прийняття рішень усі фактори, що суттєво впливають на вигляд ОТС. Тому на завершальному етапі заданої побудови необхідним є аналіз стійкості переважного варіанту ОТС до слабоформалізованих (неформалізованих) факторів, що змінюються.

Послідовність етапів створення складає цикл створення ОТС. В ході створення ОТС можуть здійснюватися декілька циклів. Крім того, всередині окремих циклів також можуть бути цикли меншого масштабу.

ОТС володіє багатьма якісними сторонами. Кожний з них включає до себе набір якостей та характеристик (параметрів) ОТС, що проявляються у відповідному середовищі. Тому у процесі створення ОТС розглядається з різних точок зору (аспектів). Кожному аспекту ОТС може бути поставлений у відповідність однойменний аспект створення, в рамках якого досліджується система зв'язків, якостей і характеристик (параметрів) ОТС, що виражають конкретну її якісну сторону.

Основними аспектами створення ОТС (рис. 1.8) є функціональний, структурний і технологічний аспекти. Це обумовлено тим, що сутність

функціонування ОТС носить структурний характер, а будова ОТС функціональна. У той же час функціональні та структурні якості ОТС кількісно виражаються в її характеристиках і параметрах.

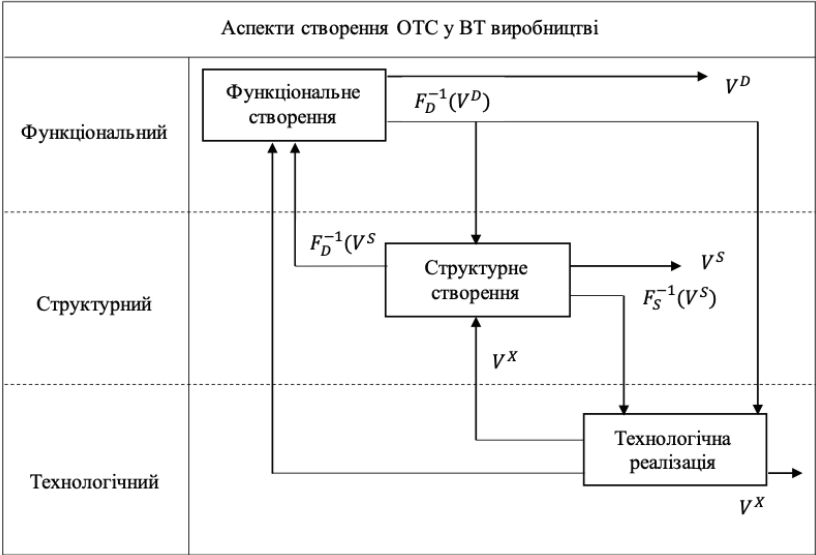


Рис. 1.8. Аспекти створення ОТС у ВТ виробництві

А. В рамках функціонального аспекту створення обґрунтовуються роль і місце ОТС серед інших систем, призначення і завдання, шляхи вирішення завдань, визначаються функції ОТС і загальний порядок (принципи) її функціонування. Оскільки функції ОТС розділяються на внутрішні та зовнішні, то і функціональний аспект створення ОТС у відповідності до принципів цілісності, ієрархії та аналогії структур розділяється на зовнішньосистемний та внутрішньосистемний. Зовнішньосистемний функціональний аспект створення ОТС по відношенню до внутрішньосистемного відіграє цілепокладуючу та інтегративну роль, оскільки

визначає умови, застосовно до яких обґрунтовується внутрішній функціональний вигляд ОТС. Внутрішньосистемний функціональний аспект створення ОТС по відношенню до зовнішньосистемного має основопологаюче значення, оскільки обґрунтовані в його межах внутрішні функції ОТС забезпечують реалізацію нею зовнішніх функцій.

У процесі побудови ОТС, як того потребує принцип ситуативності, функціональний аспект синтезу виконує переважно роль головного процесу і присвячений обґрунтуванню організаційної структури і функцій (завдань), що підлягають виконанню системою. З нього починається і закінчується побудова ОТС.

Б. Структурний аспект створення ОТС є наслідком принципів цілісності, ієрархії і аналогії структур і присвячений обґрунтуванню складу, сукупності зовнішніх і внутрішніх зв'язків, порядку і змісту взаємодії складових частин створення ОТС у ВТ виробництві.

В. Характеристики і параметри ОТС, що відповідають виявленим в ході функціонального і структурного синтезу якостям ОТС, визначаються в рамках технічного аспекту – створення ОТС.

ОТС – це сукупність взаємопов'язаних та взаємодіючих складових частин. Обґрунтувати її будову, визначити характер і склад взаємозв'язків, якості та характеристики (параметри) складових частин і системи в цілому одразу неможливо. Тому у відповідності до принципів цілісності, ієрархії і аналогії структур процес створення ОТС декомпонується також на процеси, зміст яких розкриває категорії рівнів створення для ВТ виробництва.

Зовнішні якості ОТС проявляються при її взаємодії із навколишніми системами (у середовищі). Проте сутність цих якостей визначається внутрішньою побудовою ОТС. Якості складових частин ОТС проявляються у відповідному їм середовищі. У той же час їх причина міститься в структурі більш дрібних складових



частин. Наростаючий ступінь деталізації розгляду ОТС фіксується в рівнях її опису. Цим рівням ставляться у відповідність рівні створення ОТС (рис. 1.9).

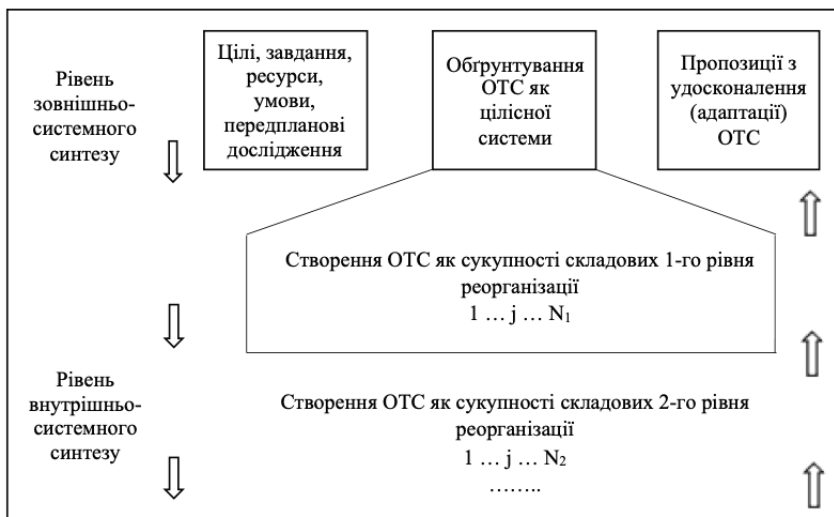


Рис. 1.9. Рівні синтезу і створення ОТС у ВТ виробництві

Самий верхній рівень є рівнем зовнішньосистемного аналізу. Окремі – рівні внутрішньосистемного аналізу. На рівні зовнішньосистемного синтезу ОТС розглядається як цілісна система без розкриття змісту її побудови. На рівнях внутрішньосистемного синтезу ОТС – як сукупність взаємодіючих складових частин. Кількість рівнів внутрішньосистемного синтезу визначається необхідною глибиною розкриття побудови ОТС. Рівень зовнішньосистемного синтезу забезпечує обґрунтування якостей, характеристик (параметрів) і функціонування її складових частин, обґрунтування яких відбувається на рівнях внутрішньосистемного синтезу. З рівня зовнішньосистемного синтезу починається синтез ОТС, на цьому рівні він і завершується. В ході синтезу в результаті

багатократного переходу від рівня до рівня синтезу поступово досягається необхідна відповідність між якісними характеристиками ОТС, її будовою і функціонуванням, між характеристиками (параметрами) складових частин ОТС і характеристиками (параметрами) системи в цілому. Аспекти і рівні побудови «вкладаються» один в одного, по черзі виконуючи роль головного процесу створення ОТС.

У процесі створення уявлення про загальний вигляд ОТС змінюються. Охоплюючи ці рухливі уявлення, категорії як форми побудови упорядковують зміст створення. Між категоріями створення відбуваються взаємопереходи, проникнення один в одного. Зміна категорій створення викликається вичерпанням можливостей кількісного обґрунтування якостей, характеристик (параметрів) і функціонування самої ОТС в рамках даної форми побудови й необхідністю їх якісних змін.

4. Математичне обґрунтування створення ОТС. З формальної точки зору задача створення ОТС у ВТ виробництві може бути сформульована у загальному вигляді наступним чином. Припустимо, що визначена ціль створення ОТС. Передбачається, що до складу ОТС можуть бути включені повністю або частково існуючі організаційні структури й технологічні системи. За необхідністю вигляд цих структур може змінюватися. Крім того, для включення до складу ОТС можливе формування нових організаційних структур й розробка нових технологічних систем. Потрібно визначити вид такої ОТС, яка найкращим чином відповідає поставленій меті в заданих обмеженнях.

Математичне завдання створення ОТС можна записати наступним чином:

$$V^{opt} = \text{Arg } \min_{V \in \{V_{\Pi}\}} C(V); \quad (1.1)$$

$$\{V_{\Pi}\} = \{V : W(V, U) \geq W_{\text{тп}}, R(V, U) \subseteq R\},$$

де  $C(V, U)$  – функція витрат на створення, утримання і застосування ОТС, що будувється, мінімальне значення якої відповідає уявленням Замовника про найкращий варіант ОТС  $V^{opt}$ ;  $V_{II}$  – множина припустимих варіантів ОТС;  $W(V, U)$  – показник ефективності розв’язання завдань варіантом ОТС  $V$  в умовах  $U$ ;  $W_{mp}$  – потрібна ефективність розв’язання завдань ОТС;  $R(V, U)$  – ресурс, необхідний для створення, змісту і застосування варіанта ОТС  $V$  в умовах  $U$ ;  $R$  – задані обмеження (енергетичні, просторові, часові та ін.) ресурсу  $R(V, U)$ , які необхідні для створення, змісту і застосування варіанта ОТС  $V^{opt}$ .

Безпосередньо розв’язати завдання (1.1) внаслідок його структурної складності та великої розмірності практично неможливо. Основним методом його розв’язання, як свідчить досвід створення ОТС, є метод ієрархічної декомпозиції завдання за аспектами, рівнями і стадіями побудови ОТС. Ієрархічна декомпозиція завдання створення ОТС (1) дозволяє не тільки розукрупнити завдання на основі відношення «ціле – частина», але і реалізувати «право втручання верхнього рівня» й «залежність верхнього рівня від нижчих рівней».

Із використанням відношення «ціле-частина» загальне завдання створення ОТС (1.1) уявляється у вигляді системи взаємопов’язаних приватних завдань заданої задачі побудови, спільне розв’язання яких є розв’язанням загального завдання. «Право втручання верхнього рівня» реалізується шляхом визначення на верхньому рівні для завдань нижчих рівнів ієрархії відповідних цілей, ресурсів, обмежень і умов застосування ОТС. «Залежність верхнього рівня від нижчих рівнів» реалізується шляхом передавання на верхній рівень ієрархії результатів розв’язань завдань нижчих рівнів і пропозицій щодо корегування цілей, ресурсів, обмежень і умов, які визначені верхнім рівнем для завдань нижчих рівнів.

Уявимо вигляд ОТС у виді сукупності  $V = (V^D, V^S, V^X)$  опису функцій  $V^D$ , структури  $V^S$  й множини характеристик і параметрів  $V^X$  ОТС, тобто сукупності функціонального, структурного і технологічного виглядів ОТС ВТ виробництва.

У залежності від стану проробки вигляду ОТС і цілей у ході досліджень між аспектами створення ОТС можуть встановлюватися різні відношення ієрархії. Стосовно до випадку, коли верхній рівень займає функціональний аспект створення ОТС (тобто головним процесом є функціональний аспект), а нижчий рівень – технологічний аспект створення, декомпозиція загального завдання створення ОТС (1) буде мати вигляд:

а) завдання функціонального аспекту:

$$V^D = \text{Arg}_{V^D \in \{V_{\Pi}^D\}} \min C(V^D, \tilde{V}^S, \tilde{V}^X); \quad (1.2)$$

$$\{V_{\Pi}^D\} = \left\{ V^D : V^D \in V = (V^D, \tilde{V}^S, \tilde{V}^X), \right. \\ \left. W(V, U) \geq W_{\text{тр}}, R(V, U) \leq R \right\};$$

б) завдання структурного аспекту:

$$V^S = \text{Arg}_{V^S \in \{V_{\Pi}^S\}} \min C(\tilde{V}^D, \tilde{V}^S, \tilde{V}^X); \quad (1.3)$$

$$\{V_{\Pi}^S\} = \left\{ V^S : V^S \in V = (\tilde{V}^D, \tilde{V}^S, \tilde{V}^X), \right. \\ \left. W(V, U) \geq W_{\text{тр}}, R(V, U) \leq R \right\};$$

в) завдання технологічного аспекту:

$$V^X = \text{Arg}_{V^X \in \{V_{\Pi}^X\}} \min C(\tilde{V}^D, \tilde{V}^S, V^X); \quad (1.4)$$

$$\{V_{\Pi}^X\} = \left\{ V^X : V^X \in V = (\tilde{V}^D, \tilde{V}^S, V^X), \right. \\ \left. W(V, U) \geq W_{\text{тр}}, R(V, U) \leq R \right\};$$

де символ  $\sim$  вказує на розв'язання, що отримані на попередньому кроці ітерації.

Завдання функціонального, структурного та технологічного аспектів (1.2), (1.3) та (1.4) розв'язуються спільно. При неможливості отримання прийняттого рішення якого-небудь одного з цих завдань уточнюються розв'язання інших завдань, а також обмеження та умови. Послідовність розв'язання, що виникає в результаті такого ітераційного процесу буде сходиться до рівняння  $V^{opt} = (V^D, V^S, V^X)$ , що є розв'язанням загального завдання створення ОТС (1.1) для ВТ виробництва.

Введемо функції агрегування і дезагрегування опису ОТС на рівні функціонального аспекту, структурного аспекту і технологічного аспекту. Тоді ієрархічний взаємозв'язок виглядів ОТС у відповідності до завдань (1.2), (1.3) та (1.4) буде мати вигляд:

$$V^D = G_D[V^D, F^D(V^S, V^X)]; \quad (1.5)$$

$$V^S = G_S\{V^S, F_S[F_D^{-1}(V^D), V^X]\};$$

$$V^X = G_X\{V^X, F_X[F_D^{-1}(V^D), F_S^{-1}(V^S)]\},$$

де  $G_D, G_S, G_X$  – функції узагальнення описів ОТС за аспектами.

Зв'яжемо описи ОТС за рівнями її розукрупнення (рівнями створення) наступними співвідношеннями:

$$V_l = \Phi_l[F_{l-1}^{-1}(V_{l-1}), F_l(V_{l+1})], \quad l = 1, 2, \dots; \quad (1.6)$$

$$V_0 = F_0(V_1); \quad V = (V_0, V_1, \dots),$$

де  $V_l$  – вигляд ОТС  $l$ -го рівня внутрішньосистемного синтезу;  $\Phi_l$  – функція

узагальнення описів загального виду ОТС  $l$ -го рівня;  $F_l, F_{l-1}^{-1}$ , – функції агрегування й дезагрегування описів ОТС  $l$ -го та  $(l - 1)$ -го рівня синтезу відповідно.

За фіксованим рівнем побудови розукрупнення ОТС здійснюється «за горизонталлю». Сукупність описів складових частин утворює опис побудови ОТС в цілому на заданому рівні:

$$V_l = (V_{l1}, \dots, V_{jl}, \dots, V_{Nl}); \quad (1.7)$$

$$V_{jl} = \Phi_{jl}[F_{l-1}^{-1}(V_{l-1}), F_{jl}(V_{1(l+1)}), \dots, F_{jl}(V_{i(l+1)}), \dots, F_{jl}(V_{N_{l+1}^j})],$$

де  $V_{jl}$  – вигляд  $j$ -го елемента ОТС  $l$ -го рівня;  $N_l$  – загальна кількість елементів на  $l$ -му рівні ОТС;  $\Phi_{jl}$  – функція узагальнення опису вигляду  $j$ -го елемента ОТС  $l$ -го рівня;  $F_{jl}$  – функція агрегованого опису  $j$ -го елемента ОТС  $l$ -го рівня;  $N_{l+1}^j$  – загальна кількість елементів  $(l + 1)$ -го рівня ОТС, що входять до складу  $j$ -го елемента  $l$ -го рівня.

Декомпозиція загального завдання (1.1) за рівнями розукрупнення ОТС утворює сімейство ієрархічно пов'язаних завдань зовнішньосистемного та внутрішньосистемного синтезу. Завдання зовнішньосистемного синтезу має той самий вигляд, що й загальне завдання створення ОТС (1) за умови  $V = V_0$ . Завдання внутрішньосистемного синтезу можуть бути записаними наступним чином:

а) завдання створення ОТС  $l$ -го рівня –

$$V_l^{opt} = \text{Arg } \min_{V_l \in \{V_{\Pi}\}l} C(V_l); \quad (1.8)$$

$$\{V_{\Pi}\}l = \{V_l : W(V_l, U_l) \geq W_{\text{тп}}, R(V_l, U_l) \subseteq R_l\};$$

$$R_l \in R = (R_1, \dots, R_l, \dots); V_l = (V_{1l}, \dots, V_{jl}, \dots, V_{N_l l});$$

$$U_l \in U = (U_1, \dots, U_l, \dots);$$

б) завдання формування елементів ОТС  $l$ -го рівня –

$$V_{jl}^{opt} = \text{Arg} \min_{V_{jl} \in \{V_{jl}\}} C_{jl}(V_{jl}); \quad (1.9)$$

$$\{V_{jl}\}jd = \{V_{jl} : V_{jl} \in V_l = (\tilde{V}_{1l}, \dots, \tilde{V}_{jl}, \dots, \tilde{V}_{N_l l})\},$$

$$j = \overline{1, N_l}; C = C(C_{1l}, \dots, C_{jl}, \dots, C_{N_l l});$$

$$R_{jl} \in R_l = (R_{1l}, \dots, R_{jl}, \dots, R_{N_l l});$$

$$U_{jl} \in U_l = (U_{1l}, \dots, U_{jl}, \dots, U_{N_l l}).$$

Декомпозиція загального завдання створення ОТС (1.1) за стадіями представляється співвідношеннями:

$$V_{cti}^{opt} = \text{Arg} \min_{V_{cti} \in \{V_{cti}\}} C(V_{cti}); \quad (1.10)$$

$$\{V_{cti}\}cti = \{V_{cti} : W_{cti}(V_{cti}, U_{cti}) \geq W_{tr}, R_{cti}(V_{cti}, U_{cti}) \subseteq R\}, i = \overline{1, N_{ct}};$$

$$N_{cti} = \begin{cases} N_{tr}, & i = 1, \text{ вигляд ОТС на стадії концептуального синтезу;} \\ N_{tr} - 1, & i = 2, N_{ct} - 1, \text{ вигляд ОТС на проміжних стадіях синтезу;} \\ N_3, & i = N_{ct}, \text{ вигляд ОТС на заключній стадії синтезу;} \end{cases}$$

$$V_{ct\ i}^{opt} = \Phi_{ct\ i} \left[ F_{ct(i-1)}^{-1}(\tilde{V}_{ct(i-1)}^{opt}), F_{ct\ i}(\tilde{V}_{ct(i+1)}^{opt}), \dots, F_3(\tilde{V}_3^{opt}) \right];$$

$$V_k^{opt} = \Phi_{ct\ k} [F_{ct\ 2}(\tilde{V}_{ct\ 2}^{opt}), \dots, F_3(\tilde{V}_3^{opt})];$$

$$V_3^{opt} = \Phi_{ct\ 3} [F_k^{-1}(\tilde{V}_k^{opt}), \dots, F_{ct(N_{ct}-1)}^{-1}(\tilde{V}_{ct(N_{ct}-1)}^{opt})],$$

де  $\Phi_{ct\ i}$  – функція узагальнення описів ОТС на  $i$ -ї стадії створення;  $F_{ct(i-1)}^{-1}$ ,  $F_{ct\ i}$  – функція дезагрегування та агрегування описів ОТС, відповідних  $(i-1)$ -й та  $i$ -й стадіям створення;  $\tilde{V}_{ct(i+1)}^{opt}$  – опис переважного варіанту ОТС  $(i+1)$ -й стадії створення, отриманий на попередньому кроці ітерації;  $N_{ct}$  – загальна кількість стадій створення ОТС.

Декомпозиція за етапами створення ОТС виконує роль основи, на яку як би «нанизуються» інші види декомпозицій (рис. 1.10).

При цьому в межах кожного етапу побудови декомпозиції по стадіях (аспектах та рівнях) створення вони «вкладаються» одна в одну, поперемінно виконуючи ієрархічно головну роль. У той же час всередині кожного виду декомпозиції також може відбуватися зміна ієрархічного головного аспекту (рівня, стадії, етапу).

В результаті такого складного поступально-зворотного руху за видами всередині кожного виду декомпозиції утворюється циклічний ітераційний процес із нестаціонарною ієрархічною структурою, що забезпечує поступове обґрунтування якостей, характеристик (параметрів) та порядку функціонування майбутньої ОТС й досягнення в підсумку уявлень про її доцільний вигляд.



Розв'язання приватних завдань створення ОТС у ВТ виробництві, що виникають при декомпозиції загального завдання, може бути отримане із використанням відомих методів синтезу систем.

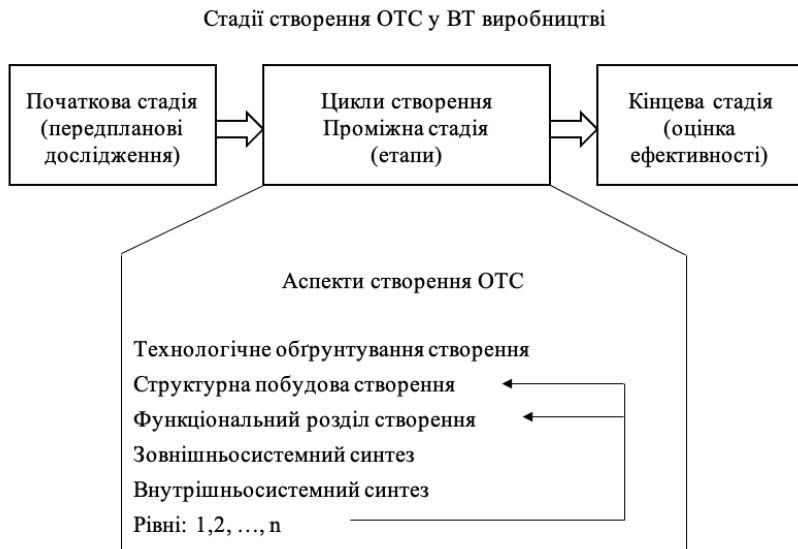


Рис. 1.10. Структура створення ОТС у ВТ виробництві

Емпіричні дані, що зібрані вченими у багатьох країнах світу, продемонстрували, що державні інтервенції трансформуються в ефективність та стійке ВТ зростання на рівні підприємств за наявності певних умов – конкуренції на внутрішньому ринку, міжнародних торговельних потоків, співробітництва у сфері досліджень і розробок, мобільності робочої сили, прямих іноземних інвестицій, якісного управління і прозорості ВТ агентств.

Проте наявність цих умов само собою не гарантує ВТ зростання. Країни відрізняються між собою методами стимулювання ВТ, які багато в чому

відрізняються від траєкторій їх попереднього розвитку, що відображають цінності, поведінкові настанови, традиційне мислення та історичні зв'язки між ключовими суб'єктами, що задіяні в ВТ процесі, - підприємствами, науковими установами й освітніми установами. Тому конкретний набір проблем і шляхи їх розв'язання розглядається в контексті кожної окремої країни.

### *Література до п. 1.2:*

1. Бородакий Ю.В., Кравчук П.В., Батьковский М.А. Моделирование инновационного развития высокотехнологического предприятия. *Статистика и Экономика*, 2014. № 2. С.32-36. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2014-2-32-36>
2. Будкин В., Петренко З., Нгуен Тхи Хань. Зоны высоких технологий: мировой опыт и реалии Украины. *Экономика Украины*, 2005. №10. С. 68-75.
3. Васильев О. Проблемы развития высокотехнологичных отраслей экономики Украины в условиях глобальной конкуренции: *Дослідження міжнародної економіки : збірник наукових праць*, 2011. Випуск 1 (66). С. 209-227.
4. Витлинский В., Матвийчук А. Смена парадигмы в современной теории экономико-математического моделирования. *Экономика Украины*, 2007. №11. С. 35-43.
5. Гесць В.М., Семиноженко В.П. Інноваційні перспективи України: монографія. Харків: Константа, 2006. 272 с.
6. Єгоров І.Ю. «Інноваційна Україна – 2020»: основні положення національної доповіді. *Економіка України*, 2015. № 9. С. 4-18.
7. Мистров Л.Е. Основные положения методологии синтеза организационно-технических систем, *Машиностроитель*. 2004. №4. С.28-37.
8. Модели управления проектами в нестабильной экономической среде: монография. Под ред. Ю.Г. Лысенко. Донецк: Юго-Восток, 2009. 354 с.
9. Національна економічна стратегія на період до 2030 року. *Урядовий кур'єр*, 2021. №45. С.8-36.

10. Оболенский В. Технологическое соперничество на мировом рынке. *Мировая экономика и международные отношения*, 2003. № 7. С. 3-12.
11. Россоха В.В., Соколов Д.О. Шляхи забезпечення інноваційно-технологічного розвитку. *Агроінком*, 2013. №7-9. С. 48-56.
12. Саліхова О.Б. Адресна державна підтримка як чинник стимулювання розвитку високотехнологічних виробництв в Україні. *Економіка і прогнозування*, 2011. № 2. С. 9-23.
13. Саліхова О.Б. Високі технології: дефініція та оцінка: монографія. Київ: ДП «Інформаційно-аналітичне агенство», 2008. 289 с.
14. Стратегія розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року. Розпорядження КМ України від 10.07.2019 р. №526-р. *Урядовий кур'єр*, 2019. №143. С.9-10.
15. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справочник. Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. Москва: Финансы и статистика, 2006. 354 с.
16. Удовенко В. Экономико-математическая модель управления предприятием на основе метода Монте-Карло. *Економіка України*, 2017. №5. С.86-89.
17. Усов А.В., Оборский Г.А. Вайсман В.А., Дмитришин Д.В. Математическое моделирование технических систем. Киев: Техника, 1995. 328 с.
18. Федулова Л. Перспективы инновационно-технологического развития промышленности Украины. *Економіка України*, 2008. №7. С.24-36.
19. Хубка В. Теория технических систем. Пер. с нем. Москва: Мир, 1987. 208 с.
20. Якубовский Н. Научно-инновационное обеспечение модернизации украинской промышленности. *Економіка України*, 2009. №10. С 4-14.

### 1.3 Оптимізація складу організаційно-технологічної системи при створенні високотехнологічного виробництва

Для багатьох завдань створення складних технологічних систем, що піддаються формалізації і забезпечені апіорною вихідною або достатньою статистичною інформацією, розроблені конструктивні і, при деяких обмеженнях на структуру завдань, ефективні методи розв'язання по формуванню варіантів їх складу. До них у першу чергу належать методи з різноманітних розділів математичного програмування й оптимального управління. Для обґрунтування складу елементів систем вільної природи розроблено моделі узагальненого математичного програмування й схеми багатокрокового узагальненого математичного програмування. Проте існуючі методи неможливо застосувати для розв'язання навіть відносно простих завдань, що вирішуються спеціалістами, не звертаючись до формалізації умов і задовольняючись неповною інформацією. Особливо це відноситься до умов високотехнологічного виробництва (ВТВ).

Високі технології (*англ. high technology, high tech, hi-tech*) – найновіші і найпрогресивніші технології сучасності. До високих технологій належать найбільш наукомісткі галузі промисловості (Вікіпедія). Згідно з визначенням департаменту торгівлі США, галузі, в яких співвідношення витрат на R&D та обсягів збуту перевищує більше ніж в два рази середньостатистичні показники, класифікуються як високотехнологічні. Визначення високотехнологічних галузей ОЕСР (*англ. OECD*) враховує три складові – частку витрат на R&D у витратах підприємств галузі, частку високотехнологічної комплектації у складі виробів та частку персоналу R&D у складі підприємств.

Аналіз світових стандартів представлено у Т. Хачіхроноглу «Огляд сектору високих технологій та класифікація товарів». Цей матеріал прийнятий країнами ОЕСР. Автор визначає, що традиційно для аналізу торговельних потоків

використовують два підходи: галузевий (рівень технологічної ємності видів промисловості) та товарний (технологічна ємність окремих видів продукції) [23].

В Україні у 2008 р. було затверджено Перелік високотехнологічних товарів, який гармонізований з переліком ОЕСР [13]. О. Саліхова у своїх роботах аналізує групування виробництв за рівнем технологічності на основі стандартів ЄС [16, с. 45-47].

Відсутність стійкої тенденції до зростання експорту/імпорту ВТ продукції (табл.1.1) свідчить про необхідність розробки науково обґрунтованих концепції та основ політики ВТ розвитку промислових підприємств України, механізмів їх реалізації. Державна підтримка поки поширюється на обмежене коло підприємств ВТ сфери, в першу чергу, - фармацевтичні препарати, медичні інструменти, літальні та комірні апарати, озброєння.

У державній Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 р. зроблено наголос: «Стратегія успішного розвитку національних економічних систем держав-лідерів останніми роками тісно пов'язана з лідерством у дослідженнях і розробках, появою нових знань, розвитком високотехнологічного виробництва і створенням масових інноваційних продуктів» [18, с. 9].

Разючими прикладами повного занепаду колишніх високотехнологічних комплексів, приміром, на Придніпров'ї є Дніпропетровський машинобудівний завод, Дніпропетровський комбайновий завод, Дніпропетровський радіоприладобудівний концерн «Весна», більшість підприємств верстатобудування, сільгоспмашинобудування, приладобудування тощо.

Технологічні, інвестиційні, фінансові, соціальні, екологічні наслідки цього вкрай негативні. Не кажучи вже про втрату Україною статусу індустріально розвиненої держави, занепаду більшості секторів, галузей і підгалузей промисловості. Більшість створених раніше потужних виробничо-технологічних комплексів переважно припинили своє існування. На їхній базі створено десятки

суб'єктів підприємництва, які належать різним власникам, не мають спільної виробничої програми.

Таблиця 1.1 – Експортно-імпортна діяльність у високотехнологічній сфері України

Показники	Роки	
	2016	2019
Промислове виробництво країни, млрд дол. США		
- експорт	63,3	36,4
- імпорт	76,9	39,2
- сальдо	-13,6	-2,8
Частка окремих видів ВТ продукції в експорті промислової продукції, %		
- фармацевтична продукція	0,5	0,6
- реактори, машини та обладнання	6,0	4,4
- електричні машини, аудіоапаратура	8,8	5,8
- літальні та космічні апарати	0,5	0,3
- оптичні прилади	0,5	0,3
Частка окремих видів ВТ продукції в імпорті промислової продукції, %		
- фармацевтична продукція	4,0	4,1
- реактори, машини і обладнання	0,1	12,0
- електричні машини, аудіоапаратура	0,08	8,2
- літальні та космічні апарати	0,09	0,3
- оптичні прилади	1,4	1,5
Сальдо зовнішньоторговельної діяльності за окремими видами ВТ продукції, млрд дол. США		
- фармацевтична продукція	-2,8	-1,4
- реактори, машини та обладнання	-3,1	-3,1
- електричні машини, аудіоапаратура	-2,4	-1,1
- літальні та космічні апарати	0,2	0,03
- оптичні прилади	-0,8	-0,4

Що ж до галузевої структури промисловості, то за десять років частка продукції машинобудування у ній знизилася з 30,5 до жалюгідних 10,9 % [22]. Варто нагадати, що в економічно розвинених країнах світу питома вага продукції машинобудування у загальному обсязі промислового виробництва сягає 35-50 %. Отже, ми є свідками двох масштабних економічних процесів – деіндустріалізації, тобто скорочення ролі й питомої ваги промисловості у економічній системі, та деконцентрації, тобто її подрібнення.

У процесі проведення даного дослідження автори спиралися на праці таких фахівців, як: Амоша О. і Саломатіна Л. [1], Васильєв О. [2], Гавриш О. [3], Геєць В. [4], Єгоров І. [6], Касьянова Н. [7], Конюховський П. [8], Кредисов А. [9], Лисенко Ю. [12], Макаров В. [10], Містров Л. [11], Пітерс Т. [23], Прокопенко О. і Школа В. [14], Радзівська С. [15], Саліхова О. [16], Сідорова А. [17], Федулова Л. [19], Філіпішин І. [19], Хаціхроноглу Т. [23]. Так, О. Васильєв підтверджує, що «Україна зберігає світовий рівень у математиці, механіці, фізиці, інформатиці, матеріалознавстві, ряді інших наукових напрямків, безпосередньо пов'язаних із виробництвом високотехнологічної наукомісткої продукції, на яку неухильно зростає попит з боку вітчизняних та зарубіжних наукових установ і промислових підприємств» [2, с. 215]. Але О. Амоша і Л. Саломатіна підкреслюють, що: «У сьогоднішній час головною проблемою підтримки і розвитку інноваційного потенціалу залишається інвестування грошових засобів у НДДКР» [1, с. 25]. О. Саліхова рекомендує «... 12 високотехнологічних напрямків, розвиток яких має стратегічне значення для України та є передумовою досягнення ключової мети нової стратегії – забезпечення ефективності економічної системи та національної безпеки країни: технології національної безпеки, ядерні технології, авіаційно-космічні технології, передові технології перероблення, телекомунікаційні технології, логістика, фармакологія та медичні прилади, нові матеріали, енергозберігаючі технології, біотехнології, нанотехнології, агрономія» [16, с. 572-573]. О. Зубко підтверджує: «Міжнародна статистика дотримується галузевого підходу до оцінки товарної структури торгівлі за винятком високого рівня наукової місткості. Для оцінки обсягу торгівлі останнім застосовують товарний перелік, виокремлюючи в ньому авіаційно-космічну техніку, фармацевтичну продукцію, електроніку та телекомунікації, наукові прилади» [5, с. 64]. А І. Єгоров узагальнює: «З метою підвищення ефективності формування та реалізації державної політики розвитку високих технологій необхідно усунути дублювання та конкуренцію існуючих механізмів та державних органів у цій сфері, їх взаємні суперечності,

сконцентрувати ресурси та зусилля на стратегічних завданнях, підвищити координованість, відкритість та прозорість процесів прийняття рішень» [6]. В. Гесць додає: «У процесі таких змін тільки промисловість у взаємодії з інформаційно-комунікаційними технологіями надає можливість вибудовувати нову інфраструктуру розвитку» [4, с. 5]. А Л. Федулова вже аналізує сьомий технологічний уклад, який буде заснований на таких технологіях: нейровізуалізація, когнотропні препарати, когнітивні асистенти, мозко-машинні інтерфейси, штучні органи почуття [19, с. 734].

І. Філіпішин узгоджує з іншими дослідниками, що: «Моделі розвитку підприємств, в залежності від підходів до розвитку поділяють на концептуальні, імітаційні, математичні» [20, с. 41]. Наприклад, А. Сідорова пропонує індексну модель залежності частки інноваційної продукції від факторів капіталомісткості, обсягів та ефективності витрат на інновації [17, с. 25]. Узагальнюючий «... огляд математичних моделей, у яких безпосередньо присутні такі продукти, як знання, нововведення та інновації» [10, с. 3]. Ю. Лисенко у колективній роботі підсумовує: «Для ефективного функціонування проектів необхідно, щоб спеціалізовані операції, які виконуються у різних «функціональних вузлах», були узгоджені» [12, с. 341]. П. Конюховський додає: «Безпосередньо застосування класичних методів для оптимізації функцій, які залежать від великої кількості змінних, за наявності значної кількості обмежень, зіштовхується з серйозними обчислювальними труднощами, що робить відповідний апарат неефективним» [8, с.11]. При цьому, як рахують автори цього дослідження варто звертатися до поняття «життєвий цикл інновації». Так Т. Пітерс надає аж 15-ть компонентів циклу інновацій [24, р. XV]. О. Прокопенко і В. Школа пропонують своє визначення: «Інноваційний цикл – це період часу, протягом якого ідея набуває матеріального втілення» [14, с. 217].

Автори згодні з С. Радзівською, що модернізацію ВТ сфери необхідно починати з оборонного напрямку – «... важливим джерелом інновацій є сфера НДДКР оборонно-промислового комплексу» [15, с. 56]. М. Якубовський серед



проблемних особливостей української промисловості відмічає «... посилення деградації вітчизняної промисловості у бік сировинного приросту розвинених країн і ринка для імпортової високотехнологічної продукції» [21, с. 23]. А. Кредисов визначальним організаційним вектором сучасного розвитку бізнесу вважає соціальну відповідальність, що також відбивається на інноваційній трансформації суспільства [9, с. 30].

О. Гавриш і К. Бояринова пропонують схематичні моделі функціональної екзистенції інноваційно-активних, інноваційних, наукомістких, високотехнологічних підприємств [3]. А. Н. Касьянова підкреслює, що: «Зазвичай вертикальна інтеграція вигідна там, де існують високотехнологічні виробництва, ...» [7, с. 124].

Застосовно до широкого класу організаційно-технологічних систем (ОТС), що функціонують, як правило, в умовах конфлікту з однією або кількома протиборчими системами, до теперішнього часу конструктивних узагальнених підходів для формування варіантів складу систем на ранніх стадіях життєвого циклу не запропоновано, особливо це стосується ВТВ. ОТС являють собою сукупність об'єднаних єдністю мети елементів управління, добування інформації і виконання (протидії) з відомими характеристиками і упорядкованими відносинами (взаємозв'язками) у просторі та у часі, що застосовуються для забезпечення дій різного роду функціональних систем. У якості ОТС ( $\alpha$ ) можливий розгляд фінансових, військових, економічних та інших ВТВ, виконання призначення яких пов'язано із подоланням (ослабленням) дій протидіючих систем (як правило, систем рівня ОТС ( $\beta$ )). Вони у загальному випадку містять у собі кілька технологічних систем, що складають ієрархічну сукупність взапов'язаних і доповнюючих один одного при реалізації цільового призначення різних типів елементів. На етапі формування техніко-економічних обґрунтувань ОТС у ВТВ часто доводиться зіштовхуватися з формуванням аксіоматичних правил

обґрунтування і вибору множини вихідних даних, у тому числі й за елементним складом систем [11, с. 25].

Актуальність розв'язання даного завдання виходить з вимоги реалізації на етапі генерації, обґрунтування й формування варіантів складу системи у ВТВ, необхідних для оцінки ефективності вибору переважного варіанту. У сучасності методичного апарату для обґрунтування й вибору складу всієї сукупності можливих елементів системи з можливими діапазонами змін значень їх характеристик не існує (у крайньому разі, він не забезпечує повноти розгляду й використання). Це обумовлено практичною неможливістю формалізації складу, структури, алгоритмів функціонування й засобів застосування ОТС ( $\alpha$ ) внаслідок необхідності аналізу більшої кількості як якісної, так і кількісної інформації про структуру, характеристики, принципи побудови, засоби застосування й ефекти взаємодії елементів протидіючих ОТС. Тому завдання узагальненого математичного формування вихідних варіантів складу ОТС ( $\alpha$ ) на основі багатокрокових процедур обґрунтування й вибору у теперішній час є актуальним. Пропонуємо конструктивний метод розробки такого формування.

ОТС ( $\alpha$ ) відноситься до класу стохастичних динамічних систем, функціонування яких залежить від складної взаємодії тимчасових розподілів різних заходів і наявності множини обмежень, частина з яких носить складний логічний характер. У відповідності до теорії дослідження операцій її розробка передбачає наявність: математичних моделей конфлікту двох ОТС із протилежними (не обов'язково строго) цілями, кожна з яких намагається забезпечити собі максимальний вигравш (шляхом вибору і реалізації оптимальних стратегій з розподілу ресурсів своїх елементів, розраховуючи при цьому на результати дій протилежної сторони), й системи методик обґрунтування оптимального виду (складу, характеристик і засобів взаємозв'язків елементів) системи.

Розробка математичної моделі конфлікту двох ОТС починається з розробки морфологічного опису складу та структури динаміки конфлікту у вигляді набору

дослідницьких, конструктивних й просторово-часових параметрів й обмежень. Основу дослідницьких параметрів складає номенклатура елементів (із заданими типами, характеристиками і алгоритмами функціонування), що виконують завдання з нейтралізації (зниження ефективності) дій відповідних елементів (об'єктів впливу) протилежної сторони. Невизначеність в інформації по стратегіях функціонування (поведінки) ОТС ( $\beta$ ) в моделі парирується обліком в системі даних з рівня розвитку й вдосконалення елементів, а також можливості адаптації її органів управління до зміни поточного становища.

ОТС ( $\beta$ ) в процесі конфлікту, не маючи можливості варіювати (внаслідок мінливості конфлікту) характеристики і алгоритми функціонування елементів, оптимізує свою поведінку розподілом їх ресурсу з метою зниження можливостей ОТС ( $\alpha$ ). Метою ж ОТС ( $\alpha$ ) є забезпечення дій функціональних систем шляхом впливу на елементи (об'єкти) протилежної сторони. Таким чином, ОТС можливо уявити у вигляді протиборчих систем: їх цілі є протилежними, а взаємодія – конфліктною. Врахування цих обставин призводить до необхідності розв'язання завдання в максі- або міні- постановці, що забезпечує отримання гарантованих оцінок при «розумній» поведінці протидіючої ОТС ( $\beta$ ). У якості показника ефективності, що впливає з фізичної сутності завдання, доцільно обрати мінімальну кількість елементів, що забезпечують виконання створюваної ОТС мети (сукупності завдань) із потрібною ефективністю.

Постановка завдання у цих умовах формується у такому вигляді: необхідно обґрунтувати для ОТС ( $\alpha$ ), що здійснює виконання поставлених ФС завдань з потрібною ефективністю  $E^u$  в умовах конфлікту з протиборчою системою при заданих:

- кількості розв'язуваних завдань,  $y = \overline{1, Y}$ ;
- ресурсі, що виділяється ОТС ( $\alpha$ ) для оснащення елементами виконання (протидії)  $k$ ,  $k = \overline{1, N}$  для виконання  $Y$  завдань;

- потенціальній ефективності застосування, характеристиках і алгоритмах функціонування елементів (засобів) ОТС ( $\alpha$ )  $x_j$  за впливом на елементи (об'єкти) протиборчої ОТС ( $\beta$ );

- складі і характеристиках елементів (об'єктів) впливу протиборчої ОТС ( $\beta$ ),  $j = \overline{1, n}$ ;

- умовах застосування елементів ОТС ( $\alpha$ ),  $\bar{X}_{jk}$ ;

- умовах застосування об'єктів впливу протиборчої ОТС ( $\beta$ ),  $\bar{X}_j$ , таку допустиму множину  $\Omega_k$  варіантів складу елементів з генерованої множини  $\Omega$ , яка забезпечує задану ефективність застосування  $E^n$ , й обрати зі множини  $\Omega_k$  варіант, що володіє мінімальним складом  $k^*$ , тобто:

$$k^* = \underset{\{k\}}{\text{Arg min}} \Omega_k \quad (1.11)$$

при –

$$\Omega_k = \{k: k =$$

$$= \underset{\{k\}}{\text{Arg max}} \underset{\{B\}}{\text{min}} \sum_{k=1}^N E(Y_k, N_k, \bar{X}_j, \bar{X}_{jk}, n) \geq E^n; \quad (1.12)$$

$$\Omega_k \in \Omega; \quad (1.13)$$

$$\Omega_k = \{\Omega_k^1, \Omega_k^2, \Omega_k^3\} \quad (1.14)$$

$$N_k = \|M_{kl}\|_{LK}; \quad (1.15)$$

$$\Omega_k^1 = \{M_{kl}: \sum_{l=1}^{L_k} M_{kl} q_{kl} \leq Q_k\}; \quad (1.16)$$

$$\Omega_k^2 \in \Omega_k^{2*}; \quad \Omega_k^3 \in \Omega_k^{3*}; \quad (1.17)$$

$$B = \{B^1, B^2, B^3\}; \quad (1.18)$$

$$Y_n, \bar{X}_j, \bar{X}_{jk}, B^2, B^1 = const, \quad (1.19)$$

де  $\Omega_k^1, \Omega_k^2, \Omega_k^3$  – множини генерованих варіантів складу елементів ОТС ( $\alpha$ ) із відомими діапазонами технологічних характеристик, алгоритмів функціонування й засобів застосування;  $B^1, B^2, B^3$  – множина складу, характеристик і засобів функціонування ОТС ( $\beta$ );  $E(Y_k, N_k, \bar{X}_j, \bar{X}_{jk}, n)$  – ефективність розв'язання  $Y$  завдань ОТС ( $\alpha$ );  $M_{kl}$  – кількість елементів (засобів)  $l$ -го типу, що включені до  $k$ -го варіанту складу ОТС ( $\alpha$ ),  $l = \overline{1, L}$ ;  $q_{kl}$  – масогабаритні характеристики  $l$ -го типу елемента, що розглядається для оснащення  $k$ -го варіанту складу ОТС( $\alpha$ );  $Q_k$  – масогабаритні обмеження на оснащення ОТС  $k$ -м варіантом складу елементів;  $\Omega_k^{3*}$  – вектор параметрів, що характеризує просторово-часові обмеження на застосування  $k$ -го варіанту складу ОТС( $\alpha$ );  $\Omega_k^{2*}$  – вектор досягненої технологічної досконалості елементів.

Сформоване у вигляді рівнянь (1.11) - (1.19) завдання є багатопараметричним оптимізаційним завданням із нелінійною цільовою функцією, пов'язаними змінними і взаємозалежними обмеженнями. Розв'язання завдання (1.12) у передбаченні незалежності (незначної залежності) аргументів  $k$  та  $B$  здійснюється розширенням «внутрішнього» завдання мінімізації ефективності виконання ОТС  $k$ -го варіанту складу множини завдань для множини засобів функціонування  $B_k$  ОТС ( $\beta$ ). Математична модель ефективності функціонування ОТС в умовах конфлікту (також представлено у [10; 11; 12]) дозволяє знайти розв'язання завдання (1.12) з урахуванням обмежень (3)-(9) й сформувані матрицю ефективності  $k$ -х варіантів

складу елементів ОТС ( $\alpha$ ), на основі якої у відповідності до рівняння (1) та обмежень (2)-(9) обрати оптимальний варіант.

Проте розв'язання завдання (1.11) - (1.19) цілеспрямовано (з урахуванням використання згаданої математичної моделі), навіть із залученням сучасних обчислювальних засобів, є неможливим. Потрібно залучення різного роду методів декомпозиції для її розчленування на систему завдань допустимої складності, що розв'язуються за допомогою різних математичних методів. Вихідною передумовою для проведення такої декомпозиції є послідовність операцій з підготування вихідних даних, впорядкування їх відповідним чином та виконання обчислювальних експериментів – це дозволить виділити три етапи розв'язання завдання.

1. На першому етапі формується вихідна множина об'єктів впливу, під якими розуміються елементи протиборчої ОТС ( $\beta$ ), що беруть участь у процесі зниження ефективності функціонування елементів ОТС ( $\alpha$ ). Вихідними даними для цього є загальні й приватні морфологічні моделі протиборчих систем.

2. На другому етапі завдання, що ставляться перед ОТС, надаються у вихідній множині об'єктів впливу. У якості вихідних даних для формування використовується множина об'єктів впливу, що була отримана на попередньому етапі, множина завдань з подавлення об'єктів ОТС ( $\beta$ ) застосовно до характерних станів системи.

3. На третьому етапі формується повна множина варіантів складу ОТС ( $\alpha$ ) й проводиться її аналіз з метою вибору оптимального (у сенсі (1.11) - (1.19)) складу елементів ( $N^*$ ). Вихідними даними для формування і вибору оптимального варіанту складу ОТС є: опис множини завдань зниження ефективності функціонування її засобів за рахунок застосування елементів ОТС ( $\beta$ )  $\bar{X}_{jk}$ ; можливості існуючих, розроблених та перспективних елементів (засобів) ОТС з подавлення об'єктів протиборчої системи ( $\bar{X}_j$ ) й потрібна ефективність розв'язання множини завдань з подавлення об'єктів ОТС ( $\beta$ )( $E^n$ ).

Практична реалізація поетапного обґрунтування й вибору варіантів складу системи для проведення наступного аналізу (оцінки ефективності) ОТС у ВТВ передбачає застосування таких математичних методів, що забезпечують:

- оперативне розв'язання завдання при великій множині одночасно використовуваних вихідних даних, а також урахування кількісної та якісної інформації про об'єкти впливу;

- можливість кількісної оцінки і аналізу варіантів складу системи, що формуються;

- повноту, простоту та всебічність аналізу варіантів складу системи, що формуються, з метою обґрунтувати прийняте рішення;

- можливість використання результатів у вигляді вихідних даних при розв'язанні завдань на інших рівнях досліджень;

- необхідну точність й достовірність отриманих результатів (адекватних за точністю й достовірністю наявних вихідних даних);

- реалізованість розроблених на їх основі методик на сучасних засобах обчислювальної техніки.

Як відомо, найбільш повно задовольняють переліченим вимогам логіко-ймовірнісні методи дослідження структурно-складних систем, основу яких складають поняття лінгвістичної змінної й мова алгебри логіки. Дані методи знайшли широке застосування при дослідженні надійності структурно-складних технологічних систем у ВТВ за заданими складом й структурою системи та ймовірностям безвідмовної роботи її елементів.

З урахуванням можливості застосування даних методів для розв'язання даного завдання постановку завдання (1.11) - (1.19) може бути зведено до визначення варіанту складу ОТС ( $\alpha$ ) за заданими задачами, об'єктами впливу, способами та елементами (засобами) протидії.

У такому випадку для здійснення формалізованого опису завдань, що поставлені перед ОТС ( $\alpha$ ), припустимо, що система може знаходитися у двох

станах: завдання є розв'язаними ( $Y_n = 1$ ) та завдання не є розв'язаними ( $Y_n = 0$ ). Крім того, будемо рахувати, що розв'язання завдань детерміновано залежить від наявності об'єктів впливу  $x_j, j = \overline{1, n}$ , де  $n$  – число можливих об'єктів впливу й потенційних можливостей засобів ОТС з подавлення даних об'єктів  $x_{jk}, k = \overline{1, N}$ , де  $N$  – кількість можливих засобів протидії об'єкту  $x_j$ .

Досягнення мети, що поставлена перед ОТС ( $\alpha$ ) на  $i$ -тому етапі функціонування (в  $i$ -тому стані),  $i = \overline{1, I}$ , представимо у вигляді пошуку найкоротшого шляху розв'язання множини завдань. У даному випадку найкоротший шлях розв'язання  $u$ -го завдання описує один з можливих шляхів виконання завдання на основі мінімальної номенклатури об'єктів впливу та уявляє собою таку кон'юнкцію об'єктів, жодну з компонент якої не можливо вилучити, не порушив при цьому розв'язання завдання. Таку кон'юнкцію можливо записати у вигляді наступної функції алгебри логіки (ФАЛ):

$$\Pi_l = \bigwedge_{j \in M_l} x_j^{\alpha_l}, \quad (1.20)$$

де  $\bigwedge$  - знак логічного множення,  $M_l$  – множина номерів об'єктів впливу, що відповідають  $l$ -му найкоротшому шляху ( $\Pi_l$ );  $\alpha_l$  – коефіцієнт, що характеризує необхідність наявності ( $\alpha_l = 1$ ) або відсутності ( $\alpha_l = 0$ ) об'єкта впливу в  $l$ -му найкоротшому шляху;  $\bar{x}_j(x_j)$  – бінарна змінна, що характеризує відсутність (присутність) об'єкта впливу  $x_j$  у даному найкоротшому шляху:

$$x_j = \begin{cases} x_j & \text{при } \alpha = 1; \\ \bar{x}_j & \text{при } \alpha = 0. \end{cases} \quad (1.21)$$

Припускаючи, що завдання, які поставлені перед системою в  $i$ -му стані функціонування, можуть бути вирішені, якщо існує хоча б один найкоротший шлях,



ФАЛ, що описує умови розв'язання даних завдань, буде мати вигляд:

$$y_i = l \in D_i \vee \Pi_l = l \in D_i \left[ \bigwedge_{j \in M_i} x_j^{\alpha_i} \right], \quad (1.22)$$

де  $\vee$  - знак логічного додавання;  $D_i$  – множина можливих найкоротших шляхів розв'язання завдань, що поставлені перед ОТС ( $\alpha$ ) в  $i$ -му стані.

У зв'язку з тим, що ОТС ( $\alpha$ ) повинна розв'язувати завдання з подавлення об'єктів протиборчої системи на  $i$ -х етапах функціонування, формування ФАЛ, що описують розв'язання даних завдань, будуть мати вигляд:

$$Y_n = \bigwedge_{i \in N_i} y_i; \quad N_i = \overline{1, I}. \quad (1.23)$$

Підставляючи вираз (1.20) до рівняння (1.21) і перетворюючи отриманий вираз, отримаємо:

$$Y_n = \bigwedge_{i=1}^d C_i = \bigvee_{i=1}^d \left[ \bigwedge_{j \in M_i} x_j^{\alpha_i} \right], \quad (1.24)$$

де  $d$  – число можливих шляхів розв'язання  $y$ -х завдань, що поставлені перед ОТС ( $\alpha$ );  $C_i$  -  $i$ -й шлях розв'язання завдання;  $M_i$  – множина номерів об'єктів впливу, що відповідають  $i$ -му шляху.

Доповнюючи кожний об'єкт впливу  $x_j$  у виразі (12) ФАЛ  $F_j(\bar{X}_j)$ , що описує умови його застосування (дальність застосування, час доби й т.п.), отримаємо:

$$Y_n = \bigvee_{i=1}^d \left[ j \in \bigwedge_{M_i} x_j^{\alpha_i} F_j(\bar{X}_j) \right], \quad (1.25)$$

де  $\bar{X}_j$  – вектор умов застосування об'єкта  $x_j$ .

Ставлячи у відповідність до кожного об'єкту сукупність засобів протидії й вважаючи, що об'єкт буде подавлений, якщо застосовується хоча б один засіб протидії, отримаємо:

$$Y_n = \bigvee_{i=1}^d \left[ j \in \bigwedge_{M_i} \left\{ x_j^{\alpha_i} F_j(\bar{X}_j) \left( \bigvee_{k \in M_j} x_{jk} \right) \right\} \right], \quad (1.26)$$

де  $M_j$  – множина номерів засобів протидії.

Вводячи до отриманого виразу умови застосування засобів протидії, що описуються за допомогою ФАЛ  $f_k(\bar{X}_{jk})$ , маємо:

$$Y_n = \bigvee_{i=1}^d \left[ j \in \bigwedge_{M_i} \left\{ x_j^{\alpha_i} F_j(\bar{X}_j) \left( \bigvee_{k \in M_j} x_{jk} f_k(\bar{X}_{jk}) \right) \right\} \right], \quad (1.27)$$

де  $\bar{X}_{jk}$  – вектор умов застосування засобів протидії ОТС ( $\alpha$ ) (дальність, екологічні умови й т.п.).

Використання всіх засобів протидії ОТС ( $\alpha$ ), що надані у виразі (1.27), для досягнення завдань системою забезпечує достатньо високу ймовірність розв'язання завдань подавлення та призводить до суттєвого ускладнення структури системи (складу, алгоритмів функціонування й т.п.) у ВТВ. Зменшення числа засобів протидії спрощує систему, але призводить до зниження ефективності розв'язання

завдань. Виходячи з цього у відповідності до виразу (1.10) визначається сукупність засобів протидії, що забезпечують досягнення мети застосування ОТС ( $\alpha$ ) при необхідній ефективності.

Для повноти розгляду сукупності засобів протидії припустимо, що в процесі впливу протиборчої системи на елементи ОТС застосовуються усі можливі засоби ( $x_j = 1$ ) та є можливість застосовувати усі засоби протидії. Тоді ФАЛ (див. рівняння (1.27)) перетвориться на вигляд:

$$Y_n = \bigvee_{i=1}^N \left[ \bigwedge_{j \in M_i} x_{ij} \right], \quad (1.28)$$

де  $N$  - кількість можливих варіантів складу ОТС ( $\alpha$ );  $M_i$  - множина номерів засобів протидії, що входять до  $i$ -го варіанту ОТС ( $\alpha$ ).

При розробці ОТС, що призначена для реалізації сукупності завдань при відсутності протидії або для проведення оперативних розрахунків, ступінь впливу засобів протидії на досягнення системою цільового призначення, що визначається у відповідності до ФАЛ за формулою (1.28), можливо оцінювати за приватними показниками ефективності «вага», «значимість» та «внесок».

Показник ефективності «вага»  $g_{x_{ij}}$  характеризує приватність використання засобу протидії при розв'язанні ОТС ( $\alpha$ ) всієї сукупності завдань та розраховується за формулою:

$$g_{x_{ij}} = \frac{\sum_{n=1}^l 2^{s-(r_n-1)} - \sum_{k=1}^m 2^{s-(r_k-1)}}{2^s}, \quad (1.29)$$

де  $s$  - загальна кількість засобів протидії, що входять до ФАЛ, що визначається за формулою (1.28);  $l, m$  - число кон'юнкцій у ФАЛ (див. формулу (1.28)), що

представлена у досконалій диз'юнктивній нормальній формі та містить  $x_{ij}$  та  $\bar{x}_{ij}$  відповідно;  $r_n, r_k$ - ранги елементарних кон'юнкцій, що містять  $x_{ij}$  та  $\bar{x}_{ij}$  відповідно.

Правила надання ФАЛ за формулою (1.28) у досконалій диз'юнктивній нормальній формі наведено у літературі [10; 11].

Показник «значимість» ( $\xi_{x_{ij}}$ ) засобу протидії характеризує приріст ефективності функціонування ОТС ( $\alpha$ ) за умови, що значення показника наявності засобу протидії змінюється при заданих фіксованих показниках інших засобів протидії; визначається з виразу:

$$\xi_{x_{ij}} = P_{p1}^{(j)} [y_1^{(j)}(x_{i1}, \dots, x_{in})] - P_{p0}^{(j)} [y_0^{(j)}(x_{i1}, \dots, x_{in})], \quad (1.30)$$

де  $P_{p1}^{(j)}, P_{p0}^{(j)}$  – ефективність розв'язання завдання ОТС ( $\alpha$ ) при наявності та відсутності  $j$ -го засобу протидії;  $y_1^{(j)}(x_{i1}, \dots, x_{in}), y_0^{(j)}(x_{i1}, \dots, x_{in})$  – одинична та нульова функції ФАЛ (див. формулу (1.28)), що представлена у досконалій диз'юнктивній нормальній формі.

Величини  $P_{p1}^{(j)}$  та  $P_{p0}^{(j)}$  визначаються з імовірнісної функції, отриманої з ФАЛ за формулою (1.28) за відомими алгоритмами.

Показник ефективності «внесок» ( $b_{x_{ij}}$ ) засоби протидії обчислюються за формулою:

$$b_{x_{ij}} = P_j \xi_{x_{ij}}, \quad (1.31)$$

де  $P_j$  – ефективність  $j$ -го засобу протидії.

Розраховані за наведеними формулами кількісно-якісні показники ефективності засобів протидії дозволяють оперативно оцінити їх роль при розв'язанні завдань та обґрунтувати варіанти складу ОТС ( $\alpha$ ), що підлягають подальшій оцінці.

Разом із тим при заданих складі та структурі ОТС ( $\alpha$ ) застосування логіко-ймовірнісних методів дозволяє оцінити також якість її функціонування при зміні показника ефективності одного або декількох засобів протидії або при дублюванні засобів (один і той же об'єкт впливу пригнічується різними засобами) за показниками якісного та кількісного приросту ефективності функціонування ОТС у ВТВ.

Показник якісного приросту ефективності  $\Delta P_{\text{поч}}$  функціонування ОТС ( $\alpha$ ) може бути визначений за допомогою виразу:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{поч}} = & \sum_{j \in M_1} \left( \frac{dP_j}{dP_j} \right) \Delta P_j + \sum_{i, j \in M_2} \left( \frac{d^2 P_p}{dP_{p_i} dP_{p_j}} \right) \Delta P_{p_i} \Delta P_{p_j} + \\ & \sum_{i, j \dots k \in M_1} \left( \frac{d^3 P_p}{dP_{p_i} dP_{p_j} \dots dP_{p_k}} \right) \Delta P_{p_i} \Delta P_{p_j} \dots \Delta P_{p_k} + \dots + \Delta P_{p_1} \Delta P_{p_2} \dots \Delta P_{p_n}, \end{aligned} \quad (1.32)$$

де  $M_1$  – множина поєднань засобів протидії;  $P_{i0}$  – вихідний рівень ефективності  $i$ -го засобу протидії.

Змішані приватні похідні у виразі визначаються за правилами звичайного диференціювання.

При цьому значення показника ефективності  $j$ -го засобу протидії при його дублюванні однотипним засобом зростає на величину  $\Delta P_{p_j}$  та може бути визначено за формулою:

$$\Delta P_{p_j} = P_j Q_j, \quad (1.33)$$

а значення показника кількісного приросту ефективності ОТС ( $\alpha$ ) розраховується у відповідності до виразу:

$$\Delta P_{p_{k_{il}}} = \left(\frac{dP_p}{dP_{p_j}}\right) \Delta P_{p_j} Q_j. \quad (1.34)$$

У загальному випадку при дублюванні декількох засобів протидії ОТС ( $\alpha$ ) аж до максимально можливого їх числа  $n$  показник кількісного приросту ефективності визначається з виразу:

$$\begin{aligned} \Delta P_{p_{kin}} = & \sum_{j \in M_1} \left(\frac{dP_p}{dP_j}\right) \Delta P_{p_j} Q_i + \sum_{i, j \in M_2} \left(\frac{d^2 P_p}{dP_{p_i} dP_{p_j}}\right) P_{p_i} P_{p_j} Q_i Q_j + \dots \\ & \dots + \sum_{i, j \dots k \in M_1} \left(\frac{d^1 P_p}{dP_{p_i} dP_{p_j} \dots dP_{p_k}}\right) P_{p_i} P_{p_j} \dots P_{p_k} Q_i Q_j \dots Q_k + \\ & + P_{p_1} P_{p_2} \dots P_{p_n} Q_1 Q_2 \dots Q_n. \end{aligned} \quad (1.35)$$

Загальний показник ефективності функціонування ОТС ( $\alpha$ ) ( $E_p$ ) у цьому випадку розраховується як сума початкової ефективності  $P_{p_{поч}}$  та складових її якісного та кількісного приростів:

$$E_p = P_{p_{поч}} + P_{p_{як}} + P_{p_{кін}}. \quad (1.36)$$

Значення  $P_{p_{поч}}$  визначається з виразу для ймовірнісної функції при значеннях  $P_{i_0}$ .

Аналіз результатів розрахунку значень показників якісного і кількісного приростів ефективності дозволяє напрацювати технічні вимоги до елементів протидії, а показник ефективності «важливість» та «вага» - обґрунтувати

оптимальний варіант складу елементів ОТС ( $\alpha$ ), що функціонує у різних умовах застосування.

Таким чином, розроблена методика дозволяє сформувати варіанти складу ОТС ( $\alpha$ ), що функціонує у різних умовах застосування у ВТВ. Результати, які отримані за допомогою даної методики, є вихідними даними для проведення оцінки ефективності й обґрунтування (в сенсі заданих критеріїв) оптимального варіанту складу елементів ОТС у ВТВ. Важність ВТВ з точки зору довгострокових перспектив економічного розвитку визнається усім світом. Особливо чітко це усвідомлюють у країнах, що відчувають серйозні економічні потрясіння. В таких країнах окремі невеликі зміни та вдосконалення старої системи кардинально ситуацію не змінять, а тільки дозволять утриматися на плаву. Якщо прагнення цих країн сфокусовані на високих цілях, а саме: здійснити високотехнологічний прорив, зайняти лідуочі позиції у окремих нішах й галузях, тоді мова повинна йти про перетворення зовсім іншої якості – заснованих на ВТВ.

Принципово важливим завданням сьогодення є заохочення підприємств. За нинішніх політико-економічних ризиків їм апіорі має бути вигідно брати участь у державних проектах, якщо будуть гарантії замовлень і збут продукції. Цілком доречним тут буде державно-приватне партнерство за наявності відповідної законодавчої бази.

Якщо ж власники відмовляються брати участь у ВТ держпроектах (зокрема, через небажання змінювати звичні «гіньові» схеми роботи), можна скористатися можливістю націоналізації підприємств із виплатою їм відповідної компенсації. Нині ринкова вартість українських активів невисока, тому побоювання щодо надмірних компенсацій для держави необґрунтовані.

На третьому етапі організовують систему збуту товарів усередині країни і за кордоном, у тому числі із залученням вітчизняних дипмісій і торгових представництв. У контексті формування портфеля замовлень на ВТ продукцію слід

повною мірою використати можливості членства України у СОТ та перспективи поглиблення співпраці з ЄС.

### *Література до п. 1.3:*

1. Амоша А.И., Саломатина Л.Н. Инновационное развитие промышленных предприятий в регионах: проблемы и перспективы. *Экономика Украины*, 2017. №3. С.20-34.

2. Васильев О. Проблемы розвитку високотехнологічних галузей економіки України в умовах глобальної конкуренції. *Дослідження міжнародної економіки: збірник наукових праць*, 2011. №1(66). С.209-227.

3. Гавриш О.А., Бояринова К.О. Диференціація промислових підприємств як інноваційно функціонуючих виробничо-економічних систем. *Економічний вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"*, 2015. № 12. С. 417-424.

4. Геєц В.М. Институциональная обусловленность инновационных процессов в промышленном развитии Украины. *Экономика Украины*, 2014. №12. С.4-19.

5. Зубко О. Методичні підходи до визначення рівнів технологічної місткості українського експорту. *Товари і ринки*, 2011. №1. С.59-66.

6. Імплементация високих технологій в економіку України : наукова доповідь. За ред. І.Ю. Єгорова, І.В. Одотюка, О.Б. Саліхової. Київ: НАН України, ДУ «Інститут екон. та прогноз. НАН України». 2016. 166 с.

7. Касьянова Н.В. Формування вертикально-інтегрованих високотехнологічних компаній. *Вісник Донбаської державної машинобудівної академії*, 2017. №1(40). С.124-128.

8. Конюховский П.В. Математические методы исследования операций. СПб.: Питер, 2001. 192 с.

9. Кредисов А.И. Организационный вектор развития современного бизнеса. *Экономика Украины*, 2013. №10(615). С.21-31.



10. Макаров В.Л. Обзор математических моделей экономики с инновациями. *Экономика и математические методы*, 2009. Т.45. №1. С.3-14.
11. Мистров Л.Е. Методика обоснования состава организационно-технических систем на ранней стадии жизненного цикла. *Машиностроитель*, 2004. №5. С.25-30.
12. Модели управления проектами в нестабильной экономической среде: монография. Под ред. Ю.Г. Лысенко. Донецк: Юго-Восток, 2009. 354 с.
13. Наказ Міністерства промислової політики «Про затвердження Методики ідентифікації українських високотехнологічних промислових підприємств» від 08.02.2008 р. №80. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0080581-08#Text> (дата звернення: 20.06.2021).
14. Прокопенко О.В., Школа В.Ю. Наукові підходи до трактування поняття і визначення етапів життєвого циклу інновації. *Економічні інновації*, 2010. №41. С.213-223.
15. Радзиевская С.А. Вектор интеграции и научно-техническое развитие Украины. *Экономика Украины*, 2013. №11(616). С.51-60.
16. Саліхова О.Б. Високотехнологічні виробництва: від методології оцінки до піднесення в Україні: монографія. Київ: ІЕП НАНУ: 2012. 624 с.
17. Сидорова А., Анисимова А. Направления инновационного развития в промышленности Украины. *Экономика Украины*, 2009. №3. С.19-26.
18. Стратегія розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року. Розпорядження КМУ від 10.07.2019 р. №526-р. *Урядовий кур'єр*: 2019. №143. С.9.
19. Федулова Л.І. Технологічна політика: глобальний контекст та українська практика: монографія. Київ: КНТЕУ, 2015. 844 с.
20. Філіпішин І.В. Управління розвитком промислових підприємств: підходи та методологія. *Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності*, 2015. Вип. 2(12). Т.3. С.39-44.

21. Якубовский Н. Промышленная политика: проблемы и перспективы модернизации. *Экономика Украины*, 2010. №8. С. 21-29.

22. Педько А. У створенні промислових груп має взяти участь держава. *Урядовий кур'єр* від 18.06.2014 р. URL: <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/u-stvorenni-promislovih-grup-maye-vzяти-uchast-de/> (дата звернення: 20.06.2021).

23. Hatzichronoglou T. Revision of the High-Technology Sector and Product Classification. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 1997. №2. 26 р.

24. Peters T. *The circle of Innovation*. Coronet Books, 1948. 519 р.

#### **1.4 Простір конфліктних ситуацій в організаційно-технологічній системі високотехнологічного виробництва**

У багатьох прикладних дослідженнях актуальним є завдання створення організаційно-технологічних систем (ОТС) у високотехнологічному виробництві (ВТВ), що призначені для забезпечення стійких дій (у сенсі реалізації заданої цільової функції) функціональних систем (ФС) більш високого рівня (надсистем) різного цільового призначення. У якості надсистем можливий розгляд різного роду фінансових, виробничих, економічних та воєнних систем, функціонування яких відбувається в умовах конфлікту з однією або кількома конкуруючими системами, які переслідують свої, у більшості антагоністичні цілі.

Генерація власних або запозичених високих технологій неможливі у негативних обставинах вітчизняного бізнесу. Ключова роль у таких процесах відводиться державі – вона може або здійснити потужне стимулювання впливу, або, навпаки, зробити високотехнологічну діяльність не вигідною і можливо загрозливою для підприємств через великі ризики і невизначеності. У Національній

економічній стратегії на період до 2030 р. зазначаються основні стратегічні цілі за напрямом «Промисловість» такими складовими: створення стійкого внутрішнього попиту на вітчизняну промислову продукцію; забезпечення інтеграції українського промислового сектору до глобальних ланцюгів вартості, створення умов для розширення експорту промислової продукції; посилення конкурентоспроможності виробленої в Україні промислової продукції; впровадження ресурсо- та енергоефективних технологій; створення нових виробничих потужностей шляхом стимулювання інноваційної діяльності підприємств у всіх регіонах країни з використанням конкурентних переваг кожного з них» [10, с. 19].

У цілому в Україні є значні можливості й конкурентні переваги, щоб докорінним чином змінити власне ВТВ:

- висококваліфікований та освічений людський капітал – 24-те місце зі 130 країн за індексом людського капіталу (The Global Human Capital Index 2017);
- вигідне географічне положення – в центрі Європи, на перехресті транспортних шляхів. Близькість України до держав – членів ЄС, легкий доступ до їх ринків є особливо привабливими для інвесторів, що відкривають бізнес з орієнтацією на експортну високотехнологічну діяльність;
- багаті природні ресурси;
- розвинена мережа наукових установ та університетів, які необхідно повернути обличчям один до одного та до потреб промисловості, ВТВ;
- великий споживчий ринок, не насичений окремими групами товарів (за даними державної статистики на 01.02.2018 р. чисельність населення в Україні складала 42,3 млн осіб). За умови забезпечення зростання рівня споживання та купівельної спроможності населення можливо створити гарні перспективи для розвитку високотехнологічних галузей економіки України;
- ще існуючий промисловий потенціал, який потребує для свого збереження й розвитку використання наукових наробок й високотехнологічних рішень.

У процесі проведення цього дослідження автори спиралися на досвід таких фахівців як: Васильєв О. [1], Герасименко Г. [2], Денісюк В. [3], Джур О. [4], Євдокимов Ф. і Лисяков В. [5], Зубко О. [6], Кібалов С., Гаряченко В., Хуторецький А. [7], Лисенко Ю. [9], Містров Л. [8], Саліхова О. [11], Федулова Л. [12], Шкарлет С. і Микитенко В. [13], Якубовський М. [14].

О. Васильєв стверджує: «Аналіз міжнародного досвіду щодо інноваційних процесів та інституційної політики в аспекті розвитку високотехнологічних галузей економіки як фактора забезпечення національної конкурентоспроможності свідчить про необхідність розвитку науково-технологічної сфери як складової створення інноваційно-орієнтованої суспільної системи в Україні» [1, с. 213]. О. Саліхова підкреслює: «Вагомим аргументом на користь активної інтервенції держави на підйом української промисловості у сучасних складних умовах є досвід Південної Кореї, промислова політика якої базувалася на консенсусі уряду та еліт, які розуміли, що загроза вторгнення, існуюча на той час, буде збільшуватися, якщо швидко не здійснити інвестиційно-інноваційну модернізацію економіки й не досягти соціального балансу» [11, с. 37]. М. Якубовський додає: «Головна роль в реалізації економічної стратегії держави відводиться промисловості як основному продуценту товарних ресурсів, технологічних змін і формуванню доходної частини бюджету» [14, с. 23]. А Л. Федулова робить наголос: «На сьогодні, коли світ поділено за основними ринками, у тому числі й високотехнологічними, перед Україною постають альтернативні стратегічні завдання щодо можливостей скористатися своїми науковими здобутками: 1) мобілізувати наявні технології масового споживання і відродити повноцінний ринок; 2) забезпечити впровадження проривних технологій і відтворювати втрачені зовнішні ринки наукомісткої продукції; 3) інтегруватися із ТНК по технологічному ланцюжку виробничого процесу» [12, с.841]. Аналогічної думки дотримуються В. Денисенко, О. Джур, С. Шкарлет і В. Микитенко, Ф. Євдокимов і В. Лисяков, посилаючись на статистичну звітність країн Європи, «...галузі промисловості за показником наукової смності

розділяються на чотири групи: високотехнологічні, середньовисокотехнологічні, середньонизькотехнологічні і низькотехнологічні» [5]. О. Зубко, спираючись на роботу Хаціхроноглоу (1997 р.) «Огляд сектору високих технологій та класифікація товарів», зазначає, що для аналізу торговельних потоків використовують два підходи: галузевий рівень (рівень технологічної місткості галузей промисловості) та товарний (технологічна місткість окремої продукції) [6, с. 60]. А. Г. Герасименко стверджує: «В більшості країн світу імпульс інноваційного розвитку задають високотехнологічні підприємства як головні виробники конкурентоспроможної продукції» [2, с. 465].

Ю. Лисенко та його учні, займаючись економіко-математичним моделюванням складних виробничих процесів доходять до висновку «..., що найбільш складними процесами, які виникають при організації управління проектами, є процеси адаптації та координування систем» [9, с. 341]. Є. Кібалов, В. Горяченко, А. Хуторецький стверджують: «Центральна процедура системного аналізу – це оцінка порівняльної ефективності альтернатив – застосовується до специфіки великомасштабних інвестиційних проектів і трактується нами «процесно», тобто як перманентно повторююча за всіма стадіями життєвого циклу проекту» [7, с. 150]. Авторам більш близька точка зору Л. Містрова, що відносно організаційно-технічних систем доцільно проводити їх техніко-економічне обґрунтування на відповідному рівні типізації, тобто рівні типової конфліктної ситуації [8, с. 28].

Оцінку ефективності й обґрунтування основних техніко-економічних обґрунтувань (ТЕО) до ОТС у ВТВ, що застосовуються для забезпечення дій ФС в умовах конфлікту, необхідно проводити на відповідному рівні типізації – рівні типової конфліктної ситуації (ТКС), що є формалізованою агрегованою процедурою заміни всього переліку вихідних даних їх типовими представниками.

Проте проблематика управління конфліктними ситуаціями у ВТВ досі залишається дискусійною і потребує як теоретико-концептуального, так й економіко-математичного обґрунтування.

Пропонований метод й укрупнена блок-схема алгоритму виділення типових ситуацій утворюють методику, призначену для проведення формалізації типізації динаміки конфлікту при забезпеченні ОТС у ВТВ дій ФС з високим ступенем об'єктивності та побудови достатньо достовірної стратегії при оцінці ефективності й обґрунтуванні вимог до ОТС (рис. 1.11).

Сутність методики полягає в побудові класів еквівалентних ситуацій  $S_1, S_2, \dots, S_n$  за допомогою введених альтернативних ознак (ситуація входить до одного з цих класів  $S_i$ , якщо для неї є елементарні ознаки, що характеризують даний клас). Для побудови класів використовуються ситуації, що входять до множини можливих ситуацій, які виникають в процесі конфліктної взаємодії ОТС у ВТВ з протилежними цілями. Множину ситуацій множини  $S_i$ , які не входять до жодного з класів  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , умовно позначимо через  $S_{n+1}$ . Класи  $S_1, S_2, \dots, S_n$  будуються за допомогою фіксованих аксіоматичних формул (правил), а останній клас  $S_{n+1}$  не задається за допомогою формул, тому що цей клас визначається завданням класів  $S_1, S_2, \dots, S_n$ . Коли вже у наявності є класи  $S_1, S_2, \dots, S_n, S_{n+1}$ , то пошукова стратегія буде міститися у наступному: знайти для  $t \in T$  елементарних відрізків часу (кроків) розвитку процесу конфлікту типову ситуацію  $S_i^* \in S_i^t$ , визначену за допомогою наведених нижче правил, яку доцільно використовувати у якості типової для оцінки ефективності й подальшого обґрунтування ТЕО до ОТС у ВТВ.

Але, при цьому зробимо зауваження, що для множини  $S$  для спрощення проведення розрахунків введемо визначення еквівалентності ситуацій: ситуації вважаються еквівалентними ( $S_i \approx S_j$ ) й такими, що входять до одного з класів  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , якщо: а) декілька відмінних одна від одної ситуацій мають одні й ті ж самі елементарні ознаки того чи іншого виду; б) при проведенні деяких перетворень (наприклад, паралельний перенос) ситуації приводяться одна до одної; в) ознаки

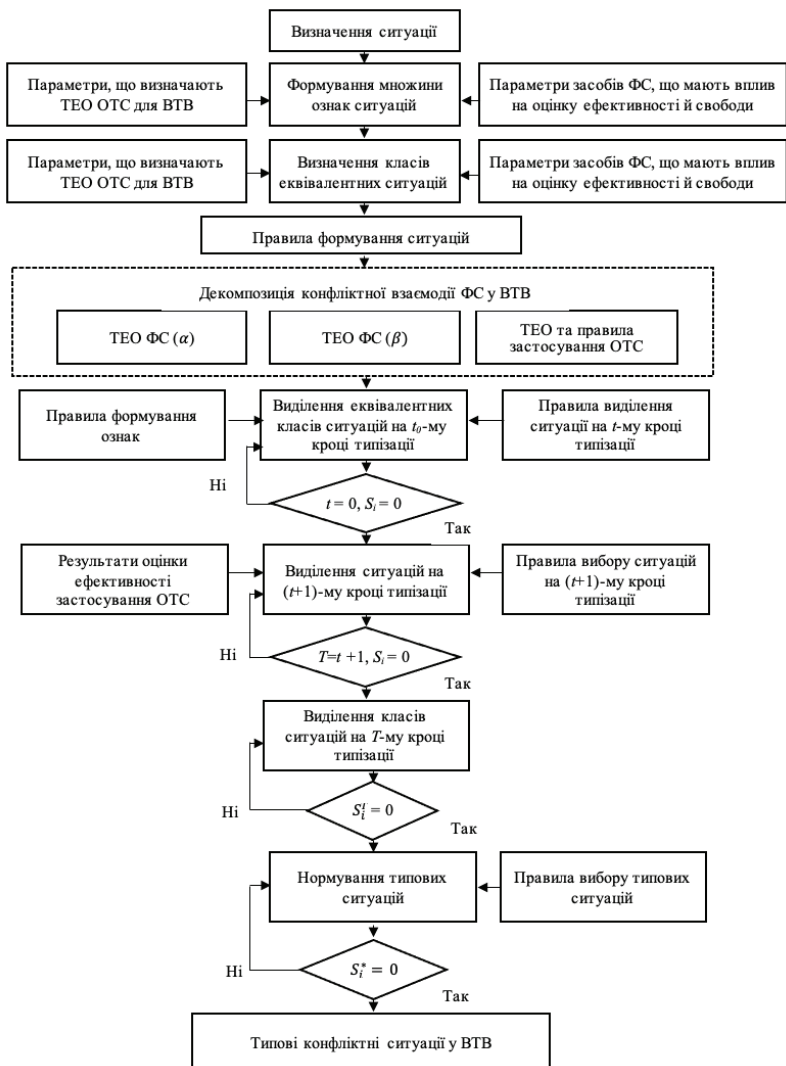


Рис.1.11. Блок-схема алгоритму виділення типових конфліктних ситуацій у високотехнологічному виробництві

ситуації знаходяться у межах даної точності ТЕО до ОТС у ВТВ. Ситуації, у яких елементарні ознаки ізоморфні між собою, називаються класами еквівалентності.

Під ситуацією розуміється сукупність елементарних ситуацій, що розвиваються у часі та просторі та мають певні наслідки. Кожна ситуація характеризується обстановкою, зафіксованою на якийсь  $t_0$ -й момент часу, процесами, що відбуваються у подальшому й результатами наслідку, що пов'язані між собою складними взаємними відносинами.

Математично кожен ситуацію ( $S_i$ ) можна представити у вигляді:

$$S_i = W_i^t \& T_i^{t+1} \& P_i^T; \quad (1.37)$$

$$S_i \in S; t = \overline{t_0, T - 1}, i = \overline{1, I},$$

де  $W_i^t$  - вектор параметрів, що характеризує стан протистоячих ФС та ОТС, а також умови розвитку конфлікту в  $t_0$  - й момент часу;  $T_i^{t+1}$  - вектор параметрів, який характеризує динаміку конфліктної взаємодії ФС в умовах застосування для забезпечення дій ФС ( $\alpha$ ) ОТС;  $P_i^T$  - вектор післядії, кількісно характеризуючий результат конфліктної взаємодії ФС за умови застосування ОТС на момент часу  $T$ ;  $T$  - момент часу фіксації ситуації, що співпадає, як правило, з виконанням завдання ФС;  $S$  - множина ситуацій;  $I$  - кількість можливих ситуацій.

Під типовою конфліктною ситуацією (ТКС) мається на увазі ситуація, яка найбільш часто зустрічається. Для неї характерним є наявність відносно великої кількості (частоти) повторень елементарних ознак  $W_i^t$ ,  $T_i^{t+1}$  та  $P_i^T$ .

Математично постановку завдання з визначення ТКС ( $S_i^*$ ) можна сформулювати наступним чином: потрібно з множини можливих рішень (Q) знайти

-



$$S_i^* \in S; \quad (1.38)$$

$$S_i^* = (\omega_i^t)^* \& (\tau_i^{t+1})^* \& (p_i^T)^*;$$

$$\omega_i^t \in W_i^t; \quad \tau_i^{t+1} \in T_i^{t+1}; \quad p_i^T \in P_i^T,$$

$$i = \overline{1, Q}; \quad t = \overline{t_0, T - 1}$$

таке, для якого однозначне відображення (рішення) з  $\{S_i^*\} \rightarrow S$  індукує розбиття множини  $S$  на класи еквівалентних ситуацій, до кожної з яких входять ТКС, «однакові» с  $S_i^*$  з позицій ОТС у ВТВ.

У виразі (2)  $(w_i^t)^*$ ,  $(\tau_i^{t+1})^*$  та  $(p_i^T)^*$  - відповідно найбільш переважні варіанти векторів  $W_i^t$ ,  $T_i^{t+1}$  та  $P_i^T$ .

Слід відмітити, що особливістю розв'язання даного завдання з виділення ТКС  $S_i^* \approx S_i$  є наявність у ньому множини елементарних ознак  $\Omega$  ( $\omega_i \in \Omega$ ) різної фізичної природи і змісту, перелік яких, виходячи з призначення ситуації й заданого варіанту дій, визначається сукупністю властивостей, що витікають та характеризують перелік ТЕО до ОТС. При цьому тільки певний набір ознак гарантовано призводить до розділення ситуацій. В силу цього, в залежності від призначення ситуації, вони значно відрізняються одна від одної. Так, наприклад, ситуація  $S_i^*$ , що призначена для оцінки ефективності та обґрунтування ТЕО до ОТС, відрізняється від ситуації  $S_j^*$ , призначеної для організації та планування застосування ОТС множиною елементарних ознак (якщо  $\exists \omega_j$  та  $\omega_j \in \Omega$  та  $\omega_i \neq \omega_j \Rightarrow S_i^* \neq S_j^*$ ), що кількісно характеризують динамічну взаємозалежність елементів конфлікуючих ФС на момент часу  $t = t_0, \dots, T - 1$ . Усе це ускладнює пряме розв'язання завдання, що представлене у вигляді виразу (1.37), та потребує застосування різних неформальних методів.

У даний час такі завдання розв'язуються шляхом декомпозиції завдання (1.37) на ряд приватних та подальшим узагальненням отриманих результатів розв'язання приватних завдань у єдине ціле. З урахуванням цього визначимо кожен зі складових виразу (1.37) та, виходячи з призначення ситуації – елементарні ознаки  $\omega_i \in \Omega$ , що дозволяють виділити ситуацію (клас ситуацій) та провести їх типізацію (у подальшому при розв'язанні завдання для усунення термінологічної плутанини будемо користатися виразом «виділення ситуації», розуміючи під ним «виділення класу ситуацій» та вважаючи процес визначення  $S_i^* \in S$  елементарним).

Найбільш повною характеристикою ситуації у  $t_0$  - й момент часу є вектор зовнішніх умов – обстановки  $W_i^t$ , яка характеризує стан ФС ( $\alpha$ ), ФС ( $\beta$ ) та ОТС, а також просторово-часових умов конфліктної взаємодії, який формалізовано можна представити у вигляді:

$$W_i^t = B_i^t \& B_i^T \& R_i^t \& Y_i^t, \quad (1.39)$$

де  $B_i^t$  – вектор параметрів, який кількісно характеризує стан ФС  $\{\beta\}$  у  $t_0$  - й момент часу;  $B_i^T$  - вектор параметрів, який кількісно характеризує стан захищаних елементів ФС ( $\alpha$ ) (типи та основні тактичні характеристики, що здійснюють вплив на застосування ОТС у  $t_0$  - й момент часу);  $R_i^t$  – вектор параметрів, що кількісно характеризує стан ОТС (склад й основні ТЕО), призначеної для забезпечення дій елементів ФС ( $\alpha$ ) у  $t_0$  - й момент часу;  $Y_i^t$  – вектор параметрів, що кількісно характеризує умови застосування елементів ФС ( $\alpha$ ) та забезпечуючих їх ОТС у  $t_0$  - й момент часу.

Найбільш переважні значення оцінок вектора  $W_i^t$ , знаходяться як:

$$f : W_i^t \rightarrow (\omega_i^t)^*; \quad (1.40)$$

$$(\omega_i^t)^* = (b_i^t)^* \bigcap (b_i^T)^* \bigcap (r_i^t)^* \bigcap (y_i^t)^* ;$$

$$(b_i^t)^* \in B_i^t, (b_i^T)^* \in B_i^T, (r_i^t)^* \in R_i^t, (y_i^t)^* \in Y_i^t ;$$

$$t = t_0, \dots, T-1,$$

де  $(b_i^t)^*$ ,  $(b_i^T)^*$ ,  $(r_i^t)^*$ ,  $(y_i^t)^*$  - відповідно найбільш переважні значення векторних оцінок векторів  $B_i^t$ ,  $B_i^T$ ,  $R_i^t$ ,  $Y_i^t$ .

Важливою характеристикою ситуації виступає також і вектор  $T_i^{t+1}$ , який враховує безперервний розвиток ситуації у часі. Для спрощення, замінюючи безперервні значення вектору зупинки  $W_i^t$  у часі  $T_i^{t+1}$  його дискретними значеннями, та з урахуванням раніше зроблених припущень отримаємо наступне формалізоване уявлення даного вектора:

$$T_i^{t+1} = B_i^{t+1} \& B_i^{t+1} \& R_i^{t+1} \& Y_i^{t+1}; \quad (1.41)$$

$$t = t_0, \dots, T-1,$$

де  $B_i^{t+1}$ ,  $B_i^{t+1}$ , та  $Y_i^{t+1}$  – відповідно вектори, що несуть таке ж смислове значення, що й вираз (1.39), але враховують розвиток ситуації у часі (на момент часу  $(t+1)$ ).

Найбільш переважні значення вектора  $T_i^{t+1}$  за аналогією з виразом (1.40) знаходяться як

$$f : T_i^{t+1} \rightarrow (T_i^{t+1})^*; \quad (1.42)$$

$$(\tau_i^t)^* = (b_i^{t+1})^* \bigcap (b_i^{t+1})^* \bigcap (r_i^{t+1})^* \bigcap (y_i^{t+1})^* ;$$

$$(b_i^{t+1})^* \in B_i^{t+1}, (\delta_i^{t+1})^* \in B_i^{T+1}, (r_i^{t+1})^* \in R_i^{t+1}, (y_i^{t+1})^* \in Y_i^{t+1};$$

$$t = t_0, \dots, T-1,$$

де  $(b_i^{t+1})^*$ ,  $(b_i^{t+1})^*$ ,  $(r_i^{t+1})^*$ ,  $(y_i^{t+1})^*$ - відповідно найбільш переважні значення векторних оцінок векторів  $B_i^{t+1}$ ,  $B_i^{T+1}$ ,  $R_i^{t+1}$ ,  $Y_i^{t+1}$ .

Вектор наслідку  $P_i^T$ , який якісно характеризує результат конфліктної взаємодії ФС з урахуванням застосування ОТС на момент часу  $T$ , за аналогією з виразами (1.39) й (1.41) формалізовано може бути представлений у вигляді:

$$P_i^T = B_i^T \& B_i^{T+1} \& P_i^T \& Y_i^T, \quad (1.43)$$

де  $B_i^T$ ,  $B_i^{T+1}$ ,  $P_i^T$  та  $Y_i^T$  – відповідно вектори, які несуть таке ж смислове значення, що й у виразі (3), але враховують розвиток ситуації на момент часу  $T$ .

Найбільш переважне значення оцінок вектору за аналогією з виразом (1.40) знаходяться як:

$$f : P_i^T \rightarrow (p_i^T)^*; \quad (1.44)$$

$$(p_i^T)^* = (b_i^T)^* \bigcap (b_i^T)^* \bigcap (r_i^T)^* \bigcap (y_i^T)^* ;$$

$$(b_i^T)^* \in B_i^T, (b_i^T)^* \in B_i^{T+1}, (r_i^T)^* \in R_i^T, (y_i^T)^* \in Y_i^T;$$

$$t = t_0, \dots, T-1,$$

де  $(b_i^T)^*$ ,  $(b_i^T)^*$ ,  $(r_i^T)^*$ ,  $(y_i^T)^*$  - відповідно найбільш переважні значення векторних оцінок векторів  $B_i^T$ ,  $B_i^{T+1}$ ,  $R_i^T$ ,  $Y_i^T$ .

При використанні ТКС для обґрунтування складу та основних ТЕО до ОТС у ВТВ необхідно виділити початкові (цільові) ситуації на  $t_0$  – му кроці типізації, для чого знадобиться визначити визначальні правила вибору даних ситуацій.

А. Правила формування цільових ситуацій. Для визначення оцінок вектору  $B_i^t$  ( $B_i^T$ ,  $P_i^t$ ,  $Y_i^t$ ,  $t = t_0, \dots, T - 1$ ) необхідно проведення факторизації простору параметрів за тактичними й технічними елементарними ознаками, які повністю кількісно характеризують ФС ( $\beta$ ) з урахуванням особливостей застосування ОТС. У цьому випадку вектор  $B_i^t$  у скороченому запису можна представити у вигляді:

$$B_i^t = \tilde{B}_i^t \& \bar{B}_i^t, \quad (1.45)$$

де  $\tilde{B}_i^t$ ,  $\bar{B}_i^t$  – відповідно вектори, що кількісно описують ФС ( $\beta$ ) за тактичними й технічними ознаками у  $t_0$  - й момент часу.

У свою чергу вектор  $\tilde{B}_i^t$ , який характеризує ФС ( $\beta$ ), виходячи з тактичних ознак визначається  $j = (1, \dots, K)$  – безліччю критеріїв (показників), за якими оцінюється кожний елемент ФС ( $\beta$ ),  $x = (x_1, \dots, K)$  – безліччю порядкових шкал критеріїв та  $\omega_j$  ( $j = 1, \dots, K$ ) – числом градацій за шкалою  $j$ -го критерію.

Передбачається, що значення на шкалі кожного критерія пронумеровано за порядком зменшення їх якості (тобто кращій градації за  $j$ -м критерієм відповідає його найбільше значення, а найгірший -  $\omega_j$ ). Тоді  $x_j = (\max, \dots, \omega_j)$ .

З урахуванням цього вектор  $\tilde{B}_i^t$  у загальному вигляді може бути представлений залежністю:

$$\tilde{B}_i^t = \tilde{b}_{i1}^t \& \tilde{b}_{i2}^t \& \dots \& \tilde{b}_{ij}^t \& \dots \& \tilde{b}_{iK}^t; \quad (1.46)$$

$$\tilde{b}_{ij}^t \in \tilde{B}_{ij}^t; \tilde{b}_{ij}^t = (\tilde{b}_{i1}^t, \tilde{b}_{i2}^t, \dots, \tilde{b}_{iK}^t);$$

$$L = |\tilde{B}_{ij}^t| = \prod_{i=1}^K \omega_j,$$

$$j = 1, \dots, K,$$

де  $K$  – множина критеріїв, за якими оцінюється ФС ( $\beta$ ) за фактичною ознакою;  $\tilde{b}_{ij}^t$  – тактична елементарна ознака функціонування ФС ( $\beta$ ) у  $t_0$  - й момент часу, що здійснює визначний вплив на обґрунтування вимог до ОТС;  $\tilde{B}_{ij}^t$  – градація за шкалою  $j$ -го критерію, що приписана до векторної оцінки  $\tilde{b}_{ij}^t$ ;  $L$  – потужність множини  $\tilde{B}_i^t$ .

Визначення типових (що найбільш зустрічаються) чисельних значень ( $\tilde{b}_{ij}^t$ ) елементарних ознак  $j$ -х критеріїв (за  $X_j$  їх порядкових шкал) вектора  $\tilde{B}_i^t$  здійснено з використанням антирефлексивного й транзитивного відношень строгого домінування  $P^0$ , визначеного на  $\tilde{B}_i^t$  порядковістю шкал критеріїв з урахуванням частот ( $f_{ij}$ ) появи оцінок за формулою:

$$P^0 = \{(\tilde{b}_{ij}^t, \tilde{b}_{i+1,j}^t) \in \tilde{B}_j^t \times \tilde{B}_j^t / \forall i = 1, \dots, Q'\}; \quad (1.47)$$

$$\tilde{b}_{ij}^t \leq \tilde{b}_{i+1,j}^t / f_{ij} \leq f_{i+1,j}, \text{ тоді } \exists_p \tilde{b}_{ip}^t < \tilde{b}_{ip+1}^t / f_{ip} < f_{ip+1}\};$$

$$\tilde{b}_j^t \in \tilde{B}_j^t; Q' \in Q; f_{ij} = \tilde{b}_{ij}^t / \sum_{i=1}^{Q'} \tilde{b}_{ij}^t,$$

де  $Q'$  – число варіантів рішень;  $f_{ij}$  – частота появи  $\tilde{b}_{ij}^t$  рішення (векторної оцінки).

У відповідності до цього вибору найбільш переважного (що часто зустрічається), рішення в  $\tilde{B}_i^t$  можливо представити наступним чином: необхідно знайти рішення на:

$$f : \tilde{B}_i^t \rightarrow \{\tilde{b}_{ij}^t, i = 1, \dots, Q'\}, \quad (1.48)$$

$\cup_{i=1}^{Q'} \tilde{b}_{ij}^t = \tilde{B}_i^t$  таке, що якщо  $\exists (\forall i = 1, \dots, Q') \tilde{b}_{ij}^t / f_{ij} \in P^0$  та  $\tilde{b}_{ij}^t / f_{ij} \in \tilde{B}_{ij}$ , то  $\tilde{b}_{ij}^t / f_{ij} \in \tilde{B}_{Kj}$ ,  $k > l, Q' \in Q$ .

Останній вираз означає, що ніяка оцінка із  $\tilde{B}_i^t$  не може бути віднесена до менш переважного рішення на вибір елементарних ознак, чим та, над якою вона домінує.

Якщо:

$$\{\tilde{b}_{ij} : \tilde{B}_{ij}\} \Rightarrow \tilde{b}_{ij} = \tilde{b}_{ij}^*, \quad (1.49)$$

тоді з урахуванням цього значення найбільш переважна оцінка вектора  $\tilde{B}_i^t$  може бути визначена як:

$$(\tilde{b}_i)^* = \cap_{j=1}^K \cap_{i=1}^{Q'} (\tilde{b}_{ij}^t)^*. \quad (1.50)$$

Діючи аналогічним чином, визначають вектор  $\tilde{B}_i^t$ , який характеризує ФС ( $\beta$ ), виходячи з технічних ознак з урахуванням раніше введених позначень:

$$\bar{B}_i^t = \bar{b}_{i1}^t \& \bar{b}_{i2}^t \& \dots \& \bar{b}_{ij}^t \& \dots \& \bar{b}_{iK}^t; \quad (1.51)$$

$$\bar{b}_{ij}^t \in \bar{B}_{ij}^t; \bar{b}_{ij}^t = (\bar{b}_{i1}^t, \bar{b}_{i2}^t, \dots, \bar{b}_{iK}^t);$$

$$L = |\bar{B}_{ij}^t| = \prod_{i=1}^K \omega_j,$$

$$j = 1, \dots, K,$$

де  $K$  – множина критеріїв, за якими оцінюється ФС ( $\beta$ ) за технічними ознаками;  $\bar{b}_{ij}^t$  – технічна ознака, що характеризує ФС ( $\beta$ ).

Згідно вирішальним правилам (1.36) ... (1.49) визначаються найбільш переважні значення оцінки  $\bar{B}_{ij}^t \in \bar{B}_i^t (\bar{b}_{ij}^t)^*$ , які дозволяють у явному вигляді знайти рішення виразу (1.51):

$$(\bar{b}_i)^* = \bigcap_{j=1}^K \bigcap_{i=1}^{Q'} (\bar{b}_{ij}^t)^*. \quad (1.52)$$

З урахуванням виразів (1.38), (1.50) та (1.51) переважним рішенням (1.46) може бути визначено як:

$$b_i^t : B_i^t \rightarrow (\bar{b}_i^t)^* = (\bar{b}_{i1}^t)^* \& (\bar{b}_{i2}^t)^*; \quad (1.53)$$

$$(B_i^t)^* \in B_i^t.$$



Вектори параметрів  $B_i^T, R_i^t, Y_i^t$ , що кількісно характеризують відповідно стан ФС ( $\beta$ ), ОТС та просторово-часові умови конфлікту, визначаються аналогічно виразам (1.46) ... (1.50), (1.53).

В результаті розв'язання завдання на виході формуються класи початкових (цільових) ситуацій, які приймаються за узагальнені вихідні дані при оцінці ефективності ОТС у ВТВ.

Б. Вибір та обґрунтування класів ситуацій. Класи ситуацій  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , послідовно отримують із множини елементарних ознак  $\omega_i \in \Omega$ . Кожний з етапів виділення ситуації на  $t_0$  - м та  $(t + 1)$ -м кроках ( $t = \overline{t_0, \dots, T - 1}$ ) має свої особливості.

1. Етап виділення класу ситуацій на  $t_0$  - му кроці. На даному етапі для кожної  $S_i = S_i < \omega_i, S >$ , що характеризується множиною елементарних ознак  $\Omega$  на множині  $S$ , визначаються середнє число елементарних ознак  $S_i$  та їх стандартне відхилення  $\sigma_{ij}$  від справжнього значення  $n_{cpi}$ , тобто

$$\forall S_i = S_i < \omega_i, S >,$$

$$\text{знайти } \exists \{S_i, \Omega\} \Rightarrow n_{cpij} = \bigcup_{j=1}^J n_{ij} / \sigma_{ij} \leq \sigma_{ij \text{ зад}},$$

$$\sigma_{ij} = \sigma_{i \text{ min}}, \dots, \sigma_i^*, \dots, \sigma_{i \text{ max}}, \text{ й для заданого } \sigma_i \text{ знайти таке } \{S_i\}, \text{ яке } \{S_i\} \Rightarrow S_i^*, i = \overline{1, l}, j = \overline{1, J},$$

2. Етапи виділення класу ситуацій на  $(t + 1)$ -му кроці. Класи ситуацій  $(t + 1)$ -му кроці можна формувати з використанням багатокрокових кінцевих ігор з нульовою сумою та повною інформацією про склад та стратегії поведінки ФС ( $\beta$ ), елементів ФС ( $\alpha$ ) та ОТС, виключаючи можливості випадкових кроків.

Множину можливих ситуацій гри, що позначається через  $C$ , визначимо як множину позицій. Припустимо, що множина  $C$  складається з двох неперехресних

підмножин  $C''$  та  $C'$ ,  $C = C'' \cup C'$ ,  $C'' \cap C' = \emptyset$ . Множину можливих ходів застосування ОТС визначимо як  $C''$  ( $\Phi C(\beta) - C'$ ). Процес полягає в почерговому порівнянні дій та протидій сторін. Гру починаємо застосуванням ОТС для забезпечення елементів  $\Phi C(\alpha)$ , обираючи свій хід з генерованої та відповідної йому кількості ходів. Під час чергового ходу з відповідної множини ходів, встановленого відповідно до правила:

$$\forall N_i \in N_0, i = 1, \dots, N_0 = \text{Arg} \max_{\{n_j, g_j\}} \min_{\{B\}} N_y^i \{n_j, g_j, \psi, B\} \geq N_{y \text{ зад}}^i; \quad (1.54)$$

$$\sum_{j=1}^J n_j = N_r; \quad \sum_{j=1}^J g_j = G; \quad N_r < N_0; \quad B^t \in B^T;$$

$$i = \overline{1, I}; \quad j = \overline{j, J},$$

обирається бажаний хід.

У виразі (18) позначення мають наступний сенс:  $N_0$  – число елементів  $\Phi C(\alpha)$ , що беруть участь у конфлікті;  $I$  – число типів елементів  $\Phi C(\alpha)$ ;  $N_y^i$  – математичне очікування числа елементів, подолавших дію  $\Phi C(\beta)$ ;  $n_j$  – кількість засобів  $j$ -го типу, що входять до складу ОТС;  $N_r$  – загальна номенклатура засобів, пропонувані для оснащення ОТС;  $g_j$  – способи застосування засобів  $j$ -го типу;  $\psi$  – сукупність параметрів, що визначають умови застосування ОТС, у тому числі варіант дій  $\Phi C(\alpha)$  у конфлікті, групування  $\Phi C(\beta)$ ;  $N_{y \text{ зад}}^i$  – задана ефективність розв'язання завдання елементами  $j$ -го типу  $\Phi C(\alpha)$ ;  $B$  – множина реалізованих алгоритмів (стратегій) функціонування  $\Phi C(\beta)$  при зниженні ефективності дій  $\Phi C(\alpha)$ .

У множині ситуацій  $S$  виділимо підмножину  $\bar{S} \in S$  – множина кінцевих ситуацій. Якщо в результаті застосування ОТС приходимо до ситуації, яка

належить до  $\bar{S}$ , тоді гра на  $(t + 1)$ -му кроці вважається завершеною. Послідовність ситуацій з множини  $\bar{S}$  назвемо завершеною, якщо ця послідовність задовольняє наступним умовам:

$$S_i \in S/\bar{S}; \quad (1.55)$$

$$S_i \in \bar{S},$$

$S_i \neq S_j$ , коли  $i \neq j$ ,  $j \leq J$ , якщо  $S_{2i} \in C''$ , тоді  $S_{2i+1} \in C''$  при всякому  $I = \overline{0, I/2}$ .

З урахуванням цього для виділення класу ситуацій на  $(t + 1)$ -му кроці введемо кореляційні правила переходу.

1). Перехід  $T_R^{-1}(S_i)$  – цей перехід для кожної  $S_i \neq C'$  дає множину тих ситуацій множини  $C''$ , у яких застосування ОТС не забезпечує перемоги у грі (не виконується умова (18)) та виходячи з яких, зробивши хід, можна отримати ситуацію  $\bar{S}_j$ . Він визначений на множині  $C'$ . Вказаний перехід, як і наступні нижче, будуються на підставі правил гри (18). Слід відмітити також, що для даної  $S_i \neq C'$  перехід  $T_R^{-1}(S_i)$  може дати такі ситуації з множини  $S_i \neq C''$ , у яких ФС ( $\beta$ ) одержує перемогу.

2). Перехід  $T_P^{-1}(S_i)$  – це перехід для кожної  $S_i \neq C''$  надає множину всіх тих ситуацій множини  $C'$ , у яких немає виграшу з боку ФС ( $\beta$ ) та виходячи з яких, зробивши хід ФС ( $\beta$ ) може отримати ситуацію  $\bar{S}_j$ . Він визначений на множині  $C''$ . Відмітимо, що для даної ситуації  $S_i \neq C''$  перехід  $T_P^{-1}(S_i)$  може дати такі ситуації з множини  $C'$ , у яких застосування ОТС забезпечує виграш.

3). Перехід  $T_R^1(S_i)$  – це перехід для кожної  $S_i \neq C''$  дає множину всіх тих ситуацій множини  $C'$ , які виходять з ситуації  $S_i$  застосуванням того чи іншого складу ОТС. Він визначений на множині  $C'$ .

4). Перехід  $T_P^1(S_i)$  – це перехід для кожної  $S_i \in C''$  дає множину всіх тих ситуацій множини  $C''$ , які виходять з ситуації  $S_i$  ходом ФС ( $\beta$ ). Він визначений на множині  $C'$ .

Класи ситуацій  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , послідовно отримують з множини  $S$ . При побудові класів будемо ґрунтуватися на виграшних для того чи іншого варіанту ОТС з множини  $C''$ , а програшні та невизначені в жодному класі ситуації розташовуємо в клас  $S_{n+1}$ . Застосування стратегії (18), позначимо її як «стратегія  $\emptyset$ », дозволяє обрати такі ходи, які призводять до виграшу ( $S_i^*$ ). При побудові класу  $S_i$ , де  $i \leq I$ , повинні мати місце класи  $S_1, S_2, \dots, S_{i-1}$ . Відповідно, при побудові нового класу  $S_i$  відомі такі  $S_i \in C'$ , які входять в класи  $S_1, S_2, \dots, S_{i-1}$ . З підвищенням  $i$  підвищується кількість відомих та зменшується кількість невизначених ситуацій з  $C'$ .

Для побудови класів ситуацій введемо у розгляд істотні й стійкі ознаки.

Припустимо,  $L(S_i) = \bigcup_{S_j \in T_R^{-1}(S_i)} T_P^1(S_j)$ , тобто  $L(S_i)$  – це множина ситуацій, з яких за допомогою переходу  $T_P^1(S_j)$  можна перейти до ситуації  $S_i$ .

Позначимо через  $l(S_i)$  наступну множину:

$$l(S_i) = \{S_j / (S_j \in S) \& \exists S_z (S_z \in T_R^{-1}(S_i) \& S_j \in T_R^1(S_z))\}. \quad (1.56)$$

Зрозуміло, що  $S_i \in l(S_i) \subset L(S_i) \subset C'$ .

Позначимо через  $L_1(S_i)$  додаток підмножини  $l(S_i)$  у множині  $L(S_i)$ . За кожною елементарною ознакою  $\omega_i$  співставляється число  $n(\omega_i, L(S_i))$  таким чином, щоб, наприклад, для  $\omega_{i1}$  елементарної ознаки виконувалась умова:

$$n(\omega_{i1}, L_1(S_i)) = \max_{\{\omega_i \in \Omega\}} n(\omega_i, L_1(S_i)). \quad (1.57)$$

Через  $L_2(S_i)$  позначається та частина множини  $I(S_i)$ , для ситуацій, у яких має місце елементарна ознака  $\omega_{i1}$ , тобто:

$$L_2(S_i) = \{S_j / (S_j \in I_1(S_i) \& \omega_{i1}(S_j) = \max)\}. \quad (1.58)$$

Позначимо через  $\omega_{i2}$  ту елементарну ознаку, для якої має місце:

$$n(\omega_{i2}, L_2(S_i)) = \max_{\{\omega_i \in \Omega\}} n(\omega_i, L_2(S_i)). \quad (1.59)$$

Зрозуміло, що  $n(\omega_{i2}, L_2(S_i)) \leq n(\omega_i, L_2(S_i))$ .

Продовжуючи таким чином, отримаємо послідовність вкладених одна в одну множин  $L_3, L_4, \dots$ , тобто  $L(S_i) > L_1(S_i) > L_2(S_i) > \dots$ . Цей процес продовжується до тих пір, доки множина  $L_j(S_i)$  опиниться або пустою, або  $L_j(S_i) = L_{j-1}(S_i)$ . Припустимо, що це відбулося на  $t$ -му кроці й отримані послідовності множин  $L_1(S_i), L_2(S_i), \dots, L_t(S_i)$  та елементарних ознак  $\omega_{i1}, \omega_{i2}, \dots, \omega_{it}$ .

Вагомою ознакою для ситуації назовемо вираз:

$$Y_i = \omega_{i1}(S_i) \& \omega_{i2}(S_i) \& \dots \& \omega_{it}(S_i). \quad (1.60)$$

З множини  $T_p^{-1}(S_i)$  оберемо такі ходи, які призводять до ситуації  $S_i \in S / \bar{S}$ .

Зрозуміло, що та ж сама ситуація  $S_i$  вийде, якщо зробити відповідний хід з ситуацій множини  $T_p^{-1}(S_i)$ . Але з ситуацій множини  $T_p^{-1}(S_i)$  через свої ходи можна отримати ситуації, відмінні від  $S_i$ , які також будуть належати множині  $S$ . Множина цих ситуацій разом із ситуацією  $S_i$  позначається через  $I(S_i)$ .

Побудований вираз  $\omega_{i1}(S_i) \& \omega_{i2}(S_i) \& \dots \& \omega_{it}(S_i)$  є кон'юнкцією предикатів, яка має місце для ситуацій  $S_i$  та не має сенсу для ситуації  $L_t(S_i)$ .

Стійкою ознакою для ситуації  $S_i$  називається кон'юнкція тих елементарних ознак, які приймають істинні (типові) значення для всіх ситуацій множини  $L_i(S_i)$ . Якщо суттєва ознака дозволяє розрізнити відомі ситуації та невідомі, тоді стійка ознака дає загальні якості ситуації, які під час ходів не змінюються.

Виходячи з цього класом ситуацій  $S_i$ , з урахуванням раніше введеного визначення, буде кон'юнкція суттєвих та стійких ознак. Клас має вигляд  $\omega_{i1}(S_i) \& \omega_{i2}(S_i) \& \dots \& \omega_{il}(S_i)$ , де  $\omega$  – визначені елементарні ознаки.

3. Етап виділення класу ситуацій та Т-му кроці. При формуванні та розпізнаванні класів ситуацій у традиційній теорії розпізнавання образів та в кластерному аналізі центральну роль відіграє поняття «ознака», що спроможне забезпечити знаходження таких узагальнених описів ситуацій, які дозволяли би успішно розв'язати завдання пошуку однозначних рішень з знаходження  $S_1, S_2, \dots, S_n$ ,  $S_i \cap S_j = \emptyset$  та  $\cup_i S_i = S$ . Ознаки виступають в якості параметрів, на підставі яких відбувається виділення узагальнених понять та будується та чи інша класифікація.

Процедура формування класів ситуацій, відповідно до методу граничних спрощень, міститься у конструюванні простору, у якому досяжним є лінійний розподіл ситуацій. У якості ознак розглядаються тільки такі якості систем та умов їх конфліктної взаємодії, визначений набір яких призводить до лінійного розподілу ситуацій.

Нехай є множина  $S = \{S_i\}$  та множина ознак  $\Omega = \{\omega_j\}$ , кожний з яких може приймати будь-яке значення з відповідної множини значень ознак  $\{\omega_j\}$ . Усі множини ознак передбачаються кінцевими. Введемо до розгляду два класи ситуацій  $S_j$  та  $S_i \in S$ . Тоді будь-яка властивість  $x_i$  розділить класи ситуацій на два, якщо  $S_j$  – й клас ситуацій буде володіти цією властивістю, а другий клас – ні. З урахуванням цього ознаками вважаються такі властивості  $x_i$ , для яких існує поєднання індексів  $i=1, \dots, j, \dots, n$  та  $k=1,2$ , що забезпечують виконання співвідношення:

$$S_i \subseteq S_{K_i} \text{ при } S_{K_i} \neq \emptyset. \quad (1.61)$$

Виконання співвідношення (1.61) обов'язково супроводжується виконанням  $S_{\bar{K}_i} \subseteq S_j$ . Якщо ж виконується  $S_{K_i} \subseteq S_j$ , тоді обов'язково виконується й  $S_j \subseteq S_{\bar{K}_i}$ . Тут  $\bar{K}$  – індекс, альтернативний до  $R$ , тобто якщо  $R=1$ , тоді  $\bar{R} = 2$ , а  $S_i = S/S_i$ . Даний взаємозв'язок співвідношень вскриває ще одну особливість ознак, яка міститься у тім, що для фіксованого значення  $i$ , згідно з виразом (1.55), ознаками можуть бути тільки такі властивості, для яких виконується або співвідношення (1.61), або співвідношення:

$$S_{K_i} \in S_i \text{ при } S_{\bar{K}_i} \neq \emptyset. \quad (1.62)$$

Співвідношення (1.61) та (1.62) визначають ознаки відповідно першого та другого типів відповідно до ситуації  $S_i, i = 1, \dots, j, \dots, n$ . Перший тип ознак вказує на властивості, які обов'язково повинні належати класу ситуацій  $S_i$ , але такими ж властивостями володіють й ситуації інших класів.

Другий тип вказує на властивості, якими можуть володіти ситуації тільки  $i$ -го класу, а ситуації інших класів такими властивостями володіти не повинні. Якщо ситуація не володіє ознакою першого типу, це значить, що вона не може належати до класу ситуацій  $S_i$ , а відноситься до класу  $S_{n+1}$ . Якщо ж ситуація володіє ознакою другого типу, вона обов'язково належить до якого-небудь класу ситуацій.

У загальному випадку ( $i = \overline{1, n}$ ), для кожного класу ситуацій визначається свій набір ознак першого та другого типів. Тоді ознакою ситуації слід вважати властивості, якими володіють ситуації  $S_i \in S$ . У такому випадку ознакою першого типу  $i$ -ї ситуації слід вважати властивість  $x_i$ , яка породжує множину  $S$  та забезпечує виконання співвідношення (1.55) застосовно до ситуацій  $S_i, S_j \in S$ , а ознака другого

типу відносно до ситуації  $S_i$  повинна забезпечувати співвідношення (1.56), якщо  $S_{K_i} = \emptyset$  при  $K = 1, 2$ .

При цьому, відповідно до методу граничних спрощень, якщо збільшувати розмірність простору ознак, то завжди знайдеться така розмірність простору  $n_0 \leq l$ , де будь-які дві ситуації довжини  $l$  будуть лінійно розділені. За цим методом побудова простору (відбір ознак) проводиться до тих пір, поки не будуть визначені усі властивості систем й умов конфлікту, що мають визначальний вплив на синтез ОТС. Подальше групування ситуацій після їх лінійного розділення у просторі за ознаками здійснюється методом «розвалу на купи», коли ситуації відділяються одна від одної «провалами».

Змістовний алгоритм методики міститься у наступному. Спочатку обирається кінцева сукупність елементарних ознак. На  $t_0$ -му кроці типізації визначаються за допомогою формул (1.46) ... (1.51) початкові (цільові) ситуації. Застосовуючи до кожної ситуації кореляційні правила переходу  $T_R^{-1}(S_i)$ , отримуємо масив ситуацій  $Y$ , який характеризується результатами конфлікту ФС без урахування застосування ОТС на  $t_0$ -му кроці. Застосовуючи оператор  $T_R^1(S_i)$  до кожної ситуації цього масиву з урахуванням вирішального правила (18) та розвитку у часі ( $t = t + 1$ ), отримуємо новий масив  $X$ , який включає у себе масив ситуацій, що породжує його (у початковий момент часу породжуючою є сукупність цільових ситуацій). В отриманому масиві можуть бути виграшні та невиграшні ситуації. Відкидаємо тільки невиграшні ситуації й знаходимо для прорідженого масиву ситуацій істотні та неістотні ознаки.

За допомогою суттєвих та стійких ознак складається клас й розглядається, чи входить цей клас до раніше отриманих класів  $S_1, S_2, \dots, S_n$ . У початковий момент, коли не маємо жодного класу, знову складений клас приймається за клас  $S_1$ , а далі, коли знову складений клас входить до якого-небудь із класів  $S_1, S_2, \dots$ , він відкидається, а якщо не входить, тоді додається до вже існуючих класів. При цьому число класів ситуацій зростає на одиницю.



Цей процес виконується зі всіма ситуаціями  $t$ -го кроку. В результаті отримаємо деякі класи  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , які визначені на стратегії типу  $\emptyset$  (див. вираз (1.54)). Фіксуємо отримані класи ситуацій на  $T$ -му кроці та, застосовуючи правила (1.46) ... (1.51), отримаємо кінцеві ТКС  $\bar{S}_i^*$ , які у подальшому використовуються у якості агрегованих вихідних даних при створенні ОТС у ВТВ.

Для України головна складність міститься у тому, як при існуючій корумпованій адміністративній еліті та стійкій олігархічній системі, у більшості випадків зацікавлених у збереженні сучасного стану держави та економіки, ефективно реалізовувати високотехнологічні зміни, перетворити споживчу ресурсно-орієнтовану модель економіки на конкурентну високотехнологічну, щоб вигодонабувачем був не вищий шар державних чиновників, а активна більшість населення, що тим самим сприятиме інклюзивному розвитку економіки.

Адже, не бажаючи втратити важелі управління й можливість впливу на перерозподіл ренти, політична еліта не тільки не буде сприяти високотехнологічним змінам, вона всіма можливими засобами буде їм чинити опір. Вірогідність невдачі розпочатих на цей раз урядових ініціатив щодо підтримки ВТВ, представляється доволі можливою, якщо влада не буде змінювати свої цінності на користь добробуту населення як пріоритету розвитку країни.

#### *Література до п. 1.4*

1. Васильєв О. Проблеми розвитку високотехнологічних галузей економіки України в умовах глобальної конкуренції. *Дослідження міжнародної економіки: збірник наукових праць*, 2011. №1 (66). С.205-227.
2. Герасименко Г.В. Людські ресурси високотехнологічних підприємств: генезис дефініції та сучасний вектор розвитку концепту управління. *Економіка і суспільство*, 2017. Вип. 12. С.465-471.
3. Денісюк В. Високі технології і високонаукоємні галузі – ключові напрями інноваційного розвитку. *Економіст*, 2004. №5. С.76-81.

4. Джур О. Економіка високотехнологічних підприємств: навчальний посібник. Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2010. 319 с.
5. Євдокимов Ф.І., Лисяков В.П. Оцінка техніко-технологічного потенціалу високотехнологічного підприємства. *Наукові видання ДонНТУ. Економічна серія*, 2005. Вип. 97. С.25-30.
6. Зубко О. Методичні підходи до визначення рівнів технологічної місткості українського експорту. *Товари і ринки*, 2011. №1. С. 59-67.
7. Кибалов Е.Б., Горяченко В.И., Хуторецкий А.Б. Системный анализ ожидаемой эффективности крупномасштабных проектов. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2008. 164 с.
8. Мистров Л.Е. Методика типизации условий применения организационно-технологической системы. *Машиностроитель*, 2004. №11. С.28-36.
9. Модели управления проектами в нестабильной экономической среде: монография. Под ред. Ю.Г. Лысенко. Донецк: Юго-Восток, 2009. 354 с.
10. Національна економічна стратегія на період до 2030 року. Затверджено постановою КМ України від 03.03.2021 р. №179. *Урядовий кур'єр*, 2021. №45. С.8-36.
11. Салихова Е.Б. Ренессанс государственной интервенции в промышленное развитие: последние мировые тенденции и уроки для Украины. *Экономика Украины*, 2015. №9 (638). С.19-38.
12. Федулова Л.І. Технологічна політика: глобальний контекст та українська практика: монографія. Київ: КНТЕУ: 2015. 844 с.
13. Шкарлет С.М., Микитенко В.В. Трансформація уявлень про стале господарювання і можливості науково-технологічного розвитку. *Наука та наукознавство*, 2020. №4 (110). С.6-23.
14. Якубовский Н.Н. Структурный вектор активизации промышленного развития. *Экономика Украины*, 2013. №12 (617). С.22-39.

### **2.1 Методичний підхід до проведення оцінки комерційного потенціалу бізнес-цілей високотехнологічного виробництва**

За роки незалежності в Україні склалася унікальна ситуація, коли економічна база, що характеризується за розміром поступово застаріваючим промисловим капіталом, поєднується з високорозвиненою науковою інфраструктурою. За попередні десятиліття у науково-дослідницьких інститутах НАН України та університетах накоплений величезний запас унікальних науково-технічних розробок, які мають високий комерційний потенціал, який, на жаль, у теперішній час використовується не повною мірою.

Стратегія – 2030, спираючись на дані Державної служби статистики України, констатує: «Інвестиції у нематеріальні активи протягом останніх 15 років становили близько 2-4% всіх капітальних інвестицій, а частка видів діяльності, що відносяться до високотехнологічних (із сукупною інтенсивністю витрат на дослідження і розробки у співвідношенні до валової доданої вартості – 13,6% і більше) і середньотехнологічних (із сукупною інтенсивністю витрат на дослідження і розробки у співвідношенні до валової доданої вартості – 3,2-13,5%), в обсязі реалізованої промислової продукції у 2017 р. становила 11,3 %. Для виправлення ситуації необхідно сприяти розвитку видів діяльності з високою наукоємністю, тобто перейти від низькотехнологічної ресурсної до високотехнологічної інноваційної економіки, а державна політика має створювати сприятливі умови

насамперед для розвитку виробництва інтелектуальних продуктів, включаючи можливість їх комерціалізації як в Україні, так і у решті світу» [12, с. 9].

Це можна пояснити не тільки причинами, пов'язаними з відсутністю достатнього попиту на наукоємну продукцію з боку вітчизняної промисловості, але і проблемам пов'язаним з просуванням науково-технічних розробок на зарубіжний ринок високих технологій, але й причинами, пов'язаними з високими ризиками, що характеризують високотехнологічний бізнес.

Під час підготовки даного розділу монографії автори досліджували праці провідних фахівців з питань прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику ринкової ситуації та економіко-математичного моделювання, таких як: Атре Ш. [1], Бусленко Н. [2], Кісельова О. [3], Кофман А. [4], Леунг І. [5], Лисенко Ю. та його колеги [6], Недосекін А. [7-10], Рижов А. [11], Фішберн П. [13], Циганок В. [14], Чернов В. [15], Chiang А. [16], Dougherty С. [17], Sydsaeter К. and Hammond Р. [18].

Так, В. Циганок та П. Роїк запропонували модель, яка дозволяє ефективно забезпечувати умови узгодженості експертних оцінок в групі, які необхідні для виконання агрегації [14, с. 120]. О. Кісельова з колегами запропонували математичну модель оцінки інвестиційної привабливості стартапів на основі нейронечітких технологій, яка дозволяє враховувати невизначеність не тільки статистичної, ай лінгвістичної природи [3, с. 142].

Але, виходячи з поставленого завдання дослідження, авторам здавалося більш цікавим звернутися до фахівців з теорії нечітких множин. Слід відмітити, що приблизно до 1980 р. дослідження з нечітко-множинним додатком переважно розвивалися у сфері управління технічними системами, а економічна спрямованість була представлена окремими роботами. За кордоном дослідження економічних додатків теорії нечітких множин розвиваються з наростаючим темпом, починаючи з окремих робіт, наприклад, у збірнику під редакцією Р. Ягера, робіт А. Кофмана і П. Фішберна, до досліджень, що проводяться під егідою міжнародної асоціації International Association for Fuzzy-Set Management & Economy (SIGEF). Широке

коло досліджень представлено у роботах А. Недосєкіна [7-10] і В. Чернова [15]. Так, Чернов В. відмічає: «... така теорія первісно створювалася для того, щоб нечітким, якісним описом і оцінками надати суворе математичне уявлення без жорстоких нормативних обмежень на їх характер. Суворе у математичному відношенні уявлення у вигляді функцій приналежності дозволяє виконувати однозначні математичні перетворення і знаходити однозначні рішення» [15, с. 26]. До цього від авторів цієї роботи слід додати, що більшість робіт з економічних додатків теорії нечітких множин відносяться до окремих питань. У даному випадку до комерціалізації бізнес-цілей високотехнологічного виробництва.

Перші дослідження у цьому напрямі в Україні було виконано школою економістів-кібернетиків у межах досліджень, що проводилися у НДІ проблем економічної динаміки МОН України і НАН України [6]. Так, Т. Тищук стверджує: «Важливим інструментом теорії нечітких множин є можливість моделювання лінгвістичних термів, що часто необхідно при інтерпретації експертних оцінок» [6, с. 139]. В. Руденська додає: «Існує багато задач, які можуть бути вирішені в управлінні проектами, з використанням теорії нечітких множин. Це задачі оцінки і аналізу різних варіантів реалізації проекту, які вирішуються на стадії розробки концепції проекту, які існують у співставленні, аналізі сумісності обмежень, що накладаються замовниками і виконавцями, для кожного варіанта реалізації» [6, с. 178].

Загальновідомо, що далеко не усі нові бізнес-ідеї доходять до ринку, в основному вони не в змозі окупити витрати на їх розробку. Наприклад, за даними корпорації ЗМ, в середньому тільки одна з близько 540 бізнес-ідей доходить до стадії масового виробництва.

В умовах ринку будь-яке підприємство у своїй діяльності, у тому числі і високотехнологічній, неминуче зіштовхується з невизначеністю. Підприємство не володіє достатніми даними про своє сучасне і майбутнє, воно не спроможне передбачити усі зміни, які можуть відбутися у зовнішньому середовищі.

Планування як одне зі складових контролінгу бізнес-процесів слугує засобом пояснення внутрішніх умов діяльності, зменшення невизначеності та ризику. Однак будь-яке підприємство не зможе повністю усунути невизначеність і цілком спланувати свою діяльність. Так як усунути невизначеність – це означає усунути сам ринок, різноманіття неспівпадаючих інтересів і дій. Цілковито природньо, що необхідність урахування невизначеності, її розкриття і подолання потребує застосування адекватних математичних моделей і методів.

В процесі розробки й виведення новітнього товару, як результату високотехнологічного виробництва, на ринок виділяють наступні етапи:

- пошук та генерація бізнес-цілей;
- відбір бізнес-цілей;
- аналіз відібраних бізнес-цілей;
- розробка товару;
- випробовування (у тому числі ринкові);
- запуск виробництва;
- вихід на ринок.

Мета діяльності на етапах пошуку та генерації ідей міститься в розробці якомога більшої їх кількості; метою наступних етапів є скорочення їх числа. Першим кроком на цьому шляху є відбір бізнес-цілей для результатів високотехнологічного виробництва.

Все починається з аналізу ринкової привабливості бізнес-цілі. Щоб просунути бізнес-ціль на ринок у вигляді ліцензії або продукту, необхідно її оцінити, тобто визначити її технічні переваги й комерційний потенціал; провести аналіз ринкового середовища й розробити стратегію маркетингу.

Результати оцінки бізнес-цілей дають відповідь на питання про доцільність подальших дій з її комерціалізації. Слід відмітити, що методичні підходи, що використовуються підприємствами й консультативними компаніями, працюючими

в цьому бізнесі, найчастіше мають статус комерційної таємниці й є практично недоступними.

Відібрані цілі потрібно перетворити у задумки товарів. Приймаючи рішення відносно задумок товару, керівництво може розпочати оцінку ділової привабливості пропозиції. Для цього необхідно проаналізувати намічені контрольні показники продажів, витрат та прибутку, щоб упевнитися у їх відповідності цілям підприємства. Якщо результати аналізу виявляться задовільними, можна починати реалізацію етапу безпосередньої розробки товару. Відділ дослідження розробок створює один або декілька варіантів фізичного втілення товарної задумки з надією отримати прототип, що задовольняє таким критеріям:

- 1) споживачі сприймають його як носія усіх основних властивостей, що викладені у описі задумки товару;
- 2) він безпечний й надійно працює при звичайному використанні у звичайних умовах;
- 3) його собівартість не виходить за рамки запланованих кошторисних витрат виробництва.

Якщо товар успішно пройшов функціональні випробовування і перевірку на споживачах, тоді підприємство випускає невелику його партію для випробовування в ринкових умовах. На цьому етапі товар і маркетингова програма випробовуються у обставинах, більш наближених до реального використання. Методи випробовування в ринкових умовах варіюються в залежності від виду товару. Випробовування в ринкових умовах дають керівництву достатній обсяг інформації для прийняття остаточного рішення про доцільність випуску нового товару.

Якщо підприємство приступає до розгортання високотехнологічного комерційного виробництва, тоді його чекають великі витрати. При виході на ринок з новим товаром підприємство повинно вирішити, коли, де, кому і як його пропонувати, слід прийняти рішення про своєчасність випуску новинки на ринок. Підприємство також повинне вирішити чи слід випускати товар на ринок у якийсь

одній місцевості або одному регіоні, в декількох регіонах, у загальнонаціональному або міжнародному масштабах. Далеко не всі підприємства володіють впевненістю, засобами та можливостями для виходу з новинками одразу на загальнонаціональний ринок. Звичайно вони встановлюють часовий графік послідовного освоєння ринків, при чому підприємство повинно обирати найбільш вигідні та зосередити на них свої основні зусилля щодо стимулювання збуту.

Та останнє, підприємство повинне розробити план дій для послідовного виводу новинки на ринок. Для кожного нового ринку підприємство повинне розробляти окремий план маркетингу.

Слід звернути увагу на зростання обсягу витрат на різних етапах розробки та виведення нового товару на ринок за мірою його просування до ринку. Так, якщо обсяг витрат на етапі НДР прийняти за одиницю, то витрати на етапі ДКР будуть у 10 разів більше, а витрати на етапі запуску серійного виробництва – у 100 разів більше!

Саме тому робота з відбору цілей бізнесу на ранній стадії вкрай важлива, оскільки, пропускаючи на наступні етапи реалізації цілей, які не мають комерційної перспективи, приходиться набагато більше коштів витратити на наступних стадіях на роботу з бізнес-цілями, які не дійдуть до ринку.

Однак, не всі розробники це усвідомлюють. Аналіз високотехнологічних проєктів, які закінчилися невдачею, показує, що багато причин невдач могли бути визначені на основі тієї інформації, якою керівники проєкту володіли на момент відбору та старту проєкту. При цьому керівники невдалих проєктів неохоче застосовують загальновідомі формалізовані методи оцінки (у тому числі експертні оцінки), а більше покладаються на інтуїцію та власний розум.

Мета відбору: як можна раніше виявити та відсіяти непридатні цілі. Спеціалісти більшості підприємств повинні викладати цілі високо-технологічного виробництва у письмовому вигляді на стандартних бланках, які передаються потім на розгляд комісії з нових товарів. У такій заявці міститься опис товару, цільового



ринку й конкурентів, надаються грубі припущення відносно розмірів ринку, ціни товару, терміну й вартості робіт зі створення нового товару, вартості його виробництва й норми прибутку.

Оцінка комерційного потенціалу бізнес-цілі – це необхідна частина процесу прийняття рішення про її комерціалізацію.

Комерційний потенціал бізнес-цілі залежить від великої кількості факторів, які часто складно формалізувати та які містять значну невизначеність, що робить його оцінку дуже складним завданням.

Основними цілями експрес-оцінки є:

а) відносно швидко, при невисокій витраті ресурсів оцінити перспективність цілі;

б) провести вибір серед альтернативних варіантів (в разі декількох альтернативних цілей).

Традиційно оцінка комерційного потенціалу проводиться за наступними основними напрямками:

- привабливість бізнесу – оцінка його розміру, динаміки, бар'єрів входження на ринок, інтенсивності конкуренції, норми прибутку ринку;

- синергія бізнесу – оцінка того, як співвідноситься з досвідом та можливостями підприємства;

- обґрунтованість цілі – оцінка рівня складності і новизни цілі;

- потреба у ресурсах – оцінка додаткових ресурсів, необхідних для здійснення реалізації цілі;

- вигоди для користувача – оцінка цінних й нецінних якостей реалізації цілей, чи вирішує ціль проблеми споживача, чи має вона унікальні властивості;

- охорона ідеї реалізації цілей високотехнологічного виробництва – оцінка наявних можливостей з її захисту.

Традиційна методика оцінки міститься у тому, що кожний показник, що представлений у таблицях (матрицях), оцінюється за 5-ти бальною шкалою – від

мінімальної оцінки – 2 бали до максимальної +2 бали. Далі складаються бали за кожною таблицею, а потім за всіма таблицями. Підсумкові значення дають експертну оцінку комерційного потенціалу (або ризикованості) бізнес-цілі. При необхідності можуть бути введені вагові коефіцієнти, які враховують важливість того чи іншого показника для конкретного виду високотехнологічного бізнесу. Структура факторів за кожним напрямком оцінки наведена у таблицях 2.1-2.6.

Таблиця 2.1 - Привабливість ринку високотехнологічної продукції

Діапазон можливостей		Бали	Бали
Позитивні можливості	Негативні можливості		
max оцінка +2 бали	min оцінка -2 бали		
У ідеї добрі ринкові перспективи	Ринок для ідеї занадто малий, щоб їм займатися		
Цей сектор ринку зростає дуже швидко	Цей сектор ринку статичний або йде на спад		
Проникнення на ринок буде порівняно легкою справою	На шляху входу в ринок стоять серйозні бар'єри		
Конкуренти є слабкими й не організуються проти нової структури	Ринковими лідерами є крупні підприємства з великими ресурсами		
Розмір прибутку у цьому секторі достатньо великий	Жорстока конкуренція у цьому секторі знижує розмір прибутку		
РАЗОМ			

Таблиця 2.2 - Синергія високотехнологічного бізнесу

Діапазон можливостей		Бали	Бали
Позитивні можливості	Негативні можливості		
max оцінка +2 бали	min оцінка -2 бали		
Інновація слідує у руслі місії підприємства	Ідея дає шанс диверсифікації		
Ідею можна продати існуючим клієнтам	Ідея потребує розвитку нової клієнтської бази		
При розробці й реалізації ідеї не потрібні нові професійні знання	При розробці ідеї знадобляться нові знання й досвід		
Існуюче виробництво й система розподілу товару можуть бути використані при експлуатації ідеї	Експлуатаційний етап потребує інвестицій у виробничу та/або розподільчу системи		
РАЗОМ			

Таблиця 2.3 - Обґрунтованість цілей високотехнологічного бізнесу

Діапазон можливостей		Бали	Бали
Позитивні можливості	Негативні можливості		
max оцінка +2 бали	min оцінка -2 бали		
Принципи, що лежать в основі ідеї, є підтвердженими й зрозумілими	Ідея спирається на нові принципи й концепції		
Ідея міститься у новому застосуванні продукту або процесу	Ідея передбачає нову продуктову концепцію		
Успіх реалізації ідеї не залежить від інших розробок	Успіх реалізації ідеї залежить від результатів інших розробок		
Для інновації не потрібні складні й незнайомі підсистеми	Для успішної реалізації ідеї потрібна інтеграція декількох складних систем		
Використання ідеї не регламентується дозволами та узгодженнями	Необхідні дозволи й узгодження		
РАЗОМ			

Таблиця 2.4 - Потреби високотехнологічного виробництва у ресурсах

Діапазон можливостей		Бали	Бали
Позитивні можливості	Негативні можливості		
max оцінка +2 бали	min оцінка -2 бали		
Потрібний незначний обсяг додаткових ресурсів	Потрібний значний обсяг додаткових ресурсів		
Ідею можна швидко розробити і реалізувати	На розробку і впровадження ідеї потрібно багато часу		
Є доступ до фондів/грантів для проведення розробок	Розвиток цілком залежить від зовнішнього фінансування		
Не потрібні додаткові спеціалісти	Потрібні додаткові спеціалісти		
РАЗОМ			

Таблиця 2.5 - Вигоди реалізації бізнес-цілей високо-технологічного виробництва для споживачів

Діапазон можливостей		Бали	Бали
Позитивні можливості	Негативні можливості		
max оцінка +2 бали	min оцінка -2 бали		
Ідея забезпечить унікальні вигоди для користувачів	Ідея не забезпечує ніяких особливих вигід для користувачів		
Ідея забезпечить користувачам покращені експлуатаційні якості продукту	Експлуатаційні якості продукту будуть на рівні існуючих		
Цінові переваги продукту будуть значними	Новий продукт не буде володіти цінними перевагами		
Ідея не здійснює негативного впливу на довкілля	Будуть потрібні спеціальні зусилля, щоб знизити екологічні наслідки провадження ідеї		
Є ясна та підтверджена потреба в зручностях, отримуваних від реалізації ідеї	Немає причин думати, що переваги реалізації ідеї будуть оцінені користувачами		
РАЗОМ			

Таблиця 2.6 - Охорона бізнес-цілей високотехнологічного підприємства

Діапазон можливостей		Бали	Бали
Позитивні можливості	Негативні можливості		
max оцінка +2 бали	min оцінка -2 бали		
Іншим компаніям буде важко скопіювати бізнес-ціль	Після початку продажу ідею можна легко скопіювати		
Бізнес-ціль можна захистити шляхом патентування	Перспективи ефективного патентного захисту доволі слабкі		
Можна отримати додатковий дохід за рахунок ліцензійних угод	Доход від ліцензування не зможе покрити витрати		
РАЗОМ			

Таким чином:

Таблиця 2.1 – за допомоги цієї матриці оцінюється розмір ринку, перспективи його зростання, бар'єри входу на ринок, інтенсивність конкуренції, розмір прибутку у високотехнологічній галузі.

Таблиця 2.2 – за допомоги цієї матриці визначається, як ціль співвідноситься з загальним напрямом діяльності високотехнологічного підприємства.

Таблиця 2.3 – за допомогою цієї матриці оцінюється обґрунтованість і новизна бізнес-ідеї.

Таблиця 2.4 – за допомогою цієї матриці оцінюється потреба у кваліфікованому персоналі, високотехнологічному обладнанні, обсягах зовнішнього фінансування.

Таблиця 2.5 – оцінюється які унікальні функціональні і цінові переваги отримусь споживач від реалізації продукції високотехнологічного виробництва.

Таблиця 2.6 – оцінюється можливість правового захисту, спрощення дублювання, можливості ліцензування.

Як свідчить практика (апробація даної методики відбувалася на ТДВ «Первомайськдизельмаш» під час розробки й виробництва когенераційного обладнання на експорт), використання матриць відбору дозволяє успішно вирішувати задачу відбору бізнес-цілі. Однак цей метод не позбавлений недоліків,

пов'язаних в основному із призначенням кількісної оцінки конкретного оцінюваного фактору. Дуже часто експерти надають спочатку деяку лінгвістичну оцінку, наприклад: «ринок дуже за малий», та лише потім переводять її у кількісну. Таким чином, при відборі бізнес-цілі уявляється за доцільне застосовувати методи нечітких множин, що допускають використання не тільки чисел, а й слів й речень природньої мови.

Теорія нечітких множин дозволяє:

1) використовувати для опису елементів завдання наближені, суб'єктивні оцінки, які виражені за допомогою нечітких понять, відношень та висловлювань професійної мови;

2) оперувати отриманими формалізованими об'єктами за допомогою апарата, що розвивається на основі теорії нечітких множин;

3) формалізувати нечіткі описи за допомогою нечітких множин, лінгвістичних змінних й нечітких свідощів;

4) представляти результати вирішення завдань як у вигляді нечітких описів із використанням понять й відношень професійної мови, так й у вигляді чітких рекомендацій.

Спробуємо побудувати методіку експрес-оцінки комерційного потенціалу бізнес-цілі високотехнологічного виробництва з використанням апарата нечітких множин, в основі якої покладено відомий підхід [10]. Оцінювати комерційний потенціал бізнес-цілі можливо на основі якісних рівнів окремих факторів, які визначають комерційний потенціал бізнес-цілі (таблиці 2.1 – 2.6). Використовуючи структуру їх даних, проводимо оцінку комерційного потенціалу бізнес-цілі шляхом агрегації даних на всіх рівнях ієрархії факторів на основі якісних даних про їх рівень і співвідношення на одному рівні ієрархії (рис.2.1).

Оцінку комерційного потенціалу бізнес-цілі можна представити у вигляді наступної моделі:

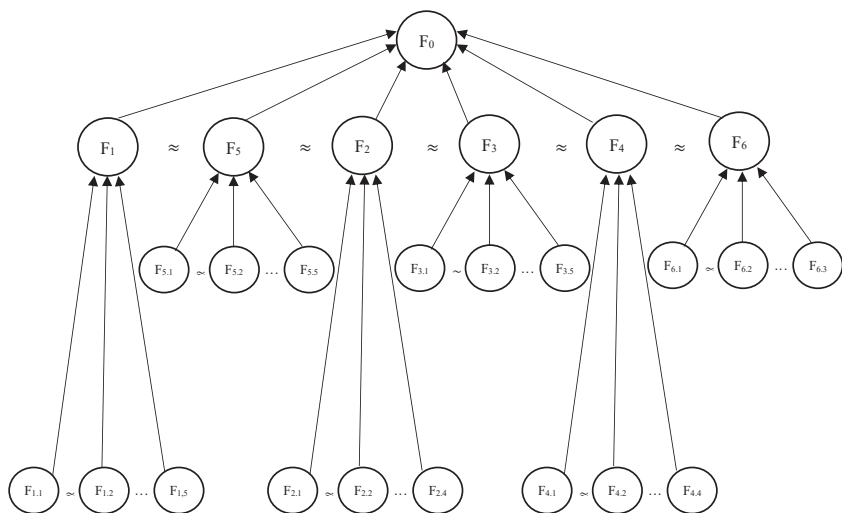


Рис. 2.1. Деревовидна ієрархія оцінок F у схемі S співвідношень факторів визначення комерційного потенціалу бізнес-цілей

$$CP = \langle G, L, S \rangle, \quad (2.1)$$

де G – деревовидна ієрархія факторів комерційної привабливості; L – набір якісних оцінок рівнів кожного фактору в ієрархії; S – система відносин переваг одних факторів іншим для одного рівня ієрархії факторів.

При цьому:

L = дуже низький рівень (ДН),  
 низький рівень (Н), середній рівень (С),  
 високий рівень (В),  
 дуже високий рівень (ДВ)},

$$S = \{F_i(\varphi) F_j | \varphi \in (>, \approx)\}, \quad (2.2)$$

де  $>$  - відношення переваги;  $\approx$  - відношення байдужості.

Деревовидна ієрархія  $G$  може бути описана орієнтованим графом (без циклів, петель, горизонтальних ребер у межах одного рівня ранжування), що містить одну кореневу вершину:

$$G = \langle \{F_i\}, \{V_{ij}\} \rangle, \quad (2.3)$$

де  $\{F_i\}$  – множина вершин факторів;  $\{V_{ij}\}$  – множина дуг;  $F_0$  – коренева вершина, що відповідає оцінці комерційного потенціалу бізнес-цілі в цілому. При цьому у деревовидному графі дуги повинні бути розташовані наступним чином: початку дуги відповідає вершина нижнього рівня ієрархії (рангу), а кінцю дуги – вершина рангу, на одиницю меншого.

Деревовидний граф, що відповідає ієрархії (табл. 2.1 – 2.6) з системою відносин на кожному рівні (рис.1), де  $G = \langle; \{F_0$  – оцінка комерційного потенціалу бізнес-цілі в цілому;  $F_1$  – оцінка привабливості ринку;  $F_2$  – оцінка синергії бізнесу;  $F_3$  – оцінка обґрунтованості бізнес-цілі;  $F_4$  – оцінка потреби в ресурсах;  $F_5$  – оцінка вигід користувача;  $F_6$  – оцінка охорони бізнес-цілі;  $F_{1,1}$  – ринкові перспективи;  $F_{1,2}$  – темпи зростання ринку;  $F_{1,3}$  – бар'єри входження до ринку;  $F_{1,4}$  – рівень конкуренції;  $F_{1,5}$  – рівень прибутковості сегменту;  $F_{2,1}$  – прямування в руслі місії підприємства;  $F_{2,2}$  – використання існуючої клієнтської бази;  $F_{2,3}$  – потреба в нових професійних знаннях;  $F_{2,4}$  – використання існуючого виробництва та системи розподілу товару;  $F_{3,1}$  – новизна принципів і концепцій, на яких базується бізнес-ціль;  $F_{3,2}$  – новизна продуктової концепції;  $F_{3,3}$  – залежність від інших розробок;  $F_{3,4}$

– необхідність в інтеграції складних підсистем;  $F_{3,5}$  – рівень дозволів та узгоджень;  $F_{4,1}$  – обсяг додаткових ресурсів;  $F_{4,2}$  – час, необхідний для реалізації бізнес-цілі;  $F_{4,3}$  – доступ до дешевих джерел фінансування;  $F_{4,4}$  – потреба у додаткових спеціалістах;  $F_{5,1}$  – унікальність вигід користувача;  $F_{5,2}$  – експлуатаційні характеристики;  $F_{5,3}$  – цінові переваги;  $F_{5,4}$  – вплив на довкілля;  $F_{5,5}$  – підтвердження потреб у вигодах, отриманих від реалізації бізнес-цілі;  $F_{6,1}$  – складність копіювання;  $F_{6,2}$  – ефективність патентного захисту;  $F_{6,3}$  – додаткові доходи від продажу ліцензій).

Зв'язок вершин в графі відображається нумерацією вершин, у відповідності до займаного вершиною рівня ієрархії.

$$\Phi = \{F_1 \approx F_5 \succ F_2 \approx F_3 \approx F_4 \approx F_6;$$

$$F_{1,2} \approx \dots F_{1,5} \approx F_{2,1} \approx \dots F_{2,4} \approx F_{3,1} \approx \dots F_{3,5} \approx F_{4,1} \approx \dots F_{4,4} \approx F_{5,1} \approx \dots F_{5,5} \approx$$

$$F_{6,1} \approx \dots F_{6,3}\}$$
(2.4)

Щоб оцінити комерційний потенціал бізнес-цілі, необхідно провести агрегування даних, зібраних в рамках деревовидної ієрархії; при цьому агрегування здійснюється за напрямом дуг ієрархії.

Для агрегування можливо використовувати матричну схему [9] з тією лише різницею, що агрегуванню буде підлягати не окреме значення обраної функції приналежності у структурі лінгвістичної змінної «рівень фактору», а вся функція приналежності цілком. У цьому випадку для агрегування застосовується OWA-оператор Ягера [5], причому вагами у згортці виступають коефіцієнти Фішберна (OWA – Ordered Weighted Averaging – усереднення з упорядкованими вагами) [13].

Застосуємо цей підхід до нашого завдання. Сформуємо лінгвістичну змінну «Рівень фактору» з терм-безліччо значень  $L$  вказаного виду. Тоді у якості сімейства функцій приналежності може виступати стандартний п'ятирівневий 01-класифікатор [8], де функції приналежності це трапецевидні трикутневі числа (рис. 2.2):



$$\text{OH: } m_1(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 0,15 \\ 10(0,25 - x), & 0,15 \leq x < 0,25 \\ 1, & 0,45 \leq x \leq 0,55 \\ 10(0,65 - x), & 0,55 \leq x < 0,65 \\ 0, & 0,65 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2.5)$$

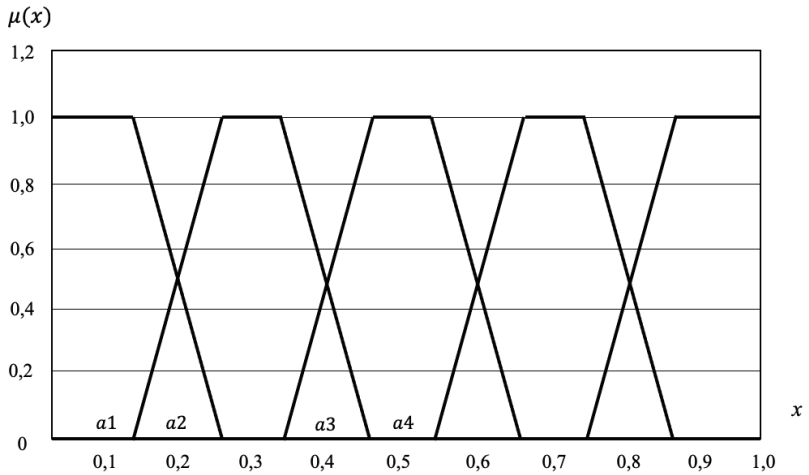


Рис. 2.2. Система трапецієвидних функцій приналежності на 01-носії

$$H : m_2(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0,15 \\ 10(x - 0,25), & 0,15 \leq x \leq 0,25 \\ 1, & 0,25 \leq x < 0,35 \\ 10(0,45 - x), & 0,35 \leq x < 0,45 \\ 0, & 0,45 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2.6)$$

$$C : m_3(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0,35 \\ 10(x - 0,35), & 0,35 \leq x \leq 0,45 \\ 1, & 0,45 \leq x \leq 0,55 \\ 10(0,65 - x), & 0,55 \leq x < 0,65 \\ 0, & 0,65 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2.7)$$

$$B : m_4(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0,55 \\ 10(x - 0,55), 0,55 \leq x \leq 0,65 \\ 1, 0,65 \leq x \leq 0,75 \\ 10(0,85 - x), 0,75 \leq x < 0,85 \\ 0, 0,85 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2.8)$$

$$B : m_5(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0,75 \\ 10(0,75 - x), 0,75 \leq x < 0,85 \\ 0, 0,85 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2.9)$$

У виразах (2.6 – 2.9) всюди стоїть  $x$  – це 01-носій (відрізок)  $[0,1]$  істотної вісі). Стандартний класифікатор здійснює проєкцію нечіткого лінгвістичного опису на 01-носій, при цьому робить це несуперечним засобом, розташовуючи симетрично вузли класифікації (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9). У цих вузлах значення відповідної функції приналежності дорівнює одиниці, а усіх інших функцій – нулю. Невпевненість експерта в класифікації зменшується (збільшується) лінійно з видаленням від вузла (з наближенням до вузла відповідно); при цьому сума функцій приналежності в усіх точках носія дорівнює одиниці.

Побудований класифікатор є різновидом так званої «сірої» шкали Поспелова, яка являє собою полярну (опозиційну) шкалу, у якій перехід від властивості  $A^+$  до властивості  $A^-$  (наприклад, від властивості «великий будинок» до властивості (будинок середнього розміру» лінгвістичної змінної «розмір будинку») відбувається плавно, поступово. Подібні шкали задовольняють:

- взаємній компенсації між властивостями  $A^+$  та  $A^-$  (чим в більшому ступені проявляється  $A^+$ , тим в меншому ступені проявляється  $A^-$ , та навпаки);

- наявності нейтральної точки  $A_0$ , яка інтерпретується як точка найбільшої суперечки, у якій обидві властивості присутні в рівному ступені (наприклад, коли будинок здається одночасно й великим, й середнім за розмірами).

У разі нашого нечіткого класифікатора абсциси нейтральних точок на 01-носії: (0.2, 0.4, 0.6, 0.8). З того виходить, що здійснюється перехід від якісного опису рівня параметра до стандартного кількісного виду відповідної функції приналежності (трапецієвидне число). Таке уявлення в моделі виявляється найбільш оптимальним. Аналогічний класифікатор, звісно, можна було б побудувати й на гладких функціях приналежності дзвоноподібного виду, але дане ускладнення виявляється недоцільним для поставлених цілей.

Далі слід розглянути порядок побудови схеми вагових значень Фішберна. Як відомо [13], системі системи спадаючої переваги  $N$  альтернатив найкращим чином відповідає система зменшуваних за правилом арифметичної прогресії ваг:

$$p_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N}, \quad i = 1 \dots N, \quad (2.10)$$

у системі байдужих одна одній  $N$  альтернатив – набір рівних ваг:

$$p_i = N^{-1}, \quad i = 1 \dots N. \quad (2.11)$$

З рівнянні (2.10) можна побачити, що ваги Фішберна – це раціональні дроби, у знаменнику яких стоїть сума арифметичної прогресії  $N$  перших членів натурального ряду із кроком 1, а у чисельнику – спадаючі на 1 елементи натурального ряду, від  $N$  до 1 (наприклад,  $3/6$ ,  $2/6$ ,  $1/6$ , у сумі одиниця), тобто перевага по Фішберну виражається у спаданні на одиницю чисельника раціонального дроби вагового коефіцієнта більш слабкої альтернативи.

Щоб знайти набір ваг Фішберна для змішаної системи переваг, коли, поряд із перевагами, до системи входять відношення байдужості, необхідно визначити чисельники  $g_i$  раціональних дроби за рекурсивною схемою:

$$r_{i-1} = \begin{cases} r_i, F_{i-1} \approx F_i \\ r_i + 1, F_{i-1} > F_i \end{cases} \quad r_N = 1, \quad i = N \dots 2. \quad (2.12)$$

Тоді сума отриманих чисельників й є загальним знаменником дробів Фішберна:

$$K = \sum_{i=1}^N r_i \quad (2.13)$$

й

$$p_i = r_i / K \quad (2.14)$$

Можна переконатися, що від співвідношень (2.12)-(2.14) можна легко перейти до приватних випадків (2.10) та (2.11). Дійсно, якщо в систему входять тільки відношення переваги, то виконується:

$$r_N = 1, \quad r_{i-1} = r_i + 1, \quad K = 1 + 2 + \dots + N = N(N + 1)/2, \quad (2.15)$$

що одночасно відповідає (2.9) та (2.13). В іншому випадку, якщо в систему входять тільки відношення байдужості, то:

$$r_N = 1, \quad r_{i-1} = r_i, \quad K = 1 + 1 + \dots + 1 = N, \quad (2.16)$$

що одночасно відповідає (2.11) та (2.14).

Таким чином, запропонована система ваг Фішберна для змішаних систем переваг є несуперечливою та узагальнює приватні випадки відомих систем (2.10) та (2.11). Для ілюстрації в таблиці 2.7 зведені дроби Фішберна для усіх змішаних систем відносин переваг при  $N = 2 \dots 4$ .

Таблиця 2.7 - Система вагових значень Фішберна

$N$	$\Phi$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$
2	$F_1 \approx F_2$	1/2	1/2	-	-
	$F_1 > F_2$	2/3	1/3	-	-
3	$F_1 \approx F_2 \approx F_3$	1/3	1/3	1/3	-
	$F_1 > F_2 \approx F_3$	2/4	1/4	1/4	-
	$F_1 \approx F_2 > F_3$	2/5	2/5	1/5	-
	$F_1 > F_2 > F_3$	3/6	2/6	1/6	-
4	$F_1 \approx F_2 \approx F_3 \approx F_4$	1/4	1/4	1/4	1/4
	$F_1 > F_2 \approx F_3 \approx F_4$	2/5	1/5	1/5	1/5
	$F_1 \approx F_2 > F_3 \approx F_4$	2/6	2/6	1/6	1/6
	$F_1 \approx F_2 \approx F_3 > F_4$	2/7	2/7	2/7	1/7
	$F_1 > F_2 > F_3 \approx F_4$	3/7	2/7	1/7	1/7
	$F_1 > F_2 \approx F_3 > F_4$	3/8	2/8	2/8	1/8
	$F_1 \approx F_2 > F_3 > F_4$	3/9	3/9	2/9	1/9
	$F_1 > F_2 > F_3 > F_4$	4/10	3/10	2/10	1/10

Усього нараховується варіантів систем переваг  $2N-1$  для кожного числа  $N$  співставних альтернатив.

Та, на кінець, коли по кожному показнику ( $F^*.I...F^*.N$ ) на обраному підрівні (\*) ієрархії  $G$  виду (2.7) відомі лінгвістичні оцінки  $L=(L^*.I...L^*.N)$ , а також визначена система ваг Фішберна  $P=(p^*.I...p^*.N)$  на основі системи переваг  $\Phi$  виду (2.6), тоді показник підрівня  $F^*$  характеризується своєю лінгвістичною оцінкою, що визначається функцією приналежності на 01-носії  $x$ :

$$M_*(x) = \sum_{i=1}^N M_{*,i}(x) \times p_1, \quad (2.17)$$

де  $\mu_{*,1}(x) =$

$$\begin{cases} (6.1), \text{ якщо } L_{*,i} = \text{"дуже низький"} \\ (6.2), \text{ якщо } L_{*,i} = \text{"низький"} \\ (6.3), \text{ якщо } L_{*,i} = \text{"середній"} \\ (6.4), \text{ якщо } L_{*,i} = \text{"високий"} \\ (6.5), \text{ якщо } L_{*,i} = \text{"дуже високий"} \end{cases} \quad (2.18)$$

Співвідношення (2.17) – це OWA-оператор Ягера, при цьому оскільки функції приналежності (2.18) мають трапецієвидну форму, то і лінійна суперпозиція (2.17) є трапецієвидним нечітким числом (що легко можна доказати при використанні сегментного правила обчислень). Відповідно, можна звести операції з функціями приналежності до операцій з їх вершинами. Якщо позначити трапецієвидне число (2.18) як  $(a_1, a_2, a_3, a_4)$ , де  $a_i$  відповідає абсцисам вершин трапеції, то виконується:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^N p_i(a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{i4}) \\ = & \left( \sum_{i=1}^N p_i \cdot a_{i1}, \sum_{i=1}^N p_i \cdot a_{i2}, \sum_{i=1}^N p_i \cdot a_{i3}, \sum_{i=1}^N p_i \cdot a_{i4} \right). \end{aligned} \quad (2.19)$$

Отриману функцію вигляду (2.17) необхідно лінгвістично розпізнати, щоб напрацювати судження про якісний рівень показника  $F^*$ . Для цього необхідно співвіднести отриману функцію  $\mu_*(x)$  та функції  $\mu_i(x)$  вигляду (2.9). Якщо:

$$(\forall x \in [0,1]) \sup \min (\mu_*(x), \mu_i(x)) = 0, \quad (2.20)$$

то рівень показника  $F^*$  однозначно не розпізнається як рівень, якому відповідає  $i$ -та «еталонна» функція приналежності. Стовідсоткове розпізнавання настає, якщо виконується:

$$(\forall x \in [0,1]) \min (\mu_*(x), \mu_i(x)) = \mu_i(x). \quad (2.21)$$

В усіх проміжних випадках необхідно задатися мірою розпізнавання рівня. Такою мірою може бути різновид норми Хеммінга  $v$  [11]. Припустимо, що дані два

трапецієвидних числа  $(a_1, a_2, a_3, a_4)$  та  $(b_1, b_2, b_3, b_4)$  на 01-носії. Тоді ступінь схожості  $v$  двох таких чисел може бути визначена як:

$$0 \leq v = 1 - \max \{|a_1 - b_1|, |a_2 - b_2|, |a_3 - b_3|, |a_4 - b_4|\} \leq 1. \quad (2.22)$$

Таким чином, було здійснено агрегування показників низового рівня ієрархії G й розпізнавання агрегованого фактору за шкалою L вигляду (2.5). Проїшовши послідовно знизу угору за всіма рівнями ієрархії G та застосувавши співвідношення (2.17)-(2.22), у підсумку отримаємо функцію приналежності фактору  $F_0$  та лінгвістичну інтерпретацію рівня цього фактору, що супроводжується ступенем схожості виду (2.22).

Сама ж оцінка комерційного потенціалу бізнес-цілі та її лінгвістична оцінка на пряму виходять із попереднього викладення. Якщо співставити лінгвістичні змінні «Рівень фактору  $F_0$ » та «Комерційний потенціал бізнес-цілі», то можна встановити взаємно однозначну відповідність вигляду (табл. 2.8).

При цьому лінгвістична змінна «Комерційний потенціал бізнес-цілі» також може бути описана стандартним п'ятирівневим 01-класифікатором (рис. 2.2), як й лінгвістична змінна «Рівень фактору».

Таблиця 2.8 - Відповідність лінгвістичних змінних

Термножини	Рівень фактору $F_0$	Комерційний потенціал бізнес-цілі
1	ДН	Дуже низький
2	Н	Низький
3	С	Середній
4	В	Високий
5	ДВ	Дуже високий

Таким чином, запропонована методика дозволить у максимальному ступені використати при відборі бізнес-цілі відношення й висловлювання професійної

мови, знижуючи чутливість оцінки до малих відхилень факторів, підвищуючи її достовірність. У випадку застосування нечітких методів у процесі прийняття рішень на високотехнологічному виробництві, на відміну від існуючих, з'являється можливість активного використання нечітких оцінок, різних точок зору осіб, що здійснюють планування або приймають рішення, а також нечіткої інформації, що висловлена словами.

### *Література до п. 2.1:*

1. Атре Ш. структурный подход к организации баз данных: Перевод с англ. Москва: Финансы и статистика? 1983. 317 с.
2. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. 3-е издание. Москва: Наука, 1978. 399 с.
3. Кисилева Е.М., Притоманова О.М., Журавель С.В. Оценка инвестиционной привлекательности стартапов на основе нейронечетких технологий. *Проблемы управления и информатики*, 2016. №5. С.123-143.
4. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. Москва: Радио и связь, 1983. 432 с.
5. Леунг И. Разделение на торговые зоны в нечетких условиях. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения. Под ред. Р.Р. Ягера: Перевод с англ. Москва: Радио и связь, 1986. С.339-349.
6. Модели управления проектами в нестабильной экономической среде: монография. Под ред. Ю. Лысенко. Донецк: Юго-Восток, 2009. 354 с.
7. Недосекин А.О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами. *Аудит и финансовый анализ*. 2000. №2.
8. Недосекин А.О. Нечеткий финансовый менеджмент. Москва: Аудит и финансовый анализ, 2003. 243 с.
9. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. СПб.: Сезам, 2002.
10. Недосекин А.О. Комплексная оценка риска банкротства корпорации на основе нечетких описаний.



11. Рыжов А.П. Элементы теории нечетких множеств и измерения нечеткости. Москва: Диалог – МГУ, 1998. 186 с.
12. Стратегія розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року. Урядовий кур'єр, 2019. №143. С. 9-10.
13. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений: Перевод с англ. Москва: Наука, 1978. 330 с.
14. Циганок В.В., Роїк П.Д. Метод визначення та підвищення узгодженості експертних оцінок за підтримання прийняття групових рішень. Системні дослідження та інформаційні технології, 2018. №3. С.110-121.
15. Чернов В.Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств. Москва: Горячая линия – Телеком, 2007. 312 с.
16. Chiang A. Fundamental Methods of Mathematical Economics. 3th ed. McGraw-Hill, 2000. 780 p.
17. Dougherty C. Introduction to econometrics. 6<sup>th</sup> ed. Oxford univ. press, 2000.
18. Sydsaeter K., Hammond P. Essential Mathematics for Economic Analysis. Prentice Hall, 2002. 684 p.

## **2.2 Уточнення процесу формалізації для моделей економічної динаміки при дослідженні розвитку організаційно-технологічних систем**

Сучасне високотехнологічне виробництво у змозі існувати та успішно конкурувати на ринку лише за умов постійного розвитку та адаптації до умов ведення бізнесу, що швидко змінюється. Це означає, що менеджмент, який планує та досягає визначених цілей, постійно зіштовхується з відповідними управлінськими проблемами: як спланувати розподіл робіт у часі, як розподілити ресурси, як забезпечити досягнення необхідної якості, як організувати своєчасний і

об'єктивний контроль над процесом реалізації робіт тощо. Такі завдання постійно ускладнюються, так як з'являються неочікувані проблеми, що пов'язані як з розвитком технологій, так і з появою нових організаційних можливостей з підвищення гнучкості та адаптованості систем управління.

Необхідність у застосуванні науково обгрунтованих методів управління, які спрямовані на забезпечення стабільного функціонування організаційно-технологічних систем високотехнологічних підприємств з визначеним рівнем ефективності, виникає у процесі подальшого розвитку ринкових відносин в країні. Сьогодні відбувається переорієнтація досліджень з процесів стабілізації на процеси самоорганізації, зі стабільності в область нерівноважної поведінки, з безперервності на стрибки, з детермінізму на вивчення невизначеностей і розумне співвідношення детермінованих методів і статистичних законів, що у підсумку визначають сучасний напрям розвитку економічної науки [1, с. 7].

При створенні та розвитку сучасних організаційно-технологічних систем необхідно проводити якісний аналіз рішень змістових моделей у якості передпланових досліджень, а також враховувати факт застосування теорії двоїстості. Необхідним є додаткові пояснення доказу теорії про магістралі в динамічній моделі Леонтьєва з обговоренням змістовного сенсу цього важливого результату. Поряд з класичним застосуванням використання теорії двоїстості – доказом теореми фон Неймана про матричні ігри – можливо наводити факти про якість множини рішень в іграх кількох осіб і при цьому використанні теорії двоїстості повинно бути якомога простим. Необхідним також вважаємо використання доказу теореми Перрона-Фробеніуса про якість невід'ємних матриць. У цілому необхідним, у зв'язку з ускладненням проблем, що пов'язані з розвитком технологій, вважається для ефективного управління організаційно-технологічними системами перехід підприємств до більш прогресивних структур управління: самокерованим командам, саморегулюючим організаційним структурам. При

цьому різко зростає роль координації в управлінні складними системами, що викликає забезпечення узгодженості роботи автономних підрозділів.

Під час роботи над даним дослідженням авторами були проаналізовані праці слідуючих фахівців: в першу чергу наукові напрацювання колективу співробітників НДІ проблем економічної динаміки [1;2], який очолював Ю. Лисенко, та роботи яких базувалися на методології моделювання життєздатних систем – VSM (від англ. Viable System Model), що у 1950-х рр. була запропонована С. Біром; В. Альсевич [3], С. Ашманов [4], М. Блауг [5], С. Веретюк, В. Пілінський, Ю. Буценко [6], В. Вишневський [7], О. Гаркушенко [8], Ю. Даниленко [9], С. Князев [7;8], Л. Коршевнюк [10], Б. Муртаф [11], М. Потьомкін, О. Дублян, Р. Хомчак [12], Г. Шпакова [13].

В умовах оперування невизначеністю при моделюванні життєздатних систем Т. Тищук виділяє методи, які засновані на теорії чутливості, інтервальной математиці, теорії ігор, теорії ймовірностей, теорії інформації та принципах імітаційного моделювання [20, с. 61]. Але при цьому попереджає: «Існуючі методи, які використовуються для уявлення, оперування та інтерпретації невизначеностей, орієнтовані, в основному, на види невизначеностей, що пов'язані з випадковістю процесів, які аналізуються, і не завжди дозволяють коректно моделювати невизначеність пов'язану з перевагами, протиріччями та складністю інформації, суб'єктивні та конфліктуючі дані та ін. Необхідні додаткові інструменти обліку невизначеностей в моделях управління ...» [2, с. 73]. А. Мадих узагальнює загальносистемні характеристики підвищення ефективності адаптивного управління економічною системою, а саме її: гомеостазу, як можливість підтримувати значення змінних станів системи у заданих обмеженнях [1, с. 61]; стійкості, як відновлення шляхом гасіння коливань [1, с. 65]; гнучкості, як визначення можливих діапазонів зміни керованих параметрів [1, с. 65] і умови її ефективного управління [1, с. 71]; маневрованості, як здібності системи своєчасного відреагування на зміни зовнішніх і внутрішніх умов її функціонування

[1, с. 72]; стійкості, як здібності системи підтримувати оптимальну траєкторію розвитку [1, с. 80]; надійності, як здібності системи зберігати свої найбільш суттєві якості [1, с. 83]; живучості, як здібність системи до збереження своїх основних функцій та своєї місії [1, с. 86]. С. Ашманов, розглядаючи динамічну модель леонтєвського типу (формула (9) [4, с. 146]), звертається до теореми о магістралі для динамічної моделі планування промислового виробництва [4, с. 146–157]. У своїй праці автори [6] на основі модифікації логістичного рівняння за умов впливу потоку інновацій отримали еволюційне рівняння, яке описує динаміку розвитку технічної системи. На підставі отриманих математичних результатів вони оперують трьома показниками технологічного інноваційного розвитку: інтенсивність впровадження нових технологій, потенціал інновацій (або нові технології) та швидкість впровадження [6, с. 104].

Вітчизняні військові фахівці приділяють увагу багатокритеріальним системам підтримки прийняття рішень, характерних для багатокритеріальної оптимізації, коли потрібно проаналізувати скінчену множину альтернатив, характеристики яких задано в табличній формі [12, с. 141–142]. Зазвичай вони складаються з трьох основних частин: модуля управління, модуля інтерфейсу, модуля розрахунків. В. Вишневський і С. Князев роблять наголос на тому, що Україні необхідно підвищувати ступінь готовності до прискореного розвитку смарт-промисловості (Індустрії 4.0) зважаючи на те, що її традиційна індустрія знаходиться на сьогодні у кризовому стані, а нова «розумна» промисловість ще не отримала належної уваги з боку держави [7, с. 55]. Г. Шпакова на прикладі будівництва розглядає фактори, які формуються в результаті поліморфізму складових системи «економіка – екологія – соціум», і робить спробу вирішити проблему пошуку «... оптимальних економічних механізмів раціонального використання природного капіталу планети в людській діяльності за умови збереження довкілля на існуючому рівні та відтворення втраченого в випадках, коли це ще можливо зробити» [13, с. 68–69]. У підсумку вона формує модель циклу

біосферосумісного виробництва, де кінцевим блоком є «науково-технологічна трансформація» [13, с. 70]. О. Гаркушенко та С. Князев формують вимоги щодо удосконалення економіко-математичних моделей визначення впливу інформаційно-комунікаційних технологій на виробництво на основі аналізу переваг та недоліків наявних моделей впливу комп'ютерної техніки програмного забезпечення на результати виробництва з урахуванням особливості розвитку таких технологій [8, с. 5]. Ю. Даниленко наполягає на вивченні історіографії інновацій та відстеженні послідовності етапів розвитку інноваційних процесів, що дає можливість появи на підприємствах сучасних інноваційних моделей, а це, у свою чергу, дозволяє створювати умови для розвитку навичок, необхідних для впровадження інновацій у будь-якому контексті [9, с. 15]. Л. Коршевнюк вважає, що перспективним напрямом системних досліджень є методологічна інтеграція технологій штучного інтелекту та процедур системного аналізу [10, с. 22].

Основною проблемою використання багатосекторних моделей економічної динаміки є велика розмірність оптимізаційних завдань, що виникають. Це перешкоджає безпосередньому застосуванню відомих обчислювальних процедур вирішення завдань лінійного програмування. Разом з цим не слід забувати про проблему призначення цільового функціоналу, вибір якого визначає вибір оптимальної траєкторії, отже, і напрями розвитку об'єкта, що моделюється, тобто організаційно-технологічної системи. Саме у зв'язку із зазначеними складнощами виник інтерес фахівців до якісних методів дослідження оптимальних траєкторій у надії на те, що отримані при цьому теоретичні висновки допоможуть у прийнятті конкретних планових рішень. Були отримані результати, що призводять до важливих змістових наслідків. Ми маємо на увазі так звану магістральну теорію. Магістральна теорія стала логічним розвитком моделі економіки, що розширюється, ідея якої була запропонована П. Самуельсоном (1958 р.). Якщо сталося так, що початкове значення вектора інтенсивності лежить на стаціонарній траєкторії (що називається промінем Неймана), то у подальшому економіка вже не

буде видхилятися від з цього проміня. Однак такий випадок є виключним. У такому випадку вирішується задача лінійного програмування на максимум цільової функції за обмеженнями та двоїста до неї задача на мінімум для цін (Ozlib.com).

Для ілюстрації основних понять і висновків магістральної теорії слід розглянути оптимізаційну задачу моделі фон Неймана:

$$\begin{aligned} & \max(c, x_t), \\ Ax_T &= Bx_{t-1}, t = 1, 2, \dots, T. \end{aligned} \quad (2.23)$$

Зі змістовної точки зору задачу (2.23) можна інтерпретувати таким чином: задані технологія  $(A, B)$ , вектор  $Bx_0$  початкового стану моделі та деякий вектор  $q \in R^n$  цін на товари. Потрібно знайти таку траєкторію  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , щоб вартість  $\langle q, Bx_T \rangle$  набору товарів  $Bx_T$ , випущених організаційно-технологічною системою в останньому плановому періоді  $T$ , була найбільшою. У виразі (2.23) закладаємо:  $c=qB$ .

Цільовий функціонал, подібний до того, що фігурує у виразі (2.23), називається термінальним – його значення залежить тільки від стану моделі в кінцевий (термінальний) момент проміжку часу, що розглядається.

Звернемо увагу, що у нерівності (2.23) не виділяється спеціально умови невід’ємності змінних  $x_t$ , оскільки їх можна включити до числа основних обмежень.

Будь-яку послідовність векторів  $x_t \in R^n, t = 1, 2, \dots, T$ , що задовольняють обмеженням задачі (1), назвемо траєкторією. Будь-яку траєкторію, що доставляє найбільше можливе значення цільового функціоналу, назвемо оптимальною.

Нехай пара  $(\bar{x}, \bar{\lambda})$  задає стаціонарну траєкторію інтенсивностей моделі Неймана [3, с. 177]  $(A, B)$ , тобто

$$A\bar{x} \leq \bar{\lambda}B\bar{x}, \quad (2.24)$$

де  $\bar{\lambda} > 0$ ,  $\bar{x} \neq 0$ . Вважатимемо, що  $\bar{x}$  – єдине з точністю до скалярного множника рішення системи нерівностей (2.24).

Введемо у простір  $R^m$  векторів інтенсивностей  $x$  квазиметрику  $\rho$ , поклавши для будь-яких  $x, y \in R^m, x \neq 0$ . Тобто:

$$\rho(x, y) = \left| \frac{x}{\|x\|} - \frac{y}{\|y\|} \right|. \quad (2.25)$$

Число  $\rho(x, y)$  служить мірою «кутової» відстані між векторами  $x, y$ , що проілюстровано на рис. 2.3, де зображена сфера одиничного радіусу у просторі  $R^2$ . Точка  $M$  збігається із вектором  $\frac{x}{\|x\|}$ , точка  $N$  – із вектором  $\frac{y}{\|y\|}$ . Довжина відрізка  $MN$  є число  $\rho(x, y)$ .

Відзначимо очевидні властивості квазиметрики  $\rho$ :  $\rho(x, y) = 0$  тоді тільки тоді, коли вектори  $x, y$  колінеарні;  $\rho(\alpha x, \beta y) = \rho(x, y)$  для всіх  $\alpha, \beta > 0$ ; якщо  $\lim_{k \rightarrow \infty} x_k = x \neq 0, \lim_{k \rightarrow \infty} y_k = y \neq 0$ , то  $\lim_{k \rightarrow \infty} \rho(x_k, y_k) = \rho(x, y)$  (безперервність).

Основний висновок магістральної теорії стосується оптимальних траєкторій і свідчить, що такі траєкторії групуються біля променя, що визначається вектором  $\bar{x}$ .

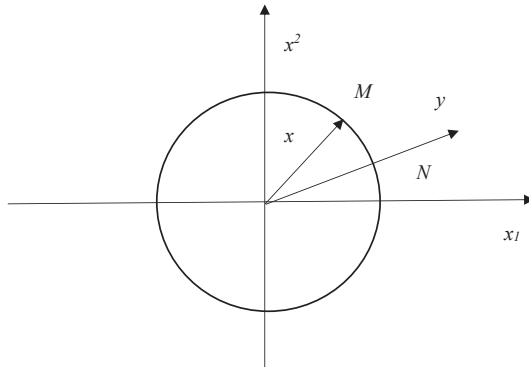


Рис. 2.3. Геометрична інтерпретація «кутової» відстані між векторами

Визначення 1. Скажімо, що промінь  $x$  є магістраллю для задачі (1), якщо для будь-якого  $\varepsilon > 0$  є такі числа  $T_1(\varepsilon)$  і  $T_2(\varepsilon)$ , що для будь-якої оптимальної траєкторії  $\{x_t\}$  виконуються умови:  $\rho(x_t, \bar{x}) < \varepsilon$  для всіх  $t, T_1(\varepsilon) < t < T - T_2(\varepsilon)$ .

Твердження, яке встановлює наявність магістралі для оптимізаційної задачі виду (2.23), називається теоремою про магістраль.

Обговоримо змістовні висновки, що випливають з того, що будь-яка модель має магістральну властивість. Спочатку наведемо образну інтерпретацію, що належить Дорфману, Самуельсону та Солоу (М. Блауг наполягає розглянути розширену трактовку лінійного програмування у книзі Р. Дорфмана, П. Самуельсона та Р. Солоу «Linear Programming and Economic Analysis» у розділах 6, 7 і 8 [5, с. 458]). Припустимо, що хтось хоче проїхати великим містом з пункту А в пункт Б. Якщо пункти А і Б розташовані недалеко один від одного, то, швидше за все, найшвидший шлях – це найкоротший. Однак якщо відстань між А і Б велика, то найшвидший шлях виявляється найчастіше таким: треба з А виїхати на одну з великих міських магістралей, де середня швидкість руху досить велика, не бентежачись тим, що ми, можливо, рухаємось у бік від мети Б, по цій магістралі наблизитись, наскільки можливо, до пункту Б і потім тільки з неї згорнути. Саме так виник науковий термін «магістраль».

Значення існування магістралі  $\bar{x}$  у задачі (2.23) полягає в тому, що постійний промінь  $\bar{x}$  як би здійснює апроксимацію оптимальних траєкторій. Якщо задано число  $\varepsilon > 0$  та проміжок планування  $T$  досить великий (багато більше, ніж  $T_1(\varepsilon) + T_2(\varepsilon)$ ), то «майже весь час» будь-яка оптимальна траєкторія  $\{x_t\}$  йде вздовж променя  $\bar{x}$ , зберігаючи майже постійними пропорції в інтенсивності використання різних виробничих процесів. Тут доречно звернути увагу на той важливий факт, що числа  $T_1(\varepsilon)$  і  $T_2(\varepsilon)$  у визначенні магістралі не залежать від величини планового горизонту  $T$ .



Дуже важливою є та обставина, що магістраль  $\bar{x}$  виявляється мало чутливою до зміни коефіцієнтів цільового функціоналу  $\{c, x\}$ . Характерний такий стан справ, коли промінь  $\bar{x}$  продовжує залишатися магістраллю при широких варіаціях вектора  $c$ .

Отже, теореми про магістралі описують властивості інваріантності оптимальних траєкторій екстремальних динамічних завдань виду (2.23) стосовно призначення цільового функціоналу  $c$  і до вибору найоптимальнішої траєкторії.

З практичної точки зору висновки теорем про магістралі призводять до важливих наслідків. У тих випадках, коли немає можливості безпосередньо обчислити оптимальну траєкторію внаслідок великої розмірності задачі, а також якщо немає впевненості в точності вибору цільового функціоналу, при прийнятті планових рішень на кожному кроці можна орієнтуватися на промінь  $\bar{x}$ : намагатися змушувати всі галузі працювати з інтенсивностями, пропорції яких близькі до  $\bar{x}$ . Наочніше це можна спостерігати під час якісного дослідження траєкторій  $\pi$ -моделі.

Визначення 2. Промінь  $\bar{x}$  називається слабкою магістраллю для задачі (2.23), якщо для будь-якого  $\varepsilon > 0$  існує таке число  $Q(\varepsilon)$ , що для будь-якої оптимальної траєкторії  $\{x_t\}$  нерівність  $\rho(x_t, \bar{x}) < \varepsilon$  порушується не більше ніж для  $Q(\varepsilon)$  індексів  $1 = t = T$ , причому число  $Q(\varepsilon)$  залежить від довжини планового періоду  $T$ .

Зрозуміло відмінність слабкої магістралі від магістралі: у визначенні останньої явно потрібно, щоб близькість оптимальних траєкторій до променя  $\bar{x}$  могла порушуватися лише на початку та наприкінці планового періоду, тоді як у визначенні слабкої магістралі обмежується лише кількість таких порушень. Магістраль є слабкою магістраллю: досить покласти  $Q(\varepsilon) = T_1(\varepsilon) + T_2(\varepsilon)$ .

На сьогоднішній день існує велика наукова література, яка присвячена дослідженню магістрального ефекту для різних моделей економічної динаміки [2;3].

Розглянемо екстремальну задачу безпосереднього динамічного аналога моделі Леонтьєва. Ця конструкція є спрощенням моделі, розглянутої М. Моришиною, а доказ теореми про магістралі є виправленим доказом Моришими

[3, с. 194]. (М. Блауг взагалі робить наголос: «Слід відмітити, що значна частина книги М. Моришими присвячена доказу обґрунтованості того, що він називає «фундаментальною маркетинговою теоремою», згідно з якою норма прибутку у ціновому виразі позитивна у капіталістичній економіці тоді й тільки тоді, коли норма додаткової цінності, яка виражена величиною робочого часу, також позитивна; це, як відмічає М. Моришима, є правильним математичним формулюванням, до якого фактично прагнув К. Маркс» [5, с. 267]).

Розглядається  $n$  чистих галузей,  $A$  –  $n \times n$  матриця міжгалузевого балансу, отже для реалізації вектору валового випуску  $x \in R_+^n$  необхідно зробити витрати, що описуються вектором  $Ax$ . Передбачається, що валовий випуск  $x_{t-1}$ , який здійснений у період  $[t-2, t-1]$ , може бути використаний як запас сировини для виробництва в період  $[t-1, t]$ . Таким чином, приходимо до наступного динамічного завдання з термінальним цільовим функціоналом:

$$\max \langle c, x_t \rangle,$$

$$Ax_t \leq x_{t-1}, x_t \geq 0, t = 1, 2, \dots, T, \quad (2.26)$$

де  $x_0$  – початковий запас товарів.

Розглянемо задачу (2.23) як стандартне завдання лінійного програмування [11]. Розглянемо у більш докладному вигляді матрицю обмежень:

$$\mathcal{R} = \begin{bmatrix} A & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ -I & A & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -I & A & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -I & 0 \end{bmatrix}. \quad (2.27)$$

Тут кожен символ  $A$ ,  $-I$ ,  $\theta$  означає квадратну  $n \times n$  матрицю. Вектор правої частини обмежень дорівнює  $\tilde{b} = (x_0, 0, \dots, 0)$ . Вектор коефіцієнтів лінійної форми має вигляд  $\tilde{c} = (0, 0, \dots, 0, c)$ .

У матричному вигляді завдання (1) записується так:

$$\begin{aligned} \max & \langle \tilde{c}, x_t \rangle, \\ \mathcal{R}x & \leq \tilde{b}, x \geq 0, \end{aligned} \tag{2.28}$$

де  $x = (x_1, x_2, \dots, x_T) \in R^{nT}$ .

Побудуємо подвійну задачу:

$$\begin{aligned} \min & \langle \tilde{b}, p \rangle, \\ p\mathcal{R} & \leq \tilde{c}, p \geq 0, \end{aligned} \tag{2.29}$$

де  $p = (p_1, p_2, \dots, p_T)$ . Розпишемо двоїсту задачу докладніше:

$$\begin{aligned} \min & \langle x_0, p_1 \rangle; \\ p_t A & \geq p_{t+1}, t = 1, 2, \dots, T-1; \\ p_T A & \geq c, p_t \geq 0, t = 1, 2, \dots, T. \end{aligned} \tag{2.30}$$

Щодо параметрів задачі (2.23) припускатимемо наступне:  $A \geq \theta$ , нерозкладна та примітивна;  $c > 0$ ,  $x_0 > 0$ .

Нехай  $\bar{\lambda}$ ,  $\bar{x}$  – відповідно число та правий вектор Фробеніуса матриці  $A$ .

Основою доказу теореми про магістраль для моделі (2.26) є властивість стійкості примітивних матриць. Тут ми переформулюємо цей факт у кількох інших термінах.

Якісний опис оптимальних траєкторій у задачах економічної динаміки належало до випадку, коли цільова функція термінальна – її значення залежить від стану організаційно-технологічної системи в останній момент планового періоду. При розгляді інтегрального цільового функціоналу виникають дві нові обставини.

Перша з них пов'язана з проблемою порівняння цінності споживчих благ (товарів) у різні моменти часу. Прийнято вважати, що набір товарів  $x$  має велику цінність для споживача в даний час  $t = 0$ , ніж можливість отримати таку ж або навіть дещо більшу кількість товарів у майбутньому. В економічній науці проблема порівняння товарів, грошей у різні моменти часу вирішується за допомогою так званого коефіцієнта дисконтування  $\beta$ . Зазвичай передбачається  $\beta < 1$ , та споживча цінність набору товарів  $x$  у момент часу в майбутньому вважається еквівалентною споживчою цінністю набору товарів  $\beta^t x$  на теперішній час. Зауважимо, що коефіцієнт дисконтування має аналогію із поняттям банківського відсотка.

Другий аспект під час розгляду нетермінальної цільової функції пов'язаний з поняттям економічного горизонту. Незважаючи на те, що вивчається процес планування на кінцевий відрізок майбутнього, проте не слід забувати, що за межами проміжку  $[0, T]$  суспільне виробництво має продовжувати функціонувати і, більш того, на момент  $T$  має бути накопичений певний виробничий потенціал. Особливо це наочно проявляється при вивченні сукупних моделей виробництва та споживання: прагнучи максимізації споживання, можна весь виробничий потенціал «розтратити» в період  $[0, T]$  і до кінця планового проміжку  $T$  опинитися ні з чим.

Розглянемо динамічну модель Леонтьєва з нетермінальною цільовою функцією та обмеженням знизу на випуск наприкінці планового періоду [2, с. 146]:

$$m a x a,$$

$$\begin{aligned} Ax_t &\leq x_{t-1}, t = 1, 2, \dots, T, \\ x_T &\geq \alpha \hat{x}, x_t \geq 0, t = 1, 2, \dots, T, \end{aligned} \quad (2.31)$$

де  $\hat{x} > 0$  – деякий заданий вектор.

З змістовного погляду вектор  $\hat{x}$  можна розглядати як директивне планове завдання, а число  $\alpha$  – як ступінь виконання цього завдання. Інша інтерпретація  $\hat{x}$  полягає у тому, що цей вектор є як би один «комплект», один бажаний набір всіх товарів у певних кількостях, і завдання полягає у плануванні режиму роботи організаційно-технологічної системи в такий спосіб, щоб до кінця планового періоду максимізувати число випущених комплектів. М. Блауг звертає увагу, що «... в системі Леонтьєва, усі фактори, які затребовані для виробництва деякого блага, використовуються у фіксованих пропорціях, і цінність продукції даного сектору повністю вичерпується сукупними його платежами іншим секторам» [5, с. 23]. (Модель В. Леонтьєва (1936 р.) – балансовий аналіз, ціллю якого є збільшення ефективності проведення багатогалузевого господарства, відповідає на питання, який обсяг продукції повинна виробляти кожна із  $n$  галузей, щоб такий обсяг задовольняв всі потреби у продукції, що виробляється. Це і є моделлю міжгалузевої економіки [Вікіпедія]).

Нехай максимально можливе значення  $\alpha$  у виразі (2.31) дорівнює  $\tilde{\alpha}(T)$ . Це означає, що максимально можлива кількість «комплектів»  $\hat{x}$ , яка може бути випущена в останньому періоді  $[T-1, T]$  відрізка часу  $[0, T]$ , що розглядається, дорівнює  $\hat{x}(T)$ .

Припустимо тепер, що нас цікавить також значення певної функції  $u(x_1, x_2, \dots, x_T)$  від векторів валового випуску у кожному періоді. Якщо при цьому постановка оптимізаційної задачі залишиться у формі виразу (2.31), то може виявитися, що на оптимальній траєкторії  $\{x_1, x_2, \dots, x_T\}$  значення функції  $u$  буде мале. Розглянемо іншу постановку оптимізаційної задачі. Якщо послабити вимогу

на кінець планового відрізка  $[0, T]$  і дозволити, щоб в останньому періоді було випущено не максимально можливе число  $\tilde{\alpha}(T)$  «комплектів»  $\hat{x}$ , а дещо менше, наприклад  $\tilde{\alpha}$ , де  $\tilde{\alpha} < \tilde{\alpha}(T)$ , то цим ми допустимо до розгляду більше число траєкторій  $\{x_i\}$ . При цьому можливо вдасться домогтися збільшення значення функцій  $u(x_1, x_2, \dots, x_T)$ . Формалізуємо висловлені міркування щодо застосування до лінійної функції  $u$ .

Розглянемо довільне число  $\mu$ ,  $0 < \mu < 1$ , що не залежить від  $T$ . У якості  $\alpha$  візьмемо будь-яке число, що відповідає умовам  $0 < \tilde{\alpha} \leq \mu \tilde{\alpha}(T)$ . Позначимо через  $\lambda_A, x_A, p_A$  число та (правий та лівий) вектори Фробеніуса нерозкладної примітивної матриці  $A$ .

Нехай задані вектори  $c_1, c_2, \dots, c_T, c_t \in R_+^n$ , які можна, наприклад, трактувати як ціни на товари у відповідні періоди часу. Вважаємо, що всі вони нормовані в такий спосіб:  $\langle c_t, x_A \rangle = \langle p_A, x_A \rangle$ .

Як коефіцієнт дисконтування  $\beta$  візьмемо число  $\lambda_A$ . Це зроблено, з одного боку, для спрощення більшості викладок, з іншого – тому що такий коефіцієнт дисконтування є природним у нашій моделі: число  $\lambda_A^{-1}$  є темпом зростання.

Основна оптимізаційна задача, яку розглянуто, має такий вигляд:

$$\max \sum_{t=1}^T \lambda_A^t \langle c_t, x_t \rangle,$$

$$A x_t \leq x_{t-1}, x_t \geq 0, t = 1, 2, \dots, T, x_T \geq \tilde{\alpha} \hat{x}, \quad (2.32)$$

де  $x_0 > 0, \hat{x} > 0, A$  – примитивна матриця.

При цьому виявляється, що справедлива така теорема, що встановлює достатні умови існування магістралі розвитку організаційно-технологічної системи: за описом припущень вектор Фробеніуса  $x_A$  матриці  $A$  є магістраллю для задачі (2.32). (Теорема Перрона–Фробеніуса (1912 р.) – теорема, що описує деякі властивості спектру додатних та невід'ємних квадратних матриць, одним із

твердженнь до яких є: існує власний вектор, що відповідає додатному числу та має строго додатні координати (Вікіпедія). Результати теореми доволі часто використовуються у математичній економіці при дослідженні моделі Леонтева та ін.). Її доказ наведено С. Ашмановим як вирішення задачі лінійного програмування [4, с. 155–156].

Наданий у даній роботі матеріал слугував теоретичним підґрунтям для економіко-математичного моделювання оптимального процесу функціонування організаційно-технологічної системи з випуску високотехнологічної продукції (внутрішньогосподарська фірма «Електрон») на ПАТ «Одеський завод радіально-свердильних верстатів» – оброблюваних центрів моделі ОС-1000ПМФ4 і гнучких виробничих модулів ГПМ-400ПМФ4. Консалтинговий проєкт було здійснено у межах передпланових досліджень проєкту технологічної модернізації основного виробництва цього підприємства з переходом на випуск сучасних металевооброблювальних систем за допомогою програмного забезпечення LP83 [14–17].

Різні компоненти оцінки проєкту зі створення організаційно-технологічної системи взаємопов'язаних електронних таблиць, набір яких водночас є єдиною базою даних, на основі якої можуть бути сформовані різні конкретні моделі (системи моделей) (рис. 2.4), у яких представлено:  $I$  – множина найменувань ресурсів;  $J$  – сукупність нових технологій; технологічна матриця  $T$ , яка дозволяє описувати різні умови одержання доступу до ресурсів та їх використання, а також процесу виробництва (технологічної переробки) та реалізації продукції; матриця  $A$ , яка описує ринки продукції, сировини та матеріалів, нових технологій, трудових ресурсів; матриці  $Z$  та  $L$ , які визначають систему економічних характеристик умов виробництва та реалізації продукції, сюди можуть входити поточні виробничі витрати на діючих технологіях, аналогічні проєктні показники нових технологій, що вводяться, питомі капітальні вкладання та можливі ціни сировини та матеріалів у постачальників;  $N$ ,  $P$  – найменування внутрішньовиробничих постачальників

матеріалів та споживачів готових виробів; транспортні фактори відображені в наборі таблиць, склад яких може змінюватись у залежності від постановки задачі; вид транспорту характеризується матрицею відстаней  $S$ , яка описує мережу (у мережній чи матричній формах), та матрицею формування тарифів (наприклад, в залежності від дальності перевезень).

	Назви нових технологій $J$	Назви пунктів вжитку $P$	
Назви ресурсів $I$	Матриця технологічних способів виробництва продукції $T$	Матриця потреб у готовій продукції $A$	Опис типів обмежень $L$
Назви пунктів виробництва $N$	Матриця поточних цін та виробничих витрат $Z$	Матриця відстаней $S$	

Рис. 2.4. Інформаційна модель виробничої задачі організаційно-технологічної системи

Така структуризація інформаційної моделі дозволяє готувати інформацію в змістовій формі, легко перебудовувати модель безпосередньо у ході розрахунків з урахуванням усіх змін, необхідних з точки зору користувача. Алгоритм перетворення систем даних інформаційної моделі в стандартний формат оптимізаційних пакетів дозволяє вирішувати проблему одержання оптимальних рішень системи взаємопов'язаних задач: технологічної – виробничої – виробничо-транспортної на одній базі даних.

Процес перетворення змістової інформації та формування її в форматі MPS з метою оптимізаційних пакетів вимагає уваги через велику кількість логічних операцій. Розроблений алгоритм та комплекс програмного забезпечення дозволяє автоматизувати цей процес. Вони володіють досить високою ефективністю. Наприклад, в моделі технологічної задачі заготівельного виробництва верстатобудівельного підприємства (27 обмежень та 31 змінна) формування MPS-



файла для їх рішення відбувається приблизно за 1–2 хвилини, а вирішення на комп'ютері типу IBM PC за 2–5 хвилин.

Інтерфейс, який використовується, дозволяє передавати інформацію від IBM PC на обчислювальну машину і навпаки. Завдяки цьому система моделей і комплекс програмного забезпечення перетворюється в засіб ухвалення оперативного рішення, що дуже важливо в динамічних умовах переходу до дійсно ринкової економіки, де ведуче місце займають високотехнологічні виробництва.

Зроблена спроба математичного обґрунтування створення, функціонування та розвитку організаційно-технологічних систем у високотехнологічному виробництві на основі використання магістральної теорії за допомогою моделі Леонтьєва та рішення задачі лінійного програмування з практичною апробацією на конкретному машинобудівному підприємстві. Сьогодні великий інтерес викликають внутрішні якості організаційно-технологічних систем, які включають у своєму складі можливість вибору правильного шляху розвитку, протистояти нестабільним коливанням; визначати ступінь узгодженості функціонування окремих підсистем та інші характеристики, що дозволить організаційно-технологічній системі рухатись найбільш ефективним шляхом. Деякі з таких характеристик закладаються у систему ще на передплановій стадії формування її структури та їх зміна пов'язана з достатньо великими інвестиціями. Інші можуть у визначеному ступені змінюватися та удосконалюватися у відповідності з очікуваннями майбутніх періодів.

### *Література до п. 2.2:*

1. *Методология моделирования жизнеспособных систем в экономике:* монографія. Ю.Г. Лысенко и др. Донецк: Юго-Восток, 2009. 350 с.
2. *Модели управления проектами в нестабильной экономической среде:* монографія. Под ред. Ю.Г. Лысенко. Донецк: Юго-Восток, 2009. 354 с.

3. Альсевич В.В. Введение в математическую экономику. Конструктивная теория: учебное пособие. Москва: Едиториал УРСС, 2005. 256 с.
4. Ашманов С.А. Линейное программирование. Москва: Наука, 1981. 340 с.
5. Блауг М. Экономическая мысль в ретроспективе. Пер. С англ. Москва: Дело Лтд, 1994. 720 с.
6. Веретюк С.М., Пілінський В.В., Буценко Ю.П. Модель технологічного розриву між двома незалежними системами. *Актуальні проблеми економіки*. 2018. №2(200). С. 91–107.
7. Вишневський В.П., Князев С.І. Як підвищити готовність промисловості України до смарт-трансформацій. *Наука та інновації*. 2018. №4. Т. 14. С. 55–69. doi: <https://doi.org/10.15407/scin14.04.055>
8. Гаркушенко О.М., Князев С.І. Аналіз економіко-математичних моделей впливу інформаційно-математичних моделей впливу інформаційно-комунікаційних технологій на результати виробництва: чи існує парадокс Солоу? *Наука та інновації*. 2019. №4. Т. 15. С. 5–19. doi: <https://doi.org/10.15407/scin15.04.005>
9. Даниленко Ю.А. Характеристики та класифікації інновацій та інноваційного процесу. *Наука та інновації*. 2018. №3. Т. 14. С. 15–30. doi: <https://doi.org/10.15407/scin14.03.015>
10. Коршевнік Л.О. Системний аналіз: еволюція і перспективи подальшого розвитку. *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2020. №2. С. 7–26. doi: [10.20535/SRIT.2308-8893.2020.2.01](https://doi.org/10.20535/SRIT.2308-8893.2020.2.01)
11. Муртаф Б. Современное линейное программирование. Теория и практика. Москва: Мир, 1984. 224 с.
12. Потьомкін М.М., Дублян О.В., Хомчак Р.Б. Система підтримки прийняття рішень для розв'язання багатокритеріальних задач під час дослідження складних систем. *Кибернетика и системный анализ*. 2020. №2. Т. 56. С. 141–148.

13. Шпакова Г.В. Економічна трансформація моделей виробництва на прикладі біосферосумісного будівництва. *Економіка та держава*. 2020. №2. С. 67–71.
14. LP83. Version 5.0/ Sanset SoftWare, 1985. 156 p.
15. Microsoft FORTRAN. Version 5.0. Microsoft Corp., 1989. 352 p.
16. Supercalc. Version 5.0. References Manual. Computer Associates, 1988. 502 p.
17. Supercalc. Version 5.0. User Guide. Computer Associates, 1988. 163 p.

### **2.3 Імітаційно-оптимізаційне моделювання взаємодії високотехнологічного підприємства і фінансово-кредитної установи**

Будь-який підхід при застосуванні математичних методів у реальних умовах, як і підхід з використанням оптимізації, складається з двох моментів. Перший з них – це побудувати математичну модель, як зробити опис багатоваріантної задачі, як підібрати критерій оптимізації, як зробити його опис і створити можливість отримати кількісне значення цього критерія [12, с. 5]. Другий момент полягає у викладенні існуючих методів вирішення задач.

Принцип оптимального господарювання може бути застосованим у тому випадку, коли ціль і процес будь-якої виробничої діяльності відображені величинами, що вимірюються. Такий принцип вказує на те, що максимум реалізації цілі можливо досягнути таким чином, що за даною витратою необхідних заходів добитися цілі у максимальному ступені. Такий принцип економічності називають принципом найбільшої ефективності. Інший принцип економічності визначається як принцип мінімальної витрати необхідних заходів. У цьому випадку максимум реалізації цілі досягається таким чином, що даний ступінь реалізації цілі потребує

мінімальних витрат запроваджених заходів. Сумісне використання двох вищенаведених принципів скоріше за все призведе до протиріч.

Сфери використання оптимізаційних моделей у промисловості, так і у фінансово-кредитній сфері є у сучасності достатньо звичайним і охоплює широкий спектр функцій управління. Імітаційно-оптимізаційні методи мають багаточисельні використання у різних сферах промисловості, галузях діяльності страхових компаній, банків, у маркетингових організаціях, підприємствах комунального господарства, транспортних агенствах. Враховуючи не дуже вдалий процес реалізації інноваційної моделі розвитку в національній економіці, вважаємо за необхідне в першу чергу звернути увагу на оптимізацію процесів діяльності у високотехнологічному секторі за допомогою співпраці з фінансово-кредитною сферою.

Звернемося до Вікіпедії: високі технології – найновітніші та найпрогресивніші технології сучасності. До високих технологій належать найбільш наукоміські галузі промисловості, а також: мікроелектроніка, програмування, робототехніка, нанотехнології, атомна енергетика, аерокосмічна техніка, біотехнології, фармацевтика, гена інженерія, штучний інтелект. Високі технології дозволяють підвищувати продуктивність праці, забезпечувати лідерство на ринку, зменшувати собівартість виробництва. Відповідно, випереджаючий розвиток технологій дозволяє країнам за рахунок перелічених факторів забезпечувати високий рівень ВВП на душу населення.

Під час проведення цього дослідження авторами були проаналізовані праці таких фахівців: К. Бояринова [1], С. Войтко та К. Куксенко [2], І. Гужва [3], В. Денисюк [4], Ф. Євдокимов і В. Лисяков [5], О. Кузьменко та колеги [7], І. Маркіна [8], В. Мізгулін і колеги [9], І. Одотюк [10], Б. Юхименко [12].

Так, Ф. Євдокимов і В. Лисяков наполягають: «Першорядне значення для запровадження високих технологій належить сукупності основних виробничих фондів і застосування нових технологій, яку можна об'єднати терміном «техніко-

технологічний потенціал підприємства» [5, с. 26]. Аналогічної точки зору дотримується В. Денисюк [4]. С. Войтко та К. Куксенко роблять висновок: «..., що слабкі сторони значною мірою впливають на розвиток сфери Hi-Tech технологій України. Слід зазначити, що високий рівень корупції та слабка матеріально-технічна база вітчизняних підприємств ускладнює динамічний розвиток досліджуваної сфери» [2, с. 95]. І. Маркіна підтверджує: «Реалізація нововведень у господарській практиці промислових підприємств має бути тісно пов'язана з інноваційним підприємництвом» [8, с. 59]. І. Одотюк, підсумовуючи, зазначає: «..., що відзначені економічні реалії розвитку високотехнологічної сфери виробництва та виокремлені недоліки наявної державної системи її регулювання дозволяють характеризувати попередній період інноваційних трансформацій як такий, котрий, з позиції часу, став фактично втрачений для економіки країни» [10, с. 9].

К. Бояринова систематизує у своїй праці відповідність методів управління ризиком у інвестиційно-інноваційних проєктах: внутрішнє середовище підприємства (методи упередження ризику), бізнес-середовище підприємства (методи зниження ризику), зовнішнє економічне середовище підприємства (методи нівелювання негативного впливу ризикових подій) [1, с. 7].

Б. Юхименко стверджує: «У сьогоdnішній час методи оптимізації або іншими словами, знаходження оптимальних рішень, має дуже широке застосування. ... Оптимізація це знаходження всіх максимізуючих або мінімізуючих елементів, що складають сутність системи або об'єкту, що розглядається» [12, с. 9]. В. Мізгулін та його колеги застосовують, наприклад, під час пошуку оптимальної моделі гранулометричного складу матеріалу, вводячи критерій якості моделювання та застосовуючи регресивну модель імітаційного моделювання мікроструктур і 3D-реконструкції [9]. О. Кузьменко з колегами, на основі економіко-математичної моделі кількісного оцінювання та якісної інтерпретації стратегії реформування Національної системи фінансового моніторингу на базі застосування методу цілочислової оптимізації, отримали якісну та кількісну оцінку сценаріїв

реформування цієї системи, що у перспективі надає Україні можливість стати регіональним лідером по боротьбі з фінансовими правопорушеннями [7, с. 11]. І. Гужва на онові використання методів компаративного та ретроспективного аналізів оцінює стан розвитку промисловості України і констатує: «Далеко не всі галузі переробної промисловості змогли переорієнтуватися з ринків СНД на ринки країн ЄС і ЄАВТ навіть в умовах набуття чинності Угоди про асоціацію між Україною та ЄС.» [3, с. 22]; «Питання модернізації та розвитку промисловості України потребує вжиття системи заходів державної політики, спрямованої на надання підтримки вітчизняному виробництву» [3, с. 23].

Однією з особливостей сучасного етапу розвитку української економіки є скорочення державної підтримки інноваційної сфери, тому потрібні кардинальна модернізація систем управління високотехнологічними промисловими підприємствами, їхня переорієнтація на ринкові показники.

Сформуємо та проаналізуємо концептуальну модель управління інноваційною діяльністю високотехнологічного промислового підприємства (ВПП) в умовах взаємодії з фінансово-кредитною установою (ФКУ). Пропонована модель дозволить в агрегованій формі описати основні залежності, що характеризують їхній спільний розвиток. Вона має забезпечувати дослідження таких динамічних характеристик системи (внутрішніх та зовнішніх ситуаційних факторів), що сприяють максимізації ринкової вартості власного капіталу підприємства як узагальнюючого показника ефективності його діяльності.

Розглянемо взаємодію ВПП і ФКУ (рис. 2.5). Як видно зі схеми, ФКУ може виступати у високотехнологічному бізнесі в ролі акціонера та/або кредитора ВПП.

Фінансова взаємодія ВПП та ФКУ є ефективною лише в тому випадку, якщо забезпечує економічні вигоди обом системам. Проведемо математичну формалізацію індивідуальних цілей цих систем.

1. Метою функціонування високотехнологічного промислового підприємства є наявність чи має бути максимізація вартості для власників (акціонерів), тобто економічної вигоди, що вони отримують від вкладення капіталу в це підприємство.

Вартість діючого підприємства ( $V_d$ ) визначатимемо як суму балансової вартості чистих активів, доданої вартості у прогностний період та ліквідаційної вартості у постпрогностний період:

$$V_d = A_{\text{чист.0}} + V_{\text{прог}} + V_{\text{пост}} \quad (2.33)$$

де  $A_{\text{чист.0}}$  – балансова вартість чистих активів підприємства у в даний момент часу (на інтервалі  $t=0$ ).

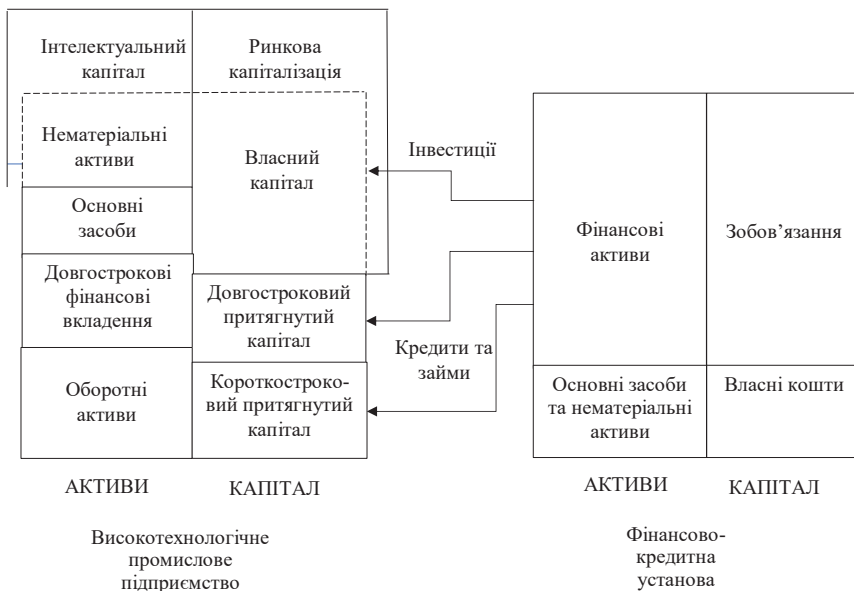


Рис.2.5. Схема взаємодії високотехнологічного промислового підприємства

з фінансово-кредитною установою

Економічна додана вартість у прогностичний період розраховується за формулою:

$$V_{\text{прог}} = \sum_{t=1}^T \frac{(r_{\text{КВК}t} - \delta_{\text{КВК}t}) \cdot A_{\text{чист.}t-1}}{(1 + \delta_{\text{КВК}})^t}, \quad (2.34)$$

де  $T$  – тривалість прогностичного періоду;  $r_{\text{КВК}t}$  – рентабельність власного капіталу на інтервалі  $t$ ;  $\delta_{\text{КВК}t}$  – витрати на залучення власного капіталу;  $A_{\text{чист.}t-1}$  – балансова вартість чистих активів підприємства на інтервалі  $t-1$ .

Додана вартість у постпрогностичний період розраховується за формулою:

$$V_{\text{вост}} = \sum_{t=1}^T \frac{(r_{\text{КВК}T+1} - \delta_{\text{КВК}t}) \cdot A_{\text{чист.}T}}{\delta_{\text{КВК}} \cdot (1 + \delta_{\text{КВК}})^{T+1}}. \quad (2.35)$$

Основними параметрами у формулах (2.34) та (2.35) виступають рентабельність власного капіталу  $r_{\text{КВК}}$ , яка характеризує дохідність вкладення коштів власника в конкретне підприємство, і витрати на залучення капіталу  $\delta_{\text{КВК}}$ , які є дохідністю альтернативного вкладення коштів власника в інше підприємство тієї ж галузі.

Тоді цільове завдання ВПП (підвищення ринкової вартості бізнесу), що визначається по кожному  $i$ -му інноваційному проекту підприємства в кожен період часу  $t$ , може бути записана у вигляді наступної формули:

$$\max \left\{ F = \sum_{i=1}^n r_{\text{КВК}i} - \sum_{i=1}^n \delta_{\text{КВК}i} \right\}, \quad (2.36)$$



де  $i$  – вид інноваційного проекту ВПП;  $r_{\text{КВК}_i}$  – рентабельність вкладень власного капіталу в  $i$ -й інноваційний проект;  $\delta_{\text{КВК}_i}$  – витрати на залучення власного капіталу в  $i$ -й інноваційний проект.

2. Метою функціонування фінансово-кредитної установки є максимізація відсоткового доходу з урахуванням забезпечення стабільності структурності балансу. Остання умова є вкрай важливою для ФКУ, для якої характерні короткостроковий характер вимог та значний обсяг депозитів щодо власного капіталу. Це зумовлює необхідність мати оптимальне співвідношення ліквідних та довгострокових активів у кредитно-інвестиційному портфелі ФКУ.

У банківській практиці зазвичай використовують показник спред (англ. spread), який є різницею між середнім рівнем відсотка, отриманого на активи, що приносять дохід, та середнім рівнем відсотка, виплаченого за зобов'язаннями ФКУ:

$$s = \frac{\sum_{i=1}^n A_i^R \cdot k_i^{\text{КП}}}{\sum_{i=1}^n A_i^R} - \frac{\sum_{j=1}^m \Pi_j^R \cdot k_j^{\text{Деп}}}{\sum_{j=1}^m \Pi_j^R}, \quad (2.37)$$

де  $i$  – вид кредитів ФКУ;  $j$  – вид депозитів ФКУ;  $A_i^R$  – чутливі до ризику активи виду  $i$ ;  $\Pi_j^R$  – чутливі до ризику пасиви виду  $j$ ;  $k_i^{\text{КП}}$  – кредитна ставка;  $k_j^{\text{Деп}}$  – депозитна ставка.

Тоді цільове завдання ФКУ (максимізація відсоткового доходу запишеться у вигляді наступної формули:

$$\max\{F = \sum_{i=1}^n A_i^R \cdot k_i^{\text{КП}} - \sum_{j=1}^m \Pi_j^R \cdot k_j^{\text{Деп}}\}. \quad (2.38)$$

Математична формалізація цільових завдань двох досліджуваних нами економічних систем у вигляді формул (4) та (6) дозволяє перейти до побудови оптимізаційних моделей.

3. Оптимізаційна модель розвитку ВПП в умовах взаємодії з ФКУ може бути представлена у такому вигляді:

$$A_{\text{чист}} > 0; \quad (2.39)$$

$$A_{\text{об}} - \Pi_{\text{кр.зоб}} > 0; \quad (2.40)$$

$$k_{\text{л}}^{\text{min}} \leq k_{\text{л}} \leq k_{\text{л}}^{\text{max}}; \quad (2.41)$$

$$k_{\text{фін}} \leq k_{\text{фін}}^{\text{max}}; \quad (2.42)$$

$$\sum_{i=1}^n r_{\text{КВКі}} \geq 0; \quad (2.43)$$

$$\sum_{i=1}^n \delta_{\text{КВКі}} \geq 0; \quad (2.44)$$

$$\text{opt} \left\{ F = f \left[ r_{\text{КВКі}}, \delta_{\text{КВКі}} \right] \right\}, \quad (2.45)$$

де  $A_{\text{чист}}$  – чисті активи;  $A_{\text{об}}$  – оборотні активи;  $\Pi_{\text{кр.зоб}}$  – короткострокові зобов'язання;  $k_{\text{л}}$  – коефіцієнт поточної ліквідності;  $k_{\text{фін}}$  – коефіцієнт фінансування.

Як цільову функцію розглядається максимізація економічної доданої вартості:

$$\max \left\{ F = \sum_{i=1}^n r_{\text{КВКі}} - \sum_{j=1}^m \delta_{\text{КВКі}} \right\}. \quad (2.46)$$

Інтерпретуємо модель (2.39)–(2.45) та пояснимо зміст сформульованих виразів.

Нерівність (2.39) є нормативне обмеження на величину чистих активів підприємства, що визначається шляхом віднімання із суми активів, що приймаються до розрахунку. Порядок визначення чистих активів для акціонерних товариств встановлюється положенням Міністерству фінансів України та Державною комісією з цінних паперів та фінансового ринку [6; 11].

Аналогічний сенс має нерівність (2.40), що відбиває позитивну величину власного оборотного капіталу підприємства як різницю між оборотними активами та короткостроковими зобов'язаннями.

Нерівність (2.41) накладає нормативні обмеження на коефіцієнт поточної ліквідності підприємства:  $k_{л}^{min}=2,0$  та  $k_{л}^{max}=2,5$ .

Нерівність (2.42) визначає обмеження на коефіцієнт фінансування (ставлення позикових коштів до власного капіталу підприємства).

Нерівності (2.43) і (2.44) є умовами невід'ємності шуканих змінних, що описують розвиток ВПП, а вираз (2.45) є цільовою функцією  $F$ , від якої описується рівнянням (2.46).

Слід зазначити, що склад нерівності в оптимізаційній моделі розвитку ВПП може змінюватись в залежності від вимог, що виникають у процесі практичного застосування моделі. При цьому у якості параметрів можуть використовуватися різні набори організаційно-економічних показників.

4. Оптимізаційна модель розвитку ФКУ в умовах взаємодії з ВПП може бути представлена у такому вигляді:

$$\sum_j^m \Pi_j^R (k_j^{деп}) \leq S_0; \quad (2.47)$$

$$\sum_i^n A_i^R (k_j^{\text{кред}}) \leq D_0 - K_{\text{вл.}}^{\text{н/л}}; \quad (2.48)$$

$$(1 - R^{\text{п}}) \cdot \sum_{j=1}^m \Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}) - (1 - R^{\text{а}}) \cdot \sum_{i=1}^n A_i^R (k_s^{\text{кп}}) + K_{\text{вл.}}^{\text{н/л}} \geq 0; \quad (2.49)$$

$$\sum_{i=1}^n A_i^R (k_s^{\text{кп}}) - \sum_{j=1}^m \Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}) \leq g; \quad (2.50)$$

$$k_{\text{л}}^{\text{norm}} \cdot \sum_{i=1}^n A_i^R (k_i^{\text{кп}}) \leq k_{\text{л}}; \quad (2.51)$$

$$A_i^R (k_s^{\text{кп}}) \geq 0; \quad (2.52)$$

$$\Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}) \geq 0; \quad (2.53)$$

$$\text{opt}\{F = f[\Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}), A_i^R (k_i^{\text{кп}})]\}. \quad (2.54)$$

де  $S_{\phi}$  – граничний прогнозний обсяг депозитів;  $D_0$  – граничний прогнозний обсяг кредитів;  $K_{\text{вл.}}^{\text{н/л}}$  – неліквідна частина власного капіталу;  $R^{\text{л}}$  – резерви, що відраховуються до НБУ;  $R^{\text{а}}$  – резерви створювані з урахуванням ризику неповернення кредитів;  $k_{\text{л}}^{\text{norm}}$  – норматив ліквідності.

У якості цільових функцій можуть бути розглянуті:

а) максимум відсоткового доходу –

$$\text{max}\{F = \sum_{i=1}^n A_i^R (k_i^{\text{кп}}) \cdot k_i^{\text{кп}} - \sum_{j=1}^m \Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}) \cdot k_j^{\text{деп}}\}; \quad (2.55)$$

б) максимум відсоткового доходу з урахуванням ризику неповернення кредиту –

$$\max\{F = \sum_{i=1}^n \lambda_i A_i^R (k_i^{\text{кр}}) \cdot k_i^{\text{кр}} - \sum_{j=1}^m \Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}) \cdot k_j^{\text{деп}}\}; \quad (2.56)$$

$$\lambda_i = f(k_i^{\text{кр}}); 0 \leq \lambda_i \leq 1.$$

Пояснимо зміст виразів (2.47)–(2.56), що входять до складу моделі. Нижні індекси  $i$  та  $j$  означають вид кредитів та депозитів ФКУ. При цьому вклади  $\Pi_j^R$  виду  $j$  є нелінійною функцією депозитної ставки  $k_j^{\text{деп}}$ , а інвестиційні вкладення  $A_i^R$  виду  $i$  нелінійного залежить від кредитної ставки  $k_j^{\text{кр}}$ .

Нерівність (2.47) визначає обмеження за сумарною величиною вкладення коштів на депозитному ринку, які не можуть перевищувати граничну величину заощаджень  $S_o$ , що розміщуються за прогнозом у депозити.

Нерівність (2.48) відбиває процес розміщення кредитних ресурсів з урахуванням як залучуваних пасивів, так і власного капіталу. При цьому нерозміщена в кредитах частина власного капіталу  $K_{\text{вл}}^{\text{н/л}}$ , що має неліквідну форму (будівлі, споруди, обладнання тощо), але є потенційним резервом працюючих активів  $\sum_{i=1}^n A_i^R$ , шляхом спрямування в них коштів, отриманих під заставу, утворює другий доданок активів ФКУ. У цьому загальна величина розміщення кредитних ресурсів неспроможна перевищувати ємність інвестиційного ринку  $D_0$ .

Нерівність (2.49) є балансом ФКУ виду  $\Pi - A + K_{\text{вл}} > 0$  і враховує норми обов'язкового резервування:

- 1) резерви, що відраховуються до НБУ, залежно від виду депозитів визначаються параметром-нормативом  $R^{\Pi}$ ;
- 2) резерви, створювані ФКУ з урахуванням ризику неповернення кредитів – змінною  $R^A$ .

У завдання введено обмеження (2.50) на показник геп (англ. gap), який у банківській практиці означає різницю між чутливими до зміни відсоткової ставки активами та пасивами. Це обмеження виконує роль стабілізатора кредитно-

інвестиційної політики, при цьому передбачається, що  $A_i^R$  та  $\Pi_j^R$  є активами та пасивами, які чутливі до зміни відсоткової ставки.

Обмеження на ліквідність, яке представлено в нерівності (2.51), включає до себе параметр-норматив  $k_l^{norm}$ . Нерівності (2.52) і (2.53) є умовами невід'ємності змінних, що описують стратегію розвитку ФКУ, а вираз (2.54) є цільовою функцією  $F$ , вид якої визначається конкретною постановкою завдання і може бути описаний, зокрема, рівняннями (2.55) і (2.56).

У запропонованій моделі параметри управління ВПП ( $A_{вист}, A_{об}, P_{кр.об}, k_b, k_{фін}, r_{Квл.і}, \delta_{Квл.і}$ ) та ФКУ ( $k_j^{деп}, k_{ji}^{кр}, R^П, R^A, k_l^{norm}, g$ ) змінюються у певному інтервалі, що визначається як впливами зовнішнього середовища, так і факторами управління.

У рамках сформульованої постановки завдання очевидно, що оптимізаційна модель (2.39)–(2.56) є нелінійною, а ряд її параметрів, у тому числі  $r_{Квл.і}, \delta_{Квл.і}, A_i^R(k_j^{кр})$  та  $\Pi_j^R(k_j^{деп})$ , важко піддаються формальному опису через вплив на них цілого ряду структурних факторів. До цих факторів належать рівень доходів, схильність до відкладеного попиту, змінна прибутковості залежно від альтернативних вкладень, економічне становище галузей, регіонів та підприємств, конкурентні пропозиції інших ФКУ тощо.

Як відомо, точне вирішення подібних нелінійних оптимізаційних задач виявляється досить складним, оскільки воно зазвичай вимагає створення спеціальних алгоритмів. Взаємодія ВПП та ФКУ характеризується великою кількістю параметрів, складним переплетенням інтересів, невизначеною структурою та численними цілями. Складність побудови моделей великих систем полягає насамперед у складності постановки чи формулювання завдання моделювання, що потребує комплексного системного опису найважливіших сторін об'єкта.

У подібних випадках використовують методи декомпозиції складного завдання на простіші локальні завдання та побудову імітаційних моделей

отриманих таким чином підсистем. Імітаційні моделі дозволяють описати поведінку компонентів складної системи та взаємодію між ними. Розрахунки з цих програм за різних вихідних даних, дозволяють імітувати динамічні процеси, які відбуваються у реальній системі. Змінюючи вихідні дані моделювання, можна отримати достовірну інформацію щодо поведінки об'єкта у тій чи іншій ситуації. Ці дані згодом можуть бути використані для оптимізації управлінських рішень.

5. Розглянемо докладніше запропонований імітаційно-оптимізаційний підхід з урахуванням чинника часу. Укрупнений алгоритм розв'язання задачі на основі декомпозиції представлено на рис. 2.6.

Імітаційно-оптимізаційна модель взаємодії ВПП та ФКУ складається з двох великих блоків, кожен з яких визначає поведінку відповідної системи високотехнологічного промислового підприємства (ліва частина схеми) та фінансово-кредитної установки (права частина схеми).

У свою чергу кожен із модулів розбивається на три основні блоки.

До складу модуля 1, який відповідає за імітацію діяльності ВПП входять:

блок 1.1. Імітація динаміки виручки від реалізації;

блок 1.2. Оптимізація використання власних та позикових коштів;

блок 1.3. Імітація узагальнюючого показника ринкової вартості ВПП.

До складу модуля 2, який відповідає за імітацію діяльності ФКУ, входять:

блок 2.1. Імітація динаміки ресурсів, що залучаються;

блок 2.2. Оптимізація розподілу кредитних та інвестиційних ресурсів;

блок 2.3. Імітація основних показників діяльності ФКУ.

Обидва модулі використовують загальний «банк» даних, який забезпечує прогноз зовнішніх ситуаційних факторів (рівня та темпів інфляції, пропозиції депозитів, попиту на інвестиції та кредити, попиту на продукцію, товари, роботи та послуги).

Розкриємо зміст блоків модуля 1, що описують діяльність ВПП.

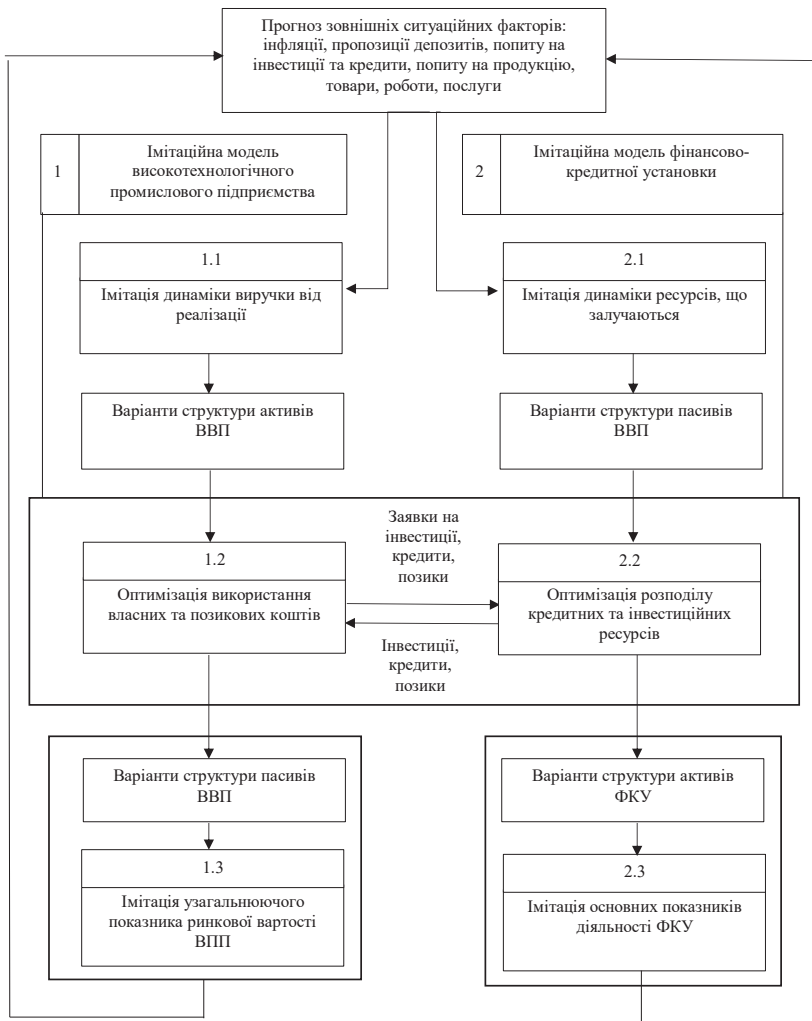


Рис. 2.6. Структурна схема комплексу імітаційно-оптимізаційних моделей взаємодії високотехнологічного промислового підприємства з фінансово-кредитною установою



Блок 1.1 реалізує імітаційну модель динаміки виручки від наукомісткої інноваційної продукції підприємства. Цей блок забезпечує формування варіантів структури активів ВПП.

Блок 1.2 є оптимізаційною моделлю розподілу власних та позикових коштів, на виході якого формуються варіанти структури пасивів ВПП. Цільовою функцією є вираз (14).

Блок 1.3 реалізує імітаційну модель розрахунку узагальнюючого показника ринкової вартості ВПП відповідно до оптимального співвідношення власних та позикових коштів, отриманих у блоці 1.2. Отримане блоці 1.2 оптимальне рішення дозволяє розрахувати збільшення чистих активів  $A_{\text{чист}}$ .

Цим блоком закінчується цикл розрахунків і здійснюється перехід до блоку 1.1 на момент часу  $t+1$ . При цьому до блоку 1.1 надходить інформація про збільшення чистих активів, що отримана раніше з блоку 1.3. Таким чином, цикл розрахунків замикається і повторюється далі кожного тимчасового кроку горизонту розгляду.

Аналогічно будується взаємодія блоків модуля 2, що описують діяльність ФКУ. Принциповою відмінністю є те, що спочатку модулюється структура пасивів виходячи з динаміки ринку депозитів, та потім – структура активів з урахуванням взаємодії з ВПП.

Блок 2.1 є імітаційною моделлю динаміки залучуваних кредитно-інвестиційних ресурсів. На основі прогнозу інфляції та динаміки ставки відсотка визначаються можливі значення ресурсів  $\Pi_j^R(k_j^{\text{деп}})$  на ринку депозитів. При цьому можуть бути розглянуті як різні сценарії перебігу інфляції, так і можливі комбінації відсоткової політики НБУ та величину відповідних резервів  $R$ , а також з огляду на власний капітал  $K_{BK}$  можна визначити величину кредитних та інвестиційних ресурсів, тобто обсяг коштів, які ФКУ може спрямувати на операції інвестування та кредитування, у тому числі на фінансування ВПП.

Блок 2.2 є оптимізаційною моделлю розподілу кредитних та інвестиційних ресурсів з урахуванням заявок на інвестиції, кредити та позики від ВПП. Цільовою функцією може бути вираз (2.55) або (2.56).

Блок 2.3 реалізує імітаційну модель розрахунку основних показників функціонування ФКУ. Отримане в блоці 2.2 оптимальне рішення дозволяє розраховувати величину відсоткового доходу, загальних витрат, загального та чистого прибутку ФКУ, здійснювати розподіл прибутку та визначити збільшення власного капіталу  $K_{BK}$ .

Вирішення сформульованої задачі можна розглядати як пошук парето-оптимальних рішень в умовах багатокритеріальності. Як відомо, багатокритеріальна задача у ряді випадків може бути зведена до однокритеріальної, коли задаються бажані граничні значення ряду критеріїв, які включаються до системи обмежень оптимізаційної задачі, а оптимізація здійснюється по одному – найважливішому з них. Після знаходження всіх оптимальних значень вони аналізуються і остаточний компромісний варіант вибирається експертним шляхом з безлічі отриманих рішень.

Отже, можна зробити висновок, що організація інноваційної діяльності високотехнологічного промислового підприємства та управління нею за сучасних умов, тобто з урахуванням особливостей кредитно-інвестиційної політики фінансово-кредитних організацій, навіть за зроблених нами припущення є складним нелінійним динамічним завданням. Його доцільно вирішувати декомпозиційним методом на основі побудови імітаційних моделей із включенням блоків оптимізації.

### ***Література до п. 2.3:***

1. Бояринова К.О. Невизначеність та ризику в управлінні реалізацією інвестиційно-інноваційних проектів підприємств. *Економіка та держава*. 2020. №2. С. 4–9. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.2.4>

2. Войтко С., Куксенко К. SWOT-аналіз сфери Hi-Tech технологій України. *Актуальні проблеми економіки*. 2018. №5–6(203–204). С. 89–96.
3. Гужва І.Ю., Гончаренко К.О. Промисловість України: сучасні тенденції та фактори розвитку. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2020. №1(224). С. 18–24. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.3699047>
4. Денисюк В. Високі технології і високонаукоємні галузі – ключові напрями в інноваційному розвитку. *Економіст*. 2004. №5. С. 76–81.
5. Євдокимов Ф.І., Лисяков В.П. Оцінка техніко-технологічного потенціалу високотехнологічного підприємства. *Наукове видання ДонНТУ: Економічна серія*. 2005. Вип. 97. С. 25–30.
6. Про акціонерні товариства: Закон України. *Урядовий кур'єр*. 2008. №202. С. 5–12.
7. Кузьменко О.В., Бойко А.О., Яровенко Г.М., Доценко Т.В. Сценарії реформування національної системи фінансового моніторингу. *Економіка та держава*. 2020. №1. С. 9–15. DOI: 10.32702/23066806.2020.1.9
8. Маркіна І.А., Марчишинець С.М. Особливості формування інноваційно-інвестиційної політики промислових підприємств. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*. 2019. Вип. 3(137). С. 58–62.
9. Мизгулин В.В., Косульников В.В., Карушников Р.М. Оптимизационный подход к имитационному моделированию микроструктур. *Компьютерные исследования и моделирование*. 2013. Т. 5. Вып. 4. С. 597–606.
10. Одотюк І.В. Економічні реалії державного регулювання високотехнологічного виробництва напередодні введення в дію нових умов господарювання. *Проблеми науки*. 2015. №9–10 (177–178). С. 2–9.
11. Принципи корпоративного управління (проект). *Инвестгазета*, 2008. №35(658). С. 10–31.
12. Юхименко Б.И. Методы оптимизации: учебное пособие. Одесса: Интерсервис, 2012. 268 с.

#### **2.4. Застосування експертних систем на етапах прийняття проектних рішень при створенні організаційно-технологічних систем**

Національною економічною стратегією на період до 2030 р. визначено такі шляхи досягнення позитивного розвитку промисловості: (1) стимулювання залучення інвестицій, (2) покращення доступу до фінансів, (3) впровадження Індустрії 4.0, (4) сприяння регіональному розвитку, (5) розвиток індустріальних парків, (6) впровадження інноваційних технологій, (7) розвиток українського машинобудування, (8) розвиток оборонно-промислового комплексу [1, с. 20]. Це передбачається реалізувати за рахунок здійснення Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030р., метою якої є розбудова національної економіки для забезпечення швидкого та якісного перетворення креативних ідей в інноваційні продукти та послуги [2, с. 9]. Уряд країни впевнений, що «... промисловість зможе бути рушієм прискорення економічного розвитку та якісних змін у структурі економіки лише після суттєвої модернізації, виправлення ситуації із зношеністю основних фондів на більше ніж 80% та впровадження новацій і переходу до виробництва конкурентоспроможних продуктів з високою часткою доданої вартості» [2, с. 9]. Проектування сучасних організаційно-технологічних систем (ОТС) – складний процес, у якому знаходять відображення принципи дії загальної теорії систем [3], системного аналізу [6], складних техніко-технологічних систем [4;5], схеми й конструкції технологій виготовлення високотехнологічної продукції. Для знаходження найоптимальнішого вирішення завдання потрібно використовувати процедури математичного моделювання та оптимізації, тобто конструкція ОТС піддається системним дослідженням з погляду відповідності її параметрів заданим технічним вимогам. Найчастіше вирішувати такі завдання доводиться при неповних і суперечливих відомостях. Відсутність формальної організації в інформаційному просторі призводить до низької ефективності пошуку

необхідних для користувача фактичних відомостей. Ця інформація, що допомагає приймати рішення, є різномірною та отримується з різних джерел.

Під час проведення даного дослідження були проаналізовані праці таких фахівців: В. Волкова та А. Ємельянов [6], А. Виварець, О. Могіленських і В. Уланов [7], Л. Волощук [8], Г. Дорошук [9], С. Єрмак [10], В. Зверев [3], С. Ілляшенко та О. Біловодська [11], Є. Кібалов, В. Горяченко і А. Хуторецький [12], Ю. Лисенко [13], Б. Литвак [14], І. Мазур і В. Шапіро [15], Д. Новіков і А. Іващенко [16], С. Філіппова [17], В. Хубка [5], А. Яковлев [18;19].

У своїх дослідженнях, ми – економісти, використовуємо багато таких понять, як наприклад, «життєвий цикл», «кумулятивний ефект», «механізм», «інструмент», з інших наук – технічних, біології, медицини тощо. У даному матеріалі також, використовуючи мову інженерії, будемо досліджувати процес конструювання й проектування ОТС у промисловому виробництві.

В. Волкова та А. Ємельянов, аналізуючи процес формування теорії систем і системології, підходять до розуміння процесів організаційного управління і відзначають: «Основними сферами прикладання системного аналізу є: розробка методик аналізу цілей, методів і моделей удосконалення організаційної структури, управління функціонуванням соціально-економічних об'єктів» [6, с. 13]. Є. Кібалов з колегами досліджуючи ефективність інвестиційних проектів, наголошують: «Системний аналіз очікуваної ефективності великомасштабних інвестиційних проектів розуміється як прикладна гілка системно-функціонального підходу, що використовується для дослідження й проектування об'єктів системного рівня складності [12, с. 7]. В. Хубка зауважує: «Кожна система, її елементи та відношення володіють якостями, які притаманні цієї системі та точно її визначаючи, як за розміром, масою, швидкістю, транспортабельністю та особливо здібністю щонебудь робити, тобто функціонувати [5, с. 24]. Тут необхідно додати відносно термінології у цієї сфері. У обчисленні предикатів за якостями пов'язані відповідні однозначні предикати. У мові предикати використовуються для опису якостей. У

філософії суттєві якості називаються атрибутами. Для характеристики суттєвих якостей ОТС слід використовувати поняття «параметр», яке у визначеному відношенні розкриває функцію відповідного об'єкта. В. Зверев наполягає: «... механічні або робототехнічні системи, як правило, є замкнутими, стабілізуючими, з детермінованими функціями елементів і потоками взаємодії та жорсткою (механістичною) послідовністю їх здійснення. Для таких систем характерна також незмінна структура елементів і фіксоване (постійне) призначення – такі системи цілеспрямовані» [3, с. 13].

У контексті даного дослідження необхідно зазначити про такий важливий інструмент в управлінні сучасним підприємством (проектом), як експертні технології, які є невід'ємною складовою підготовки та прийняття важливих управлінських рішень [14, с. 11].

У процесі реалізації інноваційної моделі розвитку національної економіки [1;2] різні фахівці під різним кутом бачать окремі її елементи. Так, С. Філіппова технологічне оновлення інноваційно-орієнтованих підприємств бачить через обґрунтований процес інвестиційного забезпечення [17, с. 7]. А. Яковлев робить висновок: «Інновації – це позитивний результат науково-дослідної діяльності, реалізований у формі продукту, який має споживчу новизну ...» [18, с. 176]. С. Ілляшенко та О. Біловодська наполягають, «... що успіх інноваційної діяльності значною мірою залежить від її організаційного забезпечення» [11, с. 124]. С. Єрмак досліджує інклюзивний розвиток підприємств в контексті функціонування інноваційних екосистем різних ієрархічних рівнів на основі інклюзивної бізнес-моделі, що, з її точки зору, принесе користь громадянам з низьким рівнем доходу [10, с. 352–353]. Г. Дорошук наголошує, що організаційний розвиток підприємства повинен базуватися на управлінні змінами – їх плановості, наукової обґрунтованості, системності, організаційних цінностей і культури, методик, процедур, технологій, форм реалізації, критеріїв ефективності [9, с. 174]. Л. Волощук бачить розвиток інноваційного промислового підприємства з

урахуванням чинника економічної безпеки, застосовуючи комплекс підходів і моделей [8, с. 290]. Д. Новіков і А. Іващенко також бачать сенс у модельному забезпеченні дослідження інноваційної діяльності, використовуючи такі підходи: інституціональний, економічний, соціальний, фінансовий, технологічний, організаційний, інформаційний, територіальний [16, с. 6]. Таку точку зору підтримує О. Могіленських [8].

Оптимізацію конструкції ОТС зазвичай зводять до знаходження з безлічі переглянутих варіантів деякого, що забезпечує виконання поставленого завдання з максимальною ефективністю при мінімумі витрат. У деяких випадках оптимальне рішення можна визначити, звертаючись до наукових методів прийняття рішення, тобто, використовуючи математичні методи оптимізації, теорію ймовірностей, статистику. Наразі персональні комп'ютери дозволяють вивчати поведінку системи за допомогою кількісних показників. Однак у багатьох випадках прийняття рішень є виключно складним питанням, яке має суб'єктивний характер і передбачає врахування не кількісних людських факторів та суджень. Традиційний підхід до вирішення цього завдання – використання суб'єктивної оцінки експерта – часто призводить до невірних та суперечливих рішень [14, с. 67-82].

Розглянемо формалізацію методів прийняття рішень під час проектування ОТС, реалізованих із застосуванням експертних систем. Фахівці визначають останнє таким чином: «Експертна система – автоматизована система, яка призначена для використання знань і досвіду експертів, які представлені у вигляді бази знань, для розробки рекомендацій у конкретній предметній сфері» [14, с. 398].

Формалізацію методів прийняття рішень проведемо у двох аспектах: (1) проектування з точки зору прийняття рішень та (2) експертних систем у проектуванні ОТС.

1. Проектування з точки зору прийняття рішень. Проектування будь-якого організаційно-технологічного об'єкта на персональному комп'ютері безпосередньо пов'язано зі створенням, перетворенням та поданням у електронній формі образу

цього об'єкта. Перетворення вихідного опису на остаточне породжує декомпозицію вихідного опису в набір проміжних описів для прийняття проміжних проектних рішень. Такі рішення є предметом розгляду з метою ухвалення висновку про закінчення проектування або вибір шляхів його продовження [18, с. 47].

З точки зору теорії прийняття рішень проектування представляється як процес прийняття проектно-конструкторських рішень, спрямований на отримання задовільненого опису ОТС, що відповідає технологічному завданню.

Для успішного проектування ОТС необхідна наявність персоналу (проектувальників та експертів), технічного ресурсу (апаратури для проектування), документації та технічних вимог до моделі системи (рис. 2.7).

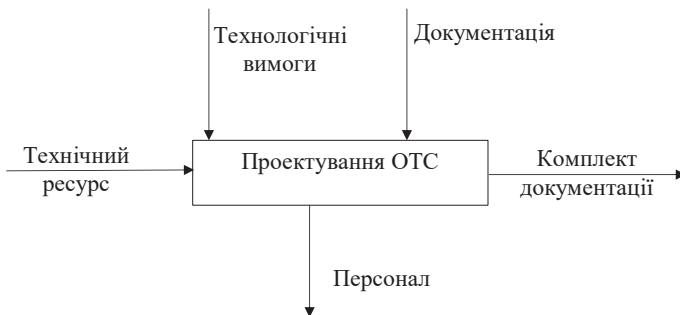


Рис. 2.7. Визначення основної моделі ОТС

Процес проектування ОТС базується на трьох складових: управління, виконання та контроль (рис. 2.8).

У загальному випадку ОТС є технологічною системою  $S$ , у якій безліч елементів  $G$ , які об'єднані безліччю зв'язків  $R$  за певними принципами  $\Pi$ , тобто:

$$\begin{aligned}
 S &= \{G, R, \Pi\}; \\
 R &= \{V, P\},
 \end{aligned}
 \tag{2.57}$$



де  $V$  – схема зв'язків,  $P$  – параметри зв'язків.

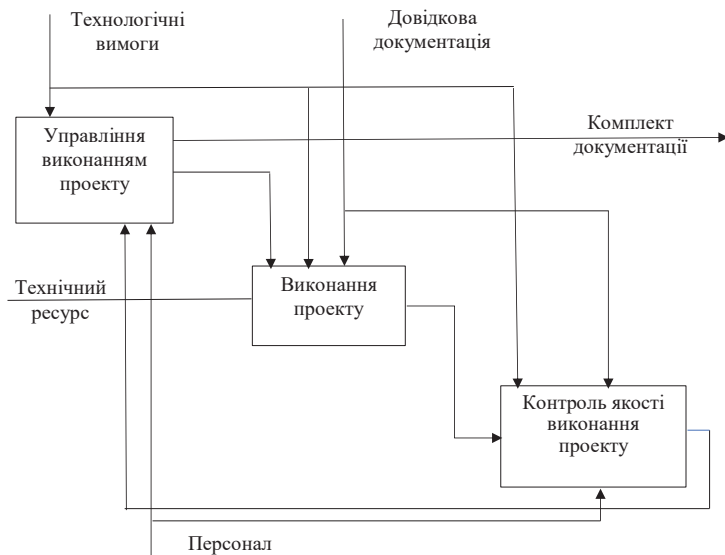


Рис. 2. 8. Основні блоки моделі створення ОТС

Структура процесу керування виконанням проектування наведена на рис. 2.9.

Оскільки всередині ОТС існують різного роду відносини, можна умовно виділити кілька підсистем, елементи яких пов'язані між собою одним видом рішень:

- економічна підсистема  $S_{ек}$ ;
- просторова підсистема  $S_{пр}$ ;
- підсистема персоналу  $S_{пер}$ ;
- техніко-технологічна підсистема  $S_{тех}$ .

Таким чином, для ОТС отримуємо:

$$S = \{S_{ек}, S_{пр}, S_{пер}, S_{тех}\}. \quad (2.58)$$

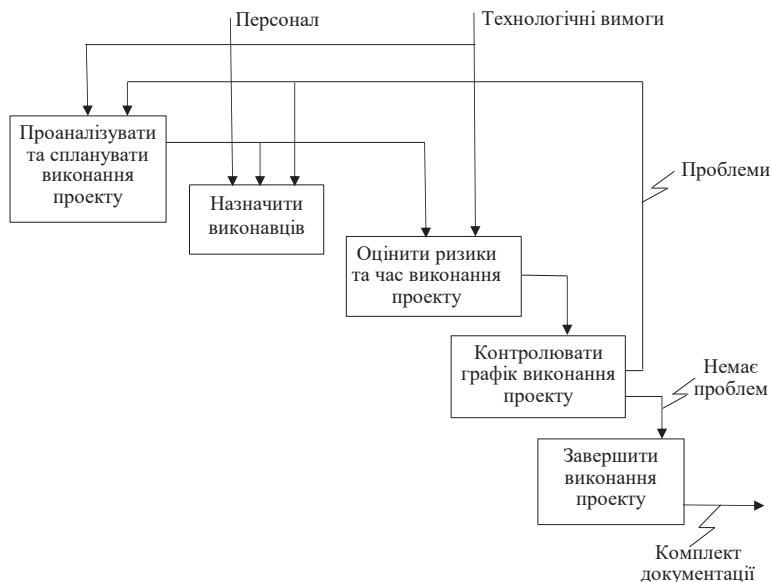


Рис. 2.9. Блоки системи управління проектом створення ОТС

Можливо сказати, що виконання проекту є послідовним процесом проектування чотирьох основних підсистем ОТС (рис. 2.10).

На кожному етапі проектування необхідно аналізувати отриманий результат і приймати рішення, чи він відповідає вимогам технічного завдання.

На ранній стадії проекту реалізації ОТС щодо конкретних характеристик високотехнологічного виробу приймаються науково обґрунтовані рішення, які засновані на евристичних міркуваннях з урахуванням неповних знань про вплив на досягнення результативності. На останній стадії проект створення ОТС необхідно аналізувати та оцінювати за визначеною специфікацією. Якщо кінцева мета не досягається, то проектні рішення мають бути відповідним обґрунтованим чином скориговані.

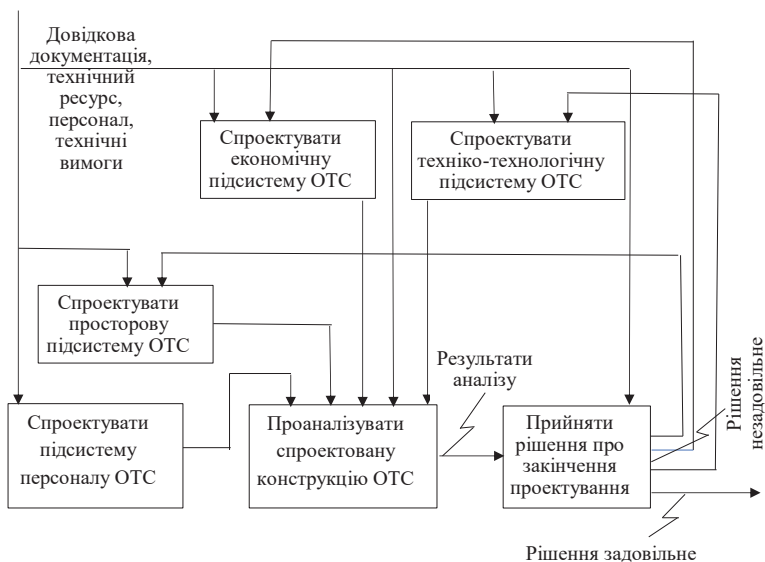


Рис. 2.10. Блок процесу виконання проекту створення ОТС

До цього часу комп'ютерне проектування досягло найбільших успіхів переважно у рутинних завданнях розробки проектної документації й у складних інженерних розрахунках, де потрібна висока продуктивність стандартних обчислень. Перспективи маємо там, де проектна інформація має бути отримана шляхом лабораторних вимірів або за допомогою розробки експериментального зразка. Саме для таких процесів характерні висока частка логістичних і матеріальних витрат проектування ОТС та порівняно низький рівень комп'ютеризації робіт. Можливо, що така нерівномірність комп'ютеризації пов'язана з поступовим накопиченням інжинірингового та управлінського досвіду та знань у сучасних комп'ютерних системах проектування. При цьому діапазон накопичення практичних знань робить актуальним завдання створення ОТС з

оптимальними методами зберігання та аналізу накопичених експертних знань для отримання нових експертних оцінок на основі відомої інформації. Тому подальший інтенсивний розвиток систем комп'ютеризації проектування ОТС буде націлено на посилення уваги до створення не тільки комп'ютерних аналогів таких систем, але й створення комплексів прийняття управлінських рішень, здатних допомогти менеджерам у процесі оптимізації процесу конструювання ОТС.

2. Експертні системи у проектуванні ОТС. Прийняття рішення у більшості випадків полягає у генерації можливих альтернатив рішень, їх оцінці та виборі кращої альтернативи. Віддати перевагу одній альтернативі часто стає об'єктивно неможливим через невизначеність, яка виражається в тому, що кожна альтернатива за певними характеристиками краща за інші. І тут для подолання невизначеності необхідна суб'єктивна оцінка спеціаліста. Експерт змушений виходити зі своїх суб'єктивних уявлень про ефективність можливих альтернатив та важливість різних критеріїв. Ця суб'єктивна оцінка виявилася нині єдиною можливою основою об'єднання різнорідних фізичних параметрів розв'язуваної проблеми єдиною моделлю, що дозволяє оцінювати варіанти рішень. Численні психологічні дослідження показують, що конструктори (менеджери) без додаткової аналітичної підтримки використовують спрощені, котрий іноді суперечливі методи рішення [14, с. 220].

Тому очевидною є необхідність використовувати формалізовані методи прийняття рішень. Формалізація методів генерації рішень, їх оцінки та узгодження є надзвичайно складним завданням, яке стало інтенсивно вирішуватися з виникненням обчислювальної техніки. Найбільш оптимальне рішення у разі – побудова системи підтримки прийняття рішення. Системи підтримки прийняття рішень існують дуже давно: це військові ради, колегії міністерств, всілякі наради, аналітичні центри, поради головних конструкторів тощо. [14, с. 221–232]. Збільшення достовірного обсягу інформації, що надходить проектувальникам, ускладнення поставлених завдань, необхідність обліку значної частини взаємозалежних чинників і вимог, що швидко змінюються, до проектованої ОТС

вимагають використовувати комп'ютерну техніку у процесі прийняття оптимальних рішень. Такі цілеспрямовані системи, які спрямовані на вирішення управлінських завдань, в яких домінують якісні оцінки створення ОТС, вирішують цілий клас проблем (генерують можливі варіанти управлінських рішень, оцінюють ці варіанти та вибирають найкращий, оцінюють відповідність виконання прийнятих організаційно-економічних рішень наміченим цілям тощо).

При проектуванні ОТС без застосування комп'ютерної техніки в тих випадках, коли є можливість синтезувати оптимальні проектні рішення, їх синтезують, але в окремих випадках, наприклад, під час перекомпоновання автоматичної лінії або побудови гнучкої виробничої системи, як правило, вибирають перше припустиме рішення, яке задовольняє всім обмеженням і досить непогане з погляду проектувальника систем у високотехнологічному виробництві.

Досвід експертів-проектувальників, на основі яких формуються науково обґрунтовані рішення, доступний лише у формі висловлювань. Така ситуація передбачає наявність певної підготовки користувача до роботи з нормативно-довідковим середовищем, що склалося, і використання спеціалізованої термінології.

Завдяки накопиченому за багато десятиліть практичному досвіду проектування з параметризованих графічних образів з відповідними правилами прийняття рішень склалася деяка форма представлення знань з проектування об'єктів машинобудування, яка вже випробувана фахівцями у високотехнологічній промисловості [8, с. 247]. Квінтесенція цього досвіду знайшла своє відображення у галузевих стандартах та довідниках. У цих матеріалах у явному вигляді відсутні алгоритми і немає готових рецептів вирішення задач систем підтримки прийняття рішення через слабкі сигнали [13, с. 20]. Можливі рішення багатоваріантні, критерії їх оцінки далеко неоднозначні – користувач приймає рішення залежно від свого досвіду, знань і переваг. У цьому складність створюваних ОТС постійно зростає.

Можливі рішення можна генерувати за допомогою програмної реалізації аналітичних моделей із використанням експертних систем [14, с. 209–210]. Сучасна експертна система, використовуючи знання й досвід, які отримані від фахівців у даній предметній галузі, вирішує ті ж проблеми, експертами з вирішення яких є ці фахівці. Експертні системи, використовуючи евристичні знання, застосовуються у тих випадках, коли сформулювати рішення практичного завдання у традиційних математичних термінах не вдається. Основною особливістю сучасної експертної системи є можливість робити висновки з урахуванням знань, які є у базах знань. Обсяг знання в експертних системах може бути представлений у вигляді семантичних мереж, на основі існуючих логічних підходів, у вигляді фреймів та у вигляді системних продуктів. Система продуктів – одне з найпопулярніших форм представлення знань. Така модель процесу проектування ОТС не відкидає участь експерта у процесі її проектування, більш того, у деяких випадках ОТС може отримувати знання безпосередньо у процесі її проектування, проте право вирішального вибору, певно, слід залишити на основі комп'ютерного моделювання за допомоги експертів.

Таким чином, може бути запропоновано наступну архітектурну схему застосування експертної системи у процесі прийняття рішень при проектуванні ОТС (рис. 2.11).

Результати аналізу системи передаються до експертної системи, яка на основі бази знань формує висновок про відповідність спроектованої ОТС вимогам технічного завдання.

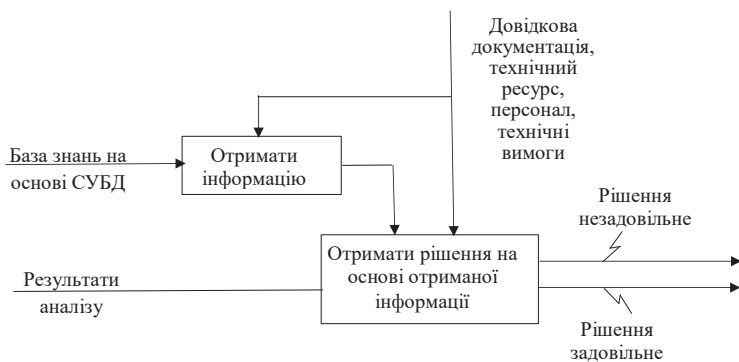


Рис. 2.11. Схема прийняття рішення з використанням експертної системи

**Висновки.** Отже, нині у розвитку теорії та практики автоматизованого проектування можливо виділити дві взаємопов'язані тенденції: ріст числа об'єктів проектування, що становлять складні високотехнологічні вироби, і перехід від автоматизації окремих процедур чи етапів проектування до створення інтегрованих систем автоматизованого проектування, що охоплюють весь процес проектування виробів або навіть усю діяльність проектно-конструкторської організації. У створенні таких систем бере участь кілька колективів розробників, чия діяльність має бути скоординована на користь розробки ефективної організаційно-технологічної системи. Але досягнення високого рівня ефективності та якості неможливе без цілеспрямованої та добре організованої діяльності за рішенням системотехнічних завдань, що виникають у процесі проектування. Для успішного ведення практичної системотехнічної діяльності необхідне знання предметної області, вміння виділити у різноманітті окремих завдань проектування основних суперечностей та знайти оптимальний спосіб їх вирішення в конкретних умовах, що під силу лише досвідченим менеджерам та інженерам. У даний час, коли відчувається нестача кваліфікованих фахівців, гостро постала необхідність побудови такої автоматизованої системи проектування, яка з успіхом могла б

замінити людину на більшості етапів проектування організаційно-технологічної системи. Запропонована архітектура системи проектування з використанням експертних систем могла б вирішувати багато комплексних інжинірингових завдань.

#### *Література до п. 2.4:*

1. Національна економічна стратегія на період до 2030 року: Постанова КМ України №179 від 03.03.2021р. *Урядовий кур'єр*. 2021. №45. С. 8–36.

2. Стратегія розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року: Розпорядження КМ України №526-р від 10.07.2019р. *Урядовий кур'єр*. 2019. №143. С. 9–10.

3. Зверев В. С. Заметки по общей теории систем. Под ред. В. И. Суслова. Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2008. 168 с.

4. Бирюков Б. Н. Почему ломаются машины? Одесса : Наука и техника, 2008. 300 с.

5. Хубка В. Теория технических систем: пер. с нем. Москва : Мир, 1987. 208 с.

6. Теория систем и системный анализ в управлении организациями : справочник. Под ред. В. Н. Волковой и А. А. Емельянова. Москва : Финансы и статистика, 2006. 848 с.

7. Выварец А. Д., Могиленских О. П., Уланов В. Л. Экономико-математическое моделирование производственных систем : учебное пособие. Екатеринбург : УГТУ, 1995. 133 с.

8. Волощук Л. О. Інноваційний розвиток та економічна безпека промислових підприємств: проблеми комплексного управління : монографія. Одеса : ФОП Бондаренко М.О., 2015. 396 с.

9. Дорошук Г. А. Управління організаційним розвитком: теоретичні та концептуальні основи : монографія. Одеса : ФОП Бондаренко М.О., 2016. 196 с.



10. Єрмак С. О. Теоретичні та методологічні основи стратегічного управління інклюзивним розвитком інноваційно-активних підприємств : монографія. Schweinfurt : Time Realities Scientific Group VG, 2019. 430 с.

11. Ілляшенко С. М., Біловодська О. А. Управління інноваційним розвитком промислових підприємств : монографія. Суми : Університетська книга, 2010. 281 с.

12. Кибалов Е. Б., Горяченко В. И., Хуторский А. Б. Системный анализ ожидаемой эффективности крупномасштабных проектов. Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2008. 164 с.

13. Лысенко Ю. Г. и др. Методы антикризисного управления по слабым сигналам : монография. Донецк : Юго-Восток, 2009. 195 с.

14. Литвак Б. Г. Экспертные технологии в управлении : учебное пособие. Москва : Дело, 2004. 400 с.

15. Мазур Н. Н., Шапиро В. Д. и др. Управление проектами : справочное пособие. Москва : Высшая школа, 2001. 875 с.

16. Новиков Д. А., Иващенко А. А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы : монография. Москва : ЛЕНАНД, 2006. 336 с.

17. Дашенко Н. М., Філіппова С. В. Технологічне оновлення інноваційно-орієнтованих промислових підприємств: інвестиційні потреби та їх забезпечення : монографія. Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2016. 225 с.

18. Яковлев А. И., Васильцова С. О. Формування та оцінювання портфеля реальних інноваційно-інвестиційних проєктів на переробних підприємствах : монографія. Харків : НТМТ, 2013. 225 с.

19. Яковлев А. И. Проектный анализ инновационно-инвестиционной деятельности : навч. посіб. Харків : НТУ «ХТУ», 2010. 216 с.

## **2.5 Морфологічний синтез на операційному рівні у дослідженнях розвитку організаційно-технологічних систем**

Даним матеріалом автори продовжують дослідження зі створення та функціонування організаційно-технологічних систем у високотехнологічному виробництві, використовуючи існуючі інструменти математичного аналізу. При цьому враховуємо такі суттєві зміни: розширення області систем, що розглядаються у сучасному промисловому виробництві та є основою заміни термінів «машинна система» і «технологічна система» на термін «організаційно-технологічна система»; розширення області застосування результатів, які тепер можуть бути корисними не тільки при конструюванні, але і в інших сферах економічної діяльності, а саме – у високотехнологічному виробництві. При цьому переслідуються декілька цілей: по-перше, зробити опис функціонування, категорії та якості організаційно-технологічних систем, по-друге, побудувати основу термінології теорії конструювання і, по-третє, узагальнити досягнення в області організаційно-технологічних систем, на які буде спиратися подальший розвиток теорії конструювання та особливо її робочі методи. Виходячи з цільової установки, вже на сучасному етапі розвитку теорії можливо отримати окремі визначені теоретичні результати. Такі теоретичні положення організаційно-технологічних систем надають дослідникам підхід, що орієнтує на кінцеву ціль і дозволяє бачити взаємозв'язки, розуміти і застосовувати цілісність як принцип, а також розпізнавати у різних технологічних об'єктах суттєві аналогії та відношення.

При підготовці цієї роботи авторами було проаналізовано праці таких фахівців як: К. Бояринова [2], А. Ворона [3], О. Виварець, О. Могіленських і В. Уланов [4], В. Голомовзний і Н. Калиновська [5], Р. Зельцер та колеги [6], С. Кібалов та колеги [7], І. Крамаренко та О. Хмелик [8], В. Марченко [9], А. Махорт [10], Ю. Лисенко та ін. [11], А. Усов і Г. Оборський [12], В. Хубка [13].

Так, Ю. Лисенко і В. Стасюк констатують, що «Для ефективної діяльності будь-якої системи (автори – мається на увазі промислове підприємство) необхідно строго слідувати закону необхідного різноманіття: «тільки різноманіття може подолати різноманіття». Під різноманіттям розуміється кількість визначених станів системи» [11, с. 201.]. В. Усов і Г. Оборський підкреслюють: «Під час опису різних технологічних процесів необхідно враховувати явище наслідків. Природньо при цьому моделювати такі процеси диференційними рівняннями з аргументом, що відхиляється» [12, с. 102]. С. Кібалов, спираючись на М. Моїсеєва, стверджує: «Призначення цілей в економічній системі – це своєрідний адаптаційний механізм. У результаті багатократного повторення процедури призначення цілей і спостереження за результатом знімається ціла низка невизначеностей, встановлюється більш якісне розуміння цілей» [7, с. 16]. О. Могіленських узагальнює: «Математична модель економічної задачі, що розглядається у вигляді математичних символів, рівнянь, нерівнянь та їх систем, висловлюючи її основний зміст, умови і ціль рішення» [4, с. 10]. В. Хубка пояснює: «Функціонування системи формується її структурою. Відносно замкнута система із заданою структурою функціонує однозначно, тобто її структура повністю визначає спосіб функціонування» [13, с. 23]. А. Махорт у своїй праці з'ясовує умови досягнення економічною системою станів рівноваги із заданими властивостями, де її суб'єкти є ненасичуваними споживачами товарів [10, с. 152]. Досліджуючи ідентифікацію джерел та розвиток теоретико-методологічних положень самоорганізації суб'єкту господарювання, В. Марченко констатує: «У синергетичній концепції дослідження економічних процесів процес розвитку корпорації розглядається як перехід від однієї точки біфуркації до іншої» [9, с. 72]. Р. Зельцер та колеги, застосовуючи методи експертних оцінок, сезонної декомпозиції часових рядів, порівняльного аналізу, удосконалюють інструментарій ресурсно-логістичного та організаційно-структурного забезпечення на прикладі об'єктів будівництва [6, с. 38]. В. Голомовзний і Н. Калиновська роблять спробу вирішити таке завдання:

обґрунтувати економічні параметри, які необхідно визначити підприємству при застосуванні системи ремонту і технічного обслуговування під час відновлення заводської системи машин [5, с. 125]. Аналогічної точки зору дотримується і К. Бояринова [2]. Аналізуючи зарубіжний досвід управління інноваційним розвитком, А. Ворона виділяє три основних методи: на початковому етапі управління інноваційним розвитком здійснюється переважно методами державного управління та за рахунок коштів державного бюджету; на другому етапі управління переходить до недержавних фінансових структур; на етапі розвинутого індустріального суспільства роль держави та її інститутів зводиться до координатора інноваційного процесу шляхом визначення пріоритетних напрямів, фінансування системи підготовки фахівців та фінансування глобальних досліджень, прибутковість яких відтермінована у часі [3, с. 137]. І. Крамаренко підкреслює: «Суть інноваційної перебудови економічної політики України повинна складатися в концентрації існуючих ресурсів в конкурентоздатних областях науково-технічного прогресу, і передусім у високотехнологічних напрямках» [8, с. 77].

Ідея направленої конструювання складності організаційно-технологічної системи (ОТС) реалізує принцип ослаблення надмірно розвинених чи посилення недостатньо розвинених компонентів на окремих інтервалах розвитку. Як стан компонентного балансу розглядається граничний стан ОТС, при якому ще забезпечується виконання основного завдання, компоненти ОТС отримують свій максимально можливий розвиток. У аналізованій ситуації виконується як умова зовнішнього балансу, так і умова внутрішнього балансу системи, щоб її компоненти отримали максимально можливий розвиток. Стан максимальної розвиненості компонентів ОТС в умовах виділення фіксованих асигнувань фактично означає дотримання ресурсного балансу – відповідність витрат, необхідних на розвиток системи, асигнуванням, що виділяються. Крім того, лінія компонентного балансу поділяє ситуації надлишкового та недостатнього розвитку компонентів ОТС.

На етапі побудови нормативного прогнозу прийнятним може вважатися тренд ОТС, що найбільше підходить до траєкторії її збалансованого розвитку. Пошук траєкторії збалансованого розвитку ОТС здійснюється у цій ситуації за принципом посилення (ослаблення) її компонентів з урахуванням застосування методу морфологічного синтезу.

В. Хубка при цьому визначає такі типи задач: «У зв'язку з системами розглядаються три характерних типи задач: задача синтезу – задано характер функціонування та інші вимоги до системи, визначити структуру, яка задовольняє поставленим вимогам; задача аналізу – задано структуру, визначити функціонування системи; задача «чорного ящика» – задано систему, структура якої невідома або відома частково, визначити її функціонування і, можливо, структуру [13, с. 26–27]. А Великий економічний словник наводить таке визначення: «синтез системи – побудова системи, об'єднання окремих частин системи, що визначається; її елементів у єдину систему для реалізації деякої заданої функції або набору функцій [1, с. 943].

Розглянемо особливості реалізації етапів методу морфологічного синтезу на операційному рівні дослідження складних систем у високотехнологічному виробництві, використовуючи для пошуку прогностичного стану ОТС реконструкцію її базового варіанта.

1. На першому етапі здійснюється декомпозиція ОТС на деякі компоненти. При цьому виділення великої кількості різнотипних компонентів у ОТС надалі призводить до труднощів, пов'язаних із визначенням та формалізацією показників розвиненості компонентів. У цій ситуації компоненти можуть бути об'єднані в групи за якоюсь ознакою, після чого проводиться пошук збалансованого стану груп компонентів ОТС. Результатом застосування методу морфологічного синтезу до аналізованої системі буде варіант розподілу асигнувань на розвиток груп компонентів, що забезпечує досягнення компонентного балансу. За необхідності здійснюється декомпозиція у групах компонентів, кожна з яких сприймається як

самостійна підсистема з відомими асигнуваннями на її розвиток. Розподіл асигнувань серед компонентів у підсистемах можна провести повторним застосуванням морфологічного синтезу.

2. На другому етапі проводиться обґрунтування та вибір показників розвиненості окремих компонентів підсистеми. У цьому випадку показник розвиненості може бути показником ефективності чи показником вкладу компонента. Розглядаючи можливі поєднання значень показника ефективності ОТС і показників розвиненості її компонентів, можна встановити функціональну надмірність чи недостатність окремих компонентів системи. Отже, показник розвиненості компонента постає як характеристика, що доповнює інформативність показника ефективності застосування ОТС і знижує невизначеність щодо ступеня збалансованості компонента, що розглядається в системі.

3. На третьому етапі формується загальна класифікаційна шкала розвиненості ОТС (критерій розвиненості). Критерій розвиненості використовується для якісної градації можливих станів ОТС. Зокрема, на класифікаційній шкалі повинні відобразитися стани надлишкового, недостатнього та збалансованого розвитку компонентів. Шкала формується з використанням показника ефективності ОТС  $W_S$  та показників розвиненості окремих компонентів  $W_1, W_2, W_3, \dots, W_K$ , де  $K$  – загальна кількість компонентів ОТС. Перед безпосередньою побудовою критерію розвиненості для кожного з показників визначається дискретний набір значень, що характеризують якісний стан системи або компонента за конкретним показником. Побудова класифікаційної шкали значень може бути проведено в такий спосіб. Показнику ефективності функціонування ОТС взагалі  $W_S$  визначимо три якісні градації діапазону значень:  $W_S = W_D$ ;  $W_S > W_D$ ;  $W_S < W_D$ , де  $W_D$  – достатній рівень розвитку системи.

Наприклад розглянемо двокомпонентну ОТС. Показнику розвитку будь-якого з її компонентів  $W_1, W_2$  визначимо дві якісні градації діапазонів значень:  $W_1 \geq W_{1D}$ , ( $W_2 \geq W_{2D}$ ) – максимальна розвиненість компонента;  $W_1 < W_{1D}$ , ( $W_2 < W_{2D}$ ) – не

максимальна розвиненість компонента, де  $W_{1D}$  ( $W_{2D}$ ) – достатні рівні розвитку компонентів системи. Можливі стани ОТС ранжовані знизу вгору за зростанням її прогресу (табл. 2.9).

Таблиця 2.9 - Класифікаційна шкала станів організаційно-технологічної системи

Номер стану	Значення компонента $W_S$	Значення компонента $W_1$	Значення компонента $W_2$	Характеристика стану
1	$W_S < W_D$	$W_1 \geq W_{1D}$	$W_2 \geq W_{2D}$	Надлишковий розвиток компонентів
2	$W_S < W_D$	$W_1 < W_{1D}$	$W_2 \geq W_{2D}$	Надлишковий розвиток другого компоненту
3	$W_S < W_D$	$W_1 \geq W_{1D}$	$W_2 < W_{2D}$	Надлишковий розвиток першого компоненту
4	$W_S < W_D$	$W_1 < W_{1D}$	$W_2 < W_{2D}$	Нормальний розвиток системи
5	$W_S = W_D$	$W_1 \geq W_{1D}$	$W_2 \geq W_{2D}$	Компонентний баланс
6	$W_S = W_D$	$W_1 < W_{1D}$	$W_2 \geq W_{2D}$	Недостатній розвиток першого компонента
7	$W_S = W_D$	$W_1 \geq W_{1D}$	$W_2 < W_{2D}$	Недостатній розвиток другого компонента
8	$W_S = W_D$	$W_1 < W_{1D}$	$W_2 < W_{2D}$	Недостатній розвиток компонентів
9	$W_S = W_D$	$W_1 < W_{1D}$	$W_2 \geq W_{2D}$	Деградація першого компоненту
10	$W_S \geq W_D$	$W_1 \geq W_{1D}$	$W_2 < W_{2D}$	Деградація другого компоненту
11	$W_S \geq W_D$	$W_1 < W_{1D}$	$W_2 < W_{2D}$	Деградація системи
12	$W_S \geq W_D$	$W_1 \geq W_{1D}$	$W_2 \geq W_{2D}$	Реконструкція системи

Зокрема, верхній стан (номер 1) характеризує компонент, що виконує завдання ( $W_S < W_D$ ). При цьому компоненти ОТС в умовах виділених асигнувань отримали максимально можливий розвиток ( $W_1 \geq W_{1D}$  та  $W_2 < W_{2D}$ ). Нижній стан ОТС (номер 12) характеризує компонент, що не виконує завдання ( $W_S < W_D$ ). При цьому компоненти ОТС отримали максимально можливий розвиток за умов виділених асигнувань. Фактично цей стан відображає невідповідність

спроектованої ОТС тим завданням, які вона повинна виконувати, що веде до її реконструкції – побудові нової системи, що відповідає вимогам її ефективності. Найбільший інтерес представляє п'ятий стан ОТС – стан компонентного балансу. У цій ситуації компоненти системи отримали максимально можливий розвиток, але завдання виконується на межі допустимої ефективності  $W_S = W_D$ . Система «балансує» на межі переходу до ситуацій «прогресу» або «деградації».

При розв'язанні задач прогнозування стану 5 може визначатися як шуканий стан, так як аналізований стан відображає умову зовнішнього та внутрішнього балансів ОТС. У Стан з першого до третього у табл. 1 можна охарактеризувати як стан надлишкового розвитку компонентів ОТС. У цих ситуаціях ОТС виконує завдання з надлишковим запасом стійкості ( $W_S < W_D$ ), при цьому або один з компонентів, або всі компоненти отримали розвиток вище достатньої межі ( $W_i \geq W_{iD}$ ,  $i = 1, 2$ ).

Можна говорити про те, що виділені асигнування були витрачені на підвищення запасу стійкості ОТС. Стан з шостого по восьмий можна охарактеризувати як стан недостатнього розвитку компонентів системи. У цих ситуаціях ОТС виконує завдання на грані допустимої межі ( $W_S = W_D$ ) – без запасу стійкості, при цьому один із компонентів чи всі компоненти отримали достатнього рівня розвитку ( $W_i < W_{iD}$ ,  $i = 1, 2$ ).

Збільшення асигнувань на розвиток ОТС у ситуаціях, що аналізуються, може призвести до підйому на верхні рівні її прогресу (стани 1–8). Стани з дев'ятого по одинадцятий можна охарактеризувати як стани деградації окремих компонентів ОТС чи системи взагалі. У цих ситуаціях ОТС не виконує завдання ( $W_S \geq W_D$ ). Збільшення асигнувань на розвиток ОТС в аналізованих станах може призвести або до її реконструкції (стан 12), або до її підйому на верхні рівні прогресу. Отже критерій розвиненості системи може бути побудований на основі дискретної класифікаційної шкали станів з використанням градуйованих значень (встановлених діапазонів) зміни показника її ефективності в цілому та показників



розвиненості компонентів, що входять до неї. Мета побудови класифікаційної шкали полягає у можливості використання її надалі при розв'язанні задачі нормативного прогнозування для пошуку станів ОТС.

4. На четвертому етапі визначаються хронологічно значущі інтервали розвитку ОТС. Вибір тривалості і числа хронологічно значущих інтервалів розвитку системи визначається величиною періоду попередження, специфікою розвитку та масштабом досліджуваної системи, традиційно сформованими умовами фінансування та планування розвитку системи, а також наявними тимчасовими ресурсами, математичним та програмним забезпеченням. Як додаткові фактори, що також враховуються при виборі тривалості інтервалів розвитку ОТС, можна назвати такі: тривалість етапів життєвого циклу окремих систем; тривалість етапів продовження гарантійних термінів експлуатації систем. З огляду на високу інерційність процесу розвитку ОТС застосування методу морфологічного синтезу з метою побудови нормативного прогнозу стає доцільним при виборі періоду попередження тривалістю не менше 10–15 років. Залежно від результатів попереднього пошукового прогнозування, проведеного з урахуванням експертного оцінювання, число хронологічно значимих інтервалів розвитку ОТС може знаходитися у діапазоні від 5 до 15.

5. На п'ятому етапі вибирається базовий варіант розвитку ОТС при фіксованих середньорічних асигнуваннях на її розвиток. Під варіантом розвитку системи розуміється склад компонентів, що входять до неї та встановлюються за основними кількісними характеристиками на інтервалах заданого періоду попередження. Базовий варіант розвитку системи формується за даними попередньо проведеного пошукового прогнозування з використанням методів експертного оцінювання. У результаті пошукового прогнозування оцінюється склад компонентів досліджуваної ОТС наприкінці заданого періоду попередження – тобто визначаються основні напрями розвитку ОТС. Формування базового

варіанту розвитку системи здійснюється з використанням морфологічної таблиці (табл. 2.10).

Таблиця 2.10 - Морфологічна таблиця формування базового варіанта організаційно-технологічної системи

Номер проекту	Етапи життєвого циклу	Інтервал 1	Інтервал 2	...	Інтервал К
Проект 1	НДДКР	$\delta C_{11}^{(H)}, X_{11}^{(H)}$	$\delta C_{12}^{(H)}, X_{12}^{(H)}$		$\delta C_{1K}^{(H)}, X_{1K}^{(H)}$
	Введення в експлуатацію	$\delta C_{11}^{(BE)}, X_{11}^{(BE)}$	$\delta C_{12}^{(BE)}, X_{12}^{(BE)}$		$\delta C_{1K}^{(BE)}, X_{1K}^{(BE)}$
	Експлуатація	$\delta C_{11}^{(E)}, X_{11}^{(E)}$	$\delta C_{12}^{(E)}, X_{12}^{(E)}$		$\delta C_{1K}^{(E)}, X_{1K}^{(E)}$
	Зняття з експлуатації	$\delta C_{11}^{(CE)}, X_{11}^{(CE)}$	$\delta C_{12}^{(CE)}, X_{12}^{(CE)}$		$\delta C_{1K}^{(CE)}, X_{1K}^{(CE)}$
Проект 1	НДДКР	$\delta C_{21}^{(H)}, X_{21}^{(H)}$	$\delta C_{22}^{(H)}, X_{22}^{(H)}$		$\delta C_{2K}^{(H)}, X_{2K}^{(H)}$
	Введення в експлуатацію	$\delta C_{21}^{(BE)}, X_{21}^{(BE)}$	$\delta C_{22}^{(BE)}, X_{22}^{(BE)}$		$\delta C_{2K}^{(BE)}, X_{2K}^{(BE)}$
	Експлуатація	$\delta C_{21}^{(E)}, X_{21}^{(E)}$	$\delta C_{22}^{(E)}, X_{22}^{(E)}$		$\delta C_{2K}^{(E)}, X_{2K}^{(E)}$
	Зняття з експлуатації	$\delta C_{21}^{(CE)}, X_{21}^{(CE)}$	$\delta C_{22}^{(CE)}, X_{22}^{(CE)}$		$\delta C_{2K}^{(CE)}, X_{2K}^{(CE)}$
...	...	...	...	...	...
Проект N	НДДКР	$\delta C_{N1}^{(H)}, X_{N1}^{(H)}$	$\delta C_{N2}^{(H)}, X_{N2}^{(H)}$		$\delta C_{NK}^{(H)}, X_{NK}^{(H)}$
	Введення в експлуатацію	$\delta C_{N1}^{(BE)}, X_{N1}^{(BE)}$	$\delta C_{N2}^{(BE)}, X_{N2}^{(BE)}$		$\delta C_{NK}^{(BE)}, X_{NK}^{(BE)}$
	Експлуатація	$\delta C_{N1}^{(E)}, X_{N1}^{(E)}$	$\delta C_{N2}^{(E)}, X_{N2}^{(E)}$		$\delta C_{NK}^{(E)}, X_{NK}^{(E)}$
	Зняття з експлуатації	$\delta C_{N1}^{(CE)}, X_{N1}^{(CE)}$	$\delta C_{N2}^{(CE)}, X_{N2}^{(CE)}$		$\delta C_{NK}^{(CE)}, X_{NK}^{(CE)}$
Оцінка стану системи		(1–12)	(1–12)	...	(1–12)

На перетині стовпців та рядків таблиці розташовані величини пайового фінансування окремих напрямків розвитку – проектів систем, що відповідають умовам нормування:

$$\sum_{i=1}^N [\delta C_{ij}^{(H)} + \delta C_{ij}^{(BE)} + \delta C_{ij}^{(E)} + \delta C_{ij}^{(CE)}] \leq 1, \forall j = \overline{1, K};$$

$$\delta C_{ij}^{(H)} = \frac{C_{ij}^{(H)}}{C_j}; \delta C_{ij}^{(BE)} = \frac{C_{ij}^{(BE)}}{C_j}; \quad (2.59)$$

$$\delta C_{ij}^{(E)} = \frac{C_{ij}^{(E)}}{C_j}; \delta C_{ij}^{(CE)} = \frac{C_{ij}^{(CE)}}{C_j},$$

де  $C_{ij}^{(H)}, C_{ij}^{(BE)}, C_{ij}^{(E)}, C_{ij}^{(CE)}$  – асигнування, які необхідні для розвитку  $i$ -ї системи (проекту системи) на  $j$ -му тимчасовому інтервалі прогнозування, відповідно на етапах: проведення НДДКР, введення в експлуатацію, експлуатації та зняття з експлуатації;  $C_j$  – сукупні асигнування, що виділяються (що прогнозовані для виділення) на  $j$ -му тимчасовому інтервалі розвитку об'єднаної ОТС.

В останньому рядку таблиці 2.10 наведено оцінку поточного стану  $S_i$  ОТС відповідно до критерію розвиненості за класифікаційною шкалою, що має 12 значень. Через кому, від величин необхідних асигнувань на розвиток проектів (на перетинах рядків та стовпців), розташований вектор значень основних кількісних характеристик систем  $X_{ij}^{(\dots)}$  на відповідних етапах життєвого циклу. Далі завдання формування базового набору проектів вирішується таким чином.

1). Визначається первісна множина  $\{I_g\}$  з базових проектів, де  $\{I_g\}$  – загальна кількість базових проектів.

2). Визначається безліч проектів  $\{I_o\}$  з базового набору, що мають певний початок і тривалість виконання, інші проекти становлять безліч невизначених  $\{I_{no}\}$ , тобто:

$$\{I_g\} = \{I_o\} + \{I_{no}\}. \quad (2.60)$$

3). Визначаються кількість та тривалість етапів життєвого циклу для базового набору проектів безлічі невизначених:

$$D_i = d_i^H + d_i^{BE} + d_i^E + d_i^{CE}, \forall i \in \{I_{HO}\}, \quad (2.61)$$

де  $D_i$  – загальна тривалість виконання проекту, яка вимірюється у кількості значимих інтервалів розвитку, за умови  $D_i \leq K$ ;  $d_i^H + d_i^{BE} + d_i^E + d_i^{CE}$  – тривалість етапів: НДДКР, введення у експлуатацію, експлуатації та зняття з експлуатації, що вимірюються у кількості хронологічно значимих інтервалів розвитку.

4). Перевіряється виконання умов ресурсного балансу для базового набору проектів:

$$\begin{aligned} C_i^H + C_i^{BE} + C_i^E + C_i^{CE} &\geq C_i \\ \forall i \in \{I_B\}, \sum_{i=1}^{I_B} C_i &\leq C, \end{aligned} \quad (2.62)$$

де  $C_i$  – асигнування, які необхідні розвитку  $i$ -го проекту;  $C$  – сукупні асигнування, що прогнозовані для виділення на всій тривалості періоду розвитку ОТС.

5). При невиконанні умов ресурсного балансу здійснюється коригування базових проектів з безлічі невизначених, що спрямоване на перенесення термінів початку реалізації проектів до кінця періоду попередження. Фактично коригування означає переведення проекту до множини визначених.

6). Визначається початок виконання проектів з множини невизначених  $\{I_{HO}\}$  для цільової функції при виконанні умов (2.59):

$$S = \min_{\{Q\}} (\sum_{j=1}^K |S_j - S_B|), Q = \prod_{i=1}^{I_{HO}} (K - D_i), \quad (2.63)$$

де  $\{Q\}$  – безліч варіантів розміщення проєктів;  $Q$  – потужність безлічі варіантів розміщення проєктів;  $S_j$  – поточний стан системи;  $S_B$  – стан компонентного балансу системи;  $K$  – загальна кількість хронологічно значимих інтервалів розвитку ОТС.

При невиконанні умов (4) для будь-якого з можливих рішень, що становлять безліч  $\{Q\}$ , здійснюється коригування проєктів з безлічі невизначених, яке спрямоване на збільшення тривалості періодів введення в експлуатацію  $i$ -го проєкту, з відповідним перерозподілом асигнувань на нову тривалість періоду. Зазначена операція веде до зменшення асигнувань на фіксованому інтервалі розвитку, що дозволяє після кількох ітерацій досягти виконання умов (4). Завдання (5) може вирішуватись методами спрямованого або випадкового пошуку. Вибір того чи іншого способу пошуку здійснюється залежно від потужності безлічі варіантів розміщення проєктів.

6. На шостому етапі розраховуються показники розвиненості та оцінюються розвиненість ОТС взагалі за критерієм розвиненості з використанням математичних моделей функціонування компонентів системи на окремих інтервалах розвитку. Для оцінювання показників розвиненості її компонентів та врахування складних взаємозв'язків, а також великої кількості вихідних параметрів, що визначають розвиток системи, потрібна, як правило, розробка проблемно орієнтованої імітаційної моделі функціонування її компонентів. При використанні такої моделі, крім оцінюваних показників, можна отримувати велику кількість додаткових характеристик ОТС, що дозволяють підвищити рівень інформованості менеджменту високотехнологічного виробництва щодо можливості посилення (ослаблення) компонентів системи.

7. На сьомому етапі визначаються інтервали розвитку ОТС, на яких окремі компоненти набули недостатнього (надлишкового) розвитку. За великої кількості проєктів у безлічі невизначених зазначена операція проводиться методами

експертного оцінювання. Якщо завдання розміщення проєктів вирішується в автоматичному режимі, тоді метод морфологічного синтезу реалізується шляхом інтерактивного спілкування з персональним комп'ютером.

8. У ході восьмого етапу здійснюється перерозподіл асигнувань для посилення (ослаблення) недостатньо (надмірно) розвинених компонентів ОТС – її реконструкція. На даному етапі, по суті, визначається нова вартість  $C_i$  проєкту, що вимагає додаткових асигнувань (або зниження асигнувань) на розвиток з метою посилення (ослаблення), а також встановлюються нові терміни початку (завершення) реалізації проєкту перед повторним зверненням до завдання розміщення наборів проєктів. При використанні даних експертного оцінювання, отриманих на попередньому етапі, в ОТС також можуть вводитися нові проєкти, що розглядаються у складі виділених компонентів, або виключаються функціонально надлишкові проєкти.

Таким чином, застосування методу морфологічного синтезу з метою побудови нормативного прогнозу розвитку ОТС вимагає залучення широкого кола фахівців для вирішення важкоформалізованого завдання обґрунтування показників розвиненості її компонентів, побудови моделей функціонування компонентів системи, а також проведення експертного оцінювання на етапі посилення (ослаблення) ділянок недостатнього (надлишкового) розвитку компонентів системи у високотехнологічному виробництві.

#### *Література до п. 2.5:*

1. Большой экономический словарь. Под ред. А.Н. Азрилияна. 5-е изд. Москва: Институт новой экономики. 2002. 1280 с.
2. Бояринова К.О. Невизначеність та ризики в управлінні реалізацією інвестиційно-інноваційних проєктів підприємств. *Економіка та держава*. 2020. №2. С. 4–9. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.2.4>

3. Ворона А.В. Світовий досвід управління інноваційним розвитком економіки. *Економіка та держава*. 2020. №1. С. 132–138. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.1.132>
4. Выварец А.Д., Могиленских О.П., Уланов В.Л. Экономико-математическое моделирование производственных систем: учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ, 1995. 133 с.
5. Голомовзний В.М., Калиновська Н.Л. Аналіз систем технічного обслуговування і ремонту та їхня ефективність впливу на технічний стан заводської системи машин в процесі її експлуатації. *Економіка та держава*. 2020. №7. С. 124–128. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.7.124>
6. Зельцер Р.Я., Беленкова О.Ю., Новак Є.В., Дубінін Д.В. Цифрова трансформація процесів ресурсно-логістичного та організаційно-структурного забезпечення будівництва. *Наука та інновації*. 2019. Т. 15. С. 38–51. DOI: [doi.org/10.15407/scin15.05.038](https://doi.org/10.15407/scin15.05.038)
7. Кибалов Е.Б., Горяченко В.И., Хуторецкий А.Б. Системный анализ ожидаемой эффективности крупномасштабных проектов. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2008. 164 с.
8. Крамаренко І.С., Хмелик О.А. Дослідження та тенденції сучасного стану інноваційного розвитку машинобудівельних підприємств України. *Економіка та держава*. 2020. №1. С. 73–77. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.1.73>
9. Марченко В.М. Джерела самоорганізації процесів злиттів та поглинань. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2020. №5(228). С. 69–75.
10. Махорт А.Ф. О состояниях равновесия открытой экономической системы с дополнительным перераспределением капитала. *Проблемы управления и информатики*. 2018. №3. С. 142–157.
11. Методология моделирования жизнеспособных систем в экономике: монография. Ю.Г. Лысенко и др. Донецк: Юго-Восток, 2009. 350 с.

12. Усов А.В., Оборський Г.А. и др. Математическое моделирование технических систем. Київ: Техніка, 1995. 328 с.

13. Хубка В. Теория технических систем. Пер. с нем. Москва: Мир, 1987. 208 с.



### 3.1 Оцінка ефективності інвестування у підвищення надійності організаційно-технологічних систем

У сучасній науковій літературі є група питань, яка поки ще не знайшла достатнього освітлення. До них відноситься проблематика надійності сучасних організаційно-технологічних систем (ОТС). Знаходячись на межі наукових знань і мистецтва, діяльність інженерно-технічних спеціалістів і економістів довгий час не знаходила своїх дослідників.

Одним з найцінніших якостей *homo sapiens* є його здібність у процесі пізнання виділяти головне і суттєве, залишаючи при цьому без уваги несуттєві або випадкові признаки, що необхідно для правильного і глибокого розуміння об'єкта пізнання. Метод абстрагування допоміг людству отримати і упорядкувати знання у будь якій сфері його діяльності та тим самим сприяти виникненню і розвитку окремих наук.

Тем не менш до сих пір для рішення той чи іншої проблеми не завжди маємо відповідну теорію. В сфері нових технологій чимало прикладів того, як практика попереджує теорію, а розвиток теорії внаслідок дозволяє покращити досягнуті практичні результати. Такими залишаються справи і з теорією надійності ОТС.

Сьогодні у постановочному плані з'явилося багато нових проблем, які відображають накопичений до сьогоднішнього досвід, зміни (перехід до 5-6 технологічного укладів, а на горизонті вже і сьомий [9, с. 732-736]), які

відбуваються у технічних і економічних науках, і нові результати досліджень у цій сфері знань.

Особливо суттєвими є наступні зміни:

- розширена область систем, що розглядаються науковцями, що дало основу для заміни термінів «машинна система», «технічна система» [4; 8; 12] на термін «технологічна система»;

- розширена сфера застосування результатів, які можуть бути корисними не тільки інженерній діяльності, а і у соціально-економічній.

Значний внесок у вивчення питань, що стосується особливостей як ОТС так і інвестування в їх розробку і експлуатацію, здійснили такі науковці: Александрова В. [6], Головчук Ю. [1], Карпінська Г. [2], Кендюхов О. [3], Кузнецов А. [4], Лисенко Ю. [5], Усов А. і Оборський Г. [8], Федулова Л. [9], Філіппова С. [10], Харчук С. [11], Хубка В. [12], Щетілова Т. [13], Янковий О. [14].

Вклад учених-економістів і фахівців технічних наук у вирішенні актуальності дослідження як суто ОТС так і надійності/ефективності їх експлуатації на підприємствах промислового комплексу є вагомими, але водночас слід звернути увагу на об'єктивну необхідність досліджень питань, що стосуються аналізу стану та визначення перспектив подальшого ефективного інвестиційного забезпечення впровадження ОТС. Так О. Кендюхов бачить основні проблемні аспекти науково-технологічного розвитку України, «...основними з яких є: рівень інноваційної активності вітчизняних підприємств, частка передових технологічних укладів в економіці України, фінансування наукової сфери, скорочення наукового потенціалу нашої країни та відтік молодих наукових кадрів [3, с. 86]. Ю. Головчук підкреслює: «Підвищення конкурентоспроможності передбачає розробку та вибір відповідних стратегій, які майже постійно розробляються та адаптуються [1, с. 69]. О. Яновський, аналізуючи сучасні тенденції промислового виробництва, свідчить «... про дискусійність загальновідомого постулату щодо позитивної ролі неухильного підвищення фондоозброєності у вітчизняному машинобудуванні» [14, с. 27]. Г.

Карпінська підкреслює, «... що комплементарний підхід до забезпечення збалансованого розвитку промислового підприємства та забезпечення безперервності розширеного відтворення його виробничого капіталу дає можливість забезпечити підвищення ефективності його діяльності» [2, с. 93]. Т. Щетілова наполягає, що «... процедура мінімізації змінності є економіко-математичною умовною утримання середнього рівня або підвищення продуктивності та ефективності як самої реструктуризації, так і ефективності економічного розвитку в цілому» [13, с. 14]. Ю. Лисенко, досліджуючи методологію моделювання життєвостійких систем в економіці, наполягає на кількісній оцінці їх надійності [5, с. 129-131]. С. Харчук стверджує, що «Для задовільного стану інвестиційної діяльності підприємств України в умовах економічної нестабільності необхідно провести ряд інноваційних заходів, які комплексно будуть впливати на інвестиційний клімат діяльності підприємств: поліпшення інвестиційної інфраструктури; покращення демографічних показників; контроль за рівнем ризиків; адаптація правової та нормативної бази України відповідно до вимог ЄС, націленої на ефективне та стабільне функціонування економіки; підвищення рівня ВВП України; врегулювання проблем державного боргу; скорочення масштабу корупції в органах самоврядування; забезпечення розвитку фінансового сектору» [11, с. 71]. О. Саліхова, досліджуючи концепцію розумної спеціалізації та пов'язуючи її з концепцією науково-технологічного розвитку відмічає, що «... новому Уряду необхідно актуалізувати підготовку Стратегії з урахуванням нещодавно прийнятих в ЄС документів у частині модернізації промисловості на засадах розумної спеціалізації. У механізмі впровадження Стратегії, серед іншого, слід закласти нові фінансові інструменти й державну допомогу на реалізацію проектів з технологічних інновацій на базі ключових технологій із використанням публічних закупівель інноваційної продукції» [7, с. 69].

В даний час склалася струнка система технічних показників надійності ТС, визначено їх взаємозв'язок і взаємовплив, розроблені методи оцінки. Можна послатися, наприклад, на великі групи державних стандартів за темами: «Надійність в техніці», «Система технічного обслуговування ремонту техніки». Економічні ж показники надійності в більшості нормативних документів або взагалі не згадуються, або наводяться у вигляді допоміжних параметрів, яким ніякої суттєвої ролі в аналізі надійності ТС не відводиться.

Однак економічні показники надійності не тільки так само важливі, як і технічні показники, а й в більшості випадків є більш інформативними з точки зору вироблення думки про рівень надійності ТС. Там де критерієм прийняття рішень виступають економічні фактори - а це переважна більшість комерційних і господарських завдань і систем, - технічні показники надійності є допоміжними проміжними параметрами, які тільки дозволяють перейти до оцінки кінцевих цілей аналізу, тобто економічних показників надійності.

При зіставленні варіантів технічних рішень, що відрізняються за рівнем надійності, можна розглядати такі економічні показники, як витрати на підвищення надійності ТС, економічні втрати від відмов і т.п. У свою чергу ці економічні показники будуть визначатися за допомогою технічних показників надійності: ймовірності або інтенсивності відмов, середнього часу відновлення, коефіцієнта технічного використання та ін.

Недостатня методологічна розробленість оцінки збитку від відмов більшості ТС у всіх галузях матеріального виробництва та невиробничої сфери вплинула і на питання врахування його в економічних розрахунках надійності. Сьогодні практично немає міжгалузевих або будь-яких галузевих документів (методик, інструкцій та ін.), в яких при розрахунках економічної ефективності підвищення надійності ОТС регламентувався б облік збитків споживачів та інших суміжних ланок.

І це незважаючи на те, що у Типовій методиці визначення економічної ефективності капітальних вкладень і у Методиці визначення ефективності нової техніки в якості неодмінної умови, вказано на необхідність врахування пов'язаних витрат, в тому числі і у споживачів цільового продукту ОТС і у суміжних ланках, тобто в даному випадку збитку від відмов [6].

Покажемо, що облік збитку в рішенні названої групи завдань є відображенням загальногосподарського підходу в техніко-економічних розрахунках і повністю відповідає чинним методичним документам розрахунку ефективності інвестицій і нової техніки [10].

Підвищення надійності постачання споживачам цільового продукту - одна з найважливіших задач проектування, спорудження та експлуатації ОТС в будь-якій галузі матеріального виробництва. Однак випадки, коли підвищення надійності може бути досягнуто без додаткових витрат матеріальних або трудових ресурсів, на практиці зустрічається вкрай рідко. Звідси виникає завдання економічного обґрунтування додаткових витрат ресурсів на підвищення надійності ОТС.

Незважаючи на актуальність і важливість економічної оцінки підвищення надійності, це завдання ще не знайшло загальновизнаного рішення. Виняток становлять випадки, коли здійснювані в ОТС організаційно-технічні заходи дозволяють скоротити витрати без зміни рівня її надійності, і в рівній мірі, коли підвищення надійності постачання споживачам цільових продуктів ОТС може бути забезпечено без додаткових витрат. У першому випадку ефективність заходу визначається різницею витрат.

$$E_1 = \Delta B - E_p - E_z, \quad (3.1)$$

де  $\Delta B$  – різниця приведених витрат по ТС до і після здійснення заходів щодо підвищення надійності;  $E_p$  – річна економія виробничих ресурсів;  $E_z$  – приведені витрати на здійснення розглянутих заходів.

У другому випадку доцільність здійснення заходів не викликає сумнівів, але визначення чисельного значення їх економічної ефективності не настільки очевидно, як в попередньому випадку.

До теперішнього часу склалися дві точки зору щодо методології визначення економічної ефективності підвищення надійності ОТС в різних галузях матеріального виробництва та невиробничої сфери.

Перша точка зору побудована на безумовній вимозі рівності «вихідного результату», іманентно властивий принципу порівняння варіантів на основі приведення витрат. Відповідно до другої точки зору розрахунок економічного ефекту здійснюється для варіантів з принципово різним рівнем надійності забезпечення споживачів цільовим продуктом ОТС, але з урахуванням зміни збитків у споживачів та для інших суміжних ланок.

1. У першому випадку, назвемо його метод «рівного результату», при визначенні економічної ефективності заходу, що забезпечує підвищення надійності ОТС, виходять з наступних міркувань. Величина економічного ефекту у всіх випадках повинна визначатися як різниця приведених витрат за двома варіантами їх вкладення. Другим варіантом, очевидно, є випадок, що охоплює захід щодо підвищення надійності якого розглядається. З огляду на вимогу рівності «вихідного результату» за всіма параметрами, включаючи і надійність, перший варіант вкладення витрат повинен забезпечувати таку ж надійність постачання споживачам цільового продукту ОТС, яку досягаємо на основі реалізації названого заходу. У першому варіанті вкладення витрат цей рівень надійності забезпечується будь-яким іншим, відмінним від нашого заходу способом.

Наприклад, якщо захід полягає у впровадженні нової техніки або технології, то перший варіант, званий зазвичай «базовим», може полягати в підвищенні надійності ОТС традиційним способом. Звичайно, спосіб повинен бути найбільш дешевим з усіх відомих і практично реалізованих способів. При цьому, оскільки обидва варіанти забезпечують однаковий рівень надійності постачання споживачам

цільового продукту – ОТС, відсутня необхідність визначення зміни пов'язаних витрат у споживачів і у суміжних ланках, тобто зміни їх річних збитків від відмов ОТС.

Економічна ефективність заходу, що підвищує надійність ОТС, в цьому випадку оцінюється за формулою:

$$E_2 = B_b - B_m, \quad (3.2)$$

де  $B_b$  – приведені витрати за базовим варіантом підвищення надійності.

Іноді  $B_b$  виражають у вигляді питомих базових витрат в розрахунку на одиницю підвищення надійності ОТС, наприклад, на одиницю недовідпущеного споживачу цільового продукту ОТС через її відмови:

$$b_b = \frac{B_b}{\Delta\Pi_b}, \quad (3.3)$$

де  $b_b$  – питомі базові приведені витрати на підвищення надійності ОТС (зниження недовідпуску одиниці цільового продукту);  $\Delta\Pi_b$  – обсяг зниження недовідпуску цільового продукту ОТС в рік при базових приведених витратах  $B_b$ . Аналогічно ця величина може бути виражена в розрахунку на одну годину простою ОТС або число її відмов протягом року.

Використовуючи питомі витрати на підвищення надійності ОТС, економічну ефективність заходів визначають за формулою:

$$E_2 = b_b \Delta\Pi - b_m, \quad (3.4)$$

де  $\Delta\Pi$  – зменшення недовідпуску цільового продукту в розрахунку на рік в результаті впровадження заходу, що підвищує надійність ОТС;  $b_m$  - питомі приведені витрати на підвищення надійності технологічної системи по даному заходу.

Застосування питомих приведених витрат полегшує оцінку економічної ефективності заходів по підвищенню надійності, так як виключається необхідність пошуку кожного разу базового варіанту. Крім того, величина питомих приведених витрат може бути задана у вигляді нормативу, який може бути розрахований на основі відповідних техніко-економічних показників. Недоліком методу є лінійна залежність, яка приймається між витратами і надійністю, тоді як відомо, що будь-яке подальше підвищення надійності ОТС обходиться в питомому відношенні дорожче попереднього.

2. У другому випадку, назвемо його методом «обліку збитків», економічну ефективність заходу щодо підвищення надійності ОТС пропонується оцінювати на базі аналізу зміни приведених витрат - зміни (зменшення) шкоди споживачів і суміжних ланок. Економічна ефективність заходу, що підвищує надійність забезпечення споживачів цільовим продуктом ОТС, оцінюється в цьому випадку як різниця приведених витрат, включаючи шкоду для споживачів і суміжних ланок, в розрахунку на рік до і після впровадження даного заходу:

$$E_3 = (B_0 + U_0) - (B_m + U_m) = \Delta B_m + \Delta U, \quad (3.5)$$

де  $B_0$  та  $U_0$  – відповідно приведені витрати на ОТС і шкода у споживачів до впровадження заходу щодо підвищення надійності;  $U_m$  – збиток споживачів після здійснення даного заходу;  $\Delta B$  та  $\Delta U$  - зміна приведених витрат і збитків споживачів внаслідок впровадження заходу щодо підвищення надійності.



Метод «обліку збитку», таким чином, передбачає вирівнювання вихідного корисного результату за всіма параметрами ОТС, крім параметра, який варіює. Зміна параметра, який варіює позначається на зміні витрат (збитків) у споживача, і відповідно до Типової методики визначення економічної ефективності капітальних вкладень це повинно знайти відображення в розрахунках ефективності, чим і забезпечується загальногосподарський підхід в техніко-економічних розрахунках.

Викладені дві точки зору на оцінку економічної ефективності в значній мірі альтернативні одна до одної. Але обидві вони обґрунтовуються досить серйозно і тому вимагають уважного розгляду. По-перше, необхідно встановити, яка і в яких умовах точка зору є більш обґрунтованою, і, по-друге, чи можуть вони співіснувати і яка в цьому випадку буде область застосування кожного із зазначених методів.

Для вирішення поставлених питань розглянемо негативні сторони, які привласнені названим прийомом визначення економічної ефективності підвищення надійності ОТС.

Для методу «рівного результату» негативним слід назвати той факт, що використання цього методу не дозволяє відповісти на питання: чи ефективно в даній ситуації взагалі підвищення надійності? Проілюструємо це на прикладі інвестування впровадження на ПАТ «Одескабель» новітньої технології системи виробництва принципово нової продукції – LAN-кабелів 6-ї та 7-ї категорії (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Порівняльна оцінка варіантів інвестування

Варіант	Інвестиції (I), тис. грн	Поточні витрати (С), тис. грн на рік	Щорічні витрати (U), тис. грн на рік
Існуючий (0)	100000	10000	4000
Базовий (b)	110000	11000	3000
Проаналізований (m)	109000	10900	3000

З таблиці 3.1 видно, що аналізований і базовий варіанти забезпечують рівне значення надійності постачання споживачам цільового продукту ОТС. Тому величину економічного ефекту визначимо після деяких перетворень формули (2): E

=  $0,12 \times 100 + 10 = 22$  тис. грн в рік, де  $E_n = 0,12$  - нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності інвестицій.

З цього розрахунку випливає, що проаналізований варіант заходу щодо підвищення надійності ОТС економічно ефективний і може бути рекомендований до здійснення. Однак подивимося, чи окупаються витрати на цей захід відповідним зниженням збитків споживачів від відмов, тобто чи будуть дотримані загальногосподарські інтереси. Додаткові наведені витрати на підвищення надійності ОТС при обраному варіанті заходу складуть:  $\Delta B = 0,12 \times 900 + 90 = 198$  тис. грн на рік.

У той же час величина зниження збитків споживачів від відмов  $\Delta U = U_0 - U_b = 100$  тис. грн на рік, тобто  $\Delta B > \Delta U$ .

Остання нерівність означає, що впровадження даного заходу щодо підвищення надійності постачання споживачам цільового продукту ТС недоцільно, і це вступає в протиріччя з висновком, який отримано на основі оціненого раніше економічного ефекту.

Єдина можливість виключити зазначену суперечність - це обмежити сферу застосування методу «рівного результату» при визначенні економічної ефективності випадком існування нормативу надійності ОТС. При цьому питання про визначенні економічної ефективності заходу з підвищення надійності постачання споживачу цільового продукту ОТС трансформується в питання визначення порівняльної економічної ефективності забезпечення заданого рівня надійності у різний спосіб. Величина нормативу надійності ОТС може бути задана, наприклад, виходячи з вимог соціальних нормативів безпеки, на основі попереднього техніко-економічного розрахунку і т.п.

Критика, яка висловлюється зазвичай на адресу методу «обліку збитку», полягає в тому, що при його використанні для розрахунку економічної ефективності заходів щодо підвищення надійності постачання споживачу цільового продукту ОТС ітеруеться вимога рівності вихідного результуючого ефекту, тобто розглянуті

варіанти не забезпечують однакову якість (надійність) цільового продукту [4, с. 17]. Як зазначалося, такий методичний підхід має певне економічне підґрунтя, але все ж необхідно показати, що в даному випадку всі вимоги, що пред'являються до порівняння варіантів за приведеними витратами, задовольняються.

Для цього перейдемо від розгляду об'єкта «ОТС» до об'єкту «ОТС - споживачі», тобто до комплексу, що включає в себе власне систему і споживачів за першим концентром сполучення. Вихідним результатом такого комплексу буде продукція, що випускається підприємствами - споживачами цільового продукту цієї ОТС і вимога рівності вихідного результату за варіантами буде відноситися вже до кількості та якості цієї продукції.

Якщо при цьому виходити з вимоги рівності кількості і якості цієї продукції, то задача визначення економічної ефективності підвищення надійності постачання споживачу цільового продукту ОТС зводиться до зміни витрат без зміни вихідного ефекту, тобто може бути використана формула (3.1).

У таблиці 3.2 надані складові для розрахунку економічної ефективності заходу, що забезпечує підвищення надійності ТС з урахуванням висловлених міркувань. Для існуючого і аналізованого варіантів ТС, що мають різну надійність постачання споживачу цільового продукту, прийнято наступне. Недовідпуск продукції підприємствами - споживачами за варіантами різні, проте завдяки резервуванню виробничих потужностей споживачів, відповідно з витратами на резерви  $V_{ко}$  та  $V_{км}$ , вказаний недовідпуск продукції в кожному випадку вдається компенсувати так, щоб забезпечити плановий обсяг випуску продукції  $\Delta\Pi_n$ .

Таблиця 3.2 - Складові для розрахунків ефективності інвестицій

Варіанти	ТС		Споживачі цільового продукту				
	Інвестиції	Поточні витрати	Інвестиції	Поточні витрати	Нереалізована продукція	Витрати на резерв	Обсяг випуску продукції
Існуючий	$K_o^T$	$C_o^T$	$I_o^H$	$C_o^H$	$\Delta\Pi_o$	$V_{ко}$	$\Pi_o$
Проаналізований	$K_m^T$	$C_m^T$	$I_m^H$	$C_m^H$	$\Delta\Pi_m$	$V_{км}$	$\Pi_m$

Відповідно до формули (3.1) економічну ефективність підвищення надійності технологічної системи визначимо з виразу:

$$E_4 = E_n(I_0^T + I_0^n - I_m^T - I_m^n) + (C_0^T + C_0^n - C_m^T - C_m^n) + (B_{ko} - B_{km}), \quad (3.6)$$

Так як витрати на резерв виробничої потужності споживачів виділені окремо, можна вважати, що  $I_0^n = I_m^n$ . Позначимо:  $I_0^T - I_m^T = \Delta I^T$ ;  $C_m^T - C_0^T = \Delta C^T$ ;  $C_0^n - C_m^n = \Delta \bar{U}_1$ , де  $\Delta \bar{U}_1$  – зміна складової збитку споживачів, яка відображається на його поточних витратах, а  $Z_{ko} - Z_{km} = \Delta \bar{U}_2$  – зміна витрат на резервування виробничої потужності, які так само, як було показано, є складовою збитку споживачів від відмов.

В цілому економічна ефективність підвищення надійності ОТС при заданому нормативі надійності набуде вигляду:

$$E_4 = \Delta \bar{U}_1 + \Delta \bar{U}_2 - E_n \Delta I^T - \Delta C^T, \quad (3.7)$$

Якщо при цьому врахувати, що:

$$E_n \Delta I^T + \Delta C^T = Z_m - \Delta \bar{U}^T, \quad (3.8)$$

де  $\Delta \bar{U}^T$  – зміна збитків від відмов у самій технологічній системі, то отримаємо:

$$E_4 = \Delta \bar{U}_1 + \Delta \bar{U}_2 + \Delta \bar{U}^T - B_m = \Delta \bar{U} - B_m, \quad (3.9)$$

Отже економічна ефективність підвищення надійності постачання споживачу цільового продукту ОТС для даного випадку оцінюється як різниця зміни сумарного збитку від відмов і витрат на здійснення заходів щодо підвищення надійності.

Розглянемо застосування наведеного методу визначення економічної ефективності по відношенню до підвищення технологічного рівня діючого виробництва, що супроводжується зростанням надійності постачання споживачу цільового продукту певної ТС.

Як відомо, обладнання вважається повністю морально зношеним і вимагає заміни, якщо приведені витрати на новій установці будуть менше, ніж поточні витрати на діючій, без амортизаційних відрахувань на реновацію [14]. Звідси можна визначити величину економічного ефекту від підвищення технологічного рівня виробництва, що забезпечує підвищення надійності постачання споживачу цільового продукту.

Так, при заходах, що не супроводжуються збільшенням обсягу цільового продукту ОТС що відпускається, маємо:

$$E_5 = C'_0 - (C_m + E_n I_m) , \quad (3.10)$$

де  $C'_0$  – поточні витрати без реноваційних відрахувань до здійснення заходів щодо підвищення технологічного рівня виробництва.

Поточні витрати розглядаємо по відношенню до комплексу «ОТС – споживачі», і тоді для  $C_0$  можна записати (без незмінної частини):

$$C'_0 = c'_0 \Pi_0 + (\bar{U}_T + \bar{U}_n) \Delta \Pi_0 , \quad (3.11)$$

де  $c'_0$  – питома собівартість виробництва цільового продукту ТС (без реноваційних відрахувань) до здійснення заходів;  $\Pi_0$  та  $\Delta \Pi_0$  – планове вироблення цільового продукту і очікуване значення його недовиробітку до здійснення заходів;  $\bar{U}_T$  та  $\bar{U}_n$  – питомих збиток ТС і споживачів від відмов.

Аналогічно запишемо вираз для змінної частини поточних витрат комплексу,

що оглядається після впровадження заходу:

$$C_m = c'_m \Pi_0 + p I_m + (\bar{U}_r + \bar{U}_n) \Delta \Pi_m, \quad (3.12)$$

де  $c'_m$  та  $\Delta \Pi_m$  – питома собівартість виробництва цільового продукту ОТС (без реноваційних відрахувань) і очікуване значення його недовиробітку після впровадження заходу;  $p$  - норма амортизаційних відрахувань на реновацію.

Перетворюючи вихідний вираз, отримуємо формулу для розрахунку економічного ефекту:

$$E_5 = (\bar{U}_r + \bar{U}_n)(\Delta \Pi_0 + \Delta \Pi_m) - \Pi_0(c'_m - c'_0) - I_m(p + E_n), \quad (3.13)$$

При заходах з підвищення технологічного рівня виробництва, що забезпечують підвищення надійності постачання споживачам цільового продукту і супроводжуються збільшенням обсягу його вироблення, економічний ефект може бути визначений як:

$$E_6 = C'_0 + \Delta C_0 + E_n \Delta I_0 - (C_m + E_n I_m), \quad (3.14)$$

де  $\Delta C_0$  та  $\Delta K_0$  – додаткові поточні витрати та інвестицій на екстенсивне збільшення вироблення цільового продукту без здійснення заходів щодо підвищення надійності ОТС.

Додаткові поточні витрати з урахуванням збитку можуть бути визначені за виразом:

$$\Delta C_0 = c'_0 \Pi'_0 + p \Delta I_0 + (\bar{U}_T + \bar{U}_n) \Delta \Pi_0 \frac{\Pi'_0}{\Pi_0}, \quad (3.15)$$

де  $\Pi'_0$  – додатковий обсяг вироблення цільового продукту.

Враховуючи цей додатковий цільовий продукт, поточні витрати по здійснюваному заходу можуть бути оцінені за формулою:

$$C_m = c'_m (\Pi_0 + \Pi'_0) + p I_0 + (\bar{U}_T + \bar{U}_n) \Delta \Pi_m, \quad (3.16)$$

Тоді остаточний економічний ефект:

$$E_6 = (\bar{U}_T + \bar{U}_n) \left[ \Delta \Pi_0 \left( 1 + \frac{\Pi'_0}{\Pi_0} \right) - \Delta \Pi_m \right] - (\Pi_0 + \Pi'_0) (c'_m - c'_0) - (p + E_n) (I_m - \Delta I_0) \quad (3.17)$$

Отримані формули розрахунку економічної ефективності заходу з підвищення надійності ОТС дозволяють оцінити значення граничних вкладень в розрахунок на зниження обсягу невідпуску її цільового продукту. Так, з формули (2.69) маємо

$$I'_{\bar{U}} = \frac{I_m}{\Delta \Pi_0 - \Delta \Pi_m} = \frac{(y_T + y_n) (\Delta \Pi_0 - \Delta \Pi_m) - \Pi_0 (c'_m - c'_0)}{(p + E_n) (\Delta \Pi_0 - \Delta \Pi_m)}, \quad (3.18)$$

де  $I'_{\bar{U}}$  – питомі граничні інвестиції на підвищення надійності ОТС в розрахунок на одиницю зниження невідпуску цільового продукту (варіант заходів без зростання обсягів відпуску цільового продукту).

При  $\Delta\Pi_0 - \Delta\Pi_m = \Delta\Pi$ ;  $y_T + y_H = y$ ;  $c'_m - c'_0 = \Delta c'$  отримаємо

$$K'_{\text{инт}} = \frac{y\Delta\Pi - \Pi_0\Delta c'}{(p+E_H)\Delta\Pi}, \quad (3.19)$$

З формули (3.17) величину питомих граничних інвестиційних вкладень на підвищення надійності ОТС в розрахунку на одиницю зниження недовідпуску цільового продукту (варіант заходів зі збільшенням обсягу відпуску цільового продукту) можна визначити за формулою:

$$I''_{\text{У}} = \frac{I_m}{\Delta\Pi_0 - \Delta\Pi_m + \frac{\Delta\Pi_0\Pi'_0}{\Pi_0}} = \frac{(p+E_H)\Delta I_0 - \Delta c'(\Pi_0 + \Pi'_0) + y\Delta\Pi'_0 - \Pi_0(c'_m - c'_0)}{\Delta\Pi'_0(p+E_H)}, \quad (3.20)$$

де  $\Delta\Pi'_0 = \Delta\Pi_0 - \Delta\Pi_m + \frac{\Delta\Pi_0\Pi'_0}{\Pi_0}$  - зміна (зменшення) недовідпуску цільового продукту з урахуванням збільшення обсягу його постачання споживачам.

В окремому випадку, при  $\Delta c' = 0$ , маємо:

$$I'_{\text{У}} = \frac{\text{У}}{p+E_H}, \quad (3.21)$$

та

$$I''_{\text{У}} = \frac{\Delta I_0}{\Delta\Pi'_0} + \frac{\text{У}}{p+E_H}, \quad (3.22)$$

Ці формули можна рекомендувати для практичного застосування при оцінці доцільності інвестиційних вкладень на підвищення надійності ОТС.



Економічні показники надійності сучасних технологічних систем також важливі як і технічні, а у більшості випадків більш інформативні з точки зору визначення їх надійності. При співставленні варіантів технічних рішень, що відбувається завжди при техніко-економічному обґрунтування випуску новітньої продукції, слід розглядати такі економічні показники як витрати на підвищення надійності, інвестиційних вкладень, економічні втрати від відмови та т.п. Сьогодні існує недостатня методологічна розробленість оцінки втрат від відмови більшості технологічних систем. Підвищення надійності забезпечення споживачів цільовим продуктом – одна з найважливіших задач розробки, виробництва і експлуатації новітніх технологічних систем. Однак випадки, коли підвищення надійності може бути досягнуто без додаткових втрат матеріальних або трудових ресурсів, на практиці зустрічається дуже нечасто. Звідси виникає задача економічного обґрунтування додаткових витрат ресурсів на підвищення надійності технологічних систем.

Запропоновані варіанти розрахунку ефективності використання ресурсів на заходи з підвищення надійності технологічних систем у промисловому виробництві. Аналізуються дві точки зору відносно методології визначення економічної ефективності підвищення надійності технологічних систем: метод «рівного результату» за визначеними витратами при розрахунку приведених витрат; метод «обліку витрат» - оцінка на основі аналізу зміни приведених витрат, тобто зміна втрат споживачів і суміжних ланок. Наведені варіанти розрахунків економічної ефективності підвищення надійності технологічних систем на основі використання двох методів.

### *Література до п. 3.1:*

1. Головчук Ю.О., Пчелянська Г.О. Особливості формування стратегії підвищення конкурентоспроможності підприємства на основі парадигми інноваційного розвитку. *Економіка та держава*, 2020. № 3. С. 66-70.

2. Карпінська Г.В. Комплементарні аспекти методології збалансованого розвитку промислового підприємства. *Економічні інновації*, 2020. Т.22. № 1. С. 88-94.
3. Кендюхов О.В., Болгов В.Є., Тарапата С.О. Дослідження тенденцій інноваційного розвитку економіки України. *Вісник економічної науки України*, 2019. №2(37). С.82-87.
4. Кузнецов А.В. Экономическая эффективность повышения надежности технических систем. *ИТР*, 2003. №4(28). С.15-19.
5. Лысенко Ю.Г. и др. Методология моделирования жизнеспособных систем в экономике: монография. Донецк: Юго-Восток, 2009. 350 с.
6. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження. Керівник НДР В.П. Александрова. Київ: ІЕП НАНУ, 1998. 51 с.
7. Саліхова О.Б. Модернізація промисловості на засадах розумної спеціалізації. *Статистика України*, 2019. №4(87). С. 65-71.
8. Усов А.В., Оборский Г.А. и др. Математическое моделирование технических систем. Киев: Техника, 1995. 328 с.
9. Федулова Л.І. Технологічна політика: глобальний контекст та українська практика: монографія. Київ: КНТЕУ, 2015. 844 с.
10. Філіппова С.В. та ін. Науково-методичні засади передпланової оцінки інноваційно-інвестиційних проєктів. За редакцією В.І. Захарченка. Одеса: ОНПУ, Атлант, 2015. 104 с.
11. Харчук С.А. Стан інвестиційної діяльності підприємств України в умовах економічної нестабільності. *Економіка та держава*, 2020. №1. С. 66-72.
12. Хубка В. Теория технических систем. Москва: Мир. 1987. 208 с.
13. Щетилова Т.В. Взаимосвязь эффективности реструктуризации промышленного производства, распределения макроэкономических рисков и структурных сдвигов. *Економіка промисловості*, 2017. №1(77). С. 5-21.

14. Янковий О.Г., Янковий В.О. Фондоозбросність у машинобудуванні України: реальність і оптимальність. *Економіка України*, 2018. №8. С. 16-29.

### **3.2 Інформаційно-аналітичне забезпечення прогнозування споживання результатів модернізації організаційно-технологічних систем**

Одним з найважливіших завдань, що з'являються під час очікування реалізації споживачів результатів діяльності сучасних організаційно-технологічних систем (ОТС) в межах визначеного територіального утворення, є прогнозування рівня споживання результатів знов впроваджуваних або що модернізуються високотехнологічних підприємств. Фактор переваги споживача відіграє достатньо значиму роль у сфері високотехнологічних послуг. Кажучи про споживача, слід мати на увазі не окремого індивідуума, а скоріше цілу групу сучасних підприємств. Аналізом сфери вітчизняного високотехнологічного виробництва, який проведено у межах численних науково-дослідних робіт творчого колективу Інституту бізнесу, економіки та інформаційних технологій Національного університету «Одеська політехніка» (див. портал «Економіка: реалії часу» – <https://economics.net.ua/journal>), у тому числі на замовлення МОН України, доведено, що в силу різних причин високотехнологічні підприємства розташовані вкрай нерівномірно. Виникає проблема раціонального просторового їх перерозподілу.

Під час проведення даного дослідження автори спирались на праці таких фахівців як: П. Воронжак і С. Філіппова [2], С. Єрмак [3], А. Загородній і З. Коваль [4], С. Ілляшенко та О. Біловодська [5], В. Лебедєв [6], Ю. Лисенко [7], О. Малін [8], Д. Новіков та А. Іващенко [9], А. Усов і Г. Оборський [10], Н. Чухрай і Р. Патора [11], Г. Хакен [12], Б. Юхименко [13].

Так, Б. Юхименко під економічною моделлю розуміє «... схематичне уявлення економічного явища або процесу, що отримано в результаті наукової абстракції характерних рис оточуючої нас економічної дійсності та економічного механізму [13, с. 11]. Д. Новіков та А. Іващенко попереджають нас: «... не варто розглядати результати моделювання як кінцевий результат, як деякий «алгоритм», підставляючи у чий чисельні значення, що відповідають тій чи іншій реальній ситуації, можливо отримати вичерпну відповідь на питання, як керувати інноваційним розвитком» [9, с. 318]. Аналогічної точки зору дотримуються і Ю. Лисенко, А. Усов, Г. Оборський та інші вчені.

С. Ілляшенко та О. Біловодська детально розглядають «... основні організаційні форми ризикового інноваційного бізнесу ...» і роблять висновок «... що використання конкретних організаційних структур визначається специфікою діяльності самого підприємства й особливостями ринку чи галузі» [5, с. 265]. С. Філіппова і П. Воронжак виявили «зростання інформаційно-комунікаційних можливостей підприємств в частині технологій інформаційного забезпечення управління та інтелектуальних потреб щодо організаційно-економічного управлінського інструментарію для стратегії інноваційного розвитку в частині розумних технологій управління» [2, с. 230]. С. Єрмак проводить у своїй праці узагальнення і систематизацію інклюзивних бізнес-моделей, які створюють потенціал для підприємств як у вигляді отримання прибутку, так і для задоволення соціальних інтересів [3, с. 353].

О. Малін, у свою чергу, проводить систематизацію змін інноваційного середовища державно-приватного партнерства, що дозволяє угрупувати накопичення кількісних та якісних змін цифровізації, інновацій та сталого розвитку [8, с. 397]. Н. Чухрай і Р. Патора за результатами апробації методів економіко-математичного моделювання для оцінювання відносин із споживачами розробляють «... моделі оптимізації розподілу, вибору варіанта реалізації, оптимального розподілу видів продукції за каналами її реалізації, оцінки надійності

взаємозв'язку підприємства із споживачами та посередниками, модель організування взаємозв'язків підприємства із споживачами продукції, мережеву модель порівняння переваг каналів розподілу продукції підприємства та модель порівняння вагомості внеску кожного з каналів розподілу продукції підприємства» [11, с. 282]. А. Загородній і З. Коваль роблять наголос: «Передумовою успішної реалізації товарної інноваційної політики на підприємстві є ефективне управління технологічним розвитком підприємства» [4, с. 202].

Для вирішення вищезазначеного завдання можливо скористатися класичною або модифікованою моделями Рейлі, які уявляють собою гравітаційні аналоги визначення переваг споживача [6].

При цьому вплив фактору відстані на вибір споживача відображено з використанням наступних гіпотез: у класичній моделі пропорційно квадрату відстані між центром і споживачем; у моделі, що моделюється, – відповідно з експоненціальним законом.

Так, нехай існує два центри споживання. Один із них (А) має високу якість обслуговування, велику номенклатуру послуг та досить помірні ціни. Інший споживач (В) проводить більш жорстку цінову політику на невеликій номенклатурі, але розташований ближче до клієнта. Для вирішення завдання вибору Рейлі використав гравітаційну модель «привабливих центрів тяжіння».

Відповідно до запропонованої Рейлі моделі, тяжіння  $F$ , що створене центром споживання, знаходиться у прямій залежності від привабливості цього центру та у зворотній – відстані між центром та розглянутою точкою. При цьому привабливість центрів визначається рівнем якості, що визначається коефіцієнтами  $k_A$  і  $k_B$ , де  $k_A > k_B$ , а відстань між центрами та споживачем становить  $S_A$  та  $S_B$  відповідно.

У класичній моделі система залежностей, що відображає тяжіння центрів, має такий вигляд:

$$F_I = k_A / (S_A)^2,$$

$$F_1 = k_B(S_B)^2, \quad (3.23)$$

З умови байдужості  $F_1 = F_2$  отримуємо:

$$(S_A)^2 = k/(S_B)^2, \quad (3.24)$$

де  $k = \frac{k_A}{k_B}$  – коефіцієнт, що відображає якість послуг. При цьому  $k > 1$ .

Нехай відстань між центрами становить  $2a$ . У декартовій системі координат при відомих координатах точок  $A(-a,0)$ ,  $B(a,0)$ ,  $P(x,y)$  з рівняння (2) отримаємо:

$$(x + a)^2 + y^2 = k [(x - a)^2 + y^2]. \quad (3.24)$$

Після викладених перетворень та заміни змінних  $m = \frac{k+1}{k-1}$  приходимо до рівняння окружності, зміщеною щодо початку координат на величину  $am$ :

$$(x - am)^2 + y^2 = a^2(m^2 - 1). \quad (3.25)$$

При прийнятті модифікованої моделі Рейлі система, що характеризує тяжіння центрів, має вигляд:

$$\begin{aligned} F_1 &= k_A \exp(-S_A), \\ F_2 &= k_B \exp(S_B). \end{aligned} \quad (3.26)$$

З умови байдужості  $F_1 = F_2$  після логарифмування отримуємо:

$$S_A - S_B = \ln \frac{k_A}{k_B}. \quad (3.27)$$

Вираз (3.27) є рівнянням гіперболи.

Значимо, що у класичній моделі Рейлі результатом рішення є окружність (рис.3.1, а), звана лінією байдужості переваг. Інтерпретація рішення наступна: для будь-якої точки  $P$ , що знаходиться всередині окружності, тяжіння підприємства  $B$  буде перевищувати тяжіння підприємства  $A$ , тому клієнт віддасть перевагу підприємству  $B$ . У тому випадку, якщо клієнт (точка  $P$ ) знаходиться поза межами цієї окружності, він вибере підприємство  $A$ .

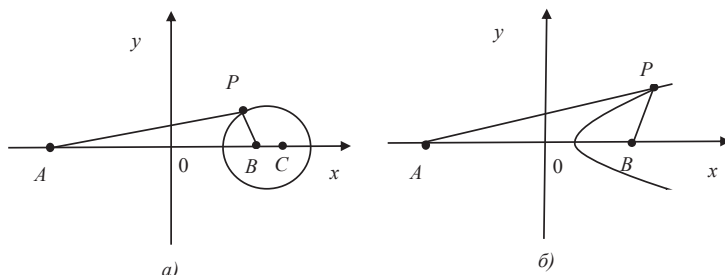


Рис. 3.1. Графічна пропозиція застосування класичної (а) і модифікованої (б) моделі Рейлі

При використанні модифікованої моделі (зниження тяжіння зі збільшенням відстані від клієнта до підприємства з його новоствореною ОТС за експоненціальним законом) результатом рішення є лінія байдужості у формі гіперболи (рис.3.1, б). Застосування другої гіпотези значно розширює зону дії менш привабливого, з погляду споживача, підприємства.

Як правило, існує можливість розгляду деякою територіального утворення (не обов'язково регіону, міста або інше) з точки зору дослідження поведінки споживача за наявності деякого центру інфраструктури. Таким центром може бути локальна транспортна розв'язка, місце зупинки транспортного потоку тощо. У цьому випадку можна виділити середній потік споживача від розташування до

центру інфраструктури або назад. Тоді переваги споживача визначаються з урахуванням середнього потоку.

На рис. 3.2 наведена розрахункова схема, що дозволяє визначити у загальному вигляді межі байдужості переваг споживача за наявності центру інфраструктури. Тут кут  $\varphi$  характеризує напрямок середнього потоку споживача до центру інфраструктури щодо розташування двох центрів споживання. Наведена на рис. 3.2 розрахункова схема визначення ліній байдужості переваг дозволяє застосовувати формули перетворення координат і отримати рішення у більш загальному вигляді.

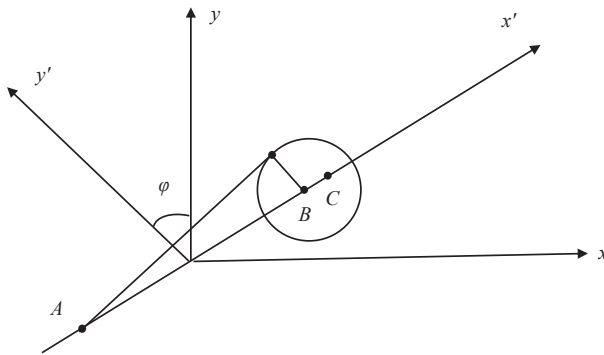


Рис. 3.2. Схема визначення у загальному вигляді кордонів байдужості переваг споживача за наявності організаційно-технологічної системи

Так, зв'язок координат описується виразом:

$$\begin{aligned} x' &= x \cos \varphi + y \sin \varphi; \\ y' &= -x \sin \varphi + y \cos \varphi. \end{aligned} \quad (3.28)$$

Вирішуючи задачу за вказаною методикою та з урахуванням (3.28), для визначення лінії байдужості переваг маємо:



$$(x - am \cos \varphi)^2 + (y - am \sin \varphi)^2 = a^2(m^2 - 1). \quad (3.29)$$

Формула (3.29) дозволяє побудувати лінію байдужості переваг при наявному центрі інфраструктури та спрямованого до нього середнього потоку споживачів.

При  $\varphi=0$  отримуємо залежність, що використовується в класичній моделі переваг Рейлі. Таким чином, класична модель переваг Рейлі – окремий випадок вираження (3.29). Аналогічні міркування застосовуються й до модифікованої моделі Рейлі.

Далі необхідно зазначити, що підходи до визначення переваг досить «статичні». Як правило, навіть за необхідності споживання споживач обмежений впливом цілого ряду факторів. Найбільш важливими, на наш погляд, є фактор часу, що виявляється під час руху споживача від місця розташування до центру інфраструктури або назад, та фактор фінансової достатності (бюджетні обмеження).

У даному випадку вирішення завдання переваг необхідно розглядати з погляду динаміки, саме, вирішувати рівняння руху. Для цього, тобто з урахуванням руху споживача, скористаємося також фізичною аналогією, а саме, рухом матеріальної точки на полі гравітаційних сил. Тут у якості матеріальної точки виступає споживач. Як і в задачах фізики, матеріальної точці притаманна так звана «маса», яку можна трактувати як якусь експертно-визначувану функцію фінансової достатності споживача та ступеня необхідності споживання. Гравітаційне поле в даній моделі створюють підприємства сфери послуг, на основі новостворених ОТС, кожне зі своїми рівнями пропозиції продукції, послуг, номенклатури тощо. Здійснює вплив, але меншою мірою, центр місцевої інфраструктури.

Відомо, якщо вважати споживача матеріальною точкою, його рух описується системою диференціальних рівнянь. У проєкціях на осі нерухомих декартових координат осі мають вигляд:

$$m\ddot{x} = \sum_{k=1}^n F_{kx}, \quad m\ddot{y} = \sum_{k=1}^n F_{ky}, \quad (3.30)$$

де  $x, y$  – проекції прискорення;  $F_{kx}, F_{ky}$  – проекції узагальненої сили на відповідні осі декартових координат.

За допомогою диференціальних рівнянь руху матеріальної точки можна вирішувати дві основні задачі динаміки – пряму й зворотну: прямою є задача, у якій по заданому руху та масі матеріальної точки визначається її рух. Для прогнозування споживання, з нашого погляду, найбільш наочна аналогія зворотної задачі. У цьому випадку при відомих (передбачуваних) координатах та ступеня привабливості центрів споживання, а також фінансової достатності споживача («маси») можна визначити траєкторію руху потоку споживача від точки умовного центру проживання до центру інфраструктури регіону або іншої територіальної освіти.

Рівняння, що моделює рух споживача в полі сил центрів споживання, приймемо у вигляді:

$$m_{\text{п}} = \frac{d^2 \rho_i}{dt^2} = \sum_{i=1}^N F_i + F_{\text{ц}}, \quad (3.31)$$

де  $m_{\text{п}}$  – фінансова достатність споживача (бюджетні обмеження);  $\rho_i$  – радіус-вектор від споживання до  $i$ -го центру споживання;  $\sum_{i=1}^N F_i$  – сили «тяжіння» центрів споживання;  $F_{\text{ц}}$  – сила «тяжіння» центру інфраструктури;  $N$  – кількість центрів споживання конкретного виду.

Розглянемо вхідні у рівняння величини. Як зазначено, фінансову достатність споживача необхідно визначити експертним шляхом. Тут, як вихідні можна використовувати статистичні дані про споживчий попит регіону, можливе використання кореляційних залежностей із середньою вартістю продукції в даному регіоні.

Сили «тяжіння» центрів споживання можна визначити (як з моделі Рейлі):

$$F_i = \frac{k_i}{(\rho_i)^2}, \quad (3.32)$$

де  $k_i$  – приваблює центрів споживання;  $\rho_i$  – відстань від центру до споживача.

Силою тяжіння центру інфраструктури при вирішенні можна знехтувати. Однак вона використовується як величина, що визначає середній напрямок руху потоку споживача, і опосередковано дозволяє визначити час руху. Так, мінімальний час становить відношення відстані між центром інфраструктури та споживачем до середньої швидкості руху пішохода. Такий граничний варіант можливий у разі руху споживача з місця постійної дислокації до місця споживання результатів ОТС. Для наших розрахунків цей варіант неприйнятний, тому що навіть за наявності необхідності неможливе задоволення потреб.

При вирішенні зворотних завдань динаміки матеріальної точки прийнято дотримуватися наступної послідовності дій:

- 1) вибрати систему координат;
- 2) записати початкові умови руху;
- 3) скласти диференціальні рівняння руху;
- 4) проінтегрувати систему диференціальних рівнянь руху. Використавши початкові умови руху, визначити постійні інтегрування;
- 5) скориставшись рівняннями руху матеріальної точки, отриманими у попередньому пункті, визначити шукані величини.

З урахуванням визначеної послідовності спробуємо отримати потрібне рішення поставленого завдання. При виборі системи координат зупинимося на простій декартовій системі координат із центром у початковій точці розташування споживача (рис. 3.3).

У цьому випадку основним дозволяючим рівнянням є вираження типу (3.33):

$$m_n = \frac{d^2 \rho_i}{dt^2} = F_{i1} + F_2$$

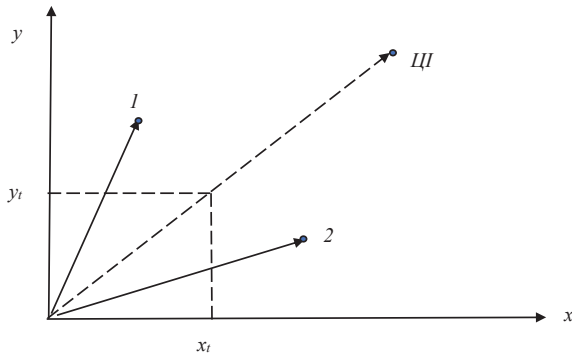


Рис. 3.3. Декартова система координат з центром (початкова точка) розташування споживача

або

$$\begin{cases} m_n = \frac{d^2 x}{dt^2} = F_1^x + F_2^x; \\ m_n = \frac{d^2 y}{dt^2} = F_1^{xy} + F_2^y. \end{cases} \quad (3.34)$$

де  $m_n = f$  – функція фінансової достатності споживача;  $F_1 = \frac{k_1}{(x_1 - x_t)^2 + (y_1 - y_t)^2}$ ,  $F_2 = \frac{k_1}{(x_2 - x_t)^2 + (y_2 - y_t)^2}$  – сили тяжіння центрів споживання під час руху споживача до

центру інфраструктури з координатами  $(X_{Ц}, Y_{Ц})$ ;  $k_1, k_2$  – коефіцієнти, що відображають рівень привабливості центрів споживання;  $(X_t, Y_t)$  – поточні координати споживача під час руху до центра інфраструктури;  $F_{21}^x, F_2^x, F_1^y, F_2^y$  – проекції сил тяжіння центрів споживання на координатні осі.

У результаті інтегрування системи (3.34) визначається закон руху споживача у декартових координатах:

$$X_{II} = f_1(t), Y_{II} = f_2(t). \quad (3.35)$$

Приймемо припущення, що сили тяжіння центрів споживання залежать тільки від своїх координат і характеризують необхідність споживання, що дозволяє отримати розв'язання задачі в аналітичному вигляді.

Оскільки система (3.34) складається з двох рівнянь другого порядку, то при її інтегруванні з'являються чотири довільних постійних:  $C_1, C_2, C_3, C_4$ . Для їх визначення в умовах завдання повинні бути включені початкові умови руху споживача, які визначають його положення та швидкість у певний момент часу.

У нашому випадку початкові умови мають вигляд:

$$\begin{aligned} t_0 = 0, x = 0, y = 0, \\ x' = v_x, y' = v_y. \end{aligned} \quad (3.36)$$

При цьому слід зазначити, що мінімальний час руху визначається відношенням відстані від споживача до центру інфраструктури до середньої швидкості пішохода (5 км/год).

Після інтегрування виразу (3.35) отримаємо:

$$x' = F^x t + C_1,$$

$$y' = Fy t + C_2. \quad (3.37)$$

Постійні  $C_1, C_2$  знаходяться на початкових умовах (3.37), звідки:

$$C_1 = v_x, C_2 = v_y. \quad (3.38)$$

Підставивши вираз (3.38) у (3.37), отримаємо:

$$\begin{aligned} x' &= Fx t + v_x, \\ y' &= Fy t + v_y. \end{aligned} \quad (3.39)$$

Закон руху визначається інтегруванням виразу (3.39)

$$\begin{aligned} x' &= Fx t^2 + v_x t + C_3, \\ y' &= Fy t^2 + v_y t + C_4. \end{aligned} \quad (3.40)$$

Постійні  $C_3, C_4$  виявляються після підстановки у (3.40) початкових умов руху на нульовий момент часу, тобто маємо  $C_3 = C_4 = 0$ . Підставивши ці значення у (3.40), отримаємо рівняння руху споживача:

$$\begin{aligned} x' &= Fx t^2 + v_x t, \\ y' &= Fy t^2 + v_y t \end{aligned} \quad (3.41)$$

Отримані рівняння (3.41) дозволяють побудувати траєкторію байдужості переваг споживача за його руху до центру інфраструктури, тобто модернізованої ОТС.

Таким чином, слід зазначити, що запропонована модель прогнозування поведінки споживача високотехнологічної продукції може дозволити вирішити

наступні завдання: за відомої фінансової достатності споживача та заданої «геометрії» територіального утворення можливо розрахувати оптимальні точки розміщення центрів споживання з необхідним рівнем якості послуг; для наявних підприємств та його організаційно-технологічних структур розробити рекомендації щодо підвищення необхідної якості послуг, що дозволяють залучити споживача; за відомою якістю та розміщенням центрів споживання побічно визначити фінансову достатність споживачів даної територіальної освіти.

### *Література до п. 3.2:*

1. Національна економічна стратегія на період до 2030 року: Постанова КМ України №79 від 03.03.2021р. *Урядовий кур'єр*, 2021. №45. С. 8–36.
2. Воронжак П. В., Філіппова С. В. Організаційно-економічний інструментарій стратегії інноваційного розвитку промислових підприємств та смарт-підхід : монографія. Одеса : ОНПУ, ФОП Бондаренко М.О., 2015. 276 с.
3. Єрмак С. О. Теоретичні та методологічні основи стратегічного управління інклюзивним розвитком інноваційно-активних підприємств : монографія. Schweinfurt : Time Realities Scientific Group VG, 2019. 430 с.
4. Загородній А. Г., Коваль З. О. Управління взаємозв'язками підприємства зі споживачами продукції : монографія. Львів : ЗУКЦ, 2008. 364 с.
5. Ілляшенко С. М., Біловодська О. А. Управління інноваційним розвитком промислових підприємств : монографія. Суми : Університетська книга, 2015. 281 с.
6. Лебедев В. В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. М. : Изограф, 1997. 221 с.
7. Модели управления проектами в нестабильной экономической среде : монографія; под ред. Ю. Г. Лысенко. Донецк : Юго-Восток, 2009. 354 с.
8. Малін О. Л. Регулювання розвитку державно-приватного партнерства в інформаційно-інноваційній економіці: цілі, проблеми, механізми : монографія. Schweinfurt : Time Realities Scientific Group VG, 2020. 450 с.

9. Новиков Д. А., Иващенко А. А. *Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы* : монография. Москва : ЛЕНАНД, 2006. 336 с.
10. Усов А. В., Оборский Г. А. и др. *Математическое моделирование технических систем* : монография. Киев : Техника, 1995. 328 с.
11. Чухрай Н., Патора Р. *Товарна інноваційна політика: управління інноваціями на підприємстві* : підручник. Київ : Кондор, 2006. 398 с.
12. Хакен Г. *Тайны природы. Синергетика – наука о взаимодействии*. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. 320 с.
13. Юхименко Б. Н. *Эконометрия : учебное пособие*. Одесса : Феникс, 2015. 212 с.

### **3.3 Формування системи моніторингу функціонування організаційно-технологічної системи на прикладі гнучкого виробництва**

Урядова Національна економічна стратегія на період до 2030 р. констатує: «Результати аудиту дали змогу побачити глибокі трансформації секторів економіки. Україна відставала у 90-ті роки і продовжує відставати в розвитку з точки зору продуктивності праці, енергоефективності, доданої вартості в промисловості та в сільському господарстві. Причинами такої стагнації є відсутність інвестицій, поступова зношеність та відсутність модернізації обладнання, повільні темпи запозичення та розвитку передових технологій та інновацій у виробництві» [7, с. 8]. Тим часом ринкові умови господарювання вітчизняних суб'єктів промислової діяльності обумовлюють необхідність удосконалення організування виробництва та всебічного використання організаційних резервів підвищення його ефективності. Це вимагає термінового



вирішення низки питань. Серед них – проектування і забезпечення узгодженого функціонування в просторі і часі всіх складових єдиного інтегрованого виробничого процесу, основу якого становлять організаційно-технологічні системи з відповідним впровадженням інструментів моніторингу, освоєння виготовлення виробів з інноваційним наповненням та ін.

У процесі проведення цього дослідження автори спиралися на праці таких вчених, як: Блудова Т. [1], Бурик З. [2], Кіндзерський Ю. [3], Колосов А. [4], Крамаренко І. [5], Мазур В. [6], Новаківський І. [8], Петрович Й. [9], Романенко В. [10], Саліхова О. і Курченко О. [11], Трут О. [12], Філіппова С. [13], Якубовський М. [14]. Більшість з них розглядають організаційно-технологічні перетворення на промислових підприємствах у межах формування сучасної промислової політики. Так, М. Якубовський розглядає структурні проблеми промисловості в умовах кризового та посткризового розвитку економіки через обґрунтування критеріальних ознак високopersпективних видів діяльності [16, с. 28]. Ю. Кіндзерський звертається до концептуальних основ стратегії розвитку промислових суб'єктів господарювання через обґрунтування місії, стратегічні та структурні пріоритети. [3, с. 26]. О. Саліхова робить спробу «... поглибити наукове розуміння детермінантів розбудови стартапів у США в історико-економічному контексті нормативно-правових та інституційних заходів й обґрунтувати роль держави у цьому процесі для адекватної репродукції даного досвіду в Україні» [11, с. 63]. Також вона робить висновок «..., що центральною ланкою державної політики сприяння інноваційному підприємництву в Україні має стати розбудова технологоорієнтованих стартапів» [11, с. 80]. В. Романенко за допомоги методології системного підходу розглядає машинобудування як один із головних елементів розвитку продуктивних сил [10, с. 56-60]. В. Мазур показує можливість підвищення ефективності діяльності суб'єктів промисловості в упадку прийняття органами державної влади економічно обґрунтованих рішень [6, с. 57-58]. Крамаренко І. доходить до висновку «..., що тільки швидке втілення наукових досягнень у нові

технології та продукцію надасть країні можливість впевнених та постійних темпів економічного зростання,...

Й. Петрович, як і автори цього дослідження, віддаючи належне значення гнучким виробничим системам [9, с. 72], зауважує: «Інтеграція гнучкого виробництва дозволяє персоналу, який обслуговує ГВС, обмінюватись інформацією через центральні банки даних як по вертикалі, так і по горизонталі. Це забезпечує належну технічну взаємодію і швидке ухвалення рішень у межах своєї компетенції, а також краще виконання розпоряджень відповідного вищого рівня управління за кожним вертикальним зв'язком» [9, с. 86]. С. Філіппова робить наголос: «Формуючи заданні параметри виробничої системи і виробничого підприємства ззовні, можливо керувати розвитком малих підприємств не тільки у промисловому секторі економіки, але і у інших сферах діяльності» [13, с. 70]. А. Колосов досліджує основні положення організації управління стійкістю підприємств на основі вирішення наступних питань: використання концептуальних основ сучасного економічного управління підприємством як об'єктом; створення інформаційної моделі системи підготовки вихідних даних для моніторингу стану; створення функціональної моделі управління стійкістю підприємств; внесення змін в організаційну структуру управління підприємством; розробка методичного забезпечення виконання всіх елементів управлінської діяльності в частині моніторингу стану [4, с. 239-240].

О. Трут стверджує: «Система ключових показників результативності – це інструмент моніторингу індивідуальної чи групової результативності» [12, с. 156]. При цьому вона виокремлює два організаційних підходи: централізований і децентралізований. Новаківський І. підсумовує: «Важливість рішення питань організаційної побудови зумовила численні дослідження в таких сумнівних сферах, як: створення виробничих структур, формування центрів відповідальності, розгортання інформаційної системи менеджменту на підприємстві тощо» [8, с. 112].

3. Бурик підкреслює: «Моніторинг процесів сталого розвитку є важливим елементом визначення можливостей досягнення стратегічних цілей та корегування механізмів регулювання» [2, с. 16]. Т. Блудова наполягає на дослідженні інноваційних і управлінських рішень у реінжинірингу бізнес-процесів для досягнення значного покращення продуктивності, ефективності та їх узгодження з організаційною стратегією [1, с. 67].

Довгий період, впродовж якого існує машинне виробництво, питання підвищення продуктивності вирішувалися технічним шляхом. При цьому інтенсифікувались режими обробки, виконувалося агрегування обладнання та систем машин, створювались й удосконалювались системи управління. Результатом стало активне зменшення витрат живої праці та неявне зниження вартості засобів виробництва. Прогнозовані параметри витрат на виробництво або споживання (майбутня праця) нових систем машин були вище параметрів витрат раніш створених систем. У останніх разом із тим монотонно падала продуктивність та зростали витрати на підтримання ресурсу. Протиріччя підсилювалося, й для його розв'язання не було досягнуто раціонального співвідношення, такого, щоб збільшення частки минулої праці призводило до зменшення загальної суми праці, що міститься у виробленому продукті [14, 15]. Минулою вважається вже уречевлена праця, а зарплата з прибутком та необхідними доданими засобами характеризує живу працю. У сукупних витратах враховуються ресурси минулої, живої та майбутньої праці. Дотримання прогресивної тенденції потребує переважного скорочення живої праці у співставленні із неминучим зростанням кількості минулої праці. Це визвано стратегічною необхідністю вирішення задач мобільності автоматизованого виробництва в умовах невизначеності його факторів, що розвивається, таких, як відносно стійке робоче середовище та змінний робочий процес.

Дослідження націлено на розробку підходу з покращення моніторингу параметрів виробничих процесів, яке веде до максимізації фактичної

продуктивності, що покликано стратегічною необхідністю вирішення завдання мобільності автоматизованого виробництва в умовах зростаючої невизначеності його факторів.

Серед завдань Національної економічної стратегії на період до 2030 р. визначаються наступні: стимулювання підприємств до заходів системного підвищення ефективності роботи, сприяння створенню максимально повного циклу виробництва, впровадження кращих доступних технологій відповідно до EU Best Available Techniques reference documents (Європейські довідкові документи) та ін. [7, с. 20].

Максимальний позитивний результат у рішеннях підвищення мобільності сучасного промислового виробництва можливий при використанні таких напрямів удосконалення факторів виробництва, як спрощення робочого середовища та розширення адаптаційних властивостей процесу (рис. 3.4). У цих умовах активізується принцип універсализації у розвитку виробництва на базі автоматизованих систем управління та одночасно гарантуються високі рівні автоматизації й інтеграції. Тоді традиційне співвідношення між рівнями автоматизації й інтеграції змінюється на протилежне (рис. 3.4).

Варіантом технічного рішення, для сучасної організаційно-технологічної системи, яке забезпечує високий рівень автоматизації за мінімальної участі обслуговуючого персоналу, оперативний контроль ходу виробничих процесів, об'єктивний облік результатів, мобільне перепрофілювання виробництва, може бути прийнято гнучку виробничу систему (ГВС) з багатопов'язаною структурою (апробація запропонованого підходу відбувалася на ПАТ «Одеський завод радіально-свердлильних верстатів», на якому працює ГВС з обробки середньокорпусних деталей для металеворізальних верстатів – табл. 3.3). В системі задовольняється ряд критеріїв прогресивності, співвідношення часток живої та минулої праці визначає ефективність її застосування. У ній передбачені необхідні



Рис. 3.4. Принципи розвитку автоматизованого виробництва

атрибути (генератор із глобальними можливостями синтезу технологічних процесів в інтенсивному режимі; обробний пристрій, поведінка та еволюція якого адекватні генерованим завданням; система управління, в якій рівень автоматизації не падає із зростанням рівня інтеграції) та властивості (тут у більшій частині дискретні процеси, а також засновані на них виробництва не мають негативних технологічних розривів, а виконуються безперервно, що стає можливим за їх організації в ГВС із багатозв'язковою структурою) для розв'язання мінливої ситуації, створені переваги для здійснення цільової спеціалізації виробництва, інтенсифіковані режими

допоміжних операцій. Технічний ресурс багатозв'язкової системи сприяє досягненню рівності параметрів циклової  $Q_i$  та фактичної  $Q_{fi}$  продуктивності:  $Q_{fi} \rightarrow Q_i$ , де  $i$  – порядковий номер виробленого системою об'єкту, що й є показником технологічної прогресивності.

Стабілізація відміченої властивості ГВС незалежно від внутрішніх, сполучених та системних обурень необхідно досягати адаптаційними засобами, а задача подолання підвищення сукупних витрат успішно вирішується не тільки конструктивними, а у більшій частині організаційними перетвореннями. Стійкість ГВС даного виду відноситься вже до показників кібернетичної прогресивності, вона найбільш тяжко досяжна, проте найбільш ефективна.

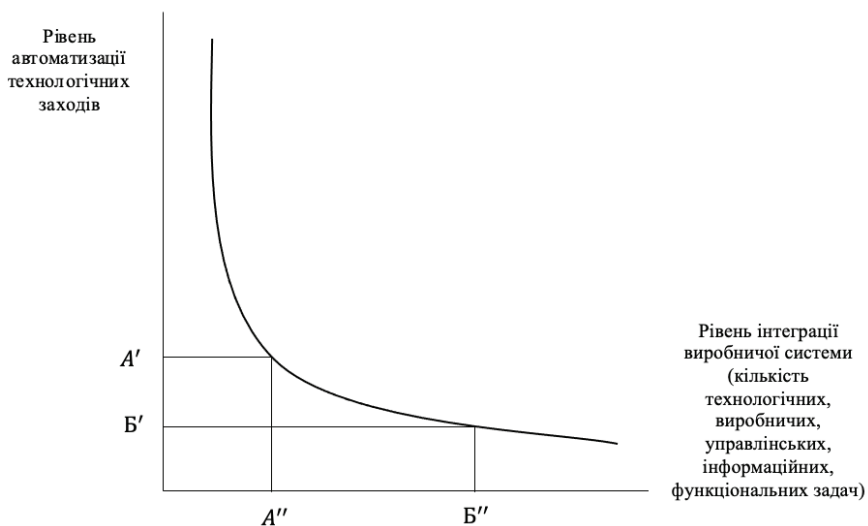


Рис. 3.5. Характер впливу функціональної складності виробничої системи на рівень її автоматизації

Таблиця 3.3 - Параметри ГВС моделі К-01 на ПАТ «ОЗРСВ»

№	Параметр	Зміст
1	Склад комплексу ГВС	-вісім обробних центрів-модулей моделей IP400ПМ1Ф4 та IP800ПМ1Ф4, які вбудовані в лінію; - транспортно-складська система – склади заготовок і готової продукції + транспорт фірми «Дайфуку» (Японія) - обчислювальний центр (СМ1420 – управління обробними центрами, PFU-1440 – управління транспортною системою).
2	Технічні характеристики технологічного обладнання	-забезпечення якості обробки середньокорпусних деталей у відповідність вимогам ДСТУ.
3	Додаткове оснащення	- універсально-складальне оснащення, яке переналагоджується; - модулі, оснащені вимірювальними системами, які дозволяють вести контроль зносу інструмента, контроль виготовлення деталей з подальшою можливістю корегування дій верстата; - інструментальний склад; - обладнання зміни інструмента – автоматичне завантаження комплекту інструментів у магазини-накопичувачі модулів; - установка для відбору стружки від моделей.
4	Персонал	- 26 чоловік різних спеціальностей за умов повного завантаження і 3-и змінної роботи.
5	Основні економічні показники	- умовне вивільнення площі – 1062 м2; - умовне вивільнення робочих – 15 чоловік.
6	Джерела досягнення економічного ефекту	- суттєве збільшення коефіцієнту змінності активного фонду робочого часу за рахунок використання автоматичних систем; - збільшення коефіцієнта технічного використання за рахунок застосування автоматизованих систем технологічної та інструментальної підтримки виробництва; - збільшення ритмічності виробництва за рахунок скорочення обсягів незавершеного виробництва, скорочення термінів підготовки виробництва.

Це пояснюється тим, що неузгодження між цикловою та фактичною продуктивністю викликається позацикловими втратами часу в процесі, які є випадковими або функціонально залежними величинами, а їх тривалість й частота різні. При цьому об'єктивно встановлено, що позациклові втрати часу при інтенсифікації технологічного процесу (збільшення технологічної продуктивності) зростають у такому ступені, що призводять до різкого зниження фактичної продуктивності.

Тому виникає завдання виключення, а у випадку неможливості – компенсації впливу позациклових втрат на показник фактичної продуктивності. До того ж до багатозв'язкової ГВС ведуть два шляхи: виключення впливу суб'єктивних факторів та використання функціонального потенціалу системи. І перший, і другий шляхи досягаються тільки через автоматизацію управління.

Оскільки кількісні характеристики майбутньої поведінки ГВС носять ймовірнісний характер, то й отримання та гарантія об'єктивності є досяжними за наявності стаціонарних процедур реєстрації істинних миттєвих станів вузлів, підсистем та зв'язків через операції спостереження, наступного порівняння у вигляді співставлення спостережних станів з аналогами, регламентами, планами й завершального прогнозування як процесу розробки прогнозу, що виникає з науково-обґрунтованих суджень про можливі стани системи у майбутньому, про альтернативні шляхи та терміни їх існування. Для цього на практиці розроблено нормативний, експериментальний, параметричний, екстраполяційний, індексний, експертний, функціональний, оціночний, комбінований методи прогнозування.

В комплексі спостережень, оцінок і прогнозів виникає моніторинг ГВС, який є вдалим за керованості, безперервності, адаптивності, адресності, альтернативності, паралельності та прямоточності його здійснення. Для досягнення цього існують інформаційні системи з засобами реєстрації, фіксації, збору, узагальнення, аналізу, обробки, представлення, обміну та зберігання виробничої інформації.



У загальному випадку елементи процесу прийняття рішень (рис. 3.6) представляють собою послідовно зв'язані механізми переходу до ймовірнісних оцінок, які отримують інформацію з досліджуваної системи.



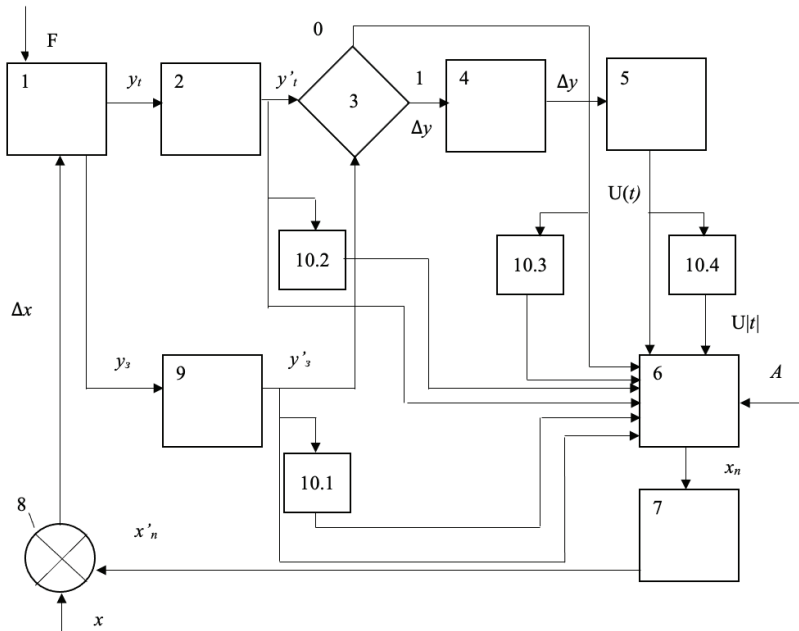
Рис. 3.6. Елементи процесу прийняття рішення моніторингу ГВС

Кількість інформації для прийняття рішень повинна бути необхідною та достатньою (не надлишковою), для чого інформація або універсалізується, або декомпозується.

В обох випадках організація моніторингу одного параметру системи виконується за функціональною схемою (рис. 3.7).

Відомо, що виробнича система наділена кінцевою множиною  $\Theta$  значень параметру. Це означає, що для деякого інтервалу часу  $\tau = t_0 + 1; t_0 + 2; \dots t$  задані умовні розподіли ймовірностей  $p[y(\tau), x(\tau), D^{(\tau-1)}, \Theta]$ , де  $x(\tau), y(\tau)$  – параметри входу та виходу відповідно;  $D^{(\tau-1)} = \{D(1), D(2), \dots, D(\tau - 2), D(\tau - 1)\}$ ;  $D(t) = \{x(t), y(t)\}$  – орієнтована у часі дана послідовність величин (процес). Така ситуація є об'єктивною, оскільки для вибору з множини можливих значень невизначеної величини деякого єдиного значення (або прийняття у якості істинного номіналу параметра з множини взаємовиключних номіналів, жоден з яких не є напевно істинним) необхідно вирішити завдання прийняття рішення.

Звідси є зрозумілим, що моніторинг - це лише частина деякого більш складного завдання прийняття рішень (управління, діагностування та т.ін.), для



**1** – об’єкт дослідження (організаційно-технологічна система); **2** – вимірювач поточного значення параметру; **3** – пристрій порівняння; **4** – пристрій спостереження неузгодженості; **5** – суб’єкт (декодуєчий пристрій); **6** – програма ймовірнісних оцінок (прогнозування) в аналоговій або дискретній формі; **7** – формувач сигналу дії (корекції); **8** – підсумовуючий пристрій; **9** – перетворювач регламентних значень параметру; **10.1, 10.2, 10.3, 10.4** – накопичувачі;  $y_t$ ,  $y_s$  – номінали поточного та заданого значень виходу;  $y'_t$ ,  $y'_s$  – аналогове значення поточного (миттєвого) та заданого виходу;  $\Delta y = y'_t - y'_s$  – неузгодженість параметру управління;  $U(t)$ ,  $U|t|$  – аналогове та дискретне значення керуючого впливу;  $x_n$  – обчислене значення параметру корекції;  $x'_n$  – аналогове (дискретне) значення параметру корекції;  $x$  – загальний вхід;  $\Delta x = x - x'_n$  – вхідний вплив на систему;  $F$  – обурюючий вплив;  $A$  – програми (алгоритми).

Рис. 3.7. Функціональна схема засобу моніторингу параметрів ГВС

якого локальні оцінки параметрів системи не є, принаймні, безпосередньо кінцевою ціллю. Тому рішення задач при моніторингу організаційно-технологічної системи надаються у вигляді розподілу ймовірностей. Тут випадкова величина може приймати тільки одне ймовірне значення (це відображено на схемі елементів прийняття рішення), тому як спостереження (у нашому випадку вимірювання) перетворює випадкову величину у деяке число.

Виникає процес оперування випадковими величинами, які присвоюють речовинне значення кожній точці обраного простору, наприклад, параметру організаційно-технологічної системи за її експлуатації. Сукупність випадкових величин, розподілених у часі, визначає процес. Випадковий процес є функцією двох змінних – часу  $t$  та результату виміру  $\theta_i$ , що потребує гарантій точності вимірів. Зважаючи на це, слід контролювати необхідну й достатню кількість параметрів системи безперервно або дискретно з обґрунтованим періодом (кількістю) констатацій.

Далі вирішується завдання виділення інформації про невідомі події, яка міститься у відомих вхідних та вихідних даних, що потребує обчислення  $p(\theta, D^t)$  та є байесовським оцінюванням. Але останнє вступає у, здавалося б, об'єктивне протиріччя з аксіоматичним твердженням про те, що повна інформація про процес більш вагома за ймовірнісні (прогнозні) характеристики. Вирішення протиріччя можливе через якісно нову методичну оснащеність процесу прогнозування, засновану на достовірно відомих та точних параметрах організаційно-технологічної системи. Тоді й необхідний, й можливий моніторинг параметрів процесів, що призводить до максимізації фактичної продуктивності (а її межею є циклова продуктивність) кожного об'єкта, що проходить крізь універсально організаційно-технологічну систему.

Таким чином, зроблено спробу запропонувати підхід до формування моніторингу параметрів процесів на прикладі реальної гнучкої виробничої системи, який веде до максимізації фактичної продуктивності кожного об'єкту, що

проходить через універсальну організаційно-технологічну систему сучасного промислового підприємства. Це можливо через активізацію принципу універсалізації та розвитку виробництва на базі автоматизованих систем управління і одночасного гарантування високих рівнів автоматизації та інтеграції. Варіантом такого технічного рішення для сучасної організаційно-технологічної системи може бути прийнята гнучка виробнича система. У комплексі спостережень, оцінок і прогнозів виникає процес саме моніторингу системи, який може бути успішним за умов керованості, безперервності, адаптивності, адресності, альтернативності, паралельності і прямоочності його здійснення.

### *Література до п. 3.3:*

1. Блудова Т.В., Шапошник О.Л. Реінжиніринг бізнес-процесів підприємства та управлінські рішення: оцінка стратегій впровадження. *Формування ринкових відносин в Україні*, 2020. №4 (227). С.67-74.
2. Бурик З.М. Особливості моніторингу процесів сталого розвитку. *Актуальні проблеми економіки*, 2018. №2(200). С.10-18.
3. Киндзерский Ю.В. К основам стратегии и политики развития промышленности. *Экономика Украины*, 2013. №4(609). С.24-43; №5. С.38-55.
4. Колосов А.М., Колосова К.А., Штапаук Г.П. Управління стійкість підприємства: монографія. Старобільськ: Видавництво ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2016. 336 с.
5. Крамаренко І.С., Хмелик О.А. Дослідження та тенденції сучасного стану інноваційного розвитку машинобудівних підприємств України. *Економіка та держава*, 2020. №1. С.73-77.
6. Мазур В.Л. Проблемы промышленной практики в Украине. *Экономика Украины*, 2016. №12(653). С.47-60.
7. Національна економічна стратегія на період до 2030 року. *Урядовий кур'єр*, 2021. №45. С.8-36.

8. Новаківський І.І. Система управління підприємством в умовах становлення інформаційного суспільства: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. 316 с.
9. Петрович Й.М. Організування промислового виробництва: підручник. Київ: Знання, 2009. 328 с.
10. Романенко В.А. Развитие машиностроения в Украине: системный подход. *Економіка України*, 2013. №10(615). С.56-66.
11. Саліхова О.Б., Курченко О.О. Ендогенізація розвитку промисловості через технологоорієнтовані стартапи: досвід США, уроки для України. *Економіка України*, 2020. №11. С.60-86.
12. Трут О.О. Теоретико-методологічні засади управління результативністю організації: монографія. Львів: Видавництво ЛТЕУ, 2018. 420 с.
13. Филиппова С.В. Теоретико-практические аспекты разработки организационно-экономического обеспечения автоматизированной системы управленческого учета и анализа малого предприятия: монография. Одесса: Астропринт, 2004. 140 с.
14. Захарченко В.І., Єрмак С.О. Методологічні засади створення організаційно-технологічних систем у високотехнологічному виробництві. *Економіка: реалії часу. Науковий журнал*, 2021. № 3 (55). С. 49-60.
15. Захарченко В.І., Єрмак С.О. Оптимізація складу організаційно-технологічної системи при створенні високотехнологічного виробництва. *Економіка: реалії часу. Науковий журнал*, 2021. № 4 (56). С. 5-15.
16. Якубовський Н.Н. Структурный вектор активизации промышленного развития. *Економіка України*, 2013. №12(617). С.22-39.

### **3.4 Розробка інформаційно-аналітичного забезпечення функціонування організаційно-технологічних систем у складі науково-дослідних організацій**

До недавнього часу фахівці майже не розглядали в класифікаціях економічних систем групу інформаційно-аналітичних. Так, О. Мішенін, наводячи власну класифікацію, виділяє наступні: системи обробки даних, автоматизовані системи управління, інформаційно-пошукові системи [8, с.10].

При створенні інформаційної системи виникає задача об'єктивної оцінки якості її функціонування. Така оцінка особливо актуальна тому, що сучасні інформаційні системи – це складні та дорогі проекти, на створення яких витрачаються значні ресурси.

Ефективність роботи інформаційної системи вимірюється за допомоги набору числових характеристик, що називаються критеріями ефективності. Кожний критерій кількісно визначає ступінь відповідності між результатами проектування або функціонування інформаційної системи і співставлення з її цілями. Величина, яка відібрана у якості критерія, повинна задовольняти низці вимог. Вона повинна прямо залежати від процесу проектування/функціонування системи, надавати наочне уявлення про одну з цілей системи та припускати приблизну оцінку за експериментальними даними. Сучасні інформаційні системи, які призначені для аналітичної роботи, як правило, засновані на методах штучного інтелекту.

Ще є один важливий аспект теми, що розглядається у даній роботі: Законом України «Про вищу освіту» передбачається, що вітчизняні університети повинні займатися дослідницькою роботою [6, розділ XI]. Також: Національною стратегією розвитку освіти в Україні на період до 2021 р. передбачалося: приведення мережі вищих навчальних закладів і системи управління вищою освітою у відповідність із потребами розвитку національної економіки та запитів ринку праці; створення дослідницьких університетів, розширення автономії вищих навчальних закладів,

залучення роботодавців до співпраці з вищими навчальними закладами; розширення взаємодії вищих навчальних закладів з установами НАН України та ін. [11, с.11-12].

Під час підготовки даного матеріалу автори спиралися на праці наступних фахівців: Андрос С. [1], Алсева Л. [2], Бистряков І. та Клиновий Д. [3], Гайдур Г. і Гахов С. [4], Диба М. і Гернего Ю. [5], Котляревський Я. [17], Машталер О. [7], Мішенін А. [8], Морозов О. і Шевченко М. [9], Новаківський І. [12], Сидорова М. та колеги [18]. Так, Котляревський Я. з колегами приходять до «усвідомлення нової інформаційно-економічної реальності, її пізнання та оновлення засад системних досліджень сприятиме вирішенню принципових питань формування та реалізації ефективної економічної, науково-технічної та інноваційної політик» [17, с.30]. І. Бистряков та Д. Клиновий розглядають концептуальні засади розбудови сучасних територіальних бізнес-екосистем на основі природних активів з використанням засобів та механізмів платформної економіки в умовах четвертої промислової революції [3, с.7]. М.І. Диба і Ю.О. Гернего обґрунтовують «...можливості розвитку венчурного бізнесу з використанням переваг цифрових інноваційних хабів, дослідити перспективи посилення венчурного бізнесу в Україні з урахуванням потенціалу взаємодії учасників цифрових інноваційних хабів» [5, с.39]. М. Сидорова з колегами підійшли у своїх дослідженнях до розробки інформаційної технології інтелектуального аналізу траєкторій руху об'єктів, яка містить три алгоритми: визначення ключових точок та послідовностей інтересу об'єктів дослідження; виявлення закономірностей пересування об'єкта; новий алгоритм пошуку сталих маршрутів та виявлення груп схожих об'єктів [18, с.86]. О. Мішенін наполягає: «У сучасних системах управління питання про прийняття рішень інформаційною системою потребує фіксації знань про об'єкт, який є керованим, і реалізації моделей прийняття рішень, що характерні для людини-спеціаліста» [8, с.133]. І. Новаківський розглядає питання достатньо широко: «В умовах становлення інформаційного суспільства все чіткіше прослідковується тенденція

визнання багатоплановості, багатоаспектності основних категорій, що описують підприємство як соціально-економічну цілісну структуру» [12, с.112]. О. Морозов та М. Шевченко вводять нове поняття «цілеспільний ефект», як феноменологічну основу теорії складності й відповідної певної теорії економічної інформації, підходять до розробки системного підходу до проблеми розкриття сутності взаємовідносин між «суб'єктом» управління економічним простором – людиною та «об'єктом» управління – економічним простором [9, с.28]. О. Машталер, аналізуючи стан інновацій в Україні, підкреслює: «... для досягнення цільових показників необхідно кардинально підвищити рівень високотехнологічності та наукоємкості виробництва, збільшити обсяги фінансування інновацій на основі залучення потенційних інвесторів та розширення сфери банківського кредитування» [7, с.103].

Як правило, керівники самі не отримують інформацію безпосередньо з усього різноманіття електронних ресурсів організації. Це пов'язано з тим, що кожна з комп'ютерних підсистем є складним продуктом, має комплект документації (кілька томів) і вимагає витрат часу від 3 до 9 місяців (за даними фірми ІВМ) для її вивчення та набуття навичок роботи з підсистемою [14, с.189]. Крім цього, існують недоліки механізмів подачі інформації на електронний стіл керівника, які мають місце в більшості існуючих корпоративних систем масштабу підприємства:

- відмінності інтерфейсів підсистем;
- складність інструментальних засобів створення нерегламентованих запитів (ad hoc queries) для агрегації інформації з різних підсистем;
- перевантаженість екранних форм підсистем докладною інформацією, орієнтованою на вузьких фахівців;
- відсутність, з погляду керівників, необхідної оперативної інформації.

Вирішення перелічених завдань при розробці інформаційно-аналітичних систем нового покоління, які повною мірою враховували б інтереси керівників



організацій, вимагають використання нових підходів до подання даних та їх обробки в системах, орієнтованих на керівників організації.

Починаючи з 1990-х рр, інтенсивно проводяться дослідження й практичні роботи в області побудови інформаційно-аналітичних систем (ІАС) масштабу підприємства, Імпульсом інтенсифікації таких досліджень стала публікація монографії Б. Інмона «Складування даних у системах підтримки та прийняття рішень». Особливістю запропонованого ним підходу є концепція складування даних (Data Warehousing) та використання її у поєднанні з запропонованою раніше Є. Коддом технікою онлайнної аналітичної обробки використання методів видобутку даних (Data mining) та машинного інтелекту.

Результатом застосування такого підходу є розробка провідними виробниками програмного забезпечення (IBM, Oracle, SAS, SAP) нового класу ІАС: систем управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM систем), Business Applications систем, інформаційних систем керівника (EIS).

Аналіз тенденцій розвитку інформаційних систем (огляд [15] та аналітична доповідь [16] дозволяє говорити як про зростаючий інтерес до розробки та створення ІАС у різних сферах людської діяльності, так й про складність розв'язання цих завдань.

Низкою таких українських ІТ-компаній, як «СІТРОНІКС Інформаційні Технології – Україна («Едвижн-Україна), Incom, BMS Consulting та ін., пропонується широкий набір типових рішень у сфері ІАС, які орієнтовані на використання у комерційних і некомерційних установах/організаціях (табл. 3.4).

Вже багато років вертикальна структура ринку ІТ-послуг не змінюється – основними замовниками системних інтеграторів залишаються оператори зв'язку, банки, великі держструктури. Для таких структур ІАС не просто технологія, яка автоматизує визначені процеси, а один з ключових інструментів, що забезпечує профільну діяльність. До найбільш перспективних клієнтів можливо також віднести крупніші українські агрохолдинги.

Таблиця 3.4 - ІТ-сфера України

ІТ-компанії (юрособи)		Виручка, млн. грн	Прибуток (збиток), млн. грн	К-ть прац-в (за даними DOU), осіб
Eram	ТОВ «ЕПАМ СИСТЕМЗ»	10445,1	942,1	10 300
	ТОВ «ЕПАМ РІШЕННЯ»	4,4	1,4	
SoftServe	ТОВ «СОФТСЕРВ ІНДУСТРІЯ»	690,2	44,5	7 900
	ТОВ «СОФТСЕРВ-ДЕВЕЛОПМЕНТ»	567,6	41,6	
	ТОВ «СОФТСЕРВ»	407	113	
	ТОВ «СОФТСЕРВ ІННОВАЦІЇ»	363,8	24	
	ТОВ «СОФТСЕРВ ТЕХНОЛОГІЇ»	70,2	-15	
	ТЗОВ «СОФТСЕРВ-Україна»	68,9	4,2	
	ТОВ «СОФТСЕРВ-МУНЦИПАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ»	19,3	1,4	
	ТОВ «СОФТСЕРВ СМАРТ СОЛЮШНС»	1,4	1,8	
GlobalLogic	КОРПОРАЦІЯ «СОФТСЕРВ»	0,8	0	5 700
GlobalLogic	ТОВ «ГЛОБАЛЛОДЖИК Україна»	5502,5	277,7	5 700
Luxoft	ТОВ «ЛЮКСОФТ-Україна»	180,6	3,8	3 470
Ciklum	ТОВ «СІКЛУМ»	3420,5	49,6	2 725
NIX	ТОВ «НІКС СОЛЮШЕНС ЛТД»	525,8	21,4	2 400
EVOPLAY	ТОВ «ЛОЯЛ ПАРТНЕР»	4,7	3,7	2 200
DataArt	ТОВ «ІТ ХАБ Україна»	3,4	0,2	2 100
Infopulse	ТОВ «ІНФОПУЛЬС Україна»	2374,8	420,7	2 000
Ajax Systems	ТОВ «СЕКУР ІНТЕГРАЦІЯ»	175,7	2,8	1 600
	ТОВ «АДЖАКС СИСТЕМС МАНЮФЕКЧУРІНГ»	161,7	7,1	
	ТОВ «АДЖАКС СИСТЕМС ДИСТРИБ'ЮШН»	141,1	0,6	
ELEKS	ТОВ «ЕЛЕКС»	192,9	32	1 600
	ТОВ «ЕЛЕКС ЄВРОПА»	85,3	13,7	
	ТОВ «ЕЛЕКС СЕРВІС»	74,5	-0,4	
	ТОВ «ДОКТОР ЕЛЕКС»	32,6	2,3	
Intellias	ТОВ «ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ "ІНТЕЛЛІАС»	1789,1	73,4	1 570
	ТОВ «ІНТЕЛЛІАС КОНСАЛТИНГ»	94,2	5,4	
Sigma Software	ТОВ «СІГМА СОФТВЕА»	1068,6	57,3	1 400
EVO	ТОВ «УАПРОМ» (EVO)	924,5	14,4	1 264
	ТОВ «ЗАКУПКИ.ПРОМ.ЮА»	193,3	10,7	
N-iX	ТОВ «Н-ІКС СПЕЙС»	57,3	4,6	1 230
	ТОВ «Н-ІКС ДЕЛІВЕРІ»	45,9	1,4	
	ТОВ «Н-ІКС»	36,6	1,9	
Lohika	ТОВ «ЛОГІКА ЛТД»	1560,3	98,5	1 200
Netcracker	ТОВ «НЕТКРЕКЕР»	963,7	54,4	1 170
Ubisoft	ТОВ «ЮБІСОФТ ЮКРЕЙН»	773,1	59,3	1 100
Playrix	ТОВ «ХІТ ГЕЙМЗ КОМПАНІ»	264,8	15,3	1 050
	ТОВ «УРСА»	96,8	5,5	
	ТОВ «ФОР ФРЕНДС»	76,9	5	
	ТОВ «ЗАГРАВА СТУДІОС»	64,9	1,4	
	ТОВ «ХОУМ ГЕЙМС»	28,8	2,1	

За останні кілька разів такі бізнес-групи стали потужними світовими експортерами, що потребувало застосування нових підходів до організації бізнесу і впровадження передових рішень у сфері ресурсного планування і управління.

1. R&D та ІАС топ-менеджера. Існуючі системи для топ-менеджерів організацій орієнтовані в першу чергу на комерційні показники і не враховують особливості діяльності підприємств у сфері створення нових продуктів і комерціалізації результатів R&D.

Такі інформаційні системи для менеджменту, як BEST-аналіз, BEST-план, ІС:Стандарт не мають підсистем, які орієнтовані на обробку інформації у сфері R&D.

Зокрема, будь який типовий програмний компонент «Управління взаємовідносин з партнерами» (CRM підсистема) не охоплює таке коло питань, як контакти у сфері R&D, участь у наукових конференціях, питання, пов'язані із різними аспектами конфіденційності контактів й т.п.

Типові підсистеми такого типу включають в себе функціональні блоки «Аналіз продажів», «Аналіз збуту», «Аналіз постачань», «Аналіз собівартості», які за своєю базовою функціональністю орієнтовані на вузьких спеціалістів цих напрямів діяльності організацій. Керівникові направляються заздалегідь підготовлені звіти.

В існуючих типових програмних підсистемах стратегічного планування не враховано специфіку планування, організації й проведення R&D. Типові підсистеми, що постачаються у рамках ERP/MRPІІ систем, є у першу чергу робочим місцем для планових робітників та фінансистів. Вони призначені для оптимізації ланцюга постачань, витрат на виробництво продукції, інформаційну підтримку організації виробництва й т.п.

Типові підсистеми аналізу фінансової діяльності комерційних організацій широко представлені на ринку програмних продуктів: «ІС Бухгалтерія», BEST та ін. Проте, вони не у повному обсязі дозволяють вирішувати завдання оперативного

фінансового аналізу організації й проведення R&D. Крім того, у них недостатньо повно враховано особливості обмежень, що накладаються на науково-дослідні організації (НДО) нормативними документами України.

Повністю відсутня інформаційна підтримка у сфері контролю за управлінням інтелектуальною власністю підприємств. Існуючі методики й алгоритми не передбачають використання ІАС керівника у процесах комерціалізації науково-технічних розробок. Спеціалісти, що проводять оцінку комерційної привабливості науково-технічної розробки, використовують розрізнені джерела інформації та виконують роботу «вручну».

У сучасних умовах НДО зростає роль інформаційного менеджменту з організації та проведення науково-дослідних робіт й комерціалізації науково-технічних розробок.

Інформаційна комп'ютерна підтримка процесів формування й прийняття рішень (використання ІАС) є важливим фактором в роботі керівника організації. Такі системи розробляються як робоче місце керівника й повинні забезпечувати швидкий доступ керівника до усіх електронних інформаційних ресурсів організації в зручній для нього формі.

Створення таких систем потребує ретельного пропрацювання системи корпоративної звітності на основі системи збалансованих показників за кожним напрямком діяльності підприємства, застосування нових історичних моделей надання даних, розробки уніфікованих інтерфейсів та підсистем надання даних, переробки великих масивів управлінської інформації, що являє собою складне науково-технічне завдання.

У даній статті пропонується підхід до розв'язання поставленого вище завдання шляхом розробки прототипу ІАС, що складається з трьох вертикальних підсистем (ієрархії робочих місць інформаційного забезпечення електронного робочого стола керівника НДО): «НДО: вчений секретар», «НДО: контакти» та

«НДО: фінанси». У теперішній час на українському та закордонних ринках такі системи для НДО відсутні.

У зв'язку з вищесказаним актуальна розробка такої ІАС для НДО, яка об'єднала би у собі фінансові, управлінські та інноваційні масиви інформації в різних аспектах їх уявлення.

2. ІАС топ-менеджера. Пропонована ІАС керівника НДО включає у себе рішення таких завдань:

- розробка системи корпоративної звітності, що враховує різні управлінські аспекти процесу створення та виведення на ринок нових товарів;
- розробка програмно-технологічної архітектури ІАС;
- розробка структури корпоративного зберігання даних системи;
- розробка підсистеми збору та верифікації даних (програмні компоненти);
- управління взаємовідносин з партнерами;
- планування і контроль ходу науково-дослідних робіт;
- результати наукової та науково-технологічної діяльності;
- оперативний облік фінансової діяльності дослідницьких організацій для різних форм фінансування (бюджет, гранти, проекти, контракти, договори);
- розробка аналітичних підсистем (програмні компоненти) для аналізу:
  - а) результатів наукової та науково-технологічної діяльності;
  - б) планування наукової та науково-технічної діяльності;
  - в) взаємовідносин з партнерами;
  - г) тестування програмних компонентів системи та верифікація даних в базах даних.

Запропонована у даній роботі програмно-технологічна архітектура системи корпоративної звітності, структура представлення інформації та вилучення даних дозволяє істотно спростити взаємодію топ-менеджера з електронними інформаційними ресурсами організації.

3. Предметна сфера ІАС. Університет або академічний інститут керується у своїй діяльності установ, згідно з положеннями якого формуються основні напрями його наукової та науково-технічної діяльності. Основні напрямки наукової діяльності університету можуть бути деталізовані. В рамках основних напрямків наукової діяльності групами вчених виконуються проекти науково-дослідних робіт (НДР). Кожна НДР оформлюється у вигляді тематичної карти проекту та може виконуватися протягом ряду років. Звітний період – календарний рік, по закінченні якого за тематичною картою проекту складається звіт.

Звіт з тематичної карти включає результати виконання робіт за проектом або за весь проект, або за звітний рік. Учасниками робіт з НДР є структурні підрозділи університету, наукові та комерційні організації, якщо проект виконується спільно з іншими організаціями. По закінченні звітної періоду за результатами виконаних НДР відбираються найбільш перспективні з прикладної точки зору результати (бізнес-ідеї) та науково-технічні розробки (НТР).

Для забезпечення захисту прав на об'єкти інтелектуальної власності оформлюються патенти. Допомогу у цьому авторам НТР надає патентна служба університету: вона ж здійснює подальше патентне супроводження НТР від лица авторів.

За наявності партнерів або інвесторів при позитивному результаті перемовин за конкретною пропозицією, що стосується НТР, складається бізнес-план.

Усі договори, контракти та гранти розглядаються керівництвом установи у цілях визначення прав інтелектуальної власності на НТР. Усі контакти з фізичними та юридичними особами фіксується та аналізуються керівництвом університету/інституту, щоб визначити зацікавленість у тих чи інших розробках, дослідженнях.

При просуванні НТР, правові аспекти, що виникають, регулюються юридичною службою. На кожному з етапів необхідно розв'язувати завдання збору,

систематизації та аналізу матеріалів як про саму НТР, так і про супутню до неї інформацію з різних джерел даних (як внутрішніх, так і зовнішніх).

В ІАС циркулює, перед усім, інформація первинна, яка отримана безпосередньо від авторів НТР, з їх публікацій, та вторинна, яка оброблена співробітниками патентного відділу, служб контролю та підтримки наукових досліджень, інших підрозділів інституту та яка узагальнена у відповідних базах даних (БД).

За своєю сутністю, ІАС є системою БД. Незалежно від ступеню завершеності (ідея, лабораторний зразок, дослідна установка) НТР предстает в БД у вигляді пропозиції.

Предметна область, що розглядається охоплює результати інтелектуальної, творчої діяльності людей, та її неможливо помістити у будь-які чіткі формалізовані межі. Тому будь-яка пропозиція з НТР у БД складається зі слабоструктурованого набору електронних документів та гетерогенних наборів супутніх даних. Дані в ІАС надходять у вигляді текстових документів, наборів числових параметрів, презентації, аудіо- та відеороликів.

До базових постачальників даних ІАС відносяться: автори розробки, вчений секретаріат, патентна служба, служба міжнародних зв'язків, служба комерціалізації НТР.

Дані за НТР надходять в ІАС (поза межами університету/інституту) за основними каналами:

- текстова інформація (публікації, довідники, аналітичні огляди й т.п.);
- інформація про контакти з партнерами, експертами, консультантами, учасниками різних наукових та представницьких заходів (конференцій, симпозіумів, виставок, семінарів, презентацій й т.п.).

4. Основні вимоги до ІАС. У сучасних українських умовах перед більшістю університетів та академічних установ постають завдання підвищення оперативного управління науковими дослідженнями та їх забезпеченням, тобто

прийняття необхідних рішень у необхідний час. Будь-які рішення приймаються на основі даних, від якості яких залежить як сам процес прийняття рішень, так і їх якість.

Враховуючи радянський досвід та наявність військової агресії проти нашої держави, доцільно повернутися до проведення досліджень оборонного характеру в університетах (в першу чергу технічного профілю) сумісно с промисловими підприємствами. У Національному університеті «Одеська політехніка» й сьогодні відбувається плідна співпраця вчених університету з українськими АЕС у сфері атомної безпеки. У діяльності будь-якого університету/інституту присутні й циркулюють потоки різнорідних даних (фінансових, управлінських, пов'язаних з НДР, що проводяться). Для здійснення управлінських дій необхідна систематизована та структурована інформація: різнорідні дані повинні бути систематизовані й певним чином організовані. Отримання такої інформації є складним оптимізаційним завданням.

Одним з перших кроків на шляху вирішення поставленого завдання є розробка й створення в рамках ІАС ієрархічно взаємопов'язаних підсистем підтримки й прийняття рішень, які ґрунтуються на єдиному стандартизованому уявленні даних, що підтримують певні стандарти управління й забезпечують єдині принципи управлінської та фінансової звітності.

5. Нефункціональні вимоги. Вони можуть бути такими:

А. Інтегрованість системи має на увазі спільне, взаємопов'язане за певними правилами функціонування окремих блоків або модулів системи, що призначені для виконання конкретних завдань: розрахунки з постачальниками, управління запасами, фінансами, дослідженнями й т.п., на основі одних й тих самих груп параметрів даних.

Б. Стандартизація й уніфікація процесу документообігу. Певний порядок проходження документів підтримується системою незалежно від індивідуального сприйняття необхідності тієї чи іншої дії конкретними виконавцями. Це дозволить



підвищити виконавчу дисципліну й значно підвищити ефективність управління підприємством в цілому.

В. Введення єдиної нормативно-довідкової термінології дозволяє встановити в системі університетів МОН та інститутів НАН України єдине фінансове й управлінське середовище спілкування.

Г. Розподіленість системи. Вона повинна забезпечувати розміщення ресурсів та територіально розподілених комп'ютерах та забезпечувати їх розділення при використанні.

Д. Гетерогенність системи. Система повинна передбачати використання вже існуючих систем або їх компонентів, а несуча СУБД на головних вузлах повинна мати гетерогенні сервіси для обслуговування розподілених транзакцій та розвинуті засоби реплікації.

Є. Створення консалтинг-центру з впровадження системи. Система в процесі своєї еволюції буде претендувати на зміни. Підготовка спеціалістів високого рівня з підтримки роботи з системою є актуальним завданням супроводження та експлуатації системи в університетах/інститутах України. Створення центру консалтингу дозволить сконцентрувати спеціалістів високого рівня в певному місці, здійснювати постійне супроводження й реінжиніринг системи з єдиних позицій.

Ж. Масштабованість. Система повинна мати можливість адаптуватися до майбутнього зростання навантаження.

6. Функціональні вимоги. Вони можуть бути наступними:

А. Управління фінансами. Підсистема управління фінансами повинна містити функціональні можливості для обліку, обробки й узагальнення основної фінансової інформації на різних рівнях, а також засоби формування різних звітів. Зокрема, підсистема повинна:

- здійснювати облік фінансових операцій як в національній, так й в іноземній валюті;

- формувати фінансову й управлінську звітність на основі історичних даних у будь-яких видах валюти;

- формувати бюджети з фінансових рахунків й додаткових аналітичних вимірювань на день, тиждень, квартал, рік, звітний період;

- пов'язувати необмежене число аналітичних вимірювань з будь-яким об'єктом або операцією в системі;

- автоматизувати обробку й формування податкової звітності;

- копіювати бюджети з тематичних напрямів;

- експортувати бюджети та інші програмні системи, вимірювати їх там й потім імпортувати назад до системи;

- здійснювати контроль поточного фінансового балансу установи;

- вивіряти банківські рахунки на основі банківських виписок;

- формувати за всіма банківськими рахунками платіжні документи;

- керувати будь-якою кількістю банківських рахунків у бідь-якій валюті;

- реєструвати дані для внутрішнього аудиту;

- вести облік операцій з використання основних засобів: придбання, знос й т.п.;

- створювати книги амортизації для кожного основного засобу й розподіляти операції з урахуванням основних засобів за рахунками, за структурними підрозділами, за проектами й т.п.

Б. Покупки й постачальники. Підсистема управління закупівлею повинна містити функціональні можливості для управління покупками й розрахунками з вітчизняними й закордонними постачальниками. Зокрема, підсистема повинна:

- вести довідник постачальників, здійснювати управління виплатами й облік операцій закупівель;

- управляти квотами, загальними замовленнями й замовленнями закупівель;

- створювати замовлення закупівель відповідно до потреб інститутів й здійснювати доставку безпосередньо від постачальника до замовника;

- реалізувати можливість прямих поставчань;
- здійснювати управління поверненнями;
- реалізувати можливість ведення довідників за альтернативними постачальниками для кожного виду товару;
- автоматизувати формування податкової та митної звітності.

В. Управління ланцюгами поставчань. Підсистема повинна мати функціональні можливості для управління забезпеченням процесу наукових досліджень, контролю наявності товарів на складі й оптимізувати складські операції. Зокрема, підсистема повинна:

- вести довідники товарів, операцій по товарам й журнали таких операцій;
- отримувати детальну інформацію про наявність товарів, включаючи очікувані поставання;
- специфікувати товари у відповідності до різних їх характеристик;
- отримувати інформацію про місцезнаходження товарів на складах й здійснювати трасування переміщення товарів поміж складами, вести мультискладський облік;
- визначати вартість товарів у транзиті й на складах;
- проводити інвентаризацію товарів на складах;
- враховувати додаткові витрати (на доставку, страхування й т.п.);
- формувати замовлення й керувати ними;
- планувати матеріальні потреби в товарах;
- прибуткувати товари на складі, здійснювати відвантаження зі складу.

Г. Продаж й клієнти. Підсистема управління розрахунками з клієнтами повинна мати функціональні можливості для управління продажами й процесами взаєморозрахунку. Зокрема, підсистема повинна:

- вести довідники клієнтів;
- реєструвати й управляти розрахунками з клієнтами за допомогою журналів операцій.

Д. Управління кадрами. Підсистема управління персоналом повинна містити функціональні можливості для управління кадрами й формувати кадрову звітність перед пенсійним фондом й іншими вищестоячими організаціями. Зокрема, підсистема повинна забезпечувати:

- повний кадровий облік на підприємстві, у тому числі облік даних військового обліку, урахування стажу, переміщень й т.п.;

- облік основних видів документів по кадрах;

- ведення штатного розкладу;

- облік робочого часу;

- формування стандартної звітності до Пенсійного фонду України й податкових органів, у тому числі в електронному вигляді;

- формування зведеної звітності по кадрах й заробітній платні, у тому числі нормативній статистичній звітності;

- зберігання історії всіх структур підприємства, налаштування, обслуговування й аналіз штатних розкладів й розміщень на будь-яку дату;

- ведення особових карток працівників із базовими даними, зберігання електронних фотографій працівників, облік інформації про службове просування працівника (у тому числі заміщення), про відпустки та відрядження за допомогою активних документів, оформлення внутрішнього суміщення посад;

- ведення історії таких реквізитів працівників, як прізвище, ім'я, по-батькові, стать, громадянство та ін., визначення будь яких видів стажу за будь-якою доступною інформацією, планування й здійснення контролю планів навчання й перепідготовки персоналу, здійснення кадрового резервування працівників;

- проведення атестації працівників; роботу з претендентами, позаштатними працівниками, звільненими й будь-якими іншими групами працівників; автоматичне перенесення документів до табеля;

- аналіз кадрового складу за всіма наявними параметрами, набір персоналу на вакантні посади;

- ведення необхідного набору даних для урахування військовозобов'язаних.

С. Корпоративна звітність. Регулярна управлінська звітність є необхідним інструментом в руках вищого керівництва організації при оцінці її діяльності. Ефективно організований процес формування корпоративної звітності управління організацією дає істотні переваги при:

- наданні інформаційної підтримки в плануванні наукової та господарської діяльності;
- контролі за ходом робіт й реалізації прийнятих рішень;
- оцінці результатів діяльності організації.

Система корпоративної звітності є важливим блоком управління організацією й повинна містити функціональні можливості для управління й формування управлінської звітності. Зокрема, підсистема блоків повинна:

- підвищити оперативність й достовірність інформації;
- надавати будь-які нестандартні форми звітів за параметрами й даними організації;
- забезпечувати аналітичну звітність у збільшених показниках з можливістю деталізації до будь-якого рівня, аж до конкретної цифри й відповідального виконавця;
- об'єднувати інформацію з усіх існуючих в організації систем, без їх зміни.

Ж. система бюджетування (фінансово-економічного планування) повинна забезпечувати управління рухом фінансових ресурсів та пов'язувати в єдиному процесі різні напрями діяльності організації (постачання, фінанси, інвестиції й т.п.) для досягнення найкращих фінансових й економічних показників. Зокрема, система повинна:

- планувати бюджет організації;
- зберігати варіанти бюджету;
- пропорційно змінювати статті бюджету;
- виконувати аналіз «що буде, якщо...»;

- контролювати виконання бюджету;
- слідкувати за виконанням окремих статей бюджету;
- забезпечувати швидкий пошук проблемних місць бюджету;
- планувати рух грошових коштів й скласти консолідований план руху дебетно-кредиторської заборгованості;
- формувати звітність й розраховувати ключові показники ефективності.

7. Загальні вимоги до програмно-технологічної платформи. Планована технологічна платформа повинна забезпечувати високу продуктивність обробки запитів й маніпулювання великими обсягами накопичених даних в структурованій, слабоструктурованій та текстовій формах, а також відеоданих.

Операційними платформами для ІАС можуть бути UNIX-системи (FREE BSD, LINUX й ін.) або MS Windows. У якості серверів БД перевагу слід віддати СУБД Oracle 9i, IBM DB 2 та ін. У якості комп'ютерів для серверів БД слід використовувати багатопроцесорні комп'ютери.

8. Вимоги до системи безпеки додатків системи. Система безпеки повинна бути розроблена на основі стандартів ДСТУ/ISO.

Реалізація технологій захисту повинна поширюватися на усі рівні інформаційної системи, у тому числі:

- захищені комунікації (рівень мережевої взаємодії системи);
- аутентифікація в системі (рівень користувача системи);
- контроль доступу до об'єктів (рівень елементів системи).

При захисті комунікацій рекомендується використовувати протокол IPSec для взаємної аутентифікації хостів під час взаємодії.

Для аутентифікації користувачів в системі рекомендується мати Центр сертифікації (ЦС), на який слід покласти завдання:

- видачу сертифікатів клієнтам на доступ до системи, об'єктів системи на всіх рівнях;

- зберігання історії всіх виданих сертифікатів для аналізу, аудиту, моніторингу;

- відзив сертифікатів;

- web-інтерфейс для запитів й отримання сертифікатів.

Система аутентифікації користувачів будується на протоколах: Kerberos (Share-доступу); Secure Chanel (SSL) (для web-доступу); RADIUS для віддаленого доступу (модемні лінії).

Управління доступом до об'єктів виконується шляхом призначення дозволів й заборон для користувачів та груп:

- унікальна аутентифікація в системі кожного користувача;

- аудит подій, пов'язаних із доступом до об'єктів та безпекою;

- розмежування адміністративних повноважень на декілька рівнів.

Також слід розглянути можливості використання таких засобів шифрування, як криптографічні операції, генерація та зберігання ключів, шифруюча файлова система, шифрування даних СУБД, цифрові підписи: захист документів, автентичність й цілісність програм.

При розробці й реалізації служби безпеки слід розглянути такі можливості, як: управління політиками; аудит; об'єкти групових політик; авторизація; ролевий контроль доступу; права користувачів; шифрування; цифрові підписи; механізми аутентифікації; протоколи IPSec, Kerberos, SSL, RADIUS.

9. Архітектура ІАС. Загальна архітектура ІАС представлена на рис.3.8.

До головних тем в базі даних слід віднести ті, які вказані в таблиці 3.5.

Результати виконання R&D університету можуть бути описані в публікаціях, патентах, тематичних планах й звітах, в документів інших видів. Ці результати можуть бути представлені у вигляді унікального обладнання, нових матеріалів, нових технологій й зразків. Тому в БД повинні бути дані, вказані в таблиці 3.6.



Рис. 3.8. Архітектура ІАС університету

Таблиця 3.5 - Головні теми для баз даних

Список	Джерела	Об'єкт БД
Перелік розробок університету	Тематичні карти Звіти за тематичними картами Звіти за поїздками Звіти за прийманнями Співробітники університету Адміністрація університету Гранти Договори Контракти	Розробки
Список осіб, які вступали в контакт з університетом		Фізичні особи
Перелік організацій, які вступали в контакт з університетом		Юридичні особи
Перелік заходів, за яких мав місце контакт		Контакти
Список працівників університету, з якими мав місце контакт		Співробітники університету
Перелік ключових слів (тезаурус термінів)		Тезаурус термінів



Таблиця 3.6 - Узагальнення результатів R&amp;D

Список	Джерела	Об'єкти БД
Публікації університету Літературні посилання Тексти робіт Публікації у друці	Вчений секретаріат	Літературні посилання Публікації Статті у друці
Патенти Список патентів Опис патентів	Патентний відділ Патентна бібліотека	Список патентів Опис патентів
Тематичні карти	Вчений секретаріат	Тематичні плани
Звіти з тематичних карт	Вчений секретаріат	Звіти з тематичних планів
Звіти ЦКНТР Резюме	Центр комерціалізації науково-технічних робіт (ЦКНТР)	Звіти ЦКНТР Резюме ЦКНТР
Гранти	Вчений секретаріат Відділ міжнародних зв'язків	Перелік грантів
Контракти	Вчений секретаріат Відділ міжнародних зв'язків	Перелік контрактів
Договори	Відділ міжнародних зв'язків	Перелік договорів
Виставки	Патентний відділ	Виставки
Дані про відрядження	Канцелярія Відділ міжнародних зв'язків	Звіти за відрядженнями
Дані про приймання	Відділ міжнародних зв'язків	Звіти за прийманнями

- надання керівництву організації аналітичної й детальної інформації у зручному для аналізу вигляді.

З урахуванням цього БД дослідницької організації повинна складатися з двох доповнюючих один одну частин – оперативної (для підтримки прийняття оперативних рішень) БД й сховища даних (СД). Перша частина орієнтована на збір даних й оперативну підтримку прийняття рішень, а друга – складування отриманих результатів для наступної аналітичної обробки. Створення БД такої структури є доволі коштовним завданням, тому доцільно використовувати ідею віртуального СД.

Процедури збору інформації в БД реалізують в результаті інформаційне середовище для підготовки прийняття рішень з науково-технічних розробок й дозволяють виявити або визначити потреби в проведенні комерціалізації науково-технічних розробок.

Розроблювана БД повинна проектуватися початково як корпоративне СД та призначатися для акумуляції даних про можливі й фактичні науково-технічні розробки академічного інституту в цілях інформаційної підтримки аналітичної складової керівництва організації з комерціалізації науково-технічних розробок й просування на ринок. Для більшості внутрішніх інформаційних об'єктів дослідницької організації такий підхід видається застосовним. У разі, коли транзакційний компонент переважає на якомусь фрагменті БД, то її можна проектувати як OLTP БД, розглядаючи як основу для віртуального СД. Фактично таке СД, на нашу думку, повинне надавати сукупність взаємопов'язаних кіосків даних.

Вимоги розподіленості або централізованості СД не висувуються – таку архітектуру можна реалізовувати й як розподілену, й як централізовану.

З урахуванням розвитку сучасних інформаційних технологій зрозуміло, що розроблюване СД повинне функціонувати в рамках корпоративного (багаторівневого) інформаційного порталу з використанням технологій Інтернету для внутрішніх користувачів із застосуванням тонкого web-клієнта (браузера). Таке рішення дозволяє використовувати єдину технологію для реалізації як зовнішнього, так і внутрішнього порталів організації.

Зібрана в СД інформація дозволить задовольнити оперативні й аналітичні потреби у визначенні сприятливих можливостей та ризиків для дослідницької організації в області комерціалізації високих технологій.

Повинні бути виділені наступні фрагменти БД (пов'язані кіоски даних):

- 1) публікації університету як джерело фіксації результатів наукової діяльності;
- 2) гості (потенційні партнери) як джерело фіксації контактів з інститутом і результатів таких контактів;

3) поїздки співробітників (співробітництво й презентація результатів) як джерело фіксації контактів співробітників із зовнішніми організаціями й результатів таких контактів;

4) патенти університету як фіксація результатів науково-технічної діяльності у правовому полі;

5) партнери університету як джерело аналітики з управління взаємовідносин з партнерами;

6) виставки як фіксація маркетингових акцій з представлення результатів науково-технічної діяльності;

7) проекти (НДР);

8) звіти з проектів (результати НДР);

9) нормативно-довідкові дані;

10) гранти, договори, контракти;

11) резюме й звіти з аудиту науково-технічних розробок.

На рис. 3.9 наведено загальну структуру логічних об'єктів БД.

Безумовно необхідно буде попрацювати над інтерфейсом системи – головною її екранною формою, видима функціональність якої буде залежати від категорії користувачів, які входять в систему.

Таким чином, запропонована ІАС університету/інституту дозволить дослідницькій організації розв'язати наступні основні завдання інформаційної підтримки прийняття рішень в області комерціалізації високих технологій:

- збір, фільтрацію й розміщення інформації про плани й результати НДР, про потенційні науково-технічні розробки та бізнес-ідеї, про умови експлуатації організаційно-технологічної системи;

- класифікацію й аналіз представленої інформації для виявлення перспективних бізнес-ідей й науково-технічних розробок з комерційним потенціалом;

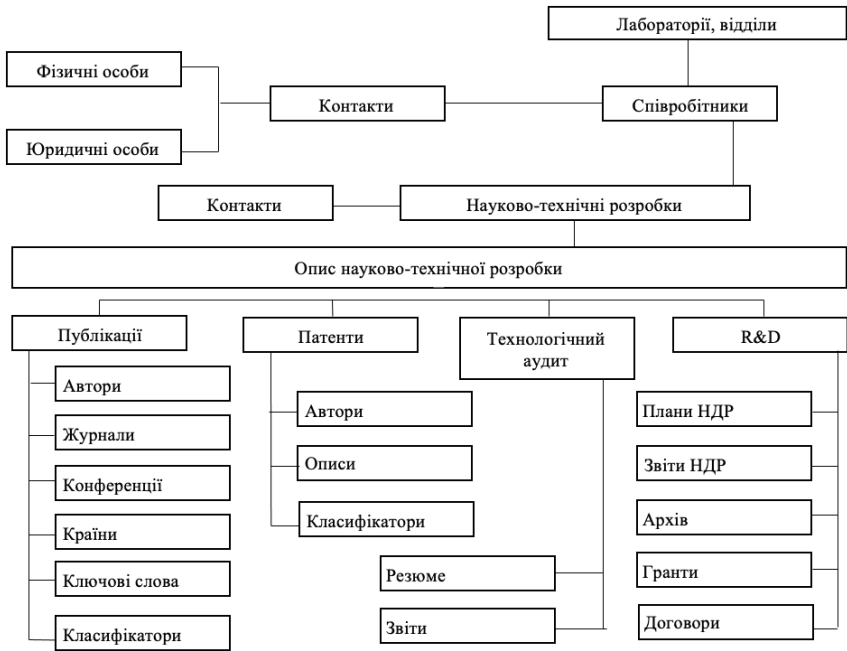


Рис. 3.9. Об'єкти баз даних ІАС університету

- представлення керівництву дослідницької організації аналітичної й детальної інформації про функціонування організаційно-технологічної системи у зручному для аналізу вигляді.

З урахуванням сучасних інформаційних технологій зрозуміло, що розроблювана БД повинна належати класу СД й доступ до неї повинний бути організований в рамках тонкого клієнта – браузера. Така БД повинна функціонувати в рамках корпоративного (багаторівневого) інформаційного порталу.

Розглянута логістична структура передбачає, що БД уявляється як корпоративне СД, яке реалізується як взаємопов'язаний набір кіосків даних (Data

Darts). Зібрана в СД інформація дозволить задовольнити оперативні й аналітичні потреби у визначенні сприятливих можливостей та ризиків для дослідницької організації в області комерціалізації високих технологій на основі експлуатації організаційно-технологічних систем.

### ***Література до п. 3.4:***

1. Андрос С.В., Чан Сі Цо. Інформаційні технології як базис інноваційного розвитку підприємств. *Економіка: реалії часу*, 2019. №5. С. 16-25.
2. Асеева Л.А. Аналіз основних складових небезпеки при побудові системи інформаційної безпеки підприємства. *Сучасний захист інформації*, 2019. №2(38). С.42-46.
3. Бистряков І.К., Клиновий Д.В. Платформна економіка просторових бізнес-екосистем як інноваційний тренд сталого розвитку. *Наука та наукознавство*, 2019. №3 (105). С.3-25.
4. Гайдур Г.І., Гахов С.О. Механізм функціонування цілісної інформаційної системи в умовах кібернетичного впливу. *Сучасний захист інформації*, 2019. №4(40). С.22-26.
5. Диба М.І., Гернего Ю.О. Венчурний бізнес в Україні та цифрові інноваційні хаби як інститут його розвитку. *Економіка України*, 2021. №6 (715). С.36-49).
6. Закон України «Про вищу освіту». *Відомості ВР України*, 2014. №37-38. Ст. 2004.
7. Машталер О.В. Стан інновацій в Україні та їх вплив на позиції конкурентоспроможності в глобальній економіці. *Інвестиції і практика та досвід*, 2020. №24. С.96-106.
8. Мишенин А.И. Теория экономических информационных систем: учебник. Москва: Финансы и статистика, 1993. 168 с.
9. Морозов О.Ф., Шевченко М.М. Відносини суб'єкт-об'єкт як «цілеспільний ефект» менеджменту. *Наука та інновації*, 2020. №6(96). Т.16. С.28-35.

10. Національна економічна стратегія на період до 2030 року. *Урядовий кур'єр*, 2021. №45. С.8-36.
11. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. *Урядовий кур'єр*, 2013. №11. С.11-13.
12. Новаківський І.І. Система управління підприємством в умовах становлення інформаційного суспільства: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. 316 с.
13. Віннічук Ю. Рейтинг найбільших ІТ-компаній України. *Бізнес Цензор*, 2021. URL: <https://biz.censor.net/r3273242>
14. Управление инвестиционным проектом. Опыт IBM. Перевод с англ. Москва: ИНФРА-М, 1995. 208 с.
15. Business Intelligence and data warehousing: crossing the millennium. B. Love and M.P. Burwen. PARM, 1999. 15 p.
16. IDC. Gartner “Infrastructure and application worldwide software market definitions”, 2002.
17. Kotlyarevskyy Ya.V. and other. New economy: evolution of forms and research methodology. *Science & Innovation*, 2020. No. 1(91). Vol. 16. P.15-30.
18. Sydorova M., Baybuz O., Verba O., Pidhornyi P. Information technology for trajectory data mining. *Science & Innovation*, 2021. No.3(99). Vol. 17. P. 78-86.

### **3.5 Ключові завдання антикризового управління при проектуванні та моделюванні організаційно-технологічних систем у високотехнологічному виробництві**

Національною економічною стратегією на період до 2030 р. визначаються наступні цільові індикатори розвитку національної економіки: зростання реального

ВВП не менше, ніж у два рази, зростання ВВП на душу населення не менше, ніж до 10 тис. дол. США, зростання продуктивності праці не менше, ніж в 1,7 рази, збільшення чистого притоку прямих іноземних інвестицій не менше, ніж 15 млрд. дол. США на рік, починаючи з 2025 р., зростання обсягів експорту до 150 млрд. дол., зниження зростання обсягів експорту до 150 млрд. дол. США, зниження рівня безробіття до 6%, зменшення показника гендерного розриву в оплаті праці до 10 % [13, с.8]. У стратегії підкреслюється: «Експорт України на 54% складається із товарів з низькою доданою вартістю, незважаючи на наявний потенціал вироблення високотехнологічних товарів» [13, с.19]. Одним із шляхів досягнення цілей високотехнологічного розвитку вітчизняної промисловості вбачається через впровадження концепції «Індустрія 4.0», завдання якої полягають у: популяризації самої концепції та її окремих елементів як обов'язкового фактору підвищення конкурентоспроможності промислових підприємств до запровадження концепції «Індустрія 4.0» за рахунок коштів фондів ЄС, сприяння проведенню просвітницьких заходів щодо перенесення передового досвіду з сектору ІТ до промислових секторів, забезпечення інтеграції у сфері «Індустрії 4.0» в стратегії оборонного комплексу та безпеки держави, формування нових компетенцій персоналу в промисловості з метою впровадження цифрових технологій, повномасштабна діджиталізація ключових секторів промисловості, забезпечення кластеризації у сфері «Індустрії 4.0» - на національному та регіональному рівні [13, с.20]. Але якось непомітно ми побачили, що у межах Індустрії 4.0 існує виконавець – людина технологічна, яка в змозі експлуатувати технології 6-го та 7-го технологічних укладів. Концепція «Людина 2.0» ще тільки формується, але компетенції її персоналу вже потрібно враховувати.

Мета Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 р., яка затверджена КМ України 10.07.2019 р., «...полягає у розбудові національної інноваційної екосистеми для забезпечення швидкого та якісного перетворення креативних ідей в інноваційні продукти та послуги, підвищення рівня інноваційної

національної економіки, що передбачає створення сприятливих умов для розвитку інноваційної сфери, збільшення кількості впроваджуваних розробок, підвищення економічної віддачі від них, залучення інвестицій в інноваційну діяльність» [21, с.9]. Стратегія констатує, що частка валової доданої вартості високо- та середньотехнологічних секторів у загальному обсязі валової доданої вартості переробної промисловості у 2015 р. становила 63% у Швейцарії, 50,5 % у чеській Республіці, 61,4 % у Німеччині, 42,8% в Ізраїлі, 63,7 % у Північній Кореї, 30,4 % в Україні. При цьому, за даними Держстату в Україні ця частка у 2016 році становила 25,7 % (7,6 % та 18,1 % у високо- та середньотехнологічному секторах відповідно). Якщо порівнювати валовий внутрішній продукт на душу населення у 2016 році у поточних цінах 2010 року названих держав із валовим внутрішнім продуктом на душу населення України, за даними Національного наукового фонду США, це співвідношення становитиме від 8,5 раза до 36 разів (Швейцарія - 79866 дол. США; Ізраїль - 37180,8; Південна Корея - 27608,2; Німеччина - 42232,6; Чехія - 18483,7 та Україна - 2185,7 дол. США) [21, с.9]. Стратегія пропонує для виправлення ситуації сприяти розвитку видів діяльності з високою наукоємністю, тобто перейти від низькотехнологічної ресурсної до високотехнологічної інноваційної економіки.

Автори даної роботи, враховуючи зовнішньоекономічні умови (в першу чергу військову агресію проти нашої країни), наполягають на тому, що починати відновлювання високотехнологічної сфери необхідно з оборонно-промислового комплексу, більш конкретно – зі створення сучасних організаційно-технологічних систем. У Стратегії розвитку оборонно-промислового комплексу України на період до 2028 р. стверджується: «Оборонна промисловість є критично важливою як для розвитку національної економіки, так і для захисту державних інтересів, сферою, що сьогодні функціонує переважно в межах четвертого технологічного укладу. Стратегія спрямована на забезпечення розвитку оборонно-промислового комплексу, здатного адаптуватися до функціонування в умовах кризових ситуацій та загроз національній безпеці, забезпечити перехід до п'ятого технологічного



укладу та посилити спроможність держави в рамках досягнення Україною військово-політичної самостійності» [20, с.6].

Узагальнення висновків у даній роботі було зроблено на основі використання наукових праць таких фахівців, як: Амоша О., Підорічева Л., Землянкін А. [24], Бегма В. [1], Головатюк В. [2], Грейсон Дж. та О'Делл К. [3], Гросфелд І. Та Роланд Г. [25], Даниленко Ю. [4], Диба М. та Гернего Ю. [5], Кендюхов О. [10], Матюшенко І., Хаустова В. [11], Мех О. [12], Ольвінська Ю. [14], Портер М. [15], Рибакова Л. [16], Саліхова О. [17], Семенюк Е. [18], Сотник В. [19], Уелч Д. [22], Яккока Л. [23].

В. Головатюк у своїй праці робить висновок: «Особливістю політики «нової індустріалізації» є нарощування стратегічно-наукоємного потенціалу готовності країни до майбутнього наукоємного – інноваційного виробництва з акцентом на власні внутрішні ресурси» [2, с. 29]. М. Диба та Ю. Гернего у своїй роботі обґрунтовують порядок трансформації та розбудови суспільства у процесі становлення «Індустрії 4.0»; визначають проблеми, які постають перед міжнародною спільнотою і вітчизняною економікою при переході до «Індустрії 4.0», а також шляхи її розв'язання; досліджують можливі напрями використання фінансових ресурсів для розвитку «Індустрії 4.0» в Україні та світі [5, с. 46]. О. Кушніренко, узагальнюючи першочергові заходи інноваційного оновлення промисловості України в умовах «Індустрії 4.0», наполягає на такому: «... створення центрального органу, що опікуватиметься питанням розвитку «Індустрія 4.0» в промисловості, ухвалення Закону України «Про промислову політику»; ухвалення Стратегії промислового розвитку та її консолідація з Експортною стратегією; удосконалення державного стимулювання інноваційного розвитку для приватного бізнесу» [10, с.67]. О. Кендюхов та його колеги бачать основні проблемні аспекти інноваційного розвитку економіки України, «... основними з яких є: рівень інноваційної активності вітчизняних підприємств, частка передових технологічних укладів в економіці України, фінансування наукової сфери, скорочення наукового потенціалу нашої країни та відтік молодих наукових кадрів»

[8, с. 86]. Група вчених відмічає, що «... на межі ХХ-ХХІ ст. головним чинником економічного зростання більшості економічно розвинутих країн була не матеріальна, а інтелектуальна складова – інформація та знання людини... Категорії економіка знань або економіка, яка заснована на знаннях (knowledge-based есоному), одержали широке розповсюдження з кінця 1990-х рр. та значною мірою пов'язані з утвердженням нових пріоритетів у економіці й політиці провідних західних країн. До економіки знань традиційно відносять три основні сфери: дослідження й розробки; освіту та навчання, що сприяють формуванню людського капіталу; інформаційно-комунікаційні технології» [18, с. 5-6]. У зв'язку з чим може викликати зацікавленість послідовності зміни поколінь інноваційного процесу з використанням відповідних моделей, яку узагальнив Ю. Даниленко: G1 – 1950-ті – до сер. 1960 рр. (технологічного поштовху – technology push model, наукового поштовху – science push model, проактивна модель – pro-active model); G2 – сер. 1960-х до поч. 1970-х рр. (за потребою ринку - market pull model / need pull model / demand pull model); G3 – поч. 1970-х до сер. 1980-х рр. (поєднана модель – coupling model, інтерактивна – interactive); перехідна модель (1986 р.) (ланцюгова модель Клаймана-Розенберга – chain-link Kline-Rosenberg); G4 – кінець 1980-х – до поч. 1990 рр. (інтегрована модель – inteprated model); G5 – середина 1990-х – до кінця 1990-х рр. (модель стратегічних мереж – networking process, інтегрованих бізнес-процесів – integrated business process, системна інтеграція та мережева модель – system integration and networking model / SIN model); G6 – початок ХХІ ст. – до сьогодні (відкриті інновації – open innovation); G7 – формується сьогодні (розширені інноваційні мережі – extended innovation network) [4, с. 23–25]. О. Амоша зі співробітниками узагальнює та систематизує основні риси Глобалізації 4.0 та четвертої промислової революції, які докорінним чином змінюють глобальний економічний, соціальний та геополітичний ландшафт; здійснюють періодизацію хвиль глобалізації, які співставлено з фазами промислових

революцій, що дає їм можливість усебічно проаналізувати процеси глобалізації й технологічного розвитку в їх єдності та взаємообумовленості [24, с. 17].

Фахівці у процесі проведення своїх досліджень наполягають на використанні для цього різноманітних методів та організаційних заходів. Під час проведення дослідження інноваційної сфери України Ю. Ольвінська та її колеги використовують у комплексі методи системного аналізу, статистичного аналізу, порівняльного та графічного методів [14, с. 65]. О. Мех, досліджуючи сучасну систему управління науково-технологічної сфери, визначає її ключовий фактор розвитку – «насичення елементами, які утворюють дієздатний субординований комплекс та взаємодіють з метою досягнення системою стійкого та ефективного рівня функціонування» [12, с. 80]. А також підкреслюється обов'язковість наявності таких елементів: пошуку і відбору наукових та науково-технічних пріоритетів; комерціалізації результатів; зворотного зв'язку, інформаційного моніторингу і підтримки; суспільного контролю [12, с. 81].

Сьогодні у економічних дослідженнях як ніколи зростає роль системних досліджень. Так, В. Бегма та Д. Радов, визначаючи зростаючу роль інноваційного розвитку в системі міжнародного військово-технічного співробітництва, використовують: методи аналізу та синтезу – при систематизації інноваційної діяльності в європейській оборонній промисловості; метод системного узагальнення – для визначення особливості та проблем співпраці між Україною та Європейським оборонним агентством [1, с. 19]. Також, В. Сотник наполягає, що незважаючи на такі негативні тенденції як скорочення кількості наукових працівників та питомої ваги на дослідження й розробки у ВВП (0,5% у 2017 р.), вихід з такої складної ситуації для України полягає саме у розвитку та впровадженні критичних технологій, зокрема в оборонній сфері [19, с. 34].

О. Саліхова, досліджуючи концепцію розумної спеціалізації та пов'язуючи її з концепціями технологій, інновацій та індустріалізації через їх спільну мету – збільшення продуктивності та забезпечення сталого економічного зростання,

звертає увагу на те, що «... новому Уряду необхідно актуалізувати підготовку Стратегії з урахуванням нещодавно прийнятих в ЄС документів у частині модернізації промисловості на засадах розумної спеціалізації. У механізмі впровадження Стратегії, серед іншого, слід закласти нові фінансові інструменти й державну допомогу на реалізацію проектів з технологічних інновацій на базі ключових технологій із використанням публічних закупівель інноваційної продукції» [17, с. 69].

Дж. Грейсон та К. О'Делл, аналізуючи майбутні інтегровані операційні системи XXI ст., відмічають те, що «Технологічні процеси суттєво ускладнилися у порівнянні зі старими конвеєрними лініями, нарощуються вимоги до кваліфікації та рівня підготовки робочих і спеціалістів» [3, с. 129]. М. Портер, розглядаючи стратегічні вигоди від інтеграції, відмічає прорив у технології: «За деяких обставин він може гарантувати тісне ознайомлення з технологією виробництва, розташованих вище або нижче фірм, яке є вирішальним для успіху основного бізнесу, економії та інформаційних витрат...» [15, с. 308].

Не зайвими нам здавалися поради кращих західних топ-менеджерів (СЕО). Так, Д. Уелч стверджував: «Потрібно розуміти, де ви створюєте реальну додаткову вартість, й спрямовувати туди своїх кращих людей і ресурси» [22, с. 438]. Л. Якокка, пропонуючи нову індустріальну політику, підкреслює, що «... необхідно знайти нові стимули для збільшення числа дослідницьких робіт у приватному секторі, модернізувати виробниче обладнання підприємств і збільшити продуктивність праці у пріоритетних галузях економіки. Такі задачі можливо вирішити за рахунок введення податкових пільг для вкладень у дослідження і визначення амортизаційних термінів обладнання для інвестицій, які сприяють підвищенню продуктивності праці» [23, с. 406].

У трансформаційний період розвитку національної економіки (незважаючи на те, що статус країни з ринковою економікою надано Україні з 01.12.2005 р.), що характеризується небувалим спадом виробництва у всіх без виключення сферах

української економіки за відсутності ринкових механізмів оптимального перерозподілу ресурсів між галузями акцент всебічного розвитку промисловості, що був головним, змістився на індивідуальне виживання виробляючих підприємств та галузей. Під впливом множини несприятливих факторів проблема виживання самим серйозним чином торкнулася навіть провідну ланку – життєзабезпечуючі та конкурентоздатні ВТ підприємства, більшість з яких опинилося на межі фінансової неспроможності. До теперішнього часу багаточисельні проблеми, що стоять перед ними, зводяться не стільки до пошуку шляхів рішення перспективних задач, скільки містяться у відсутності відповідних умов для їх вирішення.

Відповідно до індексу інноваційного розвитку (за даними агентства Bloomberg) у 2018 р. Україна знаходиться на 53 місці серед 60 досліджуваних держав. При цьому наша країна виявилася найгіршою за продуктивністю праці (60 місце), що свідчить про низький рівень застосовуваних технологій та виробництва товарів з низькою доданою вартістю, потрапила до трійки аутсайдерів за технологічними можливостями (58 місце) та посідає 54 місце за рівнем витрат на дослідження та розробки у ВВП. Водночас вона зберігає високе 28 місце за ефективністю вищої освіти та 35 місце за патентною активністю [21, с. 9], тобто має потенціал до розвитку.

Серед основних бар'єрів для ВТ розвитку України є: недосконалість інституцій, зокрема політичного, регуляторного та бізнес-середовища; слабо розвинута інфраструктура, у тому числі ВТ, оскільки залишаються на низькому рівні показники валового нагромадження капіталу у відсотках до ВВП; відсутність теоретико-методологічного обґрунтування організаційного розвитку ВТ сфери.

Сучасні тенденції до розвитку світової економіки та НТП призвели до того, що у сфері переробної промисловості, яка є основою ВТ виробництва, конкурують між собою країни з дешевою робочою силою і розвинуті держави із стабільним та сприятливим інвестиційним кліматом, який дозволяє мінімізувати інвестиційні

ризика під час створення ВТ виробництв. За таких конкурентних умов Україна не має достатньо переваг.

У цьому контексті необхідним є ретроспективний аналіз відносно ситуації, що призвела нашу країну до зниження темпів інноваційного розвитку.

Серпнева фінансова криза 1998 року зруйнувала систему обслуговування державного боргу, збільшенням якого покривався дефіцит держбюджету. Зниження валютного курсу гривні знецінило вартість внутрішнього боргу, але відповідно підвищило вартість зовнішнього. Обрушилися практично всі ланцюги фінансової інфраструктури внутрішнього ринку. Від цього соціально-економічне становище країни стало гіршим, ніж у 1996 році: нижче рівні виробництва, інвестицій, доходів та споживання переважної частини населення, вище темпи інфляції та курс долара США до гривні, збільшився обсяг державного боргу як у абсолютному вираженні, так й по відношенню до ВВП. Багато навіть конкурентоспроможних підприємств опинилися у критичному положенні.

Економічна політика, що проводилася після 1998 р., пов'язана з форсованим використанням деяких сприятливих факторів та умов для збільшення експорту сировинних товарів, дозволила уникнути варіанту розвитку подій за самим несприятливим сценарієм та підсилити передумови для послідовної нормалізації економічної ситуації в країні. На відносну стабілізацію вплинули наступні чинники:

- 1) активізація постачань на експорт;
- 2) забезпечення повноти та своєчасності репатріації до країни експортної валютної виручки;
- 3) обмеження можливостей незаконного вивозу капіталу;
- 4) зміна співвідношення гривні та базових світових валют у ході девальвації гривні, а також покращення кон'юнктури зовнішніх ринків;
- 5) розвиток процесів імпортозаміщення у обробних галузях;
- 6) збільшення постачань на внутрішньоукраїнський ринок продукції у результаті заходів, що обмежують імпорт конкуруючих товарів;

7) розширення державної підтримки ряду промислових виробництв (збільшення оборонного замовлення, зростання продукції оборонного та авіаційного машинобудування внаслідок розширення її постачань за лізинговими контрактами та ін.).

Слід до цього переліку додати пояснення: важливішою функцією будь-якої «осудної» економіки є збільшення платоспроможного попиту, в першу чергу на ВТ товари, від кінцевого споживача. У глобалізованій ринковій економіці показники економічного зростання та платоспроможного попиту не заперечують один одному, вони компліментарні, оскільки економіка зорієнтована на платоспроможний попит. У зв'язку з цим більш ніж дивною можна вважати позитивну оцінку деякими економістами зростання у промисловості, що були пов'язані з девальвацією 1998 р. і 2014 р., так як такі девальвації призвели до зuboжіння, а значить, і до зниження платоспроможного попиту, як для населення країни в цілому, так і окремих секторів реального сектору національної економіки. В таких випадках промислове зростання орієнтовано проти платоспроможного попиту.

Спеціалізовані заходи після криз 1998 р., 2008 р., 2014 р. були прийняті для відновлення розрахунково-платіжних операцій, реанімації банківської системи, підвищення ліквідності банків, реструктуризації кредиторської заборгованості перед державним бюджетом, скорочення заборгованості державного бюджету за виконані роботи та постачання, зниження податкового навантаження на реальний сектор, послаблення боргового навантаження на економіку, обмеження зростання цін (тарифів) на продукцію та послуги природних монополій, а також для забезпечення дотримання економічно обґрунтованих принципів ціноутворення на їхню продукцію. В результаті у 2013 році зростання ВВП в Україні було нульовим, у 2014 та 2015 рр. падіння склало 6,6 % та 9,8 % відповідно, у 2016 р. зростання на 2,4 %, у 2017 р. – на 2,5 %; у 2018 р. – на 3,3 %; у 2019 р. – на 3,2 %; у 2020 р. відбулося падіння фізичного ВВП на 4 %, проте у 2021 р. знов спостерігаємо зростання на 3,4 % відповідно до попереднього року. Але таке коливання зростання

ВВП все ж компенсувало індекси цін виробників промислової продукції: у 2013 р. – 101,7 %; у 2014 р. – 131,8 %; у 2015 р. – 125,4 %; у 2016 р. – 135,7 %; у 2017 р. – 116,5 %; у 2018 р. – 114,2 %; у 2019 р. – 92,5 %; у 2020 р. – 114,7 %, у 2021 р. – 162,3 %.

На позитивну динаміку цін в промисловості на початку 2000-х рр. вплинуло насамперед підвищення цін світових ринків продукції АПК, чорної та кольорової металургії та інших товарів українського експорту. Проте тенденції загального живлення в економіці виявилися нестійкими. Вже в кінці 1990-х рр. динаміка промислового виробництва свідчила про вичерпання дії сприятливих факторів, пов'язаних із девальвацією гривні. Зокрема, відбулося насичення відповідних сегментів зовнішніх ринків продукцією українського сировинного експорту, було вичерпано резерви імпортозаміщення, через випереджаючі темпи інфляції у промисловості у порівнянні з темпами зростання споживчих цін зросли витрати виробництва. Тому зростання виробництва сповільнилося. Тим самим тимчасове поживлення виробництва та відносна макроекономічна стабілізація не розіршили самих гострих та складних протиріч української економіки.

Вітчизняна економіка до теперішнього часу зберігає потворну сировинну орієнтацію. Як і раніше, економічне зростання стримується цілою низкою обмежень, у числі яких: недолік оборотного капіталу на підприємствах; технічні обмеження, що визначаються необхідністю модернізації діючих та введення нових потужностей для забезпечення приросту продукції; відсутність державного попиту на вітчизняні товари через низькі можливості бюджетів усіх рівнів; обмеження попиту на основні товари українського експорту факторами зовнішньоекономічної кон'юнктури, пропускнуою спроможністю трубопроводів, обмежувальними заходами, що застосовуються іноземними державами, та ін. (знос і відсталість основних засобів; низька конкурентоспроможність внаслідок низької продуктивності та якості, механізмів фінансового, науково-технічного, кадрового супроводження відтворювального виробництва; неефективність соціальних



механізмів, механізмів подолання структурних диспропорцій; все більша втрата високотехнологічного характеру виробництва, його науково-технологічного потенціалу).

Зберігалася напруженість ситуації в бюджетній сфері, яка посилювалася проблемами обслуговування зовнішнього боргу, а також відсутністю кредитування з боку МВФ. У найбільш складній ситуації опинилися неплатоспроможні структури, які згортають своє виробництво та компанії з тенденціями швидкого розвитку товарообороту. Якщо у першому випадку одна з основних причин погрози банкрутства – неспроможність керівників перелаштуватися на ринкові умови, то у другому – неадекватність системи управління, кадрового потенціалу та використовуваних ОТС новим масштабам та формам діяльності. Типові ознаки неблагополуччя такі: зриви у виробництві, зростання накладних витрат, зниження рентабельності, залучені фінансові засоби уходять на погашення раніше отриманих кредитів та ін.

У світові практиці здатність ВТ підприємства до виживання у довгочасовому аспекті визначається не тільки його адаптованістю до ситуації в економіці, але й постійною оновлюваністю. Щоб витримати конкуренцію та вижити, а тим паче розвиватися ВТ підприємству необхідно постійно знаходитися в процесі самовдосконалення, в стані пошуку нових технологій, нових стратегій фінансування, нових видів продукції та нових областей застосування виробів. При цьому продукція, що виробляється повинна не просто відповідати вимогам споживача, а й передбачувати їх. Дуже часто маленьке замовлення, образно кажучи, може народити велике. Тому, чим ширше буде номенклатура виробів, що випускаються, ти більше шансів у підприємства отримати великі замовлення – це аксіома ринку.

Показовими тут можуть бути дослідження, які постійно проводять аналітично-маркетингові фірми, ціллю яких є виявлення основних факторів, що

забезпечують стійкість ВТ підприємств. Результати таких проведених досліджень дозволяють зробити наступні основні висновки.

1. По-перше, усі обстежені компанії змінювали свій діловий портфель за час існування хоча б один раз, та ці зміни відбувалися поступово, залишаючись іноді непомітними для пересічних робітників.

2. По-друге, визначними характеристиками здатності до виживання стали: консерватизм у фінансах (один з основних принципів фінансового обліку у ринковій економіці – принцип всеоглядності, згідно з яким активи і доходи оцінюються за найменшою оцінкою з можливих, зобов'язання і витрати – за найбільшою; завдяки цьому принципу можливі різні корегування і резерви за операціями, які пов'язані з визначеним ризиком); чутливість до змін (спроможність уловлювати зміни раніше та приймати необхідні рішення скоріше за інших); почуття солідарності у працівників та ототожнення ними себе з підприємством, розумна терпимість з боку керівництва.

В представлених звітах немає звичних для українських ділових кіл термінів про ринок, витрати, технології. Хоча, безумовно, ВТ підприємства ефективно управляють витратами, успішно реалізують свою продукцію своєчасно оновлюють технологію. Але, на думку аналітиків, все це лише другорядні складові. А на першому місці підтримка життєстійкості підприємства - здатність менеджерів знайти правильне співвідношення у наступних трьох областях: прибуток та активи; управління та контроль; формування дієздатного суспільства громадян, іменованого підприємством. Тому виробник, який прагне самостійно існувати і розвиватися, пристосовуючись до умов, що змінюються, повинен мислити системно і гнучко працювати, ефективно використовуючи наявні засоби і можливості.

Для більшості високотехнологічних промислових підприємств та галузей України «видужання» може стати досяжним лише за своєчасної та ефективної підтримки їх державою, а також цілеспрямованої діяльності за правилом: максимум

випусків у заданій номенклатурі. Дане правило при його реалізації передбачає знання виробником найкращого для споживача номенклатури виробів, що випускаються, який постійно повинен змінюватися в залежності від досягнутого конкурентами рівня забезпечення потреби. Колишня цінова конкуренція всередині галузевих недиференційованих (стандартних) товарів без урахування потреб кінцевого попиту вичерпала себе.

Співвідношення між споживчою та міноюю вартістю при насиченому стандартними товарами ринку змінилося на користь першої. Тим самим вирішення проблеми розширення високотехнологічного виробництва стало можливим лише при заміні стандартних виробів на нові різноманітні, диференційовані за своїми споживчими властивостями. Для своєчасного маневрування властивостями виробів потрібна спеціальна структура управління ОТС, що характеризується єдністю всередині галузевих постачальників, що виробляють комплектацію з підприємством, що завершує технологічний ланцюжок з випуску кінцевої продукції.

Така об'єднана структура дозволяє диференціювати товар з урахуванням запитів споживачів. Очевидно, з цієї причини з кінця ХХ століття експансія великих підприємств у промисловості США йшла головним чином не за рахунок збільшення їх частки на одному ринку, а шляхом охоплення різних ринків диверсифікації компанії зростали не «вглиб», а «вшир». Подібні, хоча й не настільки яскраво виражені процеси відбувалися в інших розвинених країнах.

Загалом проблема успішного існування ВТ підприємств може вирішуватись різними методами. Остаточний вибір залежить від концепції розвитку, прийнятої за основу керівництвом ВТ підприємства. Крайніми (полюсними) методами фахівці вважають концепцію виживання (А) та концепцію прориву (Б).

А. Концепція виживання - це еволюційний розвиток, спрямований до досягнення вищих показників, що проводиться з мінімальними структурними та технологічними змінами, аж до виходу зі стану банкрутства та подальше

підтримання позитивної тенденції. Закріпившись на певному рівні завантаження потужностей, чисельності персоналу, заробітної плати і т.д., ВТ підприємство може досить тривалий час перебувати в режимі стагнації.

*Пасивна стратегія*, що характеризується виробленням короткострокових економічних прогнозів для вирішення складних проблем поточної господарської діяльності поряд з певною тенденцією до стабілізації не виключає процес деградації виробничої культури та зниження якості продукції, що обумовлено як необхідністю купувати дешевшу та неякісну сировину, так і падінням виробничої дисципліни через постійні зупинки виробництва, зношеність обладнання, зниження кваліфікації робочої сили. При такій поведінці рано чи пізно підприємство, що стагне, буде поглинене більш адаптованими до ринку і таким, що успішно розвиваються конкурентами, які реалізують більш кращу лінію поведінки - концепцію прориву.

Б. Концепція прориву означає орієнтацію захоплення лідируючої позиції над ринком у мінімальні терміни за допомогою якісних структурних перетворень, які забезпечують підприємству швидке економічне зростання і стійке існування. Ця стратегія з підвищеним ступенем ризику, але набагато ефективніша у разі успіху. Її відрізняє прагнення персоналу до істотного поліпшення базових критеріїв виробництва за мінімальний час і цільова орієнтація на лідируючу позицію над ринком.

Більше того, на відміну від концепції виживання, де використовується підхід від досягнутого стану через виявлення наявних резервів та використання колишніх наділів — до можливих перспектив, для концепції прориву характерний інший підхід: від цілей, через структуризацію та оптимізацію технології внутрішньофірмового управління – до засобів досягнення поставлених цілей, де головна увага приділяється забезпечуючим заходам. Вибір стратегії зростання, як правило, залежить від результатів тривісного аналізу. На першому рівні виявляються можливості, які ВТ підприємство може використовувати за існуючих

масштабів діяльності (можливості інтенсивного зростання за рахунок створення ОТС сучасного типу). На другому рівні виявляють можливості внутрішньофірмової інтеграції різних напрямів розвитку розроблених ОТС (можливості інтеграції зростання). На третьому рівні виявляють можливості, які відкриваються за межами функціонуючих ОТС ВТ підприємства (можливості диверсифікаційного зростання). При цьому інтенсивне зростання є виправданим у тих випадках, коли ВТ підприємство не до кінця використало можливості традиційних ринків.

Для активної ринкової стратегії характерні також пошук нових і розширення діючих сфер додатку праці, тобто здійснення будь-яких, не заборонених законодавством господарських операцій, навіть не пов'язаних з основною діяльністю, але таких, що дають високий прибуток. Пріоритетними діями у разі є маркетинг і фінансове регулювання оновлення продукції, пошук нових ринків збуту, де основний показник роботи - віддача на вкладений капітал. Але й за реалізації активної стратегії можуть бути негативні прояви, наприклад, коли більшість цілей і завдань на ВТ підприємстві у межах конкретної ОТС формується в такий спосіб, щоб їх рішення вимагало високої кваліфікації виконавців. Очевидно, що для більшості українських виробників в умовах трансформаційного періоду оптимальне рішення знаходиться між двома крайніми позиціями і передбачає розумне поєднання обох підходів. Вибір конкретної концепції розвитку, може бути обумовлений досягненням стану тієї чи іншої фази життєвого циклу, своєї по кожному підприємству. Будь яке ВТ підприємство з часом проходить через критичний стан, який характеризується погіршенням фінансового положення і появою тенденцій, які несуть загрозу банкрутства. У визначеному ступені життєвий цикл ВТ підприємства та його ОТС відповідає життєвому циклу продукції, що остання виробляє. Він включає до свого складу: зародження і становлення, зростання і розвиток, роки панування на ринку, спад виробництва і ліквідацію (або перепрофілювання) підприємства. Тому, у момент прийняття відповідальних комерційних рішень менеджерам необхідно враховувати динаміку розвитку фази

життєвого циклу, як новітнього виробу, що планується до виробництва, так і саме його ОТС, готуючись до можливих ризикованих ситуацій під час переходу від однієї фази до іншої.

Прийнята за основу загальна концепція В розвитку ВТ підприємства передбачає вибір генеральної стратегії підприємницької діяльності, яка повинна відповідати запланованим цілям та місії створення та функціонування його ОТС. Існує три базові типи генеральних підприємницьких стратегій.

1. Вартісне лідерство – означає, що ВТ підприємство прагне обігнати своїх конкурентів, налагодивши виробництво продукції з найменшими витратами. Маючи низькі витрати на виробництво, ВТ підприємство може дозволити собі нижчі ціни на продукцію, а нижчі ціни дозволять виробляти більше продукції, й відповідно - збільшення обсягу продажів.

2. Стратегія «унікальності» (диференціації) означає, що підприємство робить продукцію унікальною з погляду споживачів. Унікальність може ґрунтуватися на низці факторів, таких як еталон якості, особливості товару, обслуговування споживачів і так далі. Така мета, як «унікальність», вимагає творчого підходу, глибоких наукових знань, проведення комплексних маркетингових досліджень та заходів щодо конкурентної розвідки, гнучкості реагування на зміни у потребах та наданнях про товар споживачів, репутації «високої якості». Але це не означає, що ігнорується контролю над витратами виробництва.

3, Стратегія «зосередження» (стратегія «фокус») орієнтована підприємницьку діяльність у певному сегменті ринку. Така лінія поведінки означає, що ВТ підприємство прагне досягти або вартісного лідерства, або «унікальності» продукції, або того й іншого разом у певному ринковому сегменті, тобто ВТ підприємство зосереджує свої зусилля на одному сегменті ринку замість конкурування на всьому ринку.

Слід зазначити, що для тих, хто вже вибрав для себе оптимальну, економічно обґрунтовану генеральну стратегію підприємницької діяльності, необхідно її

дотримуватися протягом досить тривалого періоду часу, оскільки з практичного досвіду відомо, що ВТ підприємства, які у постійному пошуку свого місця на ринку, часто змінюють плани і переходять від однієї стратегії до іншої, віддаючи тим самим себе на волю випадку, як правило, втрачають якісь потенційні переваги, що є у них, і через свою непослідовність залишаються неконкурентоспроможними.

Істотні зміни, що відбулися за 30 років реформ у характері індустріально-економічного розвитку України, та супутня їм структурна перебудова галузей промисловості припускають формування нового господарського укладу – носія майбутнього економічного зростання, що потребує кардинальної перебудови систем організації виробництва, що існують на підприємствах, тобто їх ОТС. У зв'язку з цим для українських менеджерів набувають особливого значення сучасна теорія (логіка розвитку економічної думки) та практика управління (нові підходи до організації та технології), докладно описані у працях вітчизняних та зарубіжних вчених [2; 3; 8; 22; 23].

Напрямок творчих досліджень постійно вдосконалюється відповідно до об'єктивних вимог виробництва та реалізації товарів, ускладненням господарських зв'язків, підвищенням ролі споживача у формуванні техніко-економічних інших параметрів продукції. Слід зазначити, що характерною особливістю сучасного періоду науково-технологічного прогресу (НТП) за кордоном є перехід до інтенсивного розвитку виробництва, а в нашій країні – спрямованість на забезпечення раціонального ведення підприємницької діяльності в умовах дефіцитності ресурсів, необхідних для досягнення високих кінцевих результатів, запровадження сучасного рівня ОТС, на подолання низької ефективності застосовуваних на підприємствах прямих адміністративних заходів та природних заходів ринкового регулювання.

Все це вимагає кардинальної зміни підходу до існуючої практики внутрішньофірмового управління. З погляду відомого поняття «високотехнологічна політика», антикризове внутрішньофірмове управління є

діяльність, яка полягає у цілеспрямованому виборі ВТ сфери та системи дій щодо досягнення довгострокових цілей суб'єктів господарювання в постійно мінливих умовах зовнішнього середовища. Отже, це сфера діяльності топ менеджменту підприємства, головний обов'язок якого полягає у визначенні напрямів і траєкторії розвитку підприємства, постановки основних цілей, розподілі ресурсів оптимальним чином, використання всього того, що дають підприємству конкурентні переваги. У практиці менеджменту можна назвати такі основні сторони:

- функціональну, коли управління сприймається як сукупність дій, направлених на досягнення певних результатів. У даному випадку антикризове внутрішньофірмове управління передбачає, що для досягнення необхідних результатів можливі зміни як складу видів управлінської діяльності на підприємстві, так і її змісту;

- процесну, в рамках якої управління розглядається як діяльність з виявлення та вирішення проблем (процес підготовки та прийняття рішень). Процесна сторона внутрішньофірмового управління необхідна для розуміння того, як формується і діє технологія управління. Об'єктами дослідження тут виступають стадії процесу управління, його етапи, їх послідовність, організація робіт, витрати та інше;

- елементну, при якій управління розглядається як діяльність з організації взаємозв'язків певних структурних елементів. Особливе виділення елементної сторони антикризового внутрішньофірмового управління необхідне для визначення ролі та значення кожного елемента управління, дослідження внутрішньої будови організаційної системи. При цьому звертається увага на організацію праці працівників, стиль управління, технологічну оснащеність, інформаційні комунікації, роботу з кадрами та інше.

Без урахування сучасного досвіду менеджменту та життя адекватних заходів, що протидіють загальним негативним тенденціям, у сформованих умовах потенційні банкрутства ВТ підприємств можуть стати і стають цілком об'єктивною



реальністю. Пріоритетним елементом у такому разі стає необхідність реального досягнення ефективності виробництва шляхом проведення його комплексної реструктуризації та зміцнення позицій на ринках збуту. Як елемент антикризового управління та попередження критичних ситуацій реструктуризація: з одного боку ефективний інструмент збереження та розвитку бізнесу, що забезпечує підвищення його конкурентоспроможності; з іншого - інструмент, що має свої межі застосування потенційно створює загрозу безпеці підприємства при недостатньо продуманій або неграмотно проведеній програмі перетворень.

За визначенням, як елемент антикризового управління та попередження критичних ситуацій, реструктуризація означає: удосконалення організаційної структури шляхом створення сучасних ОТС, що забезпечує зниження транзакційних та адміністративно-управлінських витрат, інтеграцію науки та виробництва; поліпшення схеми фінансових потоків та економію оборотного капіталу за рахунок маневрування матеріальними та фінансовими ресурсами; ефективний менеджмент, що підвищує стійкість бізнесу та ін. За кордоном реструктуризацію зазвичай поділяють на бекофіс (back-office) - все, що пов'язано з управлінням всередині компанії, і фронтофіс (front-office) - взаємодія із зовнішнім середовищем, тобто з клієнтами та споживачами.

Грамотна реструктуризація ВТ виробництва, проведена за критеріями стратегічної значущості та економічної ефективності, дозволяє створити організаційну основу для консолідації ресурсів на потрібному напрямку та повернути до життя платоспроможні ВТ підприємства і навіть ВТ підприємства-банкрути (у цьому авторів переконує власний досвід проведення науково обґрунтованої реструктуризації ТДВ «Первомайськдизельмаш»). З точки зору Д. Коттера і Л. Шлезінджера, «... більшість компанії та підрозділів великих корпорацій доходять до висновку, що вони повинні проводити помірну реструктуризацію майже один раз на рік, і докорінну – кожні чотири або п'ять років» [26, с.106]. Але це точка зору сорокарічної давнини. Сьогодні, враховуючи

тривалість життєвого циклу нововведень, над процесом реструктуризації необхідно замислюватися кожного року, тобто, зробити його безперервним. Очевидність таких висновків підтверджується тим, що в багатьох закордонних компаніях створені спеціалізовані служби управління змінами, основна задача яких полягає в організаційному забезпеченні адаптації ВТ виробництва та його ОТС до постійно змінюваних потреб ринків збуту. При цьому організаційний менеджмент не можливо розглядати з чисто технократичних позицій. На Заході вже давно відмовилися від уявлень про виробничі організації як про механізми, які створені тільки заради прибутку. Усвідомлено, що будь яке підприємство – це організм, який живе за об'єктивними законами, необґрунтоване порушення яких призведе до загибелі.

Організаційний менеджмент на ВТ виробництві, у контексті створення сучасних ОТС, слід узгоджувати з науково-технологічними, соціальними і економічними процесами, а тому він повинен включати:

- технологічну модернізацію, пов'язану із зміною того набору засобів та способів, за допомогою яких високотехнологічне підприємство переважно вирішує проблему свого успішного існування;

- соціальну модернізацію, що передбачає зміну професійної, соціальної та освітньої структури виробничого персоналу у відповідь на вимоги, що висувуються технологічною модернізацією;

- інституційну модернізацію, пов'язану із зміною економічних та правових механізмів регулювання виробничо-господарської діяльності, виходячи з вимог, що висувуються технологічними та соціальними змінами;

- морально-етичну та культурну модернізацію, спрямовану на створення сприятливих умов для здійснення інституційної модернізації, що забезпечує також виховання необхідної суспільної свідомості та формування культурно-освітнього рівня персоналу, адекватного вимогам усіх попередніх змін.

Базовий напрямок проведення політики реструктуризації як на макро-, так і на мікрорівні визначається ефектом залежності від траєкторії попереднього розвитку (*path dependency*). Зокрема, для політики внутрішньофірмового реструктурування слід розрізняти її захисний та стратегічний варіанти [25].

*Захисне* реструктурування спрямоване на скорочення витрат і зниження випуску за допомогою списання зношеного обладнання, звільнення від зайвої робочої сили та позбавлення від непрофільних активів. Ці заходи надалі можуть бути кроком у напрямку глибшого реструктурування, а можуть бути орієнтовані лише на виживання.

*Стратегічне* реструктурування ґрунтується на прогнозованій довгостроковій стратегії ведення бізнесу, орієнтованій на глибоку зміну характеру використання активів. Воно передбачає розробку нових продуктів, нових процесів та нових технологій, нових інвестиційних проєктів та потребує ефективного менеджменту, що здійснюється на всіх рівнях ієрархічної структури управління. В даному випадку масштаб і глибина процесу реструктурування залежить від прибутковості та ефективності роботи господарської організації та тим самим від якості внутрішньофірмової системи управління.

Існує 4 основні підходи до вирішення проблеми реструктуризації підприємств, кожна з яких переслідує свої цілі, відмінні від інших.

Перший - *організаційна реструктуризація*, у межах якої змінюються склад і показники використовуваних заходів та методи внутрішньофірмового управління. Вона спрямована на підвищення ефективності ділової практики за рахунок впровадження на виробництві принципів корпоративного управління, сучасних форм звітності та контролю за ходом робіт, дієвої системи стимулювання персоналу та компенсацій.

Другий - *фінансова реструктуризація*, основними цілями якої є: забезпечення ефективного управління рухом грошових потоків, зміна структури власності, звільнення від необов'язкових та неефективних активів, зменшення

накопиченого боргу, реструктуризація заборгованості, капіталізація оплати та рефінансування.

Третій - *реструктуризація операційної діяльності*, що означає: оптимізацію номенклатури продукції та/або зміну окремих характеристик виробів відповідно до споживчого попиту; операційну рентабельність виробництва по кожному виробу, що випускається, або їх групі; підвищення продуктивності праці та якості товарів; забезпечення економічної ефективності каналів збуту.

Четвертий – *портфельна реструктуризація*. Її основна мета - збільшити конкурентоспроможність підприємства шляхом оптимізації організаційно-функціональної структури управління виробництвом, виявлення та використання власних можливостей та переваг перед конкурентами.

У постіндустріальний період ринки, технології, запити споживачів змінюються настільки стрімко, що у процесі тривалого управління підприємством за однією схемою виникає особлива додаткова напруженість діяльності, що потребує пошуку та впровадження досконаліших форм організації виробництва, впорядкування і стабілізації внутрішніх та зовнішніх зв'язків. Експерти такі ситуації пов'язують із досягненням межі розвитку компаній у рамках колишньої ОТС та методів управління, тобто вважається, що існуюча структура підприємства досягла стелі щодо прибутку та зростання доходів.

Зокрема, жорсткий бюрократичний механізм, який діє по-старому в українських умовах, що швидко змінюються, не здатний винести зайве важке для нього навантаження, що характеризується випуском конкурентоспроможної продукції, що користується попитом. Неповоротливі структури організації з жорстко закріпленими функціями підрозділів та обов'язків працівників, орієнтовані на колишнє стабільне середовище так званого застійного періоду, тепер не підходять. Динамічне середовище їх просто ламає. В даний час потрібні гнучкі структури, що пристосовуються, які не опираються змінам ринкового середовища, а трансформуються разом з нею.

Організаційна структура типу ОТС у високотехнологічному виробництві, що відповідає сучасним вимогам небюрократичного типу заохочує свободу дій. Вона органічно вбудована на ринок і змушена змінюватись разом з ним, забезпечуючи постійну адекватність внутрішньої структури підприємства, вимогам різноманітного та динамічного зовнішнього середовища. Крім того, в ній визначено сферу відповідальності кожного зі співробітників, що дозволяє правильно оцінювати обстановку для своєчасного вироблення та реалізації нової мети. Найважливішим системоутворюючим чинником у такому разі служить якісне управління.

Системно-управлінський аспект визначає характер функціонування та розвитку ВТ підприємства, за допомогою його реалізується головна мета – кінцевий, заздалегідь визначений результат у сфері інноваційної діяльності, на досягнення якого спрямована вся виробничо-господарська чи підприємницька діяльність. З цієї причини передова теорія організації ВТ виробництва дедалі більше орієнтується на розробку гнучких та динамічних структур ОТС, що забезпечують швидку реакцію підприємств на внутрішні та зовнішні умови та зміни, спричинені НТП.

Характерною формою прояву динамізму служить цільове програмне, чи ситуаційне управління, що позначається у діловому лексиконі терміном «перепроєктування виробництва». Воно має на увазі не тільки перебудову роботи окремих ділянок підрозділів, а й кардинальну зміну процесу управління підприємством в цілому. При цьому стандартні структурно-функціональні схеми управління, коли кожен підрозділ піклується про виконання лише своєї функції, не думаючи про цільові завдання підприємства, замінюються матричними структурами, і під конкретні проекти формуються спеціальні команди виконавців, якими керують нові фігуранти – «програмні керівники» або «керівники проєктів». Їхнє завдання управляти по горизонталі, підпорядковуючи собі на період

здійснення будь-якого проекту фахівців різного профілю, що стосуються його реалізації в масштабі всього підприємства.

Крім того, організуються центри відповідальності, що забезпечують прибуток, тобто підрозділи підприємства, на які покладаються особливі завдання у досягненні запланованих фінансових показників (таким центрам слід надавати особливі права, які дозволять їм максимально використовувати внутрішньофірмові ресурси та можливості). До складу таких центрів входять:

- центри витрат - виробничі підрозділи, яким встановлюються нормативи витрачання матеріалів та трудових ресурсів (мета - мінімізація відхилень фактичних витрат від запланованих);

- центри реалізації - збутові підрозділи, яким забороняється знижувати ціни збільшення обсягу продажу, але з тим наказується прагнути максимуму обсягу реалізації;

- центри прибутку - підрозділи, здатні керувати для підприємства нормою прибутку, з реалізації відповідних елементів активної промислової та маркетингової політики;

- центри інвестування - у яких показником ефективності служить «повернення капіталу» (прибуток мінус податок на використовуваний капітал).

Одночасно між підприємствами зростає кількість контрактів, що мають стратегічний характер, створюються сучасні підприємства та великі транснаціональні структури, що дозволяють вийти за межі країни на міжнародні ринки. І це закономірно, оскільки складні наукомісткі технології вимагають складних форм інтеграції виробництва та більш раціонального ступеня його управління. Досягнута при цьому маневреність та гнучкість нових організаційних структур цінується набагато вище, ніж одноразові успіхи їх товарів у споживачів. В основу внутрішнього управління деяких корпорацій, що мають різноманітні види виробництва закладається не традиційний принцип подібності вироблених товарів, а принцип єдності застосовуваних технологій та ринків, що обслуговуються.

Оптимізація чи якісна перебудова (реорганізація), системи внутрішньофірмового управління там отримала назву «реінжиніринг» (reengineering). У підході, що розглядається у даній роботі, реінжиніринг – це особливий підхід до організації ВТ виробництва, який орієнтований на отримання суттєвого економічного ефекту від зниження вартості, підвищення якості та росту обсягів реалізації ВТ продукції та послуг на основі створення і функціонування сучасних ОТС.

На відміну від колишнього організаційного управління, що йде від структури до функцій підрозділів та співробітників (виходить із можливостей конкретних служб, а не інтересів ВТ підприємства), реінжиніринг йде від технології процесу. У цьому випадку починає працювати нова парадигма: від загальних принципів та стратегій до вибору необхідних функцій, що їх підтримують. Життєдіяльність ВТ підприємства розглядається як серія бізнес-процесів і бізнес-функцій, а не посадових інструкцій при цьому будь-яким функціональним складом, головне найбільш оптимальним чином забезпечити ВТ процеси.

Надамо деякі пояснення відносно двох останніх важливих понять. Під «бізнес-процесом» частіше за все маються на увазі дії управлінського персоналу в одному з видів господарської діяльності (у даному випадку – у сфері ВТ). У більш рідких випадках розуміють управління інформацією, яке пов'язане з конкретним видом діяльності. В основу сучасних бізнес-процесів, як правило, покладені міжнародні стандарти, які визначають методологію організації бізнес-процесів, де ціллю управління бізнесом підприємства є не тільки отримання максимального прибутку за будь-яку ціну, а й довгострокове прибуткове функціонування підприємства. Такі стандарти включають системи управлінського обліку наступного класу: MRP (Material Requirement Planning) – планування потреби в матеріалах; MRP II (Manufacturing Resource Planning) – планування виробничих ресурсів; ERP (Enterprise Resource Planning) – планування ресурсів в залежності від потреб клієнта та ін.

Наступне поняття. Функції підприємства, як правило, підрозділяються на дві групи: функції ВТ менеджменту та його бізнес-функції: що пов'язано з наявністю суб'єкта та об'єкта управління. У даному випадку виключно важливо пов'язувати ці дві групи між собою і виділяти в кожній функціональній сфері «точки відповідальності». Це дозволяє не тільки визначити головні зони функціональної відповідальності служб підприємства (виходячи з їх цільового призначення), але і визначити ступінь участі у «непрофільній» для них діяльності.

Стратегія дій реінжинірингу включає формулювання базових принципів господарської діяльності, визначення асортиментної політики, стратегії конкурентної боротьби та конкурентної розвідки, технічної, кадрової та фінансової політики, тактику раціонального розвитку підприємства. Основний принцип формування стратегії розвитку у зовнішньому середовищі – максимально можливе використання сильних сторін підприємства, а для внутрішнього середовища – максимальне використання внутрішнього потенціалу та наявних резервів, послідовне усунення збоїв у роботі та «вузьких місць».

Загальне управління здійснюється в єдиному комплексі логічно взаємопов'язаних процесів (хід виконання відстежується по всьому виробничому циклу з використанням загальної бази даних), спрямованих на досягнення запланованого результату, на противагу відомій тейлорівській теорії, в основі якої закладено поділ завдань для їх виконання на окремі спеціалізовані операції з подальшим обміном даними між ними.

Процес розробки бізнес-моделі немає чітко позначеної суворої послідовності побудови, оскільки пов'язані з ключовими напрямками у роботі кожного конкретного підприємства. Прийняття остаточного рішення значною мірою залежить також від мотивації керівних кадрів підприємства міста і об'єктивності представленої інформації, від життєвого циклу продукції, впливу зовнішньої та внутрішньої середовища. Разом з тим, єдиний принцип, який при цьому має бути



жорстко дотриманий, полягає в тому, щоб інтереси окремих контурів управління щодо досягнення власних цілей не суперечили інтересам підприємства в цілому.

Моделі реорганізації систем управління провідними зарубіжними компаніями, що розробляють комплексні рішення стратегічних проблем, будуються зазвичай на єдиній багатоходовій концепції. Причому, поряд з модулями програм з вироблення цільових установок та основних напрямів виробничо-господарської діяльності, що дають запланований результат, включається інформаційно-аналітичний апарат, пов'язаний з організаційним забезпеченням конкурентоспроможності продукції, що виробляється.

Такий апарат забезпечує: знання загального стану ринку, інтенсивності та конкуренції на ньому, купівельної спроможності споживачів продукції та ін.; чіткі уявлення про сильні та слабкі сторони конкурентів; об'єктивну оцінку ключових проблем та можливостей свого підприємства (з урахуванням місцевої специфіки нормативної бази та чинного законодавства). Цю інформацію можна отримати, використовуючи спеціальні маркетингові дослідження та заходи конкурентної розвідки.

При цьому важливо розрізняти контрольовані підприємством виробничі можливості - матеріальні, фінансові та людські ресурси, науковий потенціал, маркетингову політику та неконтрольовані підприємством фактори (в основному зовнішні) - конкуренцію, запити споживачів, урядову політику, економічну та політичну ситуацію, розвиток науки та техніки, демографічні та соціальні особливості населення, його освітній та культурний рівень та інше.

Нові інструменти управління в Україні не будуть використовуватися доти, доки вони не стануть необхідними. Лише відповідний рівень розвитку економіки країни та культура ведення бізнесу про умову від затребуваності високого рівня сучасного менеджменту. У нашій країні поки що рано говорити про повсюдний досвід успішного використання передового менеджменту, хоч і існує безліч «готових рішень» для різних проектів. Усі вони, зазвичай, є неконкретним

алгоритмом дій. При уважному підході до кожної проблеми стає очевидним, що ніякого готового рішення немає і бути не може, оскільки в проектах, що тиражуються сьогодні, відсутнє застосування глибоких знань, здібностей, інструментів і реальних технологій широкого діапазону дій для того, щоб виконати вимоги конкретного проекту.

Характерним прикладом може бути ситуація навколо автоматизованих засобів (програмних продуктів) планування ресурсів підприємства (Enterprise Resource Planning, ERP - систем), які наприкінці XX століття були надзвичайно популярні і сприймалися як просте та універсальне рішення, як панацея від усіх ринкових проблем. Безумовно, ці системи є гарним інструментом для планування, логістики, складання моделі бізнесу, але вони не є вирішенням усіх проблем підприємства, оскільки не існує простих та універсальних програмних продуктів (моделей), однаково придатних для успішного вирішення можливих негативних ситуацій.

Враховуючи світові тенденції стратегії реорганізації та пріоритету структурного перепроектування ВТ виробництва для створення в Україні високоефективної, сприйнятливої до здобутків НТП економіки, потрібно провести докорінні зміни в існуючій практиці господарського управління. Організаційно-структурні схеми на багатьох вітчизняних підприємствах не змінювалися протягом кількох десятиліть і давно досягли стелі з прибутку та зростання доходів. Їх типовими залишаються пірамідальні, монолітно бюрократичні принципи організації та регулювання процесів виробництва, що відповідає вирішуваним сьогодні завданням. Тим більше, вони недостатні для досягнення стратегічно перспективних цілей для ВТ виробництва.

Однак у більшості вітчизняних власників та підприємців ще недостатньо розвинувся необхідний інстинкт виживання, характерний для західних компаній. Елементи ділової хватки та знання які мають бути максимально розвинені, і на них мають бути сконцентровані основні зусилля керівників та власників підприємства,

розвиваються стихійно, тривалий час перебуваючи у первісному, тобто зародковому стані. Через це багато юридичних осіб відтягують назрілу реорганізацію до останнього моменту, коли часто стає вже пізно щось змінювати. Вся справа в традиційному пріоритетному методі «латанії дірок», у заспокоєності результатами, що швидко досягаються, невмінні комплексно підійти до вирішення поточних і перспективних завдань.

Дослідження показують, що майже 90% різних невдач вітчизняної промисловості пов'язані з непрофесіоналізмом, недосвідченістю, низьким освітнім рівнем чи невідповідною освітою керівників підприємств. За власними спостереженнями авторів в Україні лише 10 % керівників та їхніх заступників працюють за спеціальностями, отриманими у навчальних закладах. Технічну вищу чи середню освіту мають 85% вищих керівників промислових підприємств, 13% – економічну та 2% – гуманітарну. Для порівняння - у США а на керівній роботі лише 2% технічних спеціалістів, решта - це економісти, юристи, або (та їх більшість) професійно підготовлені управлінці. У США рідкість, коли на чолі навіть великої компанії стоїть професійний психолог. Невипадково у ряді відомих економістів сформувалася думка про те, що гроші аж ніяк не найголовніше, чого не вистачає українським підприємствам для відродження. Основний дефіцит у людях, здатних організувати виробництво та ефективно керувати ним, належним чином сприймати і своєчасно реагувати на ринкову ситуацію, що змінюється.

Управління виробництвом за умов реалізації концепцій «Індустрія 4.0» і «Людина 2.0» вимагає менеджерів нового типу, налаштованих не стільки на вигоду, скільки на сприйняття глибинних ідей і теорій сучасності, що стосуються корінних проблем ефективної діяльності у довгостроковому розрізі. Тут маються на увазі не лише особливі підходи та методи вибору оптимальних «параметрів стану» поточної діяльності та базової стратегії довгострокового розвитку підприємства, а й своєчасні маневри у взаєминах із замовниками та споживачами, конкурентами та

партнерами, урядом та місцевою владою, громадськими організаціями та засобами масової інформації.

Для успішного ведення справ інтереси топ-менеджерів повинні охопити широкі сфери економічного та соціального життя, оскільки їм сьогодні доводиться зважати на реально існуючі протиріччя між економічною доцільністю, політичною та соціально-психологічною обстановкою, між логічними моделями оптимальних рішень та загальною нелінійністю реальної господарської практики, між особливостями особистості та вимогами, які до неї пред'являються. Причому з обов'язковим використанням прогресивних вимірювачів ділового прогресу і реального залучення працюючих у вирішення проблем, що виникають.

З названих причин у вітчизняній сфері матеріального виробництва так і не змогли створити інших механізмів управління замість адміністративних. До типових недоліків існуючих на українських ВТ підприємствах оргструктур управління фахівці відносять такі:

- відсутність необхідної інформаційної підтримки підприємства зокрема його комерційно-збутової та фінансової діяльності;

- підприємства, які виробляють широку номенклатуру виробів, які стосуються номенклатури різних підгалузей і реалізуються різних ринках не мають адекватного організаційного оформлення, де вся маркетингова діяльність зосереджується у руках адміністрації;

- гіпертрофована централізація комерційних служб не дозволяє виділити ключові фактори успіху на окремих сегментах ринку та оперативно їх використовувати;

- непрозорість процедур та процесів прийняття рішень за надмірної замкнутості структурних підрозділів на перших керівників, як мінімум – топ-менеджера, та, як наслідок, перевантаження останніх;

- функціональні завдання керівниками найчастіше розглядаються окремо один від одного, від чого відбувається відставання у вдосконаленні оргструктури виробництва від впровадження нових технологій та сучасних ОТС;

- наявність у топ-менеджерів безлічі всіляких заступників з розмитими та перетинаючимися діапазонами відповідальності за відсутності, наприклад, фінансового директора (несе відповідальність за результати фінансової діяльності), служби економічної безпеки та конкурентної розвідки (охорона інтелектуальної власності, захист договірної бази та ін.), керівника служби управління змінами.

До компетенції служби економічної безпеки і конкурентної розвідки (як правило, вони на початковій стадії бувають об'єднані) входять наступні функції: аналіз імовірних загроз, прогнозування можливих збитків, розробка заходів із захисту економічних інтересів, вибір системи захисту бізнесу, організація профілактичної роботи, у тому числі: недопущення промислового шпигунства, захист від конкурентів та недобросовісних контрагентів, кримінальні замахы, забезпечення збереження матеріальних і фінансових цінностей, фізичних носіїв інформації, що містять комерційну таємницю, вивчення партнерів, клієнтів і конкурентів (попередня перевірка споживачів на платоспроможність, оцінка можливостей постачальників та їх фінансового стану й т.п.), стягування простроченої дебіторської заборгованості, виявлення і проведення перемовин з організаціями, які є одночасно кредиторами і дебіторами: взаємодія і узгодження робіт з фінансовими, комерційними, плановими та іншими підрозділами.

Враховуючи нерівноважні процеси в економіці, зумовлені дією НТП, посиленням інформаційних потоків збільшенням ризикових форм діяльності, підприємницькою активністю та іншими факторами, а також у зв'язку з різко збільшеною внутрішньою та зовнішньою конкуренцією. Забезпеченню економічною безпекою та заходами конкурентної розвідки підприємств, що означає захищеність конфіденційної інформації та сприяє досягненню переваги над конкурентами та вилучення прибутку, слід надавати особливого значення

(економічна безпека та конкурентна розвідка на підприємстві, забезпечуються його топ-менеджментом та колективом шляхом реалізації системи заходів). Відсутність в організаційній структурі українських підприємств служби захисту економічних інтересів та цільового виділення функцій забезпечення економічної безпеки та заходів конкурентної розвідки – це серйозна нестача системи вітчизняного внутрішньофірмового управління.

Аналогічна ситуація і зі службою управління змінами, яка забезпечує адаптацію підприємства до постійно мінливих вимог зовнішнього середовища, позбавляє персонал організаційної спроможності ефективно та продумано керувати власним розвитком. Дослідники сучасних компаній звернули увагу, що середня тривалість життя більшості з них - від створення до закриття - становить менше 40 років. Проте багато фірм залишаються успішними навіть після 200-річної діяльності. Аналіз цих тенденцій призводить до висновку, що більшість корпорацій помирає передчасно через нездатність навчатися, адаптуватися і розвиватися в міру змін навколишнього середовища.

До особливо серйозних недоліків можна віднести відсутність або роз'єднаність інформаційної структури підприємства (інформація, яка отримана у процесі продажів, є необхідною для інженерів, ідеї яких потребують розуміння з боку фінансистів, чиї здібності збільшувати капітал залежить від того, як добре задовольняються потреби споживачів. Останнє залежить від організації товарообміну, який, у свою чергу, залежить від мотивації робітників. Спонування робітників залежить від заробітної плати і від відчуття задоволення своєю працею). Роз'єднаність інформаційної структури характерна для великих компаній, що складаються після їх штучного розукрупнення з декількох фінансово-незалежних підрозділів з різними сторонами бізнесу. Для багатьох з них формальна організаційна структура відображує насамперед їх положення як суб'єктів податкового законодавства та не завжди відображує реальну виконавчу ієрархію:

що часто має більш широкую організаційну структуру, яка поширюється на інші напрями діяльності.

Архаїчність організаційних структур, що виражається в гіпертрофії функціонального підходу, є перешкодою на шляху адаптації до сучасного ринку. Плюс до того ж персонал старої школи, оскільки ініціативні люди пішли з підприємств, коли почався період їх масових обвалів. У результаті більша частина завдань, що стоять перед провідними менеджерами не розв'язується та не може бути розв'язаною. Схеми управління, що себе зжили, потребують кардинальної реорганізації, що наближує їх до форми, яка є адекватною до вимог нового часу, у якому минулі підходи потрібним чином не працюють. Очевидно, що мова йде про реорганізацію всієї системи внутрішньофірмового управління, яка не відповідає закономірностям розвитку постіндустріального ринкового середовища.

На рис.3.10 наведені базові напрями вдосконалення системи антикризового управління на типовому українському ВТ підприємстві у загальній базі модулів програм оптимізації організаційної структури управління, що дозволяє створити умови для досягнення стабільності та подальшого розвитку виробництва в умовах постійно зростаючої конкуренції товаровиробників. По суті, тут позначені найбільш «вузькі місця» внутрішньофірмового менеджменту, у числі яких управління фінансами, управління асортиментом, управління собівартістю, управління змінами, управління персоналом, економічна безпека й конкурентна розвідка.

Проблемними у теперішній час також є стратегічне планування, інвестиційна та інноваційна політика, інформаційне забезпечення, маркетинг, конкурентна розвідка, соціальна відповідальність, процеси комунікації. Перелічені завдання повністю співпадають з завданнями реструктуризації. Їх розв'язання передбачає комплексний підхід, оскільки всі елементи аналітичної та організаційної діяльності

УПРАВЛІННЯ ЗМІНАМИ	ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА	УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ
Організаційне й ресурсне забезпечення адаптації виробництва та його технологічного процесу до вимог НТП, до умов зовнішнього соціально-економічного та ринкового середовища, що постійно змінюється, включаючи пошук та впровадження нових перспективних напрямів ВТ діяльності.	Захищеність виробничого, науково-технологічного, інтелектуального та кадрового потенціалів, ділової репутації ВТ підприємства, його договірної бази, торговельно-збутової інформації, вибір партнерів по бізнесу та ін.	Постійний розвиток структури й складу діючого на ВТ підприємстві персоналу у відповідності до цілей та завдань підприємства, включаючи розробку політики та стратегії, а також корпоративну культуру, орієнтовану на формування у трудовому колективі єдиної команди.
Модуль програм з виробітки та реалізації цільових настанов стратегічних й тактичних напрямків діяльності, виходячи з реальних умов серії бізнес-процесів та бізнес-функцій.		
<b>ОСНОВНІ КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АНТИКРИЗОВОГО УПРАВЛІННЯ:</b> фінансова (ринкова) стійкість, платоспроможність (ліквідність), ділова активність, рентабельність підприємства.		
Модуль програм оптимізації організації фінансово-економічного управління, об'єктами якого є: джерела фінансових ресурсів, фінансові ресурси, фінансові відносини.		
УПРАВЛІННЯ НОМЕНКЛАТУРОЮ	УПРАВЛІННЯ СОБІВАРТІСТЮ (витратами)	УПРАВЛІННЯ ФІНАНСАМИ
Стратегічне планування та оперативне регулювання номенклатури по товарних групах та підгрупах для досягнення оптимальної величини співвідношення між попитом та пропозицією, виробничими, збутовими та сервісними можливостями ВТ підприємства та його сумісників.	Введення на ВТ підприємстві постійного (оперативного) й строгого обліку результатів виробничо-господарської діяльності у цілях виявлення наслідків управлінських антикризових рішень, що приймаються та оптимізації загального процесу антикризового управління ВТ підприємством.	Стратегічне фінансове планування (аналіз прибутків та збитків, планування грошових потоків, планування агрегованого балансу) й оперативне регулювання з урахуванням інфляції для збалансування грошових надходжень та виплат.

Рис. 3.10. Базові напрями удосконалення організаційної системи антикризового управління на високотехнологічному підприємстві



на ВТ підприємстві між собою тісно взаємопов'язані. Облік одного або декількох чинників не дає об'єктивної картини в цілому, що не дозволяє прийняти вірне рішення та адекватно реагувати на те, що відбувається або на можливі перебої у процесі управління ВТ виробництвом.

На особливому місці знаходиться проблема підвищення трудової активності працюючих, оскільки крім обладнання у не меншій мірі в технологічному процесі беруть участь талант спеціаліста, його кваліфікація, трудові навички та інтуїція. Світове промислове виробництво не досягло б сучасного рівня, якщо б у роботу не було включено величезну енергію людей. Але тепер у межах того факту, що з'являється «Людина 2.0».

У постіндустріальний період соціальна складова стала ключом до підвищення ефективності й конкурентоспроможності виробництва. За оцінками американських спеціалістів, 85 % успіху фірми залежить від кваліфікації та рівня підготовки її робітників і тільки 15 % від наявного технічного потенціалу. Усе це потребувало гуманізації системи трудових відносин, серйозної зміни соціального статусу робітників, перетворення їх в реальних, а не уявних співвласників підприємств. Дана обставина змусила зарубіжні корпорації застосувати різного роду системи участі персоналу в капіталі, прибутках, управлінні. Зокрема, ними практикується продаж акцій постійним робітникам на пільгових умовах, додатково до зарплати використовуються преміальні бонуси, які є відрахуванням від прибутку, наймані працівники стають власниками пенсійних фондів, що формуються за рахунок компанії, проводиться максимальне делегування повноважень робітникам та ін. Зміст такої політики в фірмах різних країн має деякі відмінності, оскільки вона багато в чому визначається системою державного регулювання підприємницької діяльності та положенням працівників. В цілому процес зміни соціального статусу найманих працівників та відношень власності за кордоном отримав назву «економіка участі».

Виходячи з того, що сьогодні в Україні головним дефіцитом стали фінансові ресурси, удосконалення управління та організації високотехнологічного (ВТ) виробництва на основі створення організаційно-технологічних систем (ОТС) слід починати з оптимізації фінансово-кредитного механізму. Це є тим більш важливим, якщо враховувати, що кінцеві результати фінансової діяльності є барометром стану економічної системи будь-якого рівня – від окремого підприємства й галузі до економіки держави в цілому. Сфера дії фінансово-кредитного механізму охоплює економічні відносини, пов'язані з рухом грошей, формуванням і розподілом грошових коштів, мобілізацією грошового капіталу та покриттям тимчасових дефіцитів. Але у Законі України «Про Державний бюджет України на 2022 рік» звертається увага тільки на розвиток інфраструктури наукової і науково-технічної діяльності НАН України, національних галузевих академій наук [6, с. 6, ст. 14, п.16]. Під безпекою критичної інфраструктури розуміють: «стан захищеності критичної інфраструктури, за якого забезпечується функціональність, безперервність роботи, відновлюваність, цілісність і стійкість критичної інфраструктури» [7, с. 6, ст. 1, п.1].

Якщо формі руху грошей притаманні риси зворотності, терміновості та платності, то такі відносини називають кредитними або залученими. Якщо переміщення коштів носить безповоротний характер, то такий процес називають фінансуванням. Будь-яка форма руху грошей повинна бути раціонально організована, фінансові відносини – керованими, а їх векторні складові орієнтовані на сприяння успішній реалізації цілей та задач ВТ підприємства. При цьому основними функціями фінансово-кредитного механізму є: мобілізаційна, розподільча, контрольна.

В цілому сучасна система фінансово-економічного управління – це складне, багатocільове утворення. Об'єктами такої системи на ВТ підприємстві є джерела фінансових ресурсів, фінансові ресурси та фінансові відносини. Її складність визначається неоднорідністю та частою видозмінюваністю складових елементів (тобто її ОТС), їх структурною різноманітністю, різнохарактерністю зав'язків між

ними. До складу таких елементів входить управління фінансами (грошовими потоками), собівартістю (витратами), номенклатурою. Дані складові тісно взаємопов'язані між собою постійним обміном внутрішньою та зовнішньою інформацією.

Висока дієвість та ефективність системи фінансово-економічного управління забезпечують ВТ підприємству максимально повне та вигідне використання високоліквідних засобів, обґрунтування оптимальних обсягів залучення та термінів виплати позикових ресурсів, слугують одним з найбільш суттєвих елементів активної антикризової політики. Для досягнення цього в організаційній структурі фінансового управління проектуванням ОТС, окрім кадрового складу фінансових підрозділів та інформації фінансового характеру, задіяні технічні засоби управління фінансами, застосовуються різні фінансово-економічні методи та прийоми роботи: прогнозування, планування, стимулювання, кредитування, ціноутворення, система амортизаційних відрахувань, оренда, лізинг, заставні, трансферні та трастові операції, а також інші прийоми фінансового управління, включаючи кредити, займи, відсоткові ставки, дивіденди.

Ефективне *управління фінансами* міститься у поєднанні стратегічного (довгострокові проекти та пріоритетні рішення), тактичного (середньострокові рішення) та поточного (оперативного) планування. Його здійснення можливе при формуванні бюджету розвитку ВТ підприємства. Наявність бюджету як фінансового образу майбутнього дає можливість передбачити кінцевий результат діяльності, порівнювати виконання бюджету за проміжними термінами та корегувати поточні показники (якщо є відхилення від заданих величин), аналізувати причини виникнення відхилень.

У ситуації, що склалася у вітчизняній ВТ сфері, слід враховувати положення «низького старту» для розвитку українських ВТ підприємств. Для оцінки спроможності країн щодо впровадження та використання сучасних передових/проривних (frontier) технологій у Доповіді ЮНКТАД про технології та

інновації 2021 р. під назвою «Вскочити на технологічну хвилю: інновації зі справедливістю» («Catching technological waves: Innovation with equity») представлено «Індекс готовності», що формується з п'яти складових: впровадження ІКТ, кадри (навички), дослідження і розробки (ДіР), використання в промисловості та доступ до фінансів (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 - Окремі показники високотехнологічного розвитку в країнах світу (за індексом готовності до проривних технологій)

Країна	Значення Індексу	Загальний рейтинг зі 158 країн	Рейтинг країни за складовими				
			ІКТ	Кадри (навички)	ДіР	Промисловий розвиток	Фінанси
Країни з високим рівнем готовності до передових технологій							
Чехія	0,75	26	30	23	32	18	72
Польща	0,73	28	32	30	30	32	70
Естонія	0,72	29	15	20	59	31	61
Португалія	0,71	32	35	33	31	49	27
Словенія	0,69	33	28	15	62	29	84
Словаччина	0,69	36	21	47	44	23	59
Угорщина	0,67	37	27	43	48	16	99
Литва	0,65	39	25	24	54	48	88
Країни з рівнем готовності до передових технологій вище середнього							
Бразилія	0,65	41	73	53	17	42	60
Румунія	0,60	45	44	70	34	38	115
Сербія	0,59	47	38	52	55	46	86
Болгарія	0,57	51	53	48	65	41	73
<i>Україна</i>	<i>0,56</i>	<i>53</i>	<i>66</i>	<i>40</i>	<i>47</i>	<i>58</i>	<i>97</i>
Туреччина	0,55	55	75	63	27	78	49
Білорусь	0,53	59	45	35	91	63	109

Джерело: [27]

Україна має досить високий рейтинг за такими складовими як рівень освіченості (навичок) населення та дослідницької активності (кількість патентів та публікацій), частка високих технологій у промисловому виробництві, разом з тим – низький рейтинг за рівнем інфраструктури ІКТ та доступністю приватних компаній до кредитів

[27]. Таким чином, наукоємний сектор України генерує ВВП на рівні найбільш відсталих у світі країн через занадто малу кількість ВЕД, що відповідають критеріям високої технологічності. У той же час, частка його ВДВ у випуску продукції є найбільшою серед інших технологічних секторів, тобто, наука виробляє високотехнологічну і конкурентоспроможну продукцію. У світі частка експорту наукоємного сектору становила у 2019 р. 11,0 %, в країнах ЄС – 17,9 %<sup>11</sup> загального обсягу експорту товарів і послуг із найбільшим значенням в Ірландії (34,7%), найнижчим – у Португалії (4,0 %). В Україні найвищі частки експорту продукції у загальному обсязі експорту товарів і послуг у 2019 р. були у низькотехнологічному секторі. Враховуючи низький внутрішній платоспроможний попит, необхідно звернути увагу на експортну орієнтованість вітчизняної ВТ сфери. Наукоємний (високо- та середньовисокотехнологічний) сектор у світі у 2018 р. додав до світового ВВП 11,1 %, у т.ч. високотехнологічний – 4,0 %, середньовисокотехнологічний – 7,1 %. Зокрема, високотехнологічний сектор генерує від 0,05 % ВВП (Панама) до 13,8 % (Тайвань). У країнах ОЕСР найвищі значення цього показника досягнуто в Ірландії (11,1 %) та Швейцарії (7,4 %). В країнах ЄС наукоємний сектор виробив у 2018 р. 11,0 % ВВП, ця частка тримається приблизно на одному рівні останні 15 років [27, с. 38].

Звертаючи увагу на те, що у Держбюджеті-2022 в першу чергу приділено наголос на оборонні (боротьба із зовнішньою агресією) та охорони здоров'я (боротьба з пандемією коронавірусу) витрати, тим більше, як було сказано вище, можливо фінансувати ВТ сферу за проектами оборонно-промислового комплексу.

На початковому етапі формування бюджету розвитку ВТ підприємства може бути використана система «планування – програмування – розробка бюджету» (ППБ), яка широко застосовувалася в США. Сутність ППБ міститься у визначенні головної цілі, потім у її розділенні на підцілі або підсистеми та підведенні під кожну підсистему бюджетних асигнувань. У подальшому загальний процес бюджетування може бути розділений (як це робиться у теперішній час на Заході) на створення

декількох операційних бюджетів (система взаємопов'язаних бюджетів): бюджет продажів, бюджет виробництва, бюджет виробничих запасів, бюджет прямих витрат на матеріали, бюджет прямих витрат на оплату праці, бюджет накладних витрат, бюджет комерційних витрат, звіт про прибутки та збитки, фінансовий бюджет.

Відносно вищенаведеного слід зауважити, що система взаємопов'язаних бюджетів є багаторівневою ієрархічною системою планових форм і звітів, яка побудована на принципах бюджетної єдності, охоплюючи всі підрозділи і напрями діяльності підприємства. При цьому принцип бюджетної єдності полягає у тому, що сума бюджетів нижчого рівня дорівнюється сумі бюджету верхнього рівня. Розподілення основного бюджету підприємства на декілька бюджетів проводиться за обраним класифікатором – ознакою: функціонально-виробничою (збут, постачання, виробництво, управління), територіально-виробничою (розбивання за виробничими об'єктами – структурними підрозділами підприємства), виробничо-організаційною (по керівниках, що відповідають за визначений напрям діяльності).

*Фінансовий бюджет* складається з інвестиційного бюджету (основні та оборотні засоби), касового бюджету та балансового звіту. *Процес бюджетування* проводиться у такій послідовності: постановка цілі, перетворення її на фінансовий план, реалізація плану, аналіз результатів (під *бюджетуванням*, як правило, розуміють комплекс процедур для прийняття управлінських рішень на основі постійного та безперервного процесу фінансового планування і контролю за рухом грошових (фінансових) потоків підприємства за допомогою системи взаємопов'язаних бюджетів). При цьому, як правило, складають три варіанти бюджету: оптимістичний, песимістичний та ймовірнісний. У сукупності активний процес грамотного управління фінансами має на увазі:

1) аналіз та стратегічне фінансове планування (фінансове планування слід здійснювати з урахуванням рівня інфляції), засноване на чіткому прогнозі збуту продукції, тому як основне джерело доходів підприємств – це продажі. Сюди входить: аналіз прибутків та збитків, аналіз грошових потоків та оцінка

ефективності, складання балансу про рух грошових коштів (грошових витрат та надходжень, а також залишків грошової готівки). Отримані дані дозволяють оцінити, кільки грошей потрібно вкласти у виробництво з розбивкою за часом;

2) поточне (оперативне) управління фінансами (фінансовий облік та звітність, внутрішній аудит), що направлене на виконання та контроль за практичною реалізацією фінансового плану, а також на збалансування відтоку та притоку грошових коштів (постачань та платежів).

Динамічна структура бюджету грошових коштів потребує від фінансового керівника забезпечення постійної стійкості фінансової системи в цілому, а не окремих її елементів та підсистем. Для досягнення цього підлегли йому служби повинні аналізувати всю інформацію фінансового характеру, що надходить, та на цій базі здійснювати перспективне планування, контролювати грошову готівку, проводити розумну кредитну та податкову політику, активно займатися питаннями інвестування виробництва.

Надійність та фінансова гнучкість ВТ підприємства багато в чому визначається тими обставинами, наскільки ліквідними є його активи в покритті короткострокових зобов'язань. Саме для цього необхідна оцінка рівня ліквідності, тобто спроможність вчасно покрити термінові борги. При управлінні ліквідністю підприємства особливу увагу необхідно звертати на статті, що характеризують наявність грошей в касі та на розрахунковому рахунку в банку. Мистецтво управління ліквідністю міститься у тому, щоб тримати на рахунках лише мінімально необхідно суму коштів, а частину, що лишилася – у швидкореалізованих активах, оскільки грошові кошти без руху схильні до інфляції. Надмір грошових коштів вказує на те, що підприємство зазнає збитків, які пов'язані із знецінюванням грошових коштів та втраченою вигодою від прибуткового розміщення вільних грошей.

Оптимальним способом управління ліквідністю в рамках бюджетування слугує касовий бюджет, що представляє собою докладний кошторис надходжень та виплат грошових коштів за певний період, який включає в себе як статті надходжень

та виплат, так і їх часові параметри. Такий бюджет дозволить приймати рішення з раціонального використання ресурсів, аналізувати відхилення за статтями бюджету та оцінювати їх вплив на фінансові показники підприємства, своєчасно визначати потребу в обсязі та термінах залучення позикових коштів. Розробка, контроль і аналіз виконання бюджету на ВТ підприємстві супроводжуються великою кількістю інформаційних масивів, а тому необхідними є спеціалізовані програмні засоби, які повністю автоматизують весь бюджетний процес.

Наступний, не менш важливий елемент досягнення та підтримки прийнятого рівня фінансової стійкості включає завдання забезпечення ефективного управління собівартістю (витратами). При розробці, затвердженні та реалізації виробничої програми планування собівартості є основою прийняття як поточних, так і перспективних управлінських рішень. У разі чинником успішної роботи стає процедура формування описаних центрів відповідальності, які забезпечують досягнення запланованих фінансових показників.

Управління собівартістю передбачає також запровадження на ВТ підприємствах суворого обліку результатів господарської діяльності, суть якого полягає не в законодавчо передбаченій звітності перед податковими службами, а в оптимізації загального процесу управління підприємством. Фінансова звітність має бути не тільки застосовною при розрахунках з оподаткування, а й корисною для менеджерів для виявлення напрямів підвищення ефективності виробництва. Її слід також орієнтувати потреби зовнішніх споживачів (до зовнішніх споживачів відносяться власники, кредитори, інвестори, суміжні виробництва, фондові біржі, професійні спілки та ін., для яких важливе значення має реальне відображення фінансового стану підприємства і результати його господарської діяльності, які дозволяють оцінити економічне положення, рух готівкових грошових коштів).

Для того, щоб забезпечити отримання якісних та інформативних даних, що дають об'єктивну картину поточного стану підприємства, необхідна сучасна система збору та аналізу економічної інформації. Така система включає:



оперативний, бухгалтерський, фінансовий і статистичний облік, що має свої форми звітності та функціональне призначення. Її оптимізація у сучасних умовах є одним із важливих напрямів удосконалення управління підприємством. Система фінансового обліку, що діє в Україні, не забезпечує керуючу систему ВТ підприємства та зовнішніх споживачів інформації необхідними відомостями про стан об'єктів управління.

Зокрема, проведені під час реформ зміни у бухгалтерському обліку не відповідають сучасним вимогам виробництва та управління, оскільки не реалізують функцію інформаційного забезпечення, а виконують лише облікову функцію відображення господарських операцій, тобто мають пасивний характер. Не найкраще поставлені й інші напрями системи управлінського обліку, також орієнтовані на екстенсивний метод господарювання. Отже, необхідно активізувати процес ревізії всіх положень цієї системи та розробити такі форми обліку та звітності, які могли б сприяти якісному вирішенню проблем інтенсифікації виробництва.

Більше того, давно настав час перемістити акценти з традиційного «бухгалтерського мислення» на «фінансове» або «вартісне», тобто орієнтоване на підвищення фінансової вартості підприємства, яке безпосередньо пов'язане з його часткою на ринку. Фінансове мислення принципово відрізняється від бухгалтерського тим, що аналізує ситуацію не тільки всередині підприємства, виявляє альтернативні витрати, шукає, куди можна вкласти гроші, щоб їх примножити. «Бухгалтерське бачення» необхідне, але має дуже жорсткі кордони, перебуваючи у яких не можна вирішувати стратегічні питання. Бухгалтерська служба, як добре вона не справлялася зі своїми обов'язками, не в змозі замінити фінансову аналітику.

Сфера діяльності бухгалтерії набагато скромніша: вона відповідає за підготовку звітно-фінансової документації для керівництва підприємства, акціонерів та державних органів. Робота в бухгалтерії спрямована в основному на підготовку фіскальної звітності (з встановленням на мінімізацію оподаткування), а

також звітів та статистичних даних щодо фінансово-господарської діяльності підприємства. Вона також веде облік дебіторської та кредиторської заборгованості та контролює розрахунково-касові та банківські операції. Головний бухгалтер, зазвичай, підпорядковується фінансовому директору, а за відсутності такого - безпосередньо генеральному директору.

Проте так званий бухгалтерський підхід сьогодні прийнято у більшості українських підприємств, отже, їм необхідно освоювати нові знання, формуючи та розвиваючи вартісне мислення, тобто аналізувати бізнес-процеси через призму фінансової вартості підприємства. Якщо на ВТ підприємстві відсутня адекватна масштабам його діяльності система управлінського аналізу та обліку, то якою б конкурентоспроможною не була його продукція або технологія, існуючий рівень менеджменту задовільним визнати не можна. Сьогодні необхідно мати відомості як витрачаються фінансові кошти на виробничі та комерційний цикл створюваної ОТС, який із підрозділів найбільш рентабельний, як побудувати ефективну систему оплати за результатами праці, наскільки експортоорієнтовані підприємства тощо. І це не є єдиним серйозним недоліком. За оцінками спеціалістів [19, с. 37], капітал українських підприємств більш ніж на 80% складається з власних коштів і лише на 5-15 % - з позикових. У розвинених країнах Заходу, навпаки: 11-12% складають власні кошти, а майже 90% - позикові. По суті, в Україні підприємства ризикують власними грошима. Для ВТ бізнесу – це є нормальною ситуацією. Гроші повинні постійно працювати і приносити дохід – це є звичайною практикою у ринковій економіці. Задача підприємця полягає у тому, щоб гроші були в обігу.

Провідним показником під час виборів правильного напрямку господарської діяльності може стати фактична величина маржинального прибутку (різницю між відпускнуою ціною і прямими витратами), причому як у підприємству загалом, а й у окремим його підрозділам. Крім того, для повноцінного аналізу потрібен облік термінів оборотності обігових коштів. Ресурси між підрозділами повинні розподілятися не за звичайними критеріями (бухгалтерський прибуток,

рентабельність), а на основі того, як вони сприяють підвищенню вартості підприємства. Така інформація сприяє успішному розв'язанню завдань управління витратами та собівартістю.

Так, наприклад, аналіз витрат ВТ виробництва з елементами аналізу ринку, коли враховуються ціни конкурентів, збираються відомості про найбільш вигідних постачальників матеріалів та комплектуючих, визначаються потенційні замовники та споживачі, допомагає уявити реальну картину стану справ на підприємстві та вибрати правильну ціну реалізації при формуванні товарної номенклатури. Це дозволяє розробити гнучку систему оптових знижок і запровадити оптимально прийнятну всім політику ціноутворення, і навіть з достатньою мірою точності підрахувати ефективність кожної товарної позиції групи чи підгрупи та інших. З точки зору окремих фахівців [9, с.75], відмовившись від пасивного відношення до ціни і використовуючи сучасні механізми ціноутворення, 85-90% українських підприємств мають реальну можливість підвищити свою ефективність на 20-30 % мінімум. Отриманий в результаті кінцевий результат може істотно вплинути на прийняття остаточного рішення щодо номенклатури продукції, що випускається ВТ підприємством.

Добре налагоджена система управлінського обліку, що охоплює коло відповідальності посадових осіб, показники планування, контролю та вимірювання ефективності виробництва, дозволяє прогнозувати ймовірні наслідки прийнятих рішень, тобто заздалегідь виявляти проблеми, що назрівають, і своєчасно знаходити вихід при можливих зривах критичних ситуаціях. При цьому на оперативному рівні, як правило, більше уваги приділяється контролю та меншому плануванню. На стратегічному – навпаки.

Важливим структурним елементом фінансово-економічного управління є управління номенклатурою за кількісними та якісними складовими. Мета проведення номенклатурної політики - досягнення оптимальної величини співвідношення між мінливими параметрами, що впливають на кон'юнктуру виробленої високотехнологічної продукції, серед яких: попит та пропозиція,

виробничі збутові та сервісні можливості підприємства та його суміжників з урахуванням ризику підприємницької діяльності, рівень цін, товарні запаси, портфель замовлень та інші складові кінцевої результативності.

В основі формування номенклатурної політики закладено концепцію життєвого циклу високотехнологічного товару, яка використовується для аналізу становища виробу на ринку, оцінки перспектив його збуту, вибору стратегії збуту, форм та методом дії виробника. По суті, управління номенклатурою передбачає раціоналізацію процесу виробництва, тобто визначення даних, коли, скільки і які виробляти товари, які мати запаси. Останні необхідно оптимізувати зайві запаси, зокрема, оборотних коштів ведуть до омертвлення готівкових ресурсів, що не беруть участь у господарському обороті, тому виникає так звана втрачена вигода.

Нестача запасів не дозволяє ВТ підприємству своєчасно виробити потрібну продукцію, що тягне за собою втрату потенційного замовника, який піде конкуренту. За високого рівня інфляції чи сезонних коливаннях збуту важливо враховувати і, так званий, спекулятивний мотив, пов'язаний з створенням запасів продукції. У разі витрати - це вартість зберігання грошей у товарі. Прийняття максимально вигідного рішення залежить від точності визначення терміну очікування вищих цін чи підвищення попиту.

Для кожного елемента системи фінансового управління потрібна відповідна об'єктивна та структурована інформація. Відсутність надійної інформації - джерело суб'єктивізму, вольових необґрунтованих дій, що викликають дезорганізацію господарської системи, її внутрішніх та зовнішніх зв'язків. Звідси - самоцільне, надмірне виробництво, не орієнтоване обслуговування громадських потреб. Зазвичай рух різноманітних інформаційних потоків здійснюється відповідно до загальної організаційної структури управління підприємством, тобто архітектурою створених на ВТ підприємстві сучасних ОТС.

Безперервність загального виробничого процесу забезпечується безперервністю руху потоку необхідної інформації, без якої ВТ підприємства не

тільки не зможуть пристосовуватися до змін, що відбуваються, але і не здатні вирішувати поточні проблеми. Отримання необхідної інформації безпосередньо з маркетингової практикою, функціонально забезпечує раціональне взаємодія ВТ виробництва з ринком, оптимальне поведінка над ринком і безпосередній вплив ринку. Необхідність у маркетингу викликана тим, що сучасний ринок не дозволяє працювати «на склад».

У складний перехідний період у підприємств існують і багато інших проблем, що виникають як у сфері виробничо-господарської діяльності, так і за її межами, які необхідно своєчасно вирішувати в міру зростання інтенсивності їх прояву. Деякі можуть почекати, але інші вимагають негайного рішення. Є й такі, які потрібно вирішувати на випередження. Все залежить від швидкості їхнього дозрівання. Можуть бути проблеми, які ще «не дозріли», а бувають такі, які вже «перезріли». Рано чи пізно вони утворюють клубок інших проблем та протиріч. Серед усіх проблем «вузловими» вважаються такі, що постійно відтворюються. Очевидно, що всі вони обертаються довкола базової проблеми.

«Вузлові» проблеми, як правило, відтворюються залежно від кращих орієнтацій топ-менеджерів ВТ підприємств на формалізовані та персоніфіковані управлінські відносини. При цьому у формалізованій зоні виникають 3 вузлові проблеми: перша при авторитарній орієнтації: «владні повноваження – делеговані повноваження»; друга за технократичної орієнтації: «стабілізація виробництва - модернізація виробництва»; третя за бюрократичної орієнтації: «централізація – диверсифікація».

У персоніфікованій зоні також виникають три «вузлові» проблеми: перша за демократизованої орієнтації: «відкриті комунікації – закриті комунікації»; друга за гуманітарної орієнтації: «особистість – працівник»; третя за інноваційної орієнтації: "Ініціативність - старанність". Залежно від того, як поєднуються обидві зони - формалізована та персоніфікована, - топ-менеджерами оцінюються та відбираються

для прийняття та реалізації поточні управлінські рішення, планується стратегія ділової поведінки ВТ підприємства та його менеджменту.

Якщо вибирається активне наступальна стратегія, що передбачає вирішення всіх «вузлових» проблем, то цьому випадку посилюється «вага» персоніфікованої зони управлінських відносин. Топ-менеджери орієнтуються переважно на пошук власних внутрішньофірмових можливостей і насамперед на розкриття потенціалу знань та ділових якостей людських ресурсів. «Моторними» факторами є модернізація ВТ виробництва до впровадження ноу-хау, делегування повноважень, стимулювання ініціативи співробітників, відкритість комунікації, диверсифікована структура управління. Якщо ж вибирається оборонна стратегія, всі вузлові проблеми вирішуються у послідовному чи послідовно-паралельному порядку. Успішність цієї стратегії визначатиметься тим, чи вистачить фірмі ресурсів для тривалого виживання в кризових умовах.

Аналіз та узагальнення даного матеріалу дозволяють зробити висновок, що сучасні реформи на ВТ підприємствах мають бути нерозривно пов'язані зі зміною методів та підходів у здійсненні перетворень, зі зміною усталених стереотипів у технології, організації лідерства (управління). Сутність цих перетворень полягає в опорі на: передові знання, інформацію, що орієнтують ВТ виробництво на випуск ВТ товарів та на своєчасне технологічне оновлення на основі створюваних ОТС; на соціальне партнерство та підприємливість; на постійно наростаючу стимулюючу дію, що активізує людський фактор. Випуск ВТ продукції, якій ще немає на ринку аналогів за призначенням, або взагалі випуск новітньої для даного підприємства продукції, яка має аналоги та комерційний успіх на ринку. При цьому може зберігатися і випуск традиційної продукції, що продовжує користуватися попитом на окремих ринках. Так ПАТ «ОЗРСВ» поряд з випуском новітніх обробних центрів для гнучких виробничих систем продовжує випускати традиційні універсальні радіально-свердлильні верстати.

На рис. 3.11 спробуємо навести узагальнені зміни у технології, організації, управлінні ВТ виробництвом в умовах антикризового управління.



Рис. 3.11. Зміни у технології, організації, антикризовому менеджменті високотехнологічного виробництва

Кардинально змінилися й основні фактори управління високотехнологічними підприємствами. В таблиці 2 представлено співставлення традиційних та нових факторів управління високотехнологічними підприємствами.

Таблиця 3.8 - Співставлення факторів управління високотехнологічними підприємствами

Традиційні фактори	Нові фактори
1. Орієнтація на ефективність або на ціль.	1. Орієнтація на передбачення.
2. Функціональність.	2. Інтегрованість, перехресні функції.
3. Ієрархічність.	3. Спрощеність, уповноваженість.
4. Місцеві регіональні національні.	4. Глобальні.
5. Автономність, вертикальна інтеграція.	5. Зв'язок із загальною мережею.
6. Базування на машинах.	6. Базування на знаннях та інформаційній технології.
7. Орієнтованість на акціонера.	7. Орієнтованість на акціонера.
8. Негнучкість і фіксованість.	8. Гнучкість, адаптивність та навченість.
9. Стимули, що диктуються продуктом.	9. Стимули, що диктуються споживачем.
10. Орієнтація на ціну та якість.	10. Орієнтація на додану вартість та на загальну якість.
11. Базування на монетарних мірах.	11. Базування на часі.
12. Ефективність та стабільність.	12. Інновативність, підприємливість.

З таблиці 3.8 видно, що нові фактори включають у себе три важливих аспекти загального управління ВТ підприємствами: передбачення та керівництво, організаційна побудова та стимулятори бізнесу. Це пов'язано з тим, що дві найбільш впливові сили кінця ХХ ст. – народження та поширення нових знань та швидкий розвиток ВТ, що є продуктом поширюваного знання, - потребують перегляду традиційної парадигми управління ВТ бізнесом. Використовувати потенціал цих рушійних сил та керувати ними ефективно у сучасному глобальному ринковому середовищі – найважливіша задача корпоративного управління. З позицій підвищення якості управління слід виділити й ряд інших його елементів: використання сучасних інформаційних технологій; налагодження ефективних комунікацій; формування організаційних структур в державному та приватному секторах економіки; процедури й процеси обґрунтування й прийняття



управлінських рішень; проблеми децентралізації управління. Необхідно також дослідження впливу усіх елементів на забезпечення економічної безпеки.

В цілому зміна цілей ВТ виробництва не може не відобразитися на змісті концепції управління та управлінських структурах, так як при цьому поширюється коло завдань економічного аналізу, що пов'язані з пошуком оптимальних умов виготовлення й реалізації товарів, оцінкою господарського ризику, прогнозуванням поведінки конкурентів та ін. Відповідно, з'являється необхідність у внутрішньоструктурних змінах, що визначаються підприємством та функціонуванням спеціальних маркетингових підрозділів, орієнтованих на систему стратегічного планування й організаційне забезпечення рішень, що приймаються. ВТ підприємства з сучасними ОТС, такі, що тільки реагують на зміни, але не планують й не готують їх в нових економічних умовах, вже неможна вважати ефективними.

Практику ефективного антикризового управління та розкриття резервів кадрового потенціалу ВТ підприємств в ринковій економіці в умовах кризи українськими вченими ще передбачається досліджувати. Проте вже зараз зрозуміло, що розробка основ адаптації людини праці до ринку повинна включати в себе не тільки аналіз загальних проблем інституціональних та структурних перетворень ВТ промисловості, але й реальних процесів переходу до конкурентного ринку за соціальними критеріями, що враховують рівень розвитку виробничих сил, соціально-економічні відносини, що склалися в суспільстві, умови та фактори мотивації трудової діяльності.

У розвинених країнах давно зрозуміли й були змушені зрозуміти та враховувати нову об'єктивну реальність, яка означає те, що ВТ виробниче підприємство повинне слугувати не тільки своїм господарям, але й робітникам, задовольняти їх потреби у захищеності, в стабільності, творчій праці, у відчутті власної значимості, у розвитку і матеріальних благах. Навіть у виключно жорстоких українських умовах з'явилася тенденція поступового зростання числа «успішних»

людей, які, позбавляючись від «шокової терапії» так званих ринкових реформ, воліють відходити від високих заробітків заради психологічного комфорту і більш творчої праці.

Виходячи з викладеного, очевидно, що динаміка масштабного й форсованого соціально-економічного розвитку сучасного суспільства во всьому світі напряму пов'язана з прогресивними знаннями та інноваційними технологіями. Якщо в індустріальний період стратегічними факторами економічного зростання були переливання капіталу та власності, то у постіндустріальному суспільстві – переливання знань та складних наукоємних технологій. Змінилися й основні конкурентні переваги. У процвітаючих сьогодні промислових підприємствах переважає не фізичний капітал, а інтелектуальний, тобто нематеріальні активи. Також перетворена формула виробництва «капітал + праця» в «капітал + праця + постійний ВТ процес».

Зміни, що відбулися в країні в сукупності дозволяють стверджувати, що сучасний ВТ бізнес стає все більш орієнтованим на використання можливостей, а не на колишні рішення внутрішніх проблем. Без обліку всього цього виробничий сектор економіки України в особі як колишнього (держава), так і нового власника (приватного власника) не завжди діє правильно. Тому масштабні зміни, що передбачають зміни організаційної структури, виробництво нової конкурентоспроможної продукції, корінна зміна існуючих технологій та більш дрібні зміни (методи роботи; розміщення обладнання; призначення керівників; завдання з виправлення помилок, виявлених системою контролю, й т.д.) – питання, що стосується усіх виробничо-господарських організацій нашої країни.

Лише кардинальні перетворення практики проведення внутрішньофірмового менеджменту з урахуванням впливу НТР забезпечують оптимальне поєднання шляхів та засобів підвищення стабільності та ефективності ВТ виробництва. Рациональне управління на ВТ підприємстві в ринкових умовах допомагає задіяти внутрішні резерви, підсилює зацікавленість робітників у підвищенні ефективності

якості праці за умови виробітки у колективі загальної системи ціннісних орієнтирів й мотиваційно-психологічного настрою кожного робітника на загальний планований результат. Витрати при цьому невеликі, але дають швидкий й помітний результат. Доступність й швидкість віддачі – це серйозні переваги перед іншими заходами.

От чому так важливо в першу чергу навести лад в області внутрішньовиробничого управління на основі створення сучасних ОТС, а вже потім використовувати нові можливості, що відкриваються для ВТ підприємств у зв'язку з переходом до ринкових відносин. Більш того, якщо ВТ підприємство прагне стати ефективним, то внутрішньofірмове управління повинно бути сумісним з його основним завданням, технологією та зовнішнім середовищем, рівно як й з потребами його членів. Поряд з тим не слід забувати й про те, щоб можливі зміни уявляли собою заплановану реакцію на очікувану у майбутньому дію різних факторів, а не вимушену реакцію на попередні й такі, що знов відбуваються події. Без цього не можливі економічна стабільність та досягнення високої конкурентоспроможності вітчизняної промисловості.

#### *Література до п. 3.5:*

1. Бегма В.М., Радов Д.Г. Науково-технічна політика ЄС у галузі оборони: можливості для України. *Формування ринкових відносин в Україні*, 2020. № 7/8. С. 19-28.
2. Головатюк В.М. Стратегія наукоємного розвитку України: національні особливості в контексті світового тренду. *Наука та наукознавство*, 2020. №3(109). С.16-33.
3. Грейсон Дж.К. мл., О'Делл К. Американський менеджмент на порозі ХХІ века. пер. с англ. Москва: Экономика, 1991. 319 с.
4. Даниленко Ю.А. Характеристики та класифікації інновацій та інноваційного процесу. *Наука та інновації*, 2018. №3. С.15-30.

5. Диба М.І., Гернего Ю.О. Виклики Індустрії 4.0 у контексті її становлення на глобальному і національному рівнях. *Економіка України*, 2020. №6. С.43-59.
6. Закон України «Про Державний бюджет України на 2022 рік». *Урядовий кур'єр*, 2021. №242. С.6-8.
7. Закон України «Про критичну інфраструктуру». *Урядовий кур'єр*, 2021. №243. С.6-8.
8. Кендюхов О.В., Болгов В.Є., Тарапата С.О. Дослідження тенденцій інноваційного розвитку економіки України. *Вісник економічної науки України*, 2019. №2(37). С.82-87.
9. Крамаренко І.С., Хмелик О.А. Дослідження тенденції сучасного стану розвитку машинобудівних підприємств України. *Економіка та держава*, 2020. №1. С.73-77.
10. Кушніренко О.М. Промисловість України перед викликами Індустрії 4.0 і оцінка обмежень і завдання політики. *Економіка України*, 2020. №5. С.53-71.
11. Матюшенко І.Ю., Хаустова В.Є., Князев С.І. Інституційна підтримка науково-інноваційного розвитку при формуванні єдиного дослідницького простору в країнах ЄС і України. *Наука та інновації*, 2017. №2. С.5-26.
12. Мех О.А. Трансформації та перспективи розвитку системи управління науково-технологічною сферою України. *Наука та наукознавство*, 2019. №2(104). С.69-94.
13. Національна економічна стратегія на період до 2030 року. *Урядовий кур'єр*, 2021. №45. С.8-36.
14. Ольвінська Ю.О., Самотосенкова О.В., Вітковська К.В. Сучасний стан та тенденції розвитку інноваційної діяльності в Україні. *Економіка та держава*, 2021. №4. С.64-71.
15. Портер М.Е. Стратегія конкуренції. Пер. з англ. Київ: Основи, 1998. 390 с.

16. Рибаківа Л.П. Методологічні засади обліку інноваційної діяльності підприємства. *Формування ринкових відносин в Україні*, 2019. №10. С.34-38.
17. Саліхова О.Б. Модернізація промисловості на засадах розумної спеціалізації. *Статистика України*, 2019. №4(87). С.65-71.
18. Семенюк Е.П., Котляревський Я.В., Князев С.І., Мельников О.В. Економіка інформаційної сфери: формування соціально-наукового категоріального апарату. *Наука та інновації*, 2017. №3. С.5-21.
19. Сотник В.В., Купчин А.В. Розвиток критичних технологій – важливий крок у майбутнє України. *Наука та наукознавство*, 2020. №1(107). С.34-48.
20. Стратегія розвитку оборонно-промислового комплексу України на період до 2028 року: Розпорядження КМ України №442-р від 20.07.2018. *Урядовий кур'єр*, 2018. №121. С.6.
21. Стратегія розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року. *Урядовий кур'єр*. 2019. №143. С.9-10.
22. Уелч Д. Джек. Мои годы в GE. Пер. с англ. Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2006, 528 с.
23. Яккока Л. Кар'єра менеджера. Пер. с англ. Минск: Попурри, 2001. 416 с.
24. Amosha O. I., Pidorycheva I. Yu., Zemlyankin A. I. Key trends in the World Economy Development: New Challenges and Prospects. *Science & Innovation*, 2021. №1(97). Vol.17. Pp. 3-17.
25. Grosfeld Irena, Roland, Gérard, 1995. Defensive and Strategic Restructuring in Central European Enterprises, CEPR Discussion Papers 1135.
26. Kotter J., Schlesinger L. Choosing Strategies for Change. *Harvard Business Review*, 1979. Vol.57.
27. Писаренко Т.В., Куранда Т.К., Кваша Т.К. та ін. Стан науково-інноваційної діяльності в Україні у 2020 році: науково-аналітична записка. Київ: УкрІНТЕІ, 2021. 39 с.

## ПІСЛЯМОВА

Вже на початку монографії ставилося питання про практичне застосування теорії організаційно-технологічних систем, а у подальшому була виявлена користь, яку у змозі принести така теорія. ОТС може слугувати у якості: а) бази знань для розробки нових технологічних систем; б) орієнтира для учіння при розробці нових технологічних систем; в) вихідного пункту для спеціальних теорій технологічних систем; г) основи для застосування комп'ютерних технологій (алгоритми, системи банків даних, технологій хмарних обчислень тощо); д) керівництва для системи навчання; е) низки сполучених зв'язків між фахівцями різного профіля; ж) бази для систематичних досліджень в області історії технологій.

Сучасна університетська освіта практично не має таких навчальних планів. Які у процесі навчання надавали б студентам повне уявлення про сучасні технології, з якими їм доведеться працювати, виявляючи їх топологію й взаємозв'язки з іншими галузями техніки та науками, оточуючим світом в цілому, що сприяло би формуванню гармонічно розвинутого спеціаліста. Теорія ОТС у змозі би грати у цьому відношенні важливу роль, так як в ній з достатньо високим ступенем узагальнення викладаються всі основні аспекти системного підходу й надається інструмент для орієнтації у будь-якій спеціальній області технологій. Вона дозволяє ув'язати між собою різні навчальні курси та з'ясувати ціль їх вивчення. Такий підхід буде сприяти кращому розумінню зв'язків між окремими елементами системи навчання й змісту багатьох підручників.

Теорія ОТС робить зрозумілою для студентів всю систему навчання: висвітлює місце окремих дисциплін, наприклад теорії організації як спеціальної теорії процесів на підприємстві, як самоорганізованої системи або теорії інноваційного розвитку, як загального учіння про зміну технологічних укладів. Теорія ОТС дає системний огляд спеціальної проблематики, завдяки чому легко виявляються прогалини, які необхідно ліквідувати під час повторення навчального

матеріалу, і висуває взаємозв'язки між спеціальними дисциплінами на передній план.

Більш того, включення цієї теорії в загальний курс інженерно-економічного навчання дозволить з'ясувати й довести до усвідомлення всіх, у тому числі й неспеціалістів, сутність новітніх технологій та ОТС і таким чином зробити більш доступним і розповсюдженим розуміння високих технологій як одного з основних елементів ноосфери-елемента, що створюється й використовується людиною.

Розуміння історії технологій також може стати більш глибоким завдяки застосуванню теорії ОТС. Процес розвитку ОТС стає більш зрозумілим, коли, наприклад, з'ясовується залежність зміни технологічних ознак від факторів оточуючого середовища.

І наприкінці знову повернемося до В. Сміта (див. п. 1.1 «Реформація ...», С. 21): «Важливим є й той факт, що саме якість освіти, виміряна не кількістю років навчання, а тестуванням з математики та природних наук, призводить до економічного зростання». Він вслід за іншими нобелівськими лауреатами – Р. Лукасом і П. Ромером – підкреслював, що освіта сприяє розвитку технологічних інновацій і створенню нових знань (Реформація ... С. 23). Тобто освіту В. Сміт розглядає як один з причинно-наслідкових механізмів, через який протестантизм забезпечив основу для довгострокового економічного розвитку (Реформація ... С. 32).

Автори, проводячи дане дослідження для ОТС мікрорівня (у попередніх дослідженнях була спроба реалізації ОТС для мезорівня), приходять до висновку про можливість розгляду застосування теорії ОТС для існуючих глобальних проблем людства й кліматичних змін (вимираючі види, склад океанської води, викиди вуглекислого газу тощо), протидія пандеміям, подолання продовольчої кризи та ін. Крім того, для умов України реалізація ОТС у високотехнологічному виробництві бачиться авторам тільки за наявності дійсно цивільного суспільства. У іншому випадку реалізація ОТС не увяляється можливою.

У підсумку можливо наголосити, що теорія ОТС є відображенням сучасного розвитку сфери високих технологій і уявляє собою один із проявів розуміння менеджерами та інженерами власної ролі у сучасному суспільстві.









НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ЗАХАРЧЕНКО Віталій Іванович**  
**ЄРМАК Світлана Олександрівна**  
**ОНЕШКО Світлана Володимирівна**

**ТЕОРІЯ СТВОРЕННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ  
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ  
У ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

*Монографія*

Загальна редакція – д.е.н., професор В. І. Захарченко  
Технічна редакція – д.е.н., доцент С. О. Єрмак, к.е.н., доцент С. В. Онешко  
Дизайн обкладинки – д.е.н., доцент С. О. Єрмак

Підписано до друку 15.08.2022.  
Формат 60х84/16. Ум-друк. арк. 18,83.  
Наклад 300 прим. Зам. № 2208-04.

Видано і віддруковано в ПП «Фенікс»  
(Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1044 від 17.09.02).  
Україна, м. Одеса, 65009, вул. Зоопаркова, 25.  
Тел. +38 050 7775901 +38 048 7959160  
e-mail: fenix-izd@ukr.net  
www.feniksbooks.com