

**ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ДІЯЛЬНОСТІ
СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ В УМОВАХ
ВОЄННОГО ТА ПОВОЄННОГО СТАНУ:
ТЕОРІЯ, ПРАКТИКА, АНАЛІТИКА**

Монографія

*За загальною редакцією
д-ра екон. наук, професора В. С. Пономаренка*

**Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2024**

УДК 330.341.1:338.246.88(0.034)

I-66

Авторський колектив: д-р екон. наук, проф. В. С. Пономаренко (вступ, розд. 1); д-р екон. наук, проф. Л. М. Малярець (висновки, розд. 1); д-р екон. наук, проф. Н. М. Внукова (розд. 2); д-р екон. наук, проф. О. М. Ястремська (розд. 3); ст. викладач С. С. Лебедев (розд. 4); канд. екон. наук, доц. Л. О. Норік (розд. 5); канд. екон. наук, доц. І. О. Бараннік (розд. 6); канд. екон. наук, доц. О. О. Ястремська (розд. 7); канд. екон. наук, доц. О. В. Мартинова (розд. 8); канд. фіз.-мат. наук, доц. Е. Ю. Железнякова (розд. 9); викл. І. В. Зміївська (розд. 9); канд. техн. наук, доц. Є. Ю. Місюра (розд. 10); д-р техн. наук, проф. Н. В. Сметанкіна (розд. 10); канд. техн. наук, доц. Т. В. Денисова (розд. 11).

Рецензенти: завідувач кафедри комп'ютерних систем Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, д-р екон. наук, професор *В. О. Бабенко*; завідувач кафедри менеджменту підприємств Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», д-р екон. наук, професор *В. В. Дергачова*; професор кафедри менеджменту інноваційної та інвестиційної діяльності Київського національного університету імені Тараса Шевченка, заслужений діяч науки і техніки України, д-р екон. наук *О. І. Жилінська*; професор кафедри управління інноваційною діяльністю та сферою послуг Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, д-р екон. наук *Л. Д. Завідна*.

Рекомендовано до видання рішенням ученої ради Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця.

Протокол № 11 від 30.10.2023 р.

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Інноваційний розвиток діяльності суб'єктів господарювання I-66 в умовах воєнного та повоєнного стану: теорія, практика, аналітика [Електронний ресурс] : монографія / В. С. Пономаренко, Л. М. Малярець, Н. М. Внукова та ін. ; за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2024. – 429 с.

ISBN 978-966-676-877-6

Наведено теоретичні, практичні аспекти інноваційного розвитку діяльності суб'єктів господарювання в умовах воєнного та повоєнного стану. Розроблено математичні моделі, інформаційно-аналітичне забезпечення й методичні підходи до оцінювання й аналізу складових інноваційного розвитку діяльності суб'єктів господарювання. Обґрунтовано організацію відділу інноваційного розвитку підприємств. Сформовано моделі та стратегії інформаційної взаємодії підприємств в умовах економіки воєнних років. Наведено розв'язання окремих технічних задач, які забезпечують інноваційний розвиток виробничої діяльності суб'єктів господарювання.

Рекомендовано для наукових працівників, викладачів, докторантів, здобувачів вищої освіти економічних спеціальностей.

УДК 330.341.1:338.246.88(0.034)

© Пономаренко В. С., Малярець Л. М.,
Внукова Н. М. та ін., 2024

© Заг. ред. В. С. Пономаренка, 2024

© Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця, 2024

ISBN 978-966-676-877-6

Вступ

У сучасному світі інноваційні технології є тим провідним фактором, який безпосередньо впливає на всі сфери життя людини. І насамперед це стосується економіки. Це пов'язано з тим, що в умовах глобалізації інноваційні технології визначають стан економіки не лише на рівні кожної окремої країни, але й усього людства. Саме завдяки імплементації інноваційних технологій кількісні зміни в організації виробництва перетворюють на якісні, які стають настільки суттєвими, що сучасний стан економіки визначають як Четверту промислову революцію Industry 4.0. У цьому сенсі інноваційні технології є не лише умовою життя, а за обмеженості ресурсів Землі й експоненціального зростання чисельності населення, упровадження інноваційних технологій забезпечує саму можливість існування людства та дає змогу сталого розвитку.

Але вплив інноваційних технологій не обмежено економічною сферою. Завдяки новим можливостям, що вони відкривають, відбуваються суттєві зміни на урядовому рівні, у сферах торгівлі й обслуговування, медицині, освіті (від шкільної до спеціальної та вищої), організації відпочинку, навіть у спілкуванні, для якого тепер відстань або мовний бар'єр перестають бути перешкодами. Отже, зміни, пов'язані із запровадженням інновацій, фактично привели до формування нового суспільства, побудованого на знаннях, і такий перехід може мати не лише позитивні, але й негативні наслідки. Прикладом таких негативних наслідків є те, що кіберизація виробництва та сфери послуг призводить до того, що значна частина професій стає непотрібною, і цей процес весь час прискорюється. Це створює психологічне навантаження на людину, а також додаткове навантаження на суспільство, оскільки виникає потреба в організації безперервного навчання впродовж усього життя, забезпечення вільного доступу до якісних освітніх послуг.

Написання цієї монографії зумовлено потребою в дослідженні особливостей реалізації інноваційного розвитку, а також оцінюванні й аналізі його впливу на різні сфери діяльності суб'єктів господарювання в умовах воєнного та повоєнного стану. Метою досліджень, результати яких наведено в цій монографії, є розроблення теоретичних положень і практичних рекомендацій щодо управління інноваційним розвитком діяльності як країни загалом, так і окремих суб'єктів господарювання. Особливо

актуальними проблемами забезпечення інноваційного розвитку й ефективного використання його переваг є для України, оскільки саме завдяки цьому можна побудувати конкурентоспроможну економіку навіть в умовах воєнного та повоєнного стану. У монографії вибудовано логічну послідовність комплексних завдань, які потребують вирішення для забезпечення інноваційного розвитку економіки України з урахуванням міжнародного досвіду та досвіду країн Європейського Союзу.

Першочерговим питанням було здійснення всебічного аналізу теоретичних аспектів інноваційного розвитку в умовах глобалізації. Водночас приділяли велику увагу вдосконаленню людського потенціалу й подальшого його перетворення на людський капітал, оскільки це є одним із вирішальних факторів для забезпечення успішної імплементації концепції сталого розвитку. Наведено структуру показників, які застосовують для вимірювання характеристик розвитку людського капіталу. Особливу увагу до того ж приділено показникам, які характеризують рівень диджиталізації, оскільки саме вона є одним з основних факторів глобального економічного зростання. Аналіз здійснено на основі кількісних показників, для визначення яких використовували результати як міжнародних, так і національних досліджень.

Зараз диджиталізація охоплює всі сфери суспільного життя. Тому цій інноваційній технології приділено особливу увагу в монографії. Українська влада анонсувала цифрові проєкти у сферах освіти, бізнесу, соціальної сфери, медицини, управління та промисловості. Функції цифрових платформ не обмежено кордонами й не оснований на територіальних принципах, вони можуть працювати з будь-якої точки світу. Під впливом цифрової трансформації, оцифрування різних сфер людського життя виникає нове технологічне явище – цифрова платформа. Така платформа є одним із найважливіших елементів процесу оцифрування, яку вважають перспективною бізнес-моделлю, що містить технічні та комунікативні елементи. Саме завдяки цифровій платформі гарантовано оцифрування діяльності державних установ, компаній та освітніх установ. Появу таких платформ пов'язано з розвитком економіки спільного використання, яка змінила підхід до споживання товарів і послуг із переходом від надмірного споживання до економіки спільного використання ресурсів, реалізації концепції сталого розвитку.

У контексті пошуку ефективних шляхів відродження економіки України й адаптації до вимог Євросоюзу, пов'язаних зі сталим розвитком,

актуальним питанням є дослідження інновацій в Україні на регіональному рівні. У ході дослідження цієї проблеми було теоретично обґрунтовано ознаки інноваційного розвитку регіонів і сформовано систему показників, що їх описують, а також наведено результати вимірювання рівня інноваційного розвитку на прикладі 24 областей України.

Важливими драйверами економічного зростання є суб'єкти господарювання, оскільки вони сприяють створенню нових можливостей для стимулювання інноваційних процесів, здатних забезпечити їхню конкурентоспроможність. Сучасні реалії, яким притаманне послаблення розвитку вітчизняних підприємств, потребують розроблення механізму фундаментальних змін щодо визначення цілей і вибору актуальних методів управління. Досягнення економічної стійкості українських суб'єктів господарювання у воєнний і повоєнний часи стає обов'язковою умовою сприяння не тільки їхньому існуванню на ринку, але й подальшому розвитку. Саме розроблення моделі досягнення економічної стійкості має бути серед основних орієнтирів управління в майбутньому відновленні країни. У зв'язку із цим було визначено змістову сутність економічної стійкості, виділено цільові критерії економічної стійкості та надано опис методичного забезпечення процесу аналізу економічної стійкості, який передбачає визначення системи показників і методів оцінювання економічної стійкості.

Успішність упровадженням інноваційних стратегій на об'єктах господарювання залежить від впливу багатьох факторів внутрішнього й зовнішнього середовища, які потребують постійного моніторингу та здійснення своєчасного керівного впливу. Саме на цьому ґрунтується висновок про потребу в організації відділів інноваційного розвитку безпосередньо на підприємствах. Новизною пропозиції є формування основних положень функціонування таких відділів, особливість яких полягає в урахуванні факторів впливу і взаємозв'язків між підрозділами підприємства в умовах глобалізації та євроінтеграції, визначення основних функцій відділу й посад фахівців. Запропоновані положення є типовими й можуть бути реалізованими для підприємств різних галузей.

Вирішення окремих прикладних питань розширює процес дослідження у сфері оптимального управління складними системами. Так, найважливішим і найактуальнішим завданням для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних із воєнними діями, є забезпечення ефективної, надійної та безпечної роботи всіх видів спецтехніки Міністерства

надзвичайних ситуацій України. Для розв'язання цієї проблеми розробляють і вдосконалюють аналітико-чисельний метод для дослідження температурного та напружено-деформованого стану в шарах багатошарового скління спецтехніки МНС за підвищених температурних навантажень та впливі нестаціонарних навантажень. За результатами досліджень буде розроблено рекомендації з вибору багатошарового скління, що відповідає вимогам надійності та безпеки, і методику раціонального проектування деталей скління спецтехніки МНС.

Розв'язання конкретних прикладних задач потребують ґрунтовного теоретичного аналізу. Реалізацією такого підходу є розвиток методу гібридних власних функцій і поширення його на новий клас задач, у якому розглядають багатокомпонентні системи. Розв'язання цих задач подано в аналітичній формі, що дозволяє обчислювати розв'язок задачі управління й ідентифікації параметрів у багатокомпонентних системах із розподіленими параметрами. На основі визначених аналітичних розв'язків побудовано конкретні цільові функціонали задач управління та ідентифікації. Як приклад наведено розв'язок задачі про концентрацію напруження в площині із круговим отвором та напівнескінченим розрізом. Також запропоновано метод розв'язання задачі про вплив навантаження, прикладеного поза ексцентричним кільцевим штампом, на розподіл контактного напруження під ним, що дозволило трансформувати штамп на концентричний кільцевий штамп.

Практичне значення монографії полягає в тому, що досягнуті наукові результати можна використовувати під час формування стратегії інноваційного розвитку діяльності суб'єктів господарювання, регіонів України та країни загалом в умовах воєнного та повоєнного стану. Наведені в монографії висновки та пропозиції мають наукове теоретичне підґрунтя та базуються на всебічному, системному аналізі проблеми. Саме це й ставив собі за мету авторський колектив у складі д-ра екон. наук, професора Пономаренка В. С.; д-ра екон. наук, професора Малярець Л. М.; д-ра екон. наук, професора Внукової Н. М.; д-ра екон. наук, професора Ястремської О. М.; ст. викладача Лебедєва С. С.; канд. екон. наук, доцента Норік Л. О.; канд. екон. наук, докторанта Баранніка І. О.; канд. екон. наук, доцента Ястремської О. О.; канд. екон. наук, доцента Мартинової О. В.; канд. фіз-мат. наук, доцента Железнякової Е. Ю.; канд. фіз-мат. наук. Зміївської І. В.; канд. техн. наук, доцента Місюри Є. Ю.; доктора техн. наук, професора Сметанкіної Н. В.; канд. техн. наук, доцента Денисової Т. В.

Розділ 1

Складові інноваційного розвитку у відновленні економіки України

Для створення базису соціально-економічного розвитку, який передбачає високодинамічне економічне зростання, потрібні структурні зміни вітчизняної економіки. Відбудову України будуть супроводжувати новою індустріалізацією, яка передбачає впровадження нових технологій і глобальну інтеграцію у світову екосистему. Упровадження нових технологій, які використовують штучний інтелект, забезпечує зростання продуктивності праці, а впровадження технологій із меншою енерго- і ресурсомісткістю знижує забруднення довкілля. Основним елементом розвитку галузей є машинобудування, і про термінове його відродження говорять усі вчені та практики. Сьогодні стан машинобудування характеризують утратою виробничих потужностей і кваліфікованих кадрів, потребою в їхній підготовці та перепідготовці, великими збитками у фінансовій діяльності підприємств. Оскільки наявні виробництва в кризовому стані, то їхній розвиток є можливим за умови додаткових інвестицій та імпортування продукції машинобудування для відбудови промисловості. У машинобудуванні нарощуванню виробничого потенціалу сприяють створення відповідного інвестиційного клімату, забезпечення доступу до міжнародних ринків, доступність до фінансів, модернізація обладнання, упровадження енергоощадних технологій, інтеграція сектору Індустрії 4.0 в екосистему Євросоюзу, упровадження принципів цифрової економіки.

Відновлення економіки України ґрунтується на формуванні стратегічно важливих видів промислової діяльності. Незважаючи на труднощі, зумовлені війною, Україна зберігає й розвиває високотехнологічні види діяльності. Відомий учений, академік НАН України Геєць В. М. також говорить про потребу у створенні умов і факторів розвитку високотехнологічних видів промислової діяльності в Україні, що, з одного боку, забезпечить випуск продукції з високою питомою вагою доданої вартості, а з іншого – дозволить вмонтуватися у її глобальні ланцюги на засадах партнерства, використовуючи національні, особливо цінні мінерально-сировинні ресурси та науково-технічний, виробничий потенціали й можливості підготовки необхідних кадрів [3]. На разі науковці країни працюють над розв'язанням проблем формування економічного профілю стратегічних

видів промислової діяльності, а саме: обґрунтування перспективних напрямів розвитку титанової галузі України; інституційного й економічного забезпечення інноваційного розвитку атомної енергетики з урахуванням можливостей розроблення й реалізації малих модульних реакторів, удосконалення організаційно-економічного механізму виробництва із перероблення літію та виробництва продукції алюмінієвої промисловості з високою питомою вагою доданої вартості, синтетичних моторних мастил; техніко-економічного обґрунтування інноваційних проєктів розвитку стратегічних видів промислової діяльності; формування інструментів бюджетно-податкового підтримання технологічного оновлення української промисловості й розвитку нових наукомістких виробництв із використанням внутрішніх ресурсів і налагодження їхнього глибокого перероблення; подальшого розвитку наукового розроблення вітчизняних технологій для формування напрямів технологічних проривів.

Одним із головних завдань Уряду України сьогодні є стимулювання інвестицій у переробну промисловість, що приведе до структурної зміни зовнішньої торгівлі України на користь несировинного експорту. За допомогою Експортно-кредитного агентства протягом наступних п'яти років заплановано підтримати до 100 млрд грн українського експорту. Це дозволить збільшити загальний експорт до 280 млрд дол. США, а також створити або зберегти 26 тис. робочих місць. Додатковий обсяг фінансових ресурсів для експортоорієнтованого бізнесу заплановано підвищення з 0,3 % ВВП до 5 % ВВП до 2025 року [31]. Міністр економіки України пані Ю. Свириденко зазначала, що ці кроки буде реалізовано зараз, а потім вони стануть частиною післявоєнного економічного відновлення України. Також, за її словами, із метою розвитку експортоорієнтованої економіки та експорту з високою доданою вартістю, держава планує: запровадити режим сприяння експорту переробленої продукції, залежно від стадії її перероблення; розробити механізм стимулювання виробників «зеленого» сектору експорту до ЄС; надавати допомогу новим експортерам, які хочуть вийти на ринок ЄС; запровадити страхування воєнних ризиків для інвестицій у перероблення [31].

Вступ України до Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) має важливе значення для інноваційного розвитку вітчизняних суб'єктів господарювання. Хоча ОЕСР не є фінансовою організацією, не спрямовує коштів на допомогу й не надає грантів чи кредитів, проте визнання відповідності її високим стандартам вже є потужним

позитивним сигналом як для міжнародних фінансових організацій, так і для інвесторів.

Міжнародне підтримання України зростає, і це створює надійну опору для розвитку всіх видів діяльності суб'єктів господарювання у воєнних і потім у повоєнних умовах. Так, за підтримання міжнародних організацій, як-от Агентство США з міжнародного розвитку (USAID), що надає допомогу Україні в побудові потужного фінансового сектору, постійно здійснюють заходи, які сприяють наданню грантових можливостей для бізнесу в Україні та доступу до фінансування; підвищенню обсягів експорту як ключового драйвера забезпечення стійкості економіки; стійкості та розвитку технологічної галузі; упровадженню освітніх програм та перекваліфікації; підтримання бізнесу в Україні. Слід зазначити, що протягом тривалого часу USAID підтримує розвиток конкурентоспроможності української економіки [31].

Україна має обґрунтовану, системну стратегію відновлення країни протягом 10 років, яка передбачає стрибок від перехідної (транзитної) економіки до економіки, що розвивається. Ця стратегія здобула схвалення та підтримання від міжнародних партнерів. Стратегію вже реалізують, оскільки діє унікальна електронна платформа Advantage Ukraine, на якій зібрано понад 500 інвестиційних проєктів та можливостей у 10 галузях економіки [23].

Відновлення економіки України також забезпечено ефективним використанням її експортно-імпортного потенціалу, який істотно зростає із входженням країни до Європейського економічного простору. У сучасних умовах прискоренням розв'язання проблем у вітчизняній економіці є інноваційний розвиток експортно-імпортної діяльності суб'єктів господарювання (ЕІДСГ). Це забезпечено систематичною результативною успішною співпрацею з міжнародними фінансовими інститутами й перспективою довгострокового підтримання країни міжнародними партнерами для забезпечення макроекономічної стійкості та безпеки. Сьогодні дружні країни надають допомогу Україні військовою технікою, озброєнням та їхньому навчанню, що сприяє підвищенню рівня технологій в Україні. І цей факт підтверджено тим, що на сучасному етапі у світовій економіці склалися певні закономірності технологічного розвитку [14, с. 296], а саме:

нова технологія виникає не одна, а у взаємозв'язку з іншими;

кожний набір технологій містить низку технологій, що доповнюють одна одну;

кожна базова технологія є ядром багатьох прикладних технологій, які використовують для модернізації виробництв;

зусилля дослідників спрямовують на створення і впровадження енергоощадних технологій;

згортання ролі постійного оновлення виробництва;

зниження ролі економії на зміні масштабів виробництва і зростання ролі здатності компаній до розроблення, впровадження та швидкого оновлення товарів.

Щодо теоретичних і практичних засад інноваційного розвитку, то їх сформовано в концепціях великої кількості вітчизняних та закордонних учених і практиків. За теорією управління інноваційний розвиток пов'язано з адаптивною реакцією системи на зміну умов зовнішнього середовища та засобом підвищення ефективності використання внутрішніх резервів [11, с. 72]. Слід сказати, що війна в Україні змінила зміст імперативу інноваційного розвитку світової економіки, який до цього часу складався з формування організаційно-економічного механізму міжнародного науково-технічного розвитку як системи взаємовідносин між державами, науково-технічною сферою та ринковими важелями, спрямованого на прирощення наукового знання і забезпечення постійного вдосконалення й оновлення техніко-технологічної бази виробництва продукції інноваційного характеру [11]. Юринець З. В., Гнилянська Л. Й., Юринець Р. В. рекомендують відрізняти підходи вчених у розумінні категорії «інноваційний розвиток», а саме: процесний, факторний, утилітарний, процесно-утилітарний, об'єктно-утилітарний, об'єктно-творчий, революційно-творчий [17; 18]. Учені також вважають, що зміну концепцій інноваційного розвитку здійснювали за ланцюгом «технологічний поштовх» → «потреби, що стимулюють інновації» → «мережеві системи, екологія, інноваційні системи» → «зелені технології» → «відкриті, віртуальні інновації» → «нанотехнології» → «соціальна спрямованість». Узагалі концепцій інноваційного розвитку є багато, вони різні за змістом, але їх уже систематизовано за основними напрямками [1; 2; 4; 6 – 10; 17; 18]. Загалом, виокремлюють такі концепції інноваційного розвитку, а саме:

1) циклічного розвитку (інноваційної пропозиції), сюди належать такі концепції економічного зростання та НТП (А. Сміта), економічного зростання та НТП (О. Бем-Баверка), циклічних криз (М. Туган-Барановського, А. Гефальда), довгих хвиль (М. Кондратьєва);

2) ортодоксальна концепція інноваційного розвитку, сюди належать: суб'єктивістська концепція інноваційного розвитку (Й. Шумпетера), теоретичні дослідження інноваційного розвитку (Г. Менша), теоретичні дослідження інноваційного розвитку (Д. Сахала), концепція циклічності інновацій (Б. Твісса), інноваційні теоретичні дослідження (А. Кляйкнехта), концепція циклічності інновацій (С. Кузнеця), концепція інноваційного циклу Я. Ван Дайна, інноваційно-інвестиційна концепція (Е. Гансена, Р. Гаррорда, О. Домара), концепція технологічних устроїв (Д. Львова і С. Глазьєва);

3) парадигма технологічних змін, а саме: концепція Р. Фостера, концепція Дж. Бернала, інноваційно центрична концепція економічного розвитку (М. Калецького);

4) парадигма дифузії інновацій (інноваційного попиту), а саме: концепція швидкості поширення інновацій (С. Девіса, Е. Менсфілда, А. Ромео), концепція тиску попиту (М. Фрідмена), концепція регіональної дифузії інновацій (Дж. Фрідмана), концепція формування технологічних систем і дифузії інновацій (К. Фрімена, Дж. Кларка, Л. Суїте), концепція галузевого розповсюдження (Т. Геґерстранда), концепція людського капіталу (Г. Беккера, Л. Туроу, Ф. Махлупа), концепція гармонійної економіки (Ф. Перру), концепція полюсів зростання (Ф. Перру, Ж. Будвіля, Х. Р. Ласуена, П. Потьє), концепція конкурентних переваг, кластерного розвитку (М. Портера), концепція інноваційного кластера (Дж. Вея);

5) концепція технократичного суспільства («неоінституційна концепція»), а саме: технократична концепція (Т. Веблена), концепція стадій економічного зростання (В. Росту), концепція управлінської революції (А. Берлі, Г. Мінса, Дж. Бернгема), концепція технологічного детермінізму та конвергенції, концепція технотронного суспільства (З. Бжезинського), концепція постеконічного суспільства (Д. Белла), концепція інформаційного суспільства (Ж.-Ж. Серван-Шрейбера, Е. Масуда, Дж. Нейсбіта, О. Тоффлера), концепція економічної інтеграції (Г. Мюрдаля);

6) концепція інноваційного розвитку, яка спирається на ендогенні фактори технологічного прогресу, подана такими концепціями, як: технологічно-продуктова (Р. Солоу), ендогенного технологічного прогресу (П. Ромера, Ч. Джонса), економічного зростання з ендогенним технологічним прогресом (Ф. Агійона і П. Ховітта);

7) соціальна концепція інноваційного розвитку охоплює такі: соціально-психологічну концепцію інновацій (Г. Барнетта, Є. Вітте), концепцію

інновацій (Е. Денісона), концепцію інноваційного розвитку в соціокультурному середовищі (П. Сорокіна);

8) сучасна концепція інноваційного розвитку, до якої входять такі концепції:

інноваційного розвитку, в основі яких покладено інформаційну компоненту (концепція інтелектуальної технології (Ф. А. Гаєка), інноваційних мереж (Г. Гакенсона, Р. Кемеґні, Дж. Бекаттіні, М. Амендола, Ж.-Л. Гаффарда));

концепції, в основу теорій яких покладено поняття інноваційної системи (концепції національної інноваційної системи (Б.-А. Лундвалла, К. Фрімена, Р. Нельсона, Ч. Едквіста, Р. Міеттенена), регіональних інноваційних систем (PIS) (Дж. Гоувеллса, Ф. Кука, Н. Тріфта), технологічних інноваційних систем (Б. Карлсона, Р. Станкевича), галузевої (секторальної) інноваційної системи (Ф. Малерба, Р. Бреші), місцевої інноваційної системи (Р. Бреші та Ф. Ліссоні));

інноваційного розвитку, пов'язані з питаннями економічного поступу (концепція інноваційної економіки підприємницького типу (П. Друкера), екологічної економіки (К. Боулінґа, П. Ерліха, Д. Медоза), екзогенна концепція економічного розвитку (Л. Блекберна, В. Ганґа та Ф. Поззоло), концепція третьої хвилі (Є. Тоффлера));

інноваційного розвитку, які ґрунтуються на інституційному забезпеченні (концепція інституційних і еволюційних змін (Р. Нельсона, С. Вінтера, Р. Коуза, Д. Норта), концепція потрійної спіралі (Г. Іцковіца, Л. Лейдесдорфа), динамічної конвергенції (Р. Барро, Г. Сала-і-Мартіна));

інноваційного розвитку з акцентом на різних інноваціях та особливостях інноваційного процесу (концепція ТАМО (Ф. Янсена), концепція «підривних» інновацій (К. Крістенсена), концепція відкритих інновацій (Г. Чесбро), концепція інноваційної паузи (В. Полтеровича), концепція інновацій (Дж. Тідда, Дж. Бессанта, К. Павітта), технологічної квазіренти (Р. Клайномта, П. Кругмана, Ю. Яковця), цифрової культури (Р. Кантера));

екосистемного підходу до інновацій (концепція екосистемного підходу до інновацій (Р. Айреса), екосистемного підходу до інновацій (К. Факуда та К. Ватанабе));

інноваційного розвитку, що ґрунтуються на формуванні бізнес-моделей (концепція бізнес-моделі (А. Сливоцького), ключових компетенцій і бізнес-моделі (Г. Гамела і К. К. Прагалада), концепція Д. Дебелака),

дизайну інноваційних бізнес-моделей (А. Остервальдера та І. Пінье), підхід сформований на ідеї інноваційної цінності (Ч. Кіма та Р. Моборна), концепція М. Джонсона, К. Крістенсена та Г. Кагерманна. Цей надзвичайно великий список концепцій інноваційного розвитку можна ще розширити, що свідчить про велику зацікавленість, актуальність та різноманітність поглядів вчених і практиків усіх країн світу щодо цього розвитку.

Щодо відмінностей сенсу понять «розвиток» та «інноваційний розвиток», то основні складові другого поняття відрізняються від складових першого, хоча й містять його базисні основи (рис. 1.1). Здатність до розвитку становить одну із загальних властивостей матерії та свідомості, але в інноваційному розвитку всіх пронизано наукою.

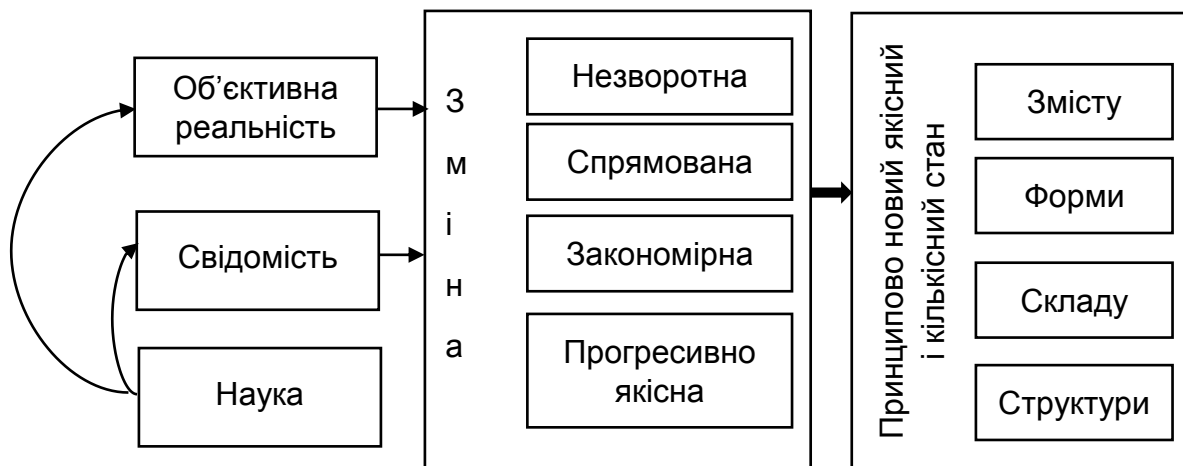


Рис. 1.1. Основні складові інноваційного розвитку

Істотну характеристику процесів розвитку становить час: по-перше, будь-який розвиток здійснюють у реальному часі, по-друге, тільки час виявляє спрямованість розвитку. Головні особливості процесів розвитку виявляє зміст основних законів діалектики: єдності боротьби протилежностей, переходу кількісних змін у якісні, заперечення заперечень [24]. Щодо інноваційного розвитку, то в економічній літературі виділяють два основні підходи до розуміння терміна «інноваційний розвиток»: 1) предметно-технологічний або орієнтований на науковий результат, за якого інноваційний розвиток розглядають як кінцевий результат наукової чи науково-технічної діяльності; 2) функціональний, за якого інноваційний розвиток пов'язують із функціями створення, упровадження, поширення нововведень, реалізації інноваційних проєктів [15]. На наш погляд, саме

визначення інноваційного розвитку підприємства вченими Микитюком П. П., Крисько Ж. Л., Овсянюк-Бердадіною О. Ф., Скочиляс С. М. відповідає сучасним умовам діяльності [7]. Вони інноваційний розвиток підприємства визначають як процес спрямованої закономірної зміни стану підприємства, що залежить від інноваційного потенціалу цього підприємства та джерелом якого є інновації, що створюють якісно нові можливості для подальшої діяльності підприємства на ринку, завдяки реалізації уміння знаходити нові рішення, ідеї та в результаті винаходів. Отже, інноваційний розвиток діяльності суб'єктів господарювання рекомендовано розглядати як незворотну, спрямовану, закономірну зміну стану цієї діяльності на новий якісно-кількісний рівень, зумовлений інноваціями в ефективному використанні свого потенціалу.

У світі інноваційний розвиток країн вимірюють за допомогою Глобального інноваційного індексу (ГІІ), який обчислюють починаючи із 2007 року Міжнародна школа інноваційного бізнесу INSEAD, Корнелльський університет, Світова організація інтелектуальної власності. Глобальний інноваційний індекс визначають як багатовимірну оцінку національної інноваційної сфери, за допомогою якої встановлюють рейтинг країн у світі. Для вимірювання Глобального інноваційного індексу використовують комплекс із більше ніж 80 первинних (базових) показників, різних за статистичною природою та джерелами інформації. Дві третини становлять макроекономічні (кількісні) показники, які сформовано з офіційних джерел країн. Інші показники – це композитні (рейтингові) оцінки різних міжнародних інституцій та експертні оцінки, визначені в результаті опитувань Світового економічного форуму [5]. Більшість кількісних показників є відносними величинами структури або інтенсивності, наприклад, витрати на освіту у відсотках до ВВП; частка експорту високотехнологічної продукції в загальному обсязі експорту; частка роялті й ліцензійних платежів у загальному обсязі торгівлі та ін.

Складовими Глобального інноваційного індексу є субіндекси інноваційних витрат (Innovation Input), утворені за величинами інституції; людський капітал і дослідження, інфраструктура, рівень розвитку ринку, рівень розвитку бізнесу або бізнес-досвід, та субіндекс інноваційних результатів (Innovation Output), який утворений за величинами знань і результатів наукового пошуку, креативності або результатів творчої діяльності. Учені, які вивчали методологічні підходи до обчислення Глобального іннова-

ційного індексу, підтверджують застосування великої кількості статистичних методів стандартизації, згортання показників.

За Глобальним інноваційним індексом 2022 року Україна погіршила свій рейтинг та зайняла 57-му позицію (2021 року – 49-ту позицію) у загальному рейтингу (набрала 31 бал зі 100), а також зайняла 34-ту позицію серед 39 економік Європи. Відомі складові рейтингу, а саме: регуляторне середовище – 75-та позиція (+ 3 позиції), бізнес-середовище – 99-та позиція (+ 5 позицій); людський капітал та дослідження – 49-та позиція (– 5 позицій); освіта – 26-та позиція (– 3 позиції); R&D – 59-та позиція (– 1 позиція); інформаційно-комунікаційні технології – 63-та позиція (+ 6 позицій); знання та результати наукових досліджень – 36-та позиція (– 3 позиції) [31; 33]. Динаміку Глобального інноваційного індексу України протягом 2015 – 2022 рр. показано на рис. 1.2.

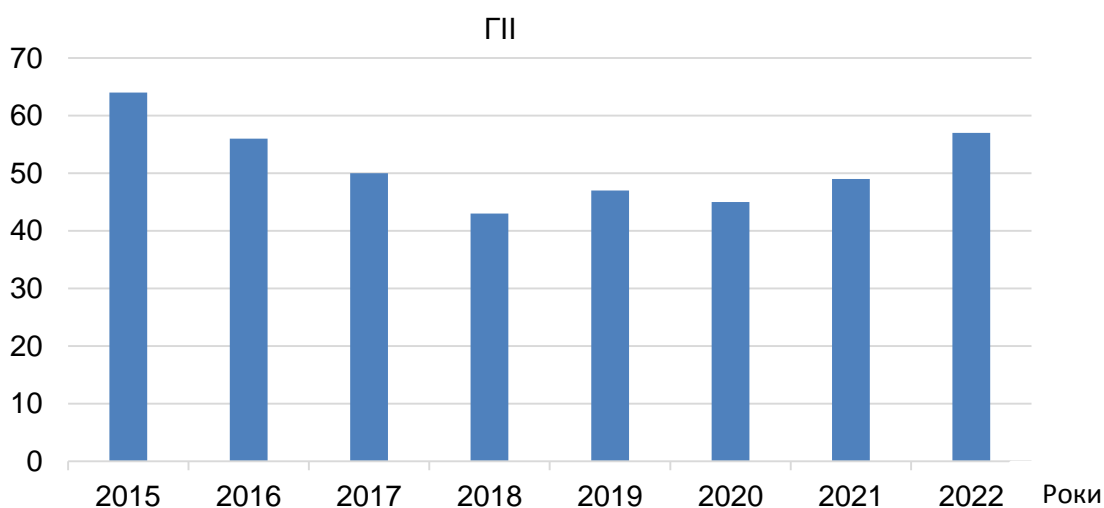


Рис. 1.2. Динаміка Глобального інноваційного індексу України протягом 2015 – 2022 рр.

Із рис. 1.2 видно, що починаючи із 2015 до 2018 року спостерігають зростання рейтингу інноваційного розвитку України, а 2019 року було істотне падіння Глобального інноваційного індексу та із 2021 року і до цього часу є наявною тенденція до падіння.

Проте на величину Глобального інноваційного індексу впливають багато макроекономічних факторів, які відображають економічний розвиток України. Учені рекомендують такий перелік цих факторів: ВВП у фактичних цінах (x_1); експорт товарів (x_2); імпорт товарів (x_3); експорт послуг

(x_4); імпорт послуг (x_5); прямі інвестиції (сальдо) (x_6); прямі інвестиції (активи) (x_7); прямі інвестиції (пасиви) (x_8); доходи від операцій із капіталом (x_9); надходження від Європейського Союзу, урядів іноземних держав, міжнародних організацій, донорських установ (x_{10}); цільові фонди (x_{11}); індекс споживчих цін (x_{12}); обсяг реалізованої промислової продукції (товарів, послуг) (x_{13}); економічно активного населення у віці 15 – 7 років (x_{14}); індекс реальної заробітної плати (x_{15}) [1; 2; 4; 6; 8; 11; 14; 17; 18]. Вплив цих факторів є випадковим, тому для аналізу слід обчислити факторний аналіз, який надає можливості визначити взаємозв'язок цих факторів. Тенденції до змін цих факторів протягом 2015 – 2022 рр. є різними (рис. 1.3) [31; 32].

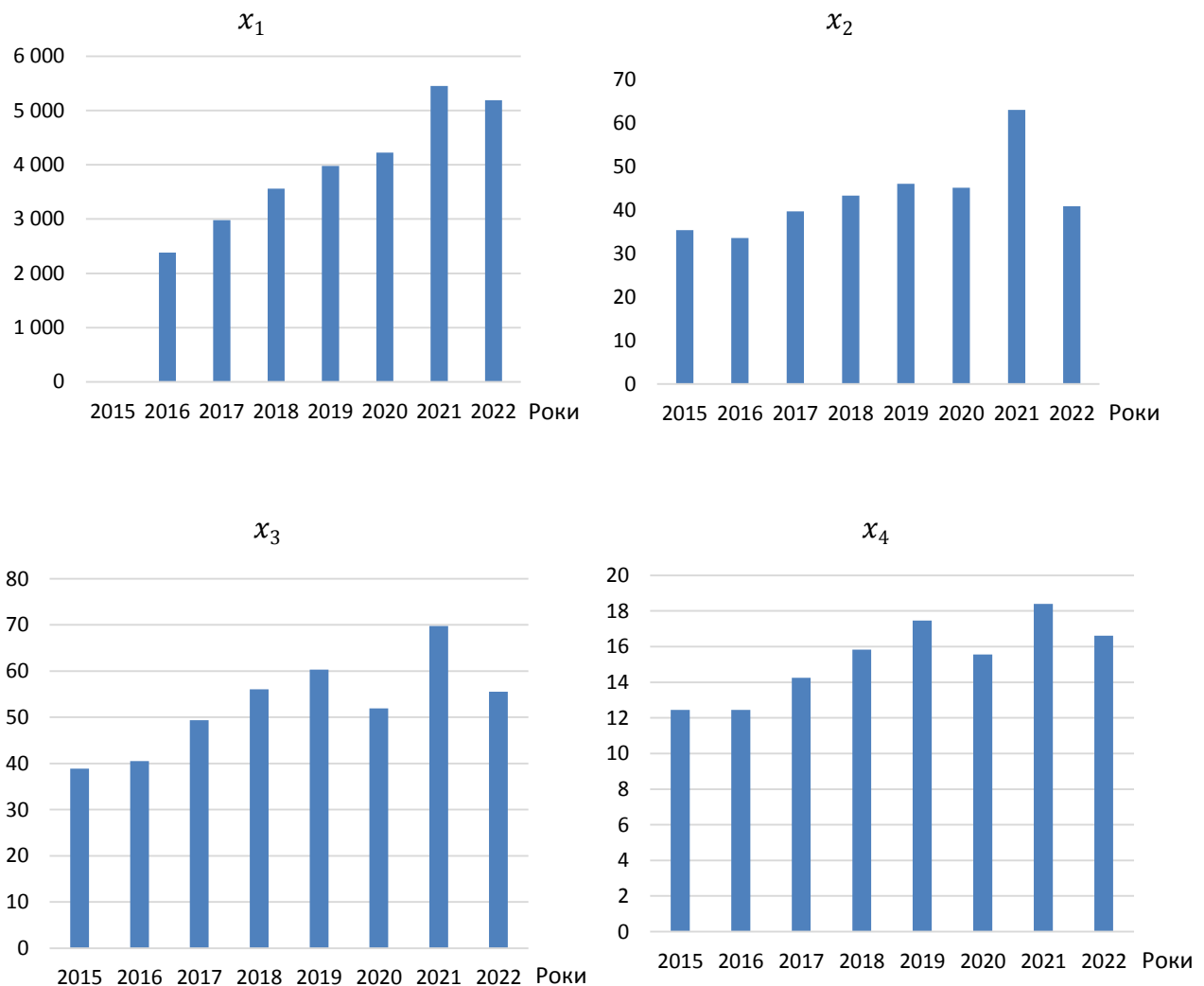
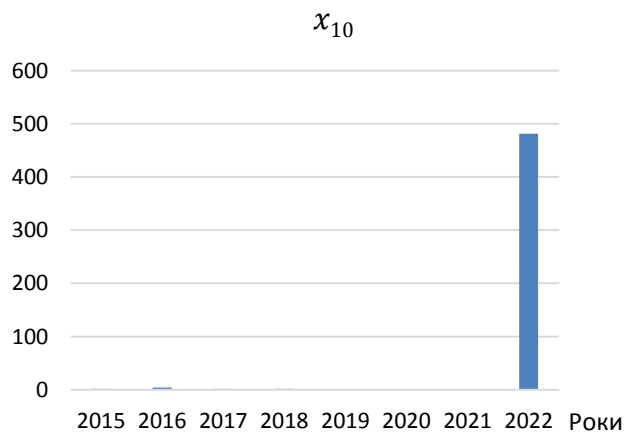
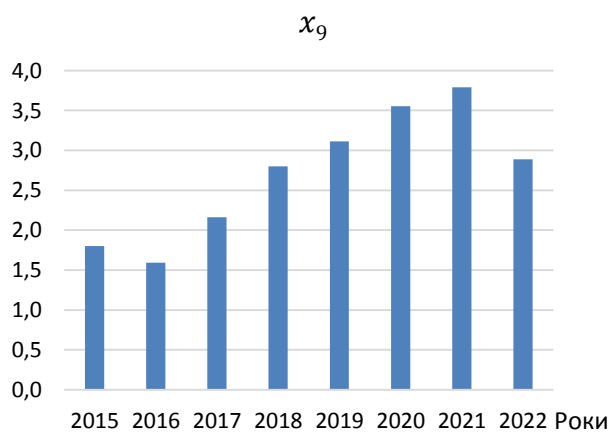
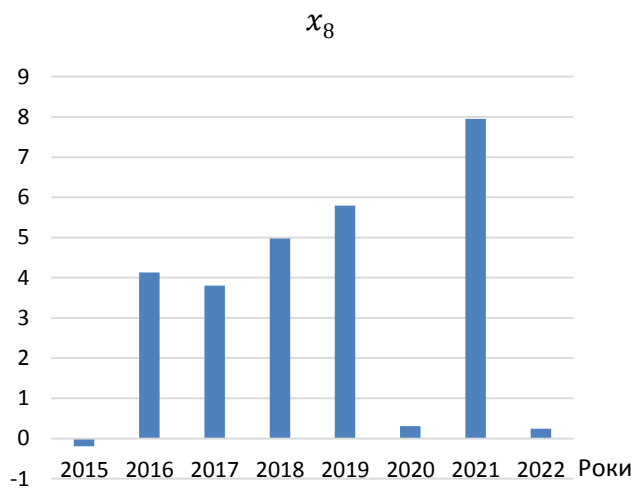
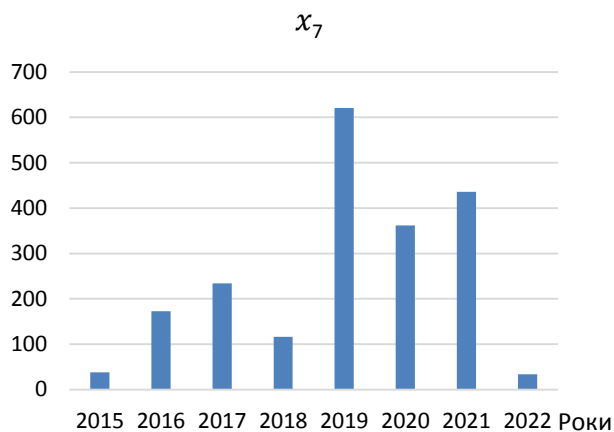
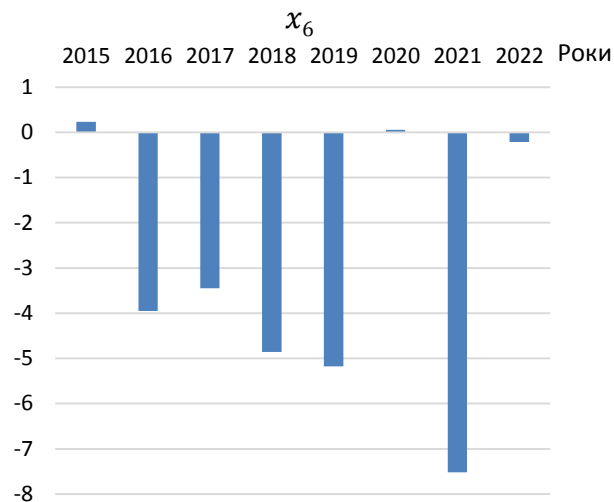
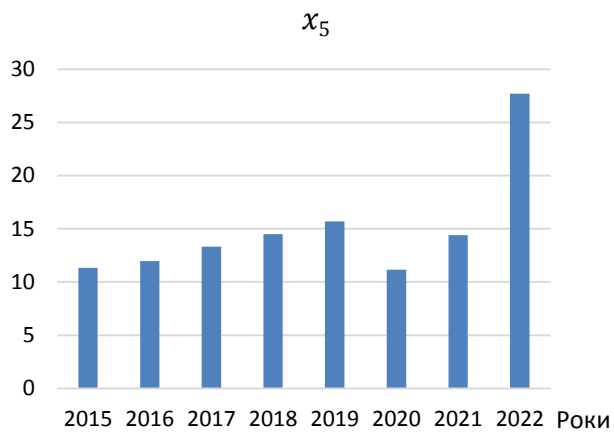
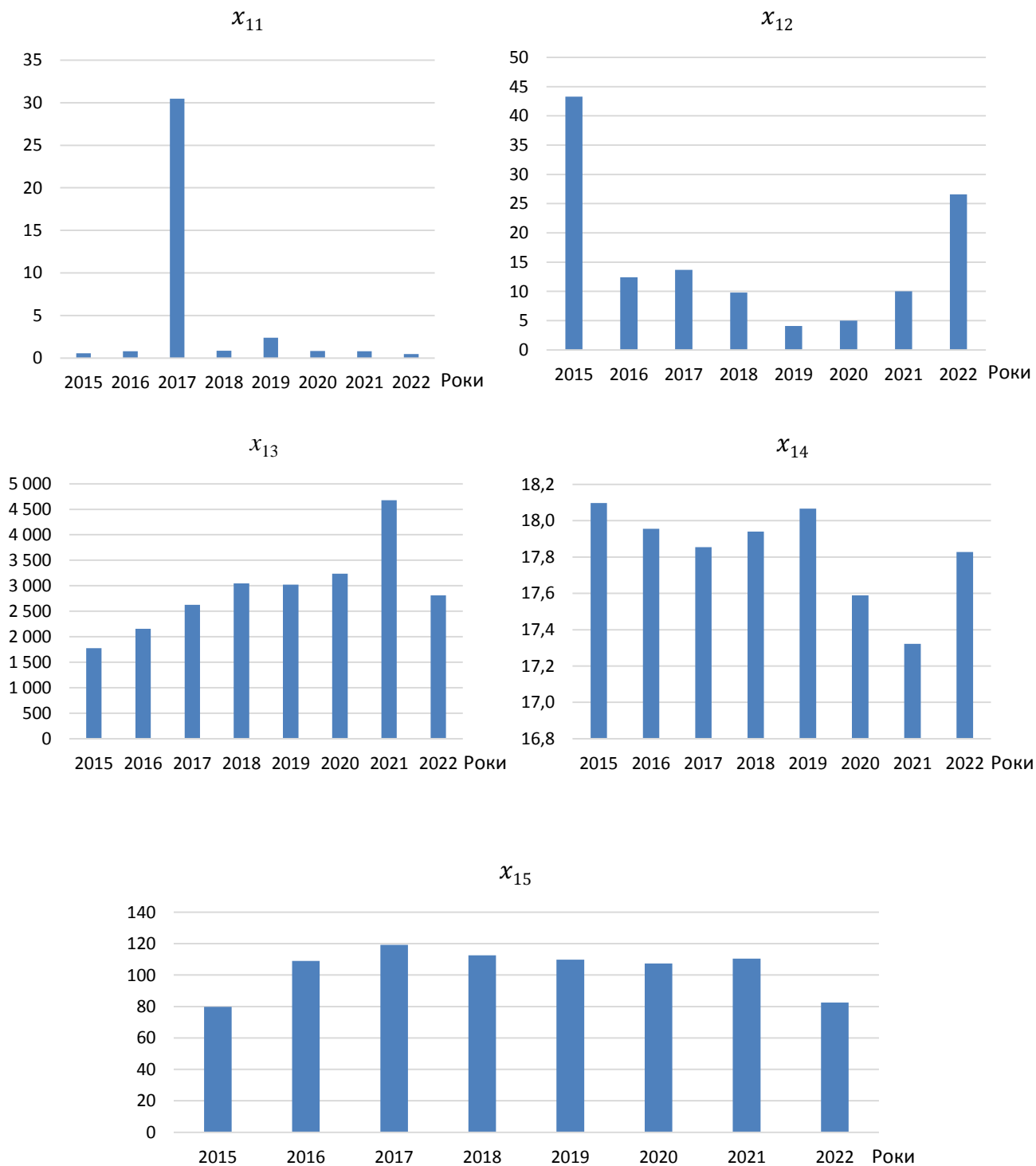


Рис. 1.3. Динаміка факторів впливу на Глобальний інноваційний індекс в Україні



Продовження рис. 1.3



Закінчення рис. 1.3

Різні тенденції змін факторів впливу на Глобальний інноваційний індекс в Україні спричиняють різну його зміну (див. рис. 1.3). Для визначення сумісного їхнього впливу слід спочатку визначити латентні

фактори, обчислені на системі цих показників за допомогою компонентного аналізу. Усю систему 15 показників можна узагальнити трьома компонентами, які на 84,068 % пояснюють цю систему. Рівняння цих узагальнювальних компонент мають такий вигляд:

$$C_1 = 0,286x_1 + 0,335x_2 + 0,341x_3 + 0,332x_4 + 0,034x_5 - 0,252x_6 + \\ + 0,257x_7 + 0,26x_8 + 0,311x_9 - 0,04x_{10} - 0,031x_{11} - 0,252x_{12} + \\ + 0,346x_{13} - 0,261x_{14} + 0,19x_{15};$$

$$C_2 = 0,307x_1 + 0,052x_2 + 0,117x_3 + 0,183x_4 + 0,445x_5 - 0,243x_6 - 0,185x_7 - \\ - 0,247x_8 + 0,165x_9 + 0,476x_{10} - 0,21x_{11} + 0,217x_{12} + 0,058x_{13} - 0,086x_{14} - \\ - 0,386x_{15};$$

$$C_3 = 0,052x_1 - 0,182x_2 + 0,092x_3 + 0,085x_4 + 0,458x_5 - 0,213x_6 - 0,081x_7 + \\ + 0,199x_8 - 0,216x_9 + 0,341x_{10} + 0,575x_{11} - 0,141x_{12} - 0,104x_{13} + \\ + 0,238x_{14} + 0,256x_{15}.$$

Виміряні значення компонент дозволили обчислити рівняння залежності Глобального інноваційного індексу від них:

$$Y = 52,78 + 4,9481C_2.$$

В обчисленій моделі багатофакторної регресії значущою є тільки друга компонента й незначущими – перша та третя. Отже, Глобальний інноваційний індекс залежить лише від другої компоненти, й не залежить від інших. Ця модель є статистично якісною, оскільки коефіцієнт детермінації дорівнює $R^2 = 0,732$, а обчислене значення критерію Фішера $F = 16,38$. Аналізуючи другу компоненту, можна встановити рейтинг впливу факторів (значення вагових коефіцієнтів яких є більшими ніж 0,3) на Глобальний інноваційний індекс в Україні. Цей рейтинг такий:

$$x_{10} \gg x_5 \gg x_{15} \gg x_1,$$

а саме: 1) надходження від Європейського Союзу, урядів іноземних держав, міжнародних організацій, донорських установ; 2) імпорт послуг; 3) індекс реальної заробітної плати; 4) ВВП у фактичних цінах. Для управління рейтингом інноваційного розвитку України, а саме його зростанням, потрібно змінити цю логіку впливу факторів.

До первинних (базових) показників обчислення Глобального інноваційного індексу належать відносні показники експорту й імпорту товарів та послуг країни. На рис. 1.4 показано щомісячну динаміку показників обсягу експорту товарів (X_1 , млн дол. США), обсягу імпорту товарів в Україні (X_2 , млн дол. США) протягом 2021 – 2023 рр. [32].

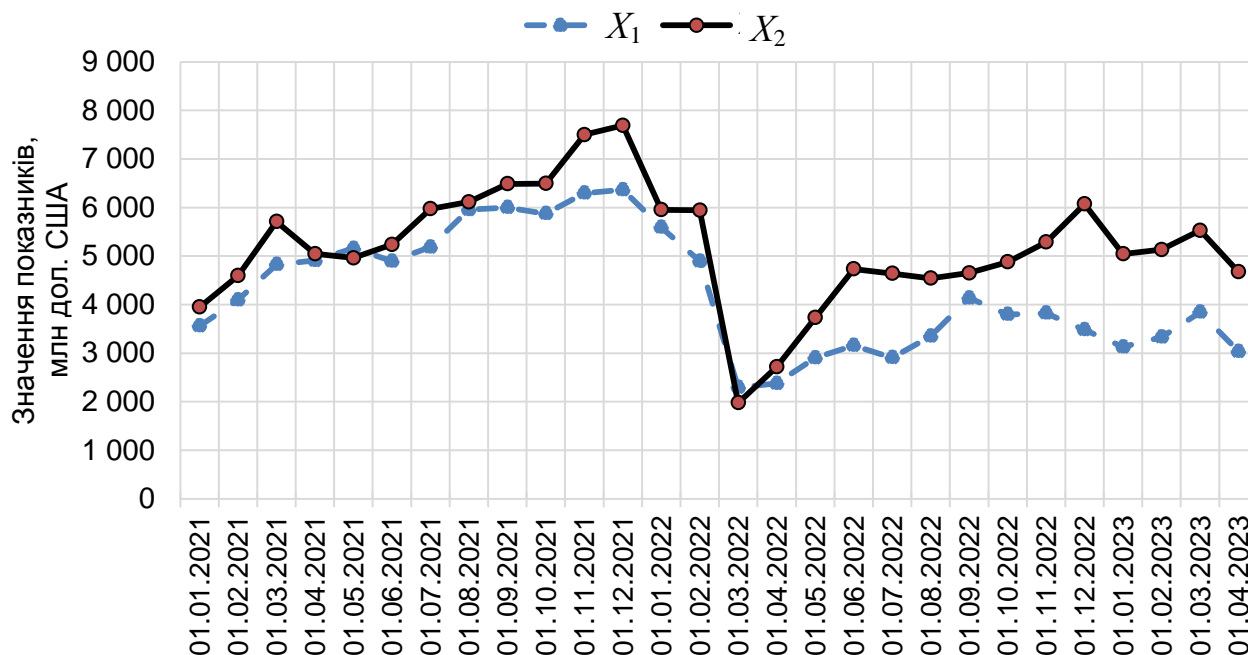


Рис. 1.4. Динаміка експорту й імпорту товару в Україні щомісячно протягом 2021 – 2023 рр. (до квітня включно)

Протягом періоду дослідження мінімальні обсяги імпорту й експорту товару припадають на березень 2022 року, хоча спадну тенденцію спостерігають ще із січня того самого року. Наразі виникає багато проблем щодо оцінювання й аналізу економічних процесів і явищ, а саме мова йде про довжину динамічних рядів, що є значеннями економічних показників за відповідний період.

На погляд автора, для об'єктивності оцінювання, наприклад, експортно-імпоротної діяльності у воєнних умовах, доцільно брати за точку відліку 1 березня 2022 року й діагностику тенденції до розвитку експортно-імпоротної діяльності за означеними показниками здійснювати за їхніми базисними індексами, узявши за основу саме вказаний період (рис. 1.5).

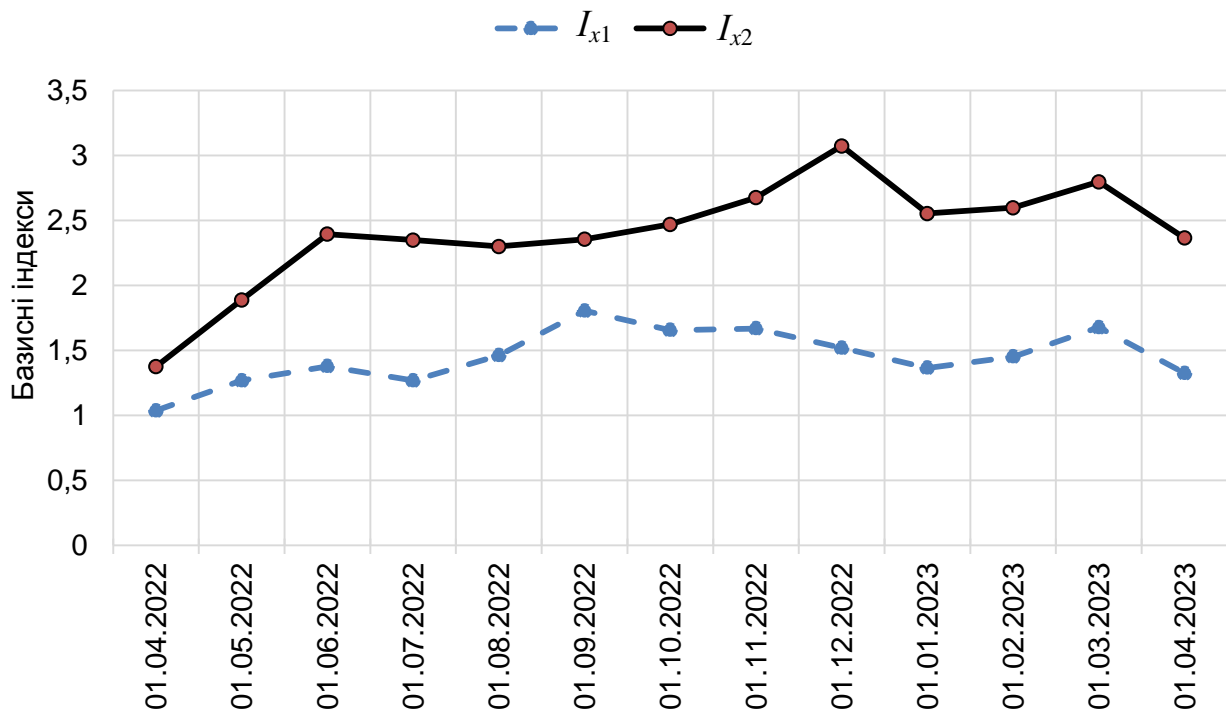


Рис. 1.5. Базисні індекси експорту й імпорту товару в Україні, де I_{x1} – базисний індекс експорту товару в Україні протягом періоду дослідження; I_{x2} – базисний індекс імпорту товару в Україні протягом періоду дослідження

Зміст рис. 1.5 свідчить про темп зростання імпорту товарів і нестійку тенденцію до темпів змінення експорту товарів в Україні. Позитивні рухи темпів зростання експорту товарів до вересня 2022 року змінилися на повільний спад, що, зазвичай, негативно відображається на економічному розвитку країни, який передбачає перевагу експорту товарів над імпортом, а показник інтенсивності цього розвитку залежить від співвідношення обсягів експорту й імпорту протягом означеного періоду часу. Проте у воєнних умовах для інноваційного розвитку України це набуває позитивного змісту, підтвердженням цього є динаміка темпів зростання базисних індексів експорту й імпорту машин, обладнання, транспортних засобів та приладів (рис. 1.6).

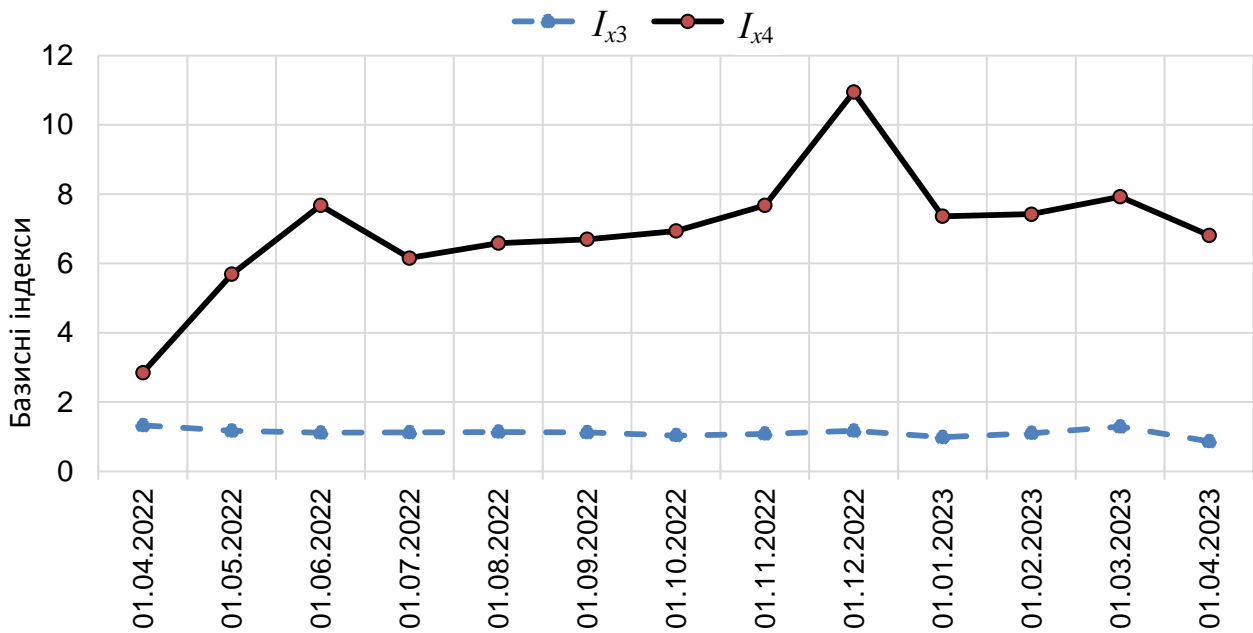


Рис. 1.6. Базисні індекси експорту й імпорту машин, обладнання, транспортних засобів та приладів в Україні, де I_{x3} – базисний індекс експорту машин, обладнання, транспортних засобів та приладів в Україні протягом періоду дослідження; I_{x4} – базисний індекс імпорту машин, устаткування, транспортних засобів та приладів в Україні протягом періоду дослідження

Тут доцільно навести виявлені особливі закономірності в співвідношення експорту й імпорту в країні, а саме: 1) показники експорту й імпорту часто є взаємозв'язаними. Конкурентний експорт зазвичай використовує велику кількість імпортованих компонентів і тому імпорт не витісняє зайнятості; 2) відкриття міжнародної торгівлі та внутрішніх ринків часто є необхідною умовою виходу країни із кризи та започаткування процесів відновлення та зростання на новій конкурентній базі; 3) експорт та імпорт мають різні складові й визначення (для експорту визначальним є зовнішній попит, для імпорту – купівельна спроможність у власній країні), а вони однаковою мірою сприяють створенню кращих робочих місць; 4) розширення зовнішньоекономічних торговельних відносин сприяє підвищенню рівня зайнятості й заробітних плат; 5) підвищенню зайнятості в країні веде до зростання купівельної спроможності населення й супроводжено зростанням імпорту; 6) підвищення зайнятості в країні стимулює внутрішній попит та імпорт, а також розширює ресурсну базу національної економіки [26].

Науковий інтерес становлять дослідження впливу темпів зростання експорту (I_{x1}) й імпорту товару (I_{x2}) на індекс промислової продукції ($ИПП$), який відображає короткотермінові зміни валової доданої вартості. Так, регресійна залежність індексу промислової продукції в Україні у воєнних умовах від темпів зростання імпорту й експорту товарів має такий вигляд:

$$ИПП = 32,305 + 19,272I_{x1} ,$$

водночас $R^2 = 0,68$; $F = 23,41$; $p - \text{value} = 0,0005$.

Отже, на змінення індексу промислової продукції впливають зміни темпів зростання експорту товарів, а саме: якщо базисний індекс експорту товару в Україні зросте всього на 0,1, то індекс промислової продукції зросте на 1,9272 %; нині зміни індексу промислової продукції не залежать від базисного індексу імпорту товару.

Щодо оцінювання інноваційного розвитку підприємства, то є багато методичних підходів, відображених у роботах Ілляшенко С. М., Біловодської О. А. [6]; Малюти Л. Я. [10]; Пілявоз Т. М., Глущенко Л. Д. [28]; Овандер Н. Л., Орлової К. Є. [27]; Полянської А. С. [29]; Черваньова Д. М., Нейкова Л. І. [15]; Черноіванової Г. С. [16]; Ястремської О. М., Доуртмес П. О. [19] та багатьох інших. У роботах обґрунтовано системи показників оцінювання інноваційного розвитку підприємства, систематизовано фактори впливу на інноваційний розвиток, наведено методологічні підходи до економічної ефективності інноваційної діяльності та вирішено багато інших важливих, актуальних питань.

У процесі управління інноваційним розвитком експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання потрібно врахувати не тільки вплив зовнішнього середовища, але й свій експортно-імпортний потенціал, а саме ефективність його використання, це забезпечує стійкість діяльності. Визначаючи експортно-імпортний потенціал як поєднання суб'єктної (здатності) та об'єктної (можливості) його складових, що зумовлюють здатність здійснювати експортні й імпортні операції, можливості забезпечувати їхнє додатне сальдо, а саме провадити ефективну експортно-імпортну діяльність для формування та відтворення конкурентної позиції на зовнішніх і внутрішньому ринках [28], то саме відповідний рівень цього

потенціалу надає можливості відшукання та реалізації внутрішніх резервів розвитку, що особливо важливо у воєнних та повоєнних умовах. Тут також важливо розв'язати проблему оцінювання рівня експортно-імпортного потенціалу суб'єктів господарювання й ефективності його використання, щоб вона була об'єктивною та достовірною.

Формування системи управління інноваційним розвитком експортно-імпоротної діяльності сприяє збереженню матеріальних і трудових ресурсів на підприємстві. Своєю чергою, інтелектуалізація управління інноваційним розвитком є процесом створення організаційного знання, де створюють умови для інновацій [20; 21]. Факторами інтелектуалізації управління інноваційним розвитком є автоматизація управління, розвиток компетентностей і культури праці, генерація знань та ідей, огляд аналогів і відмінностей, розкриття креативних здібностей до управління, планування можливостей, ідентифікація сценаріїв розвитку, структурування взаємодій у процесі управління. Реалізація цих факторів передбачає створення нової системи знань, умінь, навичок, забезпечує конкурентоспроможність і прибуток, креативність виконавців, додаткові джерела ринкової вартості.

На основі аналізу означених концепцій інноваційного розвитку діяльності суб'єктів різного рівня управління було обґрунтовано положення концепції трансформації інноваційного розвитку експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання в умовах обмеженості діяльності [13]. Це такі положення: 1) в умовах війни та в повоєнний час допомога розвинених країн або країн із розвинутою економікою та міжнародних організацій прискорюють інноваційний розвиток експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання в Україні; 2) державне управління інвестиціями сприяє інноваційному розвитку експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання в Україні. Здійснення реформ в Україні прискорює євроінтеграцію; 3) трансформація інноваційного розвитку експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання державного сектору в Україні буде відбуватися в кілька етапів; 4) державне підтримання розвитку підприємницької діяльності сприяє інноваційному розвитку експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання в Україні; 5) новими ознаками інноваційного розвитку експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання є навчання за допомогою експорту, цифровізація цієї діяльності, інноваційна конкурентоспроможність людського

капіталу, збільшення інноваційно активних підприємств, диференціація походження інвестицій та перевірка їхньої чистоти, перехід у міжнародній торгівлі від практики *off-shoring* до *friend-shoring* (дружніх інвестицій), установлення критеріїв для визначення дружніх інвестицій; очікуване надходження значних ресурсів (зокрема інвестиційних) у межах плану Маршалла, які (ресурси) за обсягами будуть на порядок перевищувати потенційні обсяги із традиційних джерел; скасування всіх спеціальних пільг (фіскальних, адміністративних) для (іноземних) інвестицій і гарантії однакового доступу для вітчизняних та іноземних компаній як державної, так і приватної форми власності до всіх інвестиційних проєктів, а також усіх ресурсів; 6) результати оцінювання, аналізу, діагностики, моніторингу інноваційного розвитку експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання створюють аналітичну основу інструментів страхування воєнних ризиків, що є однією з передумов залучення прямих іноземних інвестицій; 7) формування достатнього рівня експортно-імпортного потенціалу забезпечує інноваційний розвиток експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання та її стійкість в умовах обмеженості діяльності (воєнних і повоєнних умовах); 8) у процесі міжнародного науково-технічного співробітництва здійснюють інноваційний розвиток експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання; 9) управління інноваційним розвитком експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання полягає у виборі найкращого варіанта цього розвитку; 10) конкурентоспроможність суб'єктів господарювання забезпечує інноваційний розвиток експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання.

Сформовані положення концепції трансформації інноваційного розвитку експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання в умовах обмеженості діяльності обґрунтовано на основі аналізу теоретичних і практичних засад інноваційного розвитку країн світу, України, суб'єктів господарювання, розвитку експортно-імпортного потенціалу, експортно-імпоротної діяльності.

Для прискорення інноваційного розвитку в Україні створено та діє Фонд розвитку інновацій, який є державним фондом, що надає на конкурсних засадах безповоротне фінансове підтримання суб'єктам господарювання приватного сектору економіки, які провадять інноваційну діяльність. Цей фонд також залучає фінансування у сферу інновацій від

українських недержавних організацій, підприємств та установ, міжнародних та іноземних урядових і неурядових фінансових та нефінансових організацій, приватних осіб; організовує та провадить конкурсні відбори інноваційних проєктів, із метою надання фінансового підтримання та/або технічної допомоги для їхньої реалізації. Відома інформація, що станом на 01.03.2023 р. Фондом розвитку інновацій уже було опрацьовано понад 3 700 заявок, розмір наданих грантів становив понад 160 млн грн, профінансовано понад 229 стартапів.

Також в Україні створюють Фонд розвитку України (UDF). Ця інституція надасть нові інвестиційні можливості та доповнить роботу інших міжнародних інституцій через збільшення кількості якісних інвестиційних можливостей приватного капіталу для участі у відбудові України [28]. Роботу UDF спрямовано на сприяння швидкому запуску після припинення бойових дій надійного управління фінансами та ризиками, зниження ризиків інвестиційних можливостей і розроблення більш широкого портфеля привабливих для банків проєктів, придатних для залучення значного капіталу в українську економіку; зосередження уваги на п'яти ключових секторах української економіки: енергетики, інфраструктури, сільського господарства, виробництва та ІТ, охоплюючи потенційний інвестиційний ринок у понад \$50 млрд для приватного капіталу, і це не є повний перелік напрямів його діяльності. Фонд розвитку України буде також займатися погодженням із пріоритетами промислової політики України для того, щоб країна стала провідним міжнародним інвестиційним напрямом.

Реформування державних підприємств будуть здійснювати в кілька етапів, а саме: спочатку буде створено незалежні наглядові ради; потім виконання вимог функціонування в ринкових умовах без особливих переваг у регулюванні, ціноутворенні чи фінансовому підтриманні з боку пов'язаних банків; далі – державні підприємства, які не є природними монополіями чи підприємствами особливого стратегічного значення, можуть стати кандидатами на приватизацію і ще один етап – приватизація, що має відбуватися прозоро, із дотриманням найкращих міжнародних практик.

Створений урядовий проєкт «єРобота» передбачає надання українцям грантів для організації бізнесу, розвитку підприємництва та навчання.

Його спрямовано на активізацію підприємницької діяльності та стимулювання створення робочих місць. Проєкт охоплює шість грантових програм, згідно з якими українці зможуть здобути: мікрогранти для створення власного бізнесу; гранти для розвитку переробного підприємства; державне фінансування закладання саду; кошти для розвитку тепличного господарства; грант на реалізацію стартапу, зокрема у сфері ІТ; кошти на навчання ІТ-спеціальностей.

Наразі ризики війни є надто високими для приватних страховиків і тому їхні продукти є дорогими для інвесторів, і відповідальність за забезпечення страхового покриття інвестицій лягає на державу. Створення нових та удосконалення наявних механізмів страхування передбачають розподіл ризиків між інвесторами й державою чи міжнародними донорами, і саме останні компенсують витрати на страхування та відшкодовують можливі збитки [25].

Зрозуміло, що страхування воєнних ризиків має ґрунтуватися на об'єктивній, достовірній, своєчасній, динамічній інформації, яку надають результати оцінювання, аналізу, діагностики, моніторингу, що, своєю чергою, мають здійснювати на науковій основі, відповідно до сучасних вимог розвитку математичних методів, програмних засобів, технології моделювання, інформаційного забезпечення.

Підтвердженням успішної реалізації напрямів, заходів політики швидкого відновлення машинобудування є діяльність АТ «Українські енергетичні машини». Підприємство є виробником енергетичного обладнання енергомашинобудівного комплексу України та входить до провідних турбобудівних фірм світу [30]. Підприємство спеціалізується на випуску парових турбін для теплових електростанцій (ТЕС), атомних електростанцій (АЕС) і теплоцентралей (ТЕЦ); гідравлічних турбін для гідроелектростанцій (ГЕС) та оборотних гідромашин для гідроакмулювальних електростанцій (ГАЕС), потужних гідрогенераторів, гідрогенераторів-двигунів, водяних насосів зрошувальних каналів, електродвигунів для приводів прокатних станів, шахтних витягів, тягового електрообладнання для залізничного та міського транспорту, іншого енергетичного обладнання. Про те, що продукція цього підприємства є конкурентоспроможною, свідчать такі дані: підприємство має 13 % від загальних обсягів постачань турбін для АЕС на світовому ринку та посідає четверте

місце серед турбобудівних фірм світу. Підприємство накопичило позитивний досвід співпраці з турбобудівними фірмами світу – «Сіменс» (Німеччина), «Альстом-Пауер» (міжнародний концерн) та ін. – із постачання енергетичного обладнання, зокрема: ГЕС «Пурнарі» (Греція); ГЕС «Агуамільпа» та ГЕС «Ель Кахон» (Мексика); ГЕС «Тері» (Індія) та ін. Попри труднощі та використовуючи свій експортно-імпортний потенціал, підприємство продовжує стійко працювати й у воєнних умовах.

Господарська діяльність підприємства АТ «Українські енергетичні машини» протягом 2017 – 2021 рр. характеризується такими основними показниками: темп зростання доходу (%), YZ), рентабельність інвестицій (%), z_1), коефіцієнт оборотності активів (z_2), коефіцієнт оновлення основних засобів (z_3), коефіцієнт стабільності кадрів (z_4), коефіцієнт оборотності оборотних активів (z_5), фондоддача (z_6) [30].

На рис. 1.7 і 1.8 показано динаміку цих показників протягом періоду дослідження.

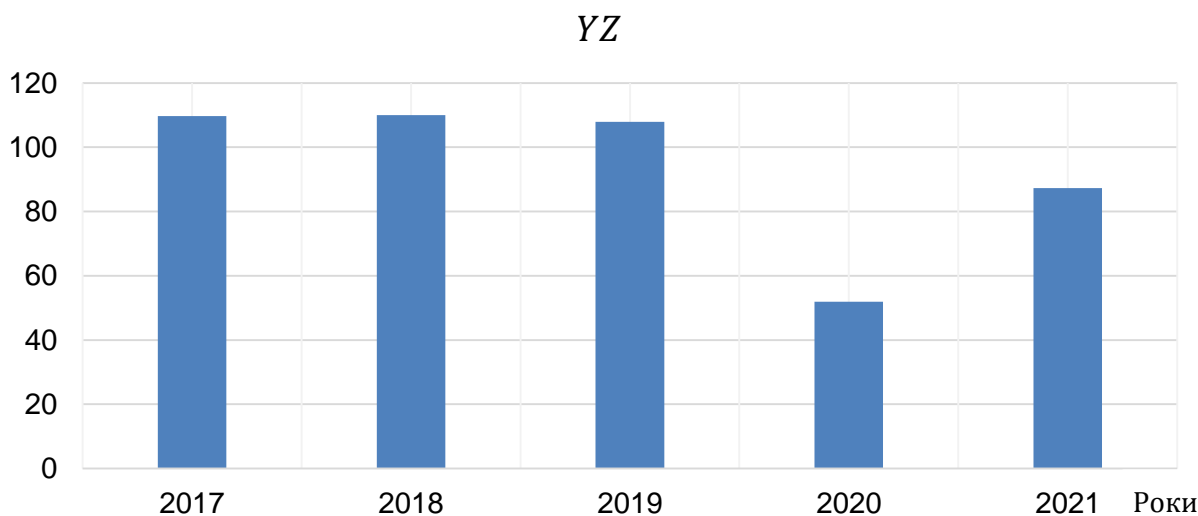


Рис. 1.7. Динаміка показника темпу зростання доходу АТ «Українські енергетичні машини» протягом 2017 – 2021 рр.

Загалом на підприємстві спостерігають зниження темпів зростання доходу (див. рис. 1.7). Показник рентабельності інвестицій починаючи із 2019 року зростає і це добра тенденція (див. рис. 1.8).

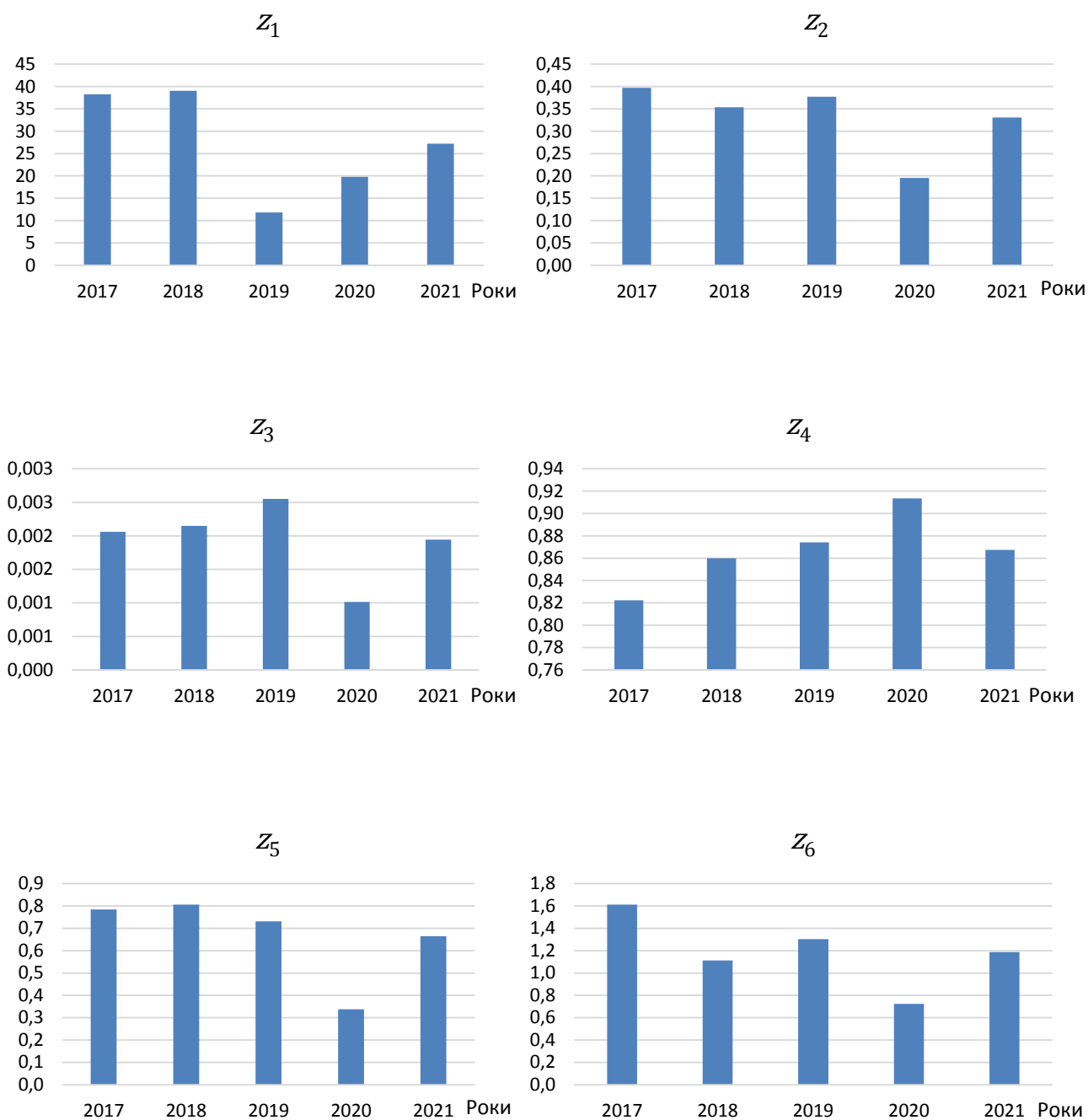


Рис. 1.8. Динаміка основних показників господарської діяльності АТ «Українські енергетичні машини» протягом 2017 – 2021 рр.

Аналіз рис. 1.8 свідчить про тенденції зниження значень показників оборотності активів (z_2), оборотності оборотних активів (z_5), фондо-віддачі (z_6). Але решта показників загалом мають зростальну тенденцію. Якщо говорити про залежність темпів зростання доходу (% YZ) підприємства від системи означених факторів, то спочатку слід згорнути шість

показників господарської діяльності в один узагальнювальний фактор за методом багатовимірного статистичного аналізу – факторного аналізу. Рівняння узагальнювального фактора має такий вигляд:

$$F = 0,234z_1 + 0,458z_2 + 0,392z_3 - 0,438z_4 + 0,45z_5 + 0,433z_6 .$$

Цей узагальнювальний фактор майже на 80 % відображає змінність початкових факторів. Залежність темпів зростання доходу підприємства від узагальнювального фактора описують таким лінійним рівнянням:

$$YZ = 93,378 + 11,16F_1,$$

яке є статистично значущим ($F = 32,78$). Змінність темпів зростання доходу на 91,62 % пояснено змінністю цього узагальнювального фактора.

Незважаючи на соціально-економічні труднощі сьогодення, підприємство активно здійснює свою життєдіяльність, розвиває виробництво, формує висококваліфікований трудовий колектив, постійно веде роботу з пошуку нових ринків збуту своєї продукції, бере участь у міжнародних та українських тендерах. Воно планує виробляти нову продукцію, яка дозволить диверсифікувати ринки збуту, забезпечить імпортозаміщення деякої продукції, створити нові можливості для економічного розвитку. Але для виробництва нової продукції на підприємстві потрібні зовнішні капітальні інвестиції, які дозволять придбати нове, замінити фізично спрацьоване обладнання, здійснити модернізацію та виконати капітальний ремонт наявного обладнання, розвивати лабораторну базу та поліпшити умови праці трудового колективу.

Отже, розглянутий зміст складових інноваційного розвитку економіки України в сучасних умовах надає можливості розробити його концептуальну модель, яка створює наукове підґрунтя для формування програм та заходів відновлення економіки країни.

Використана література

1. Белявцева В. В. Методологія управління інноваційним розвитком регіону : монографія / В. В. Белявцева. – Харків : Друкарня Мадрид, 2017. – 215 с.

2. Ватченко О. Б. Інноваційний розвиток підприємства : навч. посіб. / О. Б. Ватченко, Б. С. Ватченко, О. Л. Черевко. – Дніпро : Акцент ПП, 2017. – 404 с.
3. Геєць В. М. Формування профілю стратегічно важливих видів промислової діяльності в Україні (погляд на перспективу) / В. М. Геєць // Економіка України. – 2023. – № 9 (742). – С. 3–29.
4. Дацій О. І. Інноваційна модель розвитку економіки України в умовах глобалізації : монографія / О. І. Дацій, М. В. Гаман, Н. В. Дацій. – Донецьк : Юго-Восток, 2010. – 368 с.
5. Єріна А. М. Міжнародні рейтинги: статистичні аспекти обчислення та застосування. У 2 ч. Ч. II. Індекси інноваційного та людського розвитку / А. М. Єріна // Статистика України. – 2016. – № 4. – С. 66–75.
6. Ілляшенко С. М. Управління інноваційним розвитком промислових підприємств : монографія / С. М. Ілляшенко, О. А. Біловодська. – Суми : Університетська книга, 2010. – 281 с.
7. Інноваційний розвиток підприємства : навч. посіб. / П. П. Микитюк, Ж. Л. Крисько, О. Ф. Овсянюк-Бердадіна, С. М. Скочиляс. – Тернопіль : ПП «Принтер Інформ», 2015. – 224 с.
8. Концепція «Індустрія 4.0»: проблеми впровадження і окремі правові аспекти її реалізації в Україні : монографія / [Є. М. Білоусов, Р. П. Бойчук, І. В. Борисов та ін.] ; за ред. С. В. Глібка. – Харків : НДІ прав. забезп. інновац. розвитку НАПрН України, 2021. – 200 с.
9. Ліпич Л. Г. Навчання шляхом експорту як джерело інноваційності підприємства / Л. Г. Ліпич, О. А. Хілуха, М. А. Кушнір // Науковий погляд: економіка та управління. – 2020. – № 3. – С. 62–67.
10. Малюта Л. Я. Стратегічне управління інноваційним розвитком підприємства : навч. посіб. / Л. Я. Малюта. – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2016. – 232 с.
11. Михайлишин Л. І. Транснаціоналізація світової економіки: інноваційний аспект : монографія / Л. І. Михайлишин. – Вінниця : ДонНУ, 2016. – 314 с.
12. Моніторинг експортно-імпортного потенціалу та ефективності його використання : монографія / Л. М. Малярець, В. І. Отенко, І. П. Отенко та ін. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2022. – 171 с.

13. Положення концепції трансформації інноваційного розвитку експортно-імпоротної діяльності суб'єктів господарювання у воєнних і повоєнних умовах / В. С. Пономаренко, Л. М. Малярець, І. О. Бараннік, Ю. С. Балюк // Проблеми економіки. – 2023. – № 2 (56). – С. 87–98.

14. Федулова Л. І. Інноваційна економіка / Л. І. Федулова. – Київ : Либідь, 2006. – 480 с.

15. Черваньов Д. М. Менеджмент інноваційно-інвестиційного розвитку підприємств України / Д. М. Черваньов, Л. І. Нейкова. – Київ : Знання, 1999. – 246 с.

16. Черноіванова Г. С. Організаційно-економічне забезпечення управління інноваціями та інноваційною працею : монографія / Г. С. Черноіванова. – Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2018. – 284 с.

17. Юринець З. В. Управління інноваційним розвитком : навч. посіб. / З. В. Юринець, Л. Й. Гнилянська, Р. В. Юринець. – Львів : СПОЛОМ, 2021. – 132 с.

18. Юринець З. В. Формування інноваційних стратегій: теорія, методологія, практика : монографія / З. В. Юринець. – Львів : СПОЛОМ, 2016. – 412 с.

19. Ястремська О. М. Інноваційна діяльність промислових підприємств: результати оцінювання / О. М. Ястремська, П. О. Доуртмес // Бізнес Інформ, 2016. – № 4. – С. 161–168.

20. Malyarets L. Modeling of export-import potential / L. Malyarets, I. Otenko // Modern Management Review. – 2019. – Vol. XXIV, No. 26 (3/2019). – P. 51–61.

21. Myslín J. State Modeling Methodology for Business Processes / J. Myslín, J. Kaise // TEM Journal. – 2022. – Vol. 11, issue 4. – P. 1824–1834.

22. Twiss B. Managing Technological Innovation / B. Twiss. – 4th ed. – London : Pitman Publishing, 1992. – 338 p.

23. Відбудова України: принципи та політика [Електронний ресурс] / за ред. Ю. Городніченка, І. Сологуб, Б. Ведер ді Мауро. – Режим доступу : https://cepr.org/system/files/2022-12/reconstruction%20book_Ukrainian_0.pdf.

24. Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki/>.

25. Інформаційні матеріали сайту Національного інституту стратегічних досліджень [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/strakhuvannya-investytsiy-vid-voennykh-ryzykiv-v-ukrayini>.

26. Інформаційні матеріали сайту Центру Разумкова [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://razumkov.org.ua/komentari/yaki-investytsii-slid-zaluchaty>.

27. Овандер Н. Л. Структурні індикатори інноваційної моделі розвитку національної економіки [Електронний ресурс] / Н. Л. Овандер, К. Є. Орлова // Ефективна економіка. – 2019. – № 7. – Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7187>.

28. Пілявоз Т. М. Методичний підхід до оцінювання результатів інноваційного розвитку підприємства на базі інтегрального показника рівня інноваційного розвитку [Електронний ресурс] / Т. М. Пілявоз, Л. Д. Глущенко // Ефективна економіка. – 2018. – № 6. – Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6398>.

29. Полянська А. С. Сучасні підходи до оцінювання ефективності інноваційної діяльності підприємства [Електронний ресурс] / А. С. Полянська. – Режим доступу : <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/18748/1/37-175-180.pdf>.

30. Сайт АТ «Українські енергетичні машини». – Режим доступу : <https://ukrenergymachines.com/>.

31. Сайт Міністерства економіки України. – Режим доступу : <https://www.me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=a1554595-5306-44ac-90a7-943745ba06f0&title=UkraineRozvivatime>.

32. Сайт Національного банку України. – Режим доступу : <https://bank.gov.ua/ua/news/all/makroekonomichniy-ta-monetarniy-oglyad-cherven-2023-roku>.

33. Global Innovation Quotient [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.bloomberg.com/slideshow>.

Розділ 2

Трансформаційні напрями інноваційного розвитку експортної діяльності суб'єктів господарювання в умовах обмеженості діяльності воєнного стану

Період воєнного стану суттєво впливає на всі процеси в економіці, створюючи перешкоди й обмежуючи діяльність. Перспективні можливості технологічних змін Індустрії 4.0 мають відіграти важливу роль у технічному переозброєнні, цифровізації й автоматизації виробничих процесів, потрібних для пришвидшення відновлення повоєнної економіки. Процес подолання обмеженості діяльності є стратегічним напрямом економічного оновлення.

Розроблення концептуальних основ трансформації інноваційного розвитку суб'єктів господарювання, зокрема експортерів, потребує нових рішень, одним із таких можуть бути пропозиції західних розробників у плануванні та впровадженні ефективних наскрізних відкритих інноваційних програм. Такою може бути Програма цифрової та сталої трансформації для запровадження енергоефективних змін у конкретних галузях промисловості. Життєвий цикл програми буде походити з інноваційної стратегії й ідентифікації та вибору викликів для остаточного пошуку і перевірки рішень [4]. Можливо, серед ризиків можна розглядати питання обмеженості діяльності, зокрема в умовах воєнного стану.

Зважаючи на те, що переважна більшість інновацій не досягають своїх цілей, західні фахівці також розробили інноваційний інструмент, який потрібний для пошуку, погодження, тестування та реалізації найкращих ідей у будь-якій організації [2].

Для розроблення базової концепції щодо трансформації інноваційного розвитку суб'єктів господарювання в умовах обмеженості діяльності в період воєнного стану й повоєнної економіки необхідний розгляд державної політики в цій сфері.

Національні дослідники [6] ґрунтовно підійшли до аналізу формування й реалізації державної політики управління розвитком пріоритетних галузей національної економіки. Вони зазначили недосконалість вітчизняних інституційно-правових норм, зокрема щодо стимулів для створення локальних інтегрованих структур, технологічної модернізації, цифровізації бізнес-процесів тощо (функція мотивації), яка зумовила

превалювання захисної стратегії безпеки, тоді як реалізація потенціалу стратегічних видів діяльності можлива лише за наступальної тактики зміцнення конкурентоспроможності. Отже, невикористання засобів аналізу розвитку та безпеки пріоритетних галузей, а також якості й ефективності державної політики в цій сфері (функція контролю) унеможливила вдосконалення системи державного менеджменту, зокрема щодо сприяння експорту.

Закордонні дослідники [11] доводили, що інноваційні процеси стають основним фактором економічного зростання. У зв'язку із цим приділено увагу стратегічному управлінню інноваційними процесами та схемі організації інноваційної стратегії підприємств. Отже, питання концептуалізації трансформації інноваційного розвитку суб'єктів господарювання, зокрема експортерів, потребують подальшого розвитку.

Тому функціонування системи публічного управління інноваційним розвитком [5] має створювати умови для підвищення інноваційної активності підприємств, що буде забезпечувати їхню конкурентоспроможність на світовому ринку. Органам державної влади бажано визначати пріоритетні напрями інноваційних процесів та вибрати сучасні методи й інструменти підтримання підприємств, що впроваджують інноваційні проекти, із перспективою експортоспрямованості.

Розглядаючи як аналог вплив неформальної конкуренції на інновації малих та середніх підприємств у східноєвропейських країнах із перехідною економікою [12], запропоновано дослідити, як обмеженість діяльності впливає на трансформаційні процеси у сфері інновацій.

Із цією метою висунуто декілька гіпотез [3]:

Гіпотеза Н1. *Обмеженість діяльності має значний прямий вплив на трансформаційні процеси в інноваціях суб'єктів господарювання.*

Гіпотеза Н1а. *Обмеженість діяльності має значний прямий вплив на трансформаційні процеси в інноваційних продуктах суб'єктів господарювання.*

Гіпотеза Н1б. *Обмеженість діяльності має значний прямий вплив на трансформаційні процеси в технологічних інноваціях суб'єктів господарювання.*

Гіпотеза Н1с. *Обмеженість діяльності має значний прямий вплив на трансформаційні процеси в зелених (циркулярних) інноваціях суб'єктів господарювання.*

Для підтвердження або спростування цих гіпотез заплановано провести дослідження щодо моделювання обмеження діяльності.

Розглядаючи продуктові інновації, інновації процесів, циркулярні інновації, має бути встановлено напрям і рівень впливу на них обмеження діяльності, зокрема в умовах воєнного стану.

Під час сучасних технологічних змін вважають, що трансформація виробничих систем суттєво змінюється, отже, інноваційну складову мають посилювати. У сучасних умовах обмеженості діяльності під час воєнного стану виробничі підприємства мають запроваджувати зовсім нове покоління технологій, послуг і продуктів, заснованих на комп'ютерних технологіях та циркулярній економіці.

Проблеми інноваційного розвитку на мережевій основі кластеризації, які стали пріоритетними в пришвидшенні розвитку технологічних трансформацій, зокрема, які в циркулярній Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0 потребують ефективних механізмів інноваційних комунікацій. Під час розроблення концептуальних основ вивчають проблему використання нових технологій в управлінні економічними бізнес-партнерствами, яка передбачає, зокрема, інноваційність стратегічної взаємодії з ними, що може вплинути на подолання впливу обмеженості діяльності.

Обмеженість діяльності в змінних умовах особливого правового періоду в Україні впливає на пошук і перегляд можливої взаємодії країн за рівнями спроможності до інноваційного розвитку, що є основою для розроблення спільних концептуальних основ трансформаційних заходів державного стимуляційного впливу на них, пошуку взаємодії міжнародних національних платформ. Розгляд різних джерел показав, що така взаємодія є можливою, але в умовах воєнного стану вона має асиметричний характер, тому застосування інструментів цифровізації може позитивно вплинути на зміни, потрібні в умовах обмеженості діяльності в більш пришвидшеному темпі.

Пріоритет можливих учасників інноваційних платформ як на національному, так і міжнародному рівнях у швидкозмінних міждержавних соціально-економічних умовах визначено потребою в переході на нову модель повоєнної економіки із залученням країн із високим рівнем розвитку інновацій і технологій, зокрема циркулярного типу.

За результатами місячного опитування (червень 2023 року), яке проводить кожного місяця Інститут економічних досліджень і політичних консультацій (м. Київ), зазначено, що без активного експорту не буде

економічного відновлення [1]. Частині бізнесу досі важко відновити експортну діяльність. 19 % опитаних підприємств-експортерів не мали експорту впродовж останніх 12 міс., хоча експортували до війни. Позитивним є те, що найчастіше експортну діяльність підприємств спостерігають у машинобудуванні, металургії та металообробленні, отже, можна зазначити, що промислові суб'єкти господарювання були більш стійкими до воєнних викликів.

Упродовж першого року війни певній кількості підприємств удалося зберегти й далі відновити експорт [1]. Якщо в травні 2022 року не відновили експорту 47 % опитаних експортерів, то в лютому 2023 року тільки 14 %. У цей період дві третини (65 %) опитаних указали, що не припиняли експорту, а 21 % – припиняли, але відновили. Тим часом від початку осені 2022 року спостерігали *стагнацію відновлення*: не змогли відновити експорт 16 % у вересні 2022 року і 14 % у лютому 2023 року [1].

А проте в травні 2023 року 80 % опитаних указали, що експортували впродовж останніх 12 міс. Обнадійливим є те, що з'являються нові гравці на ринку експорту: приблизно 1 % опитаних уперше розпочали експорт упродовж останніх 12 місяців.

Загалом зазначено обережний оптимізм на фоні повільного відновлення експорту: у травні 2023 року 24 % експортерів підвищували обсяги експорту, але 19,8 % скорочували. Однак планують збільшення експорту 37,4 % опитаних, а скорочення – лише 3,4 %. Тим часом у тримісячній перспективі зазначено найнижчий рівень непрогнозування для експорту (лише 4,3 % не змогли дати прогноз) [1].

Щодо географії експорту, то Європейський Союз є головним напрямом (77 % респондентів у травні). Щодо інших країн на другому місці – Молдова, де обсяги експорту, починаючи з опитування червня 2022 року зростають і досягли 32 % серед опитаних експортерів у червні 2023 року, частина суб'єктів господарювання продовжує експортувати до країн Євразійського економічного союзу (13 % у травні 2023 року), виділено сегмент експорту до Китаю, але він є незначним – 3 % [1]. Більшість експортерів мають обмежену географію експорту, чверть із них експортують до однієї країни, а інша половина до 2 – 5 країн, лише 5 % підприємств мають розгалужену експортну діяльність в 11 і більше країнах. Найширша географія експорту в деревообробній галузі.

Логістичні проблеми визначають серед трійки найбільших перешкод: черги на західних кордонах України, неможливість експорту морем

і брак залізничних вагонів / вантажівок/водіїв. Другою проблемою є складні митні формальності. А проте для кожного четвертого експортера суттєвою проблемою є падіння попиту на продукцію [1]. Раніше 13 % експортерів зазначали, що до війни не було проблем, у червні 2023 року – це тільки 1 %. У табл. 2.1 подано трансформаційні зміни інноваційного розвитку експорту з визначенням експортерами перешкод та обмежувальних складових експорту.

Таблиця 2.1

Трансформаційні зміни для експорту під час воєнного стану

Визначені експортерами перешкоди й обмежувальні складові експорту	Трансформаційні зміни інноваційного розвитку експорту
<i>Перешкоди, які можна подолати через розроблення інноваційних рішень</i>	
Зростання цін на сировину, матеріали й товари, які експортують	Виникають умови трансформаційних змін інноваційного розвитку через упровадження нових технологій
Брак обігових коштів	Запроваджують нові фінансові інструменти підтримання експортерів, зокрема щодо обігових коштів, експортний факторинг
Брак палива	Упроваджують нові технології енергозбереження щодо палива
Регулювання курсу валют	Запроваджують інструменти хеджування ризиків зміни курсу валют
Розрив ланцюгів постачання	Поновлення ланцюгів потребує трансформацій у способах ведення бізнесу й об'єднання, зокрема в кластери, трансформацій у досягненні високого рівня комунікаційних компетентностей фахівців
Зниження попиту на продукцію та послуги	Відбуваються трансформації в технологіях маркетингу та виробництва
Перебої в електро-водо-теплопостачанні	Трансформують джерела отримання всіх ресурсів і запроваджують циркулярну економіку
<i>Воєнні ризики, усунення яких відбувається з нижчими вимогами інноваційності</i>	
Пошкодження майна, унаслідок бойових дій	Для відновлення майна запроваджують нові будівельні технології
Небезпечність роботи	Посилення повітряного захисту від воєнних дій
Труднощі перевезення сировини й товарів територією України	Розроблення альтернативних шляхів постачання та пошук регіональних резервів

Джерело: пропозиції розроблено автором на основі [1].

Як видно з табл. 2.1, обмежувальні перешкоди й ризики воєнного часу, визначені експортерами як такі, що стосуються саме небезпеки бойових дій, а є інші перешкоди, які погіршилися в умовах воєнного стану, але рівень інноваційних рішень щодо усунення цих перешкод може бути різним.

Пріоритетність обмежувальних процедур саме воєнного стану відображено на ризиках продовольчого експорту, який залишається ускладненим. Травневий 2023 року дефіцит торгівлі товарами становив 1,9 млрд дол. США, тоді як сукупний дефіцит торгівлі товарами за перші п'ять місяців року сягнув 9,0 млрд дол. США [7]. У разі збереження поточних тенденцій уже в червні 2023 року сукупний дефіцит товарної торгівлі майже зрівняється з показником за весь 2022 рік (11,2 млрд дол. США), отже, нагальним є трансформація до інноваційних підходів у зменшенні перешкод експорту продукції, зокрема непродовольчого сектору. Обнадійливим є те, що останній поступово відновлювався після мінімуму, який зафіксовано в січні 2023 року, й досяг 1,4 млрд дол. США [7].

Актуальним останнім часом став аналіз статистики пошукових запитів в інтернеті для визначення необхідного ресурсу й попиту на перетворення як в економіці, так і суспільному житті.

Автором здійснено оцінювання стану пошукових запитів щодо термінів «обмеженість діяльності» та «повоєнна економіка» під час воєнного стану [2]. Як метод дослідження використано пошуковий ресурс Google Trends [9], який дає можливість оцінити рівень зацікавленості користувачів вибраним для аналізу терміном чи темою, що можна застосовувати для ухвалення економічних рішень, тому цей пошуковий інструмент широко застосовують із різними економічними цілями, зокрема в маркетингу [8], який є інструментом інноваційних трансформаційних змін у можливостях суб'єктів господарювання щодо експорту.

Особливістю пошукового ресурсу Google Trends є надання користувачам інформації про пошук певного терміна або теми різними мовами за вибраними регіонами (країнами) і в певні часові періоди [9]. Він надає кількісні та якісні показники щодо рівня зацікавленості пошукового запиту до загальної суми запитів у гуглі, зокрема з відстеженням активності пошукувачів, що важливо для оперативного аналізу їхньої поведінки під час воєнного стану. Вирішальною функцією цієї пошукової системи є можливість визначити регіональний (області) розподіл за певної статистичної значущості й у часовому вимірі за певним періодом від години до декількох років. Це дозволяє виявити тенденції й коливання

в пошуковій активності, що може мати інформаційне значення для оцінювання певних тенденцій, особливо щодо оперативних дій під час воєнного стану.

Уважаючи, що підприємства, які не експортували протягом останніх 12 міс., переважно не очікують жодних змін обсягів експорту (78 % опитаних) [1], то для порівняння варто оцінити пошукову активність у гуглі щодо теми експорту й обмеженості діяльності в Україні.

Використання пошукового сервісу надає статистичні дані, які можна аналізувати, зокрема, через трансформацію в інші програмні продукти, та використовувати як для досліджень, так і розроблення різних напрямів, наприклад, змін щодо зацікавленості в експорті в повоєнній економіці.

Для досягнення мети здійснено пошуковий запит у Google Trends термінів «обмеженість діяльності» та «повоєнна економіка» в Україні в період воєнного стану за останній рік (на 15 травня 2023 року) [2]. Під час пошуку встановлено, що ці теми є статистично незначущими в Україні щодо запитів у мережі «Гугл» за визначений період та інші будь-які періоди часу, запропоновані в цьому пошуковому сервісі.

У подальшому здійснено пошук тем «Експорт», «Обмеженість діяльності», «Воєнний стан» на 10 липня 2023 року. Протягом останніх п'яти років рівень зацікавленості темою експорту зростає, особливо впродовж цього року, що є позитивним, але останнього місяця щодо року він сповільнився. У табл. 2.2 подано регіональний розподіл п'ятірки найкращих областей щодо експортної орієнтації в різні часові періоди.

Таблиця 2.2

Регіональний розподіл зацікавленості (пошукового попиту) на тему експорту в Україні в різні часові періоди

Часові періоди	П'ятірка регіонів (областей) із найвищим рівнем зацікавленості експортом
Протягом останніх 5 років	Тернопільська, Волинська, Львівська, Вінницька, Рівненська
Протягом останнього року	Тернопільська, Херсонська, Львівська, Закарпатська, Волинська
Протягом останніх трьох місяців	Херсонська, Львівська, Тернопільська, м. Київ, Івано-Франківська
Протягом останнього місяця	Сумська, Івано-Франківська, Волинська, Чернігівська, м. Київ

Джерело: складено автором за [9].

Як видно з табл. 2.2, здебільшого протягом останніх п'яти років зацікавленість експортом була притаманною західним областям України, що підкреслює орієнтованість експорту на ЄС, але останнього місяця виникли нові гравці північних регіонів – це Сумська та Чернігівська області, які потенційно шукають нові ринки збуту. А проте, останнього місяця зацікавленість пошукувачів центральних і південних областей України взагалі була статистично незначущою.

Під час порівняння трьох тем «Експорт», «Обмеження діяльності» та «Воєнний стан» протягом останнього місяця в Україні (на 10 липня 2023 року) усі вони виявилися статистично значущими, але тема обмеження діяльності не мала регіонального розподілу. Розподіл зацікавленості тріадою тем: «Експорт», «Обмеження діяльності» і «Воєнний стан» у балах Google Trends такий: 35:8:66. Отже, це свідчить про те, що, дійсно, в умовах воєнного стану, ця тема є пріоритетною, але щодо регіонального розподілу, то є три області: Волинська, Донецька, Миколаївська, де переважає тема експорту, а не воєнного стану, що потребує додаткового дослідження

Ураховуючи, що для відновлення всіх процесів експорту є потрібними інноваційні трансформації, здійснено оцінювання рівня зацікавленості цією темою за тріадою: «Експорт», «Обмеження діяльності» та «Інноваційний розвиток» протягом останнього місяця в Україні. Усі теми виявилися статистично значущими з розподілом у балах: 53:7:5, але дві останні теми не мають регіонального розподілу. Те, що визначено найнижчий рівень зацікавленості інноваційним розвитком, має негативний вплив на трансформації, яких прагне господарська, зокрема, експортна діяльність в Україні. Упродовж останніх п'яти років тема інноваційного розвитку мала надзвичайно низький попит в інформаційному просторі всієї країни. Отже, для відновлення теми експорту є потрібними спеціальні заходи інноваційного спрямування, які посилять його підвищення.

Подальше дослідження буде мати на меті висвітлення впливу обмеженості діяльності на інноваційні процеси та визначення, чи зможуть останні трансформуватися під впливом цього фактора, модернізувати бізнес-стратегії суб'єктів господарювання для посилення ефекту інновацій. Нововведення сприяють перемогам у конкурентних позиціях суб'єктів господарювання, зокрема окремо буде виділено зелені (циркулярні) інновації. Слід перевірити потенційну забезпеченість цих процесів через пошук інструментів подолання ризику обмежень, зокрема під час воєнного стану.

Визначені результати дослідження мають змістовне значення для розроблення стратегічних напрямів державної політики щодо посилення уваги до залучення населення України до розуміння перспектив відновлення економіки. Тема обмеженості діяльності має бути подоланою потрібними рішеннями в повоєнній економіці. Технології Індустрії 4.0, зокрема циркулярної, є перспективним напрямом змін у повоєнній економіці, які дозволять пришвидшеними темпами відновлювати виробництво та інфраструктуру.

Використана література

1. Ангел Є. Чи можливо відновити експорт під час війни? (за результатами «Нового щомісячного опитування підприємств», #NRES) [Електронний ресурс] / Є. Ангел. – Київ : Інститут економічних досліджень та політичних консультацій, 2023. – 23 с. – Режим доступу : https://www.slideshare.net/IER_Kyiv/29062023finalpdf.

2. Внукова Н. М. Актуальні питання розвитку Індустрії 4.0 для подолання обмеженості діяльності у повоєнній економіці [Електронний ресурс] / Н. М. Внукова // Актуальні питання економіки, обліку, фінансів та управління персоналом : збірник матеріалів VI Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Ужгород, 26 травня 2023 року). – Ужгород : Вид-во УжНУ «Говерла», 2023. – С. 15–17. – Режим доступу : <https://openarchive.nure.ua/handle/document/23667>.

3. Внукова Н. М. Концептуальні аспекти трансформації інноваційного розвитку суб'єктів господарювання в умовах обмеженості діяльності [Електронний ресурс] / Н. М. Внукова // Економічні перспективи підприємництва у воєнні часи та опісля : збірник матеріалів VI Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Ірпінь, 22 травня 2023 року) / Державний податковий університет. – Ірпінь : Державний податковий університет, 2023. – С. 117–121. – Режим доступу : <https://dpu.edu.ua/uk/kaf-econompidprtaeconombepz?view=article&id=2551&catid=45>.

4. Внукова Н. М. Сучасні тренди стимулювання впровадження інновацій [Електронний ресурс] / Н. М. Внукова, О. О. Григорян // Сучасні тренди соціально-економічних перетворень та інтелектуалізації суспільства в умовах сталого розвитку : тези доповідей Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя, 10 листопада 2022 року). – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2022. – С. 68–69. – Режим доступу : <https://openarchive.nure.ua/items/017f0794-7037-4b68-958b-2f4a0bb83783>.

5. Косач І. Система публічного управління інноваційним розвитком АПК: концептуальні засади [Електронний ресурс] / І. Косач, М. Пилипенко // Наукові перспективи. – 2022. – № 12 (30). – С. 12–21. – Режим доступу : [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2022-12\(30\)-12-21](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2022-12(30)-12-21).

6. Куницька-Іляш М. Критичний аналіз державної політики забезпечення розвитку та фінансової безпеки пріоритетних галузей національної економіки України [Electronic resource] / М. Куницька-Іляш // Modeling the Development of the Economic Systems. – 2022. – No. 2. – P. 40–45. – Access mode : <https://doi.org/10.31891/mdes/2022-4-5>.

7. Місячний економічний моніторинг України [Електронний ресурс]. – Київ : Інститут економічних досліджень та політичних консультацій, 2023. – № 221. – 8 с. – Режим доступу : https://mcusercontent.com/9dc228f110e1dfc568dc69284/files/ce5f0736-ccc0-8456-b666-a7a98220ac3a/MEMU_June2024_221.01.pdf.

8. Estimation of the Level of Interest and Modeling of the Topic of Innovation Through Search in Google In [Electronic resource] / O.Kliuiev, N. Vnukova, S. Hlibko et al. // Proceedings of the 4th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems, 23–24 April, COLINS 2020. – P. 523–535. – Access mode : https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3968407.

9. Google Trends – керівництво для користування [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.unisender.com/ru/blog/sovety/google-trends>.

10. Hlioui Z. Informal Competition Effect on SMEs' Innovation: Do Credit Constraints Matter? Evidence from Eastern European Countries: [Electronic resource] / Z. Hlioui, M. Gabsi, A. Omri // Sustainability. – 2022. – No. 14.21. – 13874. – Access mode : <https://doi.org/10.3390/su142113874>.

11. Mullabayev B. Development of Methodology for Managing the Activities of Vertically Integrated Industrial Enterprises / B. Mullabayev, M. Muminova // International Journal of Research in Commerce, IT, Engineering and Social Sciences. – 2022. – No. 16 (06). – P. 95–105 ; [Electronic resource]. – Access mode : <https://gejournal.net/index.php/IJRCIESS/article/view/616>.

12. The Impact of CSR on Sustainable Innovation Ambidexterity: The Mediating Role of Sustainable Supply Chain Management and Second-Order Social Capital [Electronic resource] / A. Khan, Ch.-Ch. Chen, K. Suanpong et. al. // Sustainability. – 2021. – No. 13 (21). – 12160. – Access mode : <https://doi.org/10.3390/su132112160>.

Розділ 3

Організація відділу інноваційного розвитку підприємств: теоретичний та практичний аспекти

Як зазначають учені та менеджери, що практикують, Україна не має ефективної інноваційної стратегії, яку б визнавали та підтримували власники та топменеджери підприємств [22]. Усі галузі національного господарства мають упроваджувати інновації, особливо промисловість, яка є фундаментальною галуззю для всіх інших. На державному рівні до цього часу не запропоновано дієвих змін, а важкі воєнні умови господарювання можуть ще більше загальмувати розвиток науки й інновацій у промисловому середовищі. Основні причини цього полягають у такому:

- зупинено роботи окремих підприємств та організацій;

- підприємства, що працюють, спрямовують свою діяльність на виживання, а не впровадження інновацій, які є витратними;

- багато інноваційних підприємств утратили або заморозили експортні ринки;

- заморожено інноваційну роботу багатьох закладів освіти, НДІ, інкубаторів-акселераторів, бізнес-об'єднань, агенцій розвитку тощо.

Такий стан зумовлено використанням стратегії отримання надприбутків через використання людського капіталу, недостатнім фінансуванням складних і наукоємних розробок (категорія deep-tech стартапів), відсутністю інвестиції в інноваційну інфраструктуру, яка б дозволила тестувати інноваційні розробки, що притаманне Індустрії 4.0, фрагментарності та неконсолідованості інноваційних ініціатив, нереалізованості ухваленого 2021 року проекту Національної економічної стратегії 2030, упровадження якого не розпочалося.

Але війна створює й нові можливості, завдяки підтриманню ЄС і міжнародної спільноти, що виділяє суттєві за обсягом фінансування гранти, наприклад на 20 млн євро спеціально для 200 українських стартапів та інноваційних підприємств. Позитивним також є часткові початкові об'єднання суб'єктів на платформі Industry4Ukraine та в Українському кластерному альянсі.

Тому сучасні умови господарювання потребують від підприємств вибору такого напряму розвитку, який був би здатним забезпечувати

впровадження інновацій у всіх сферах функціонування, що дозволить виробляти конкурентоспроможну продукцію. Інноваційний розвиток підприємств доцільно забезпечувати, відповідно до сучасних теоретичних здобутків, які враховують зміни в розумінні сутності, змістовності інновацій, та практичних напрацювань в організації використання методів управління, їхнього розроблення та впровадження, організування взаємодії підрозділів для випуску інноваційної продукції, у якій були б зацікавленими як вітчизняні, так і закордонні споживачі. Усе це дозволить сприяти зростанню експорту, розвитку експортно-імпортних операцій, що буде впливати на підвищення прибутку підприємств і формування профіциту бюджетів органів управління всіх економічних рівнів.

Щодо теоретичних здобутків. Згідно із Законом України «Про інноваційну діяльність», **інновація** – це новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоспроможні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери [21].

Коли винаходи, що виникли, мають своє практичне застосування в будь-якій галузі виробничої діяльності, вони сприяють створенню нового продукту або нової технології-новини. Це означає, що ідея, покладена в основу винаходу, перетворилася на нововведення [6]. *Нововведення*, або *новація*, становить заміну старого об'єкта (явища) новим, тобто певну новину, якої не було раніше. Уважають, що з моменту прийняття до поширення новина набуває нової якості – стає нововведенням. Процес уведення новини на ринок прийнято називати *процесом комерціалізації*, а період часу між появою новини та втіленням її в нововведення (інновацію) називають *інноваційним лагом* [17]. Згідно з міжнародними публікаціями [6], неодмінними властивостями інновації є науково-технічна новизна, виробнича корисність, комерційна реалізованість.

На думку більшості сучасних учених-економістів [25 – 27], не слід ототожнювати нововведення з інновацією, тому що тільки ті нововведення, які мають позитивний ефект запровадження в будь-якій сфері людського життя, можна вважати інновацією. Поняття «інновація» інтерпретують як перетворення потенційного науково-технічного прогресу на реальний, що втілюють у нових продуктах, технологіях, послугах [5]. Розглядаючи питання нових комбінацій змін у розвитку (тобто питання

інновації), доцільно виділити його п'ять інноваційних змін інноваційного процесу:

- 1) використання нової техніки, технологічних процесів або нового ринкового забезпечення виробництва;
- 2) упровадження продукції з новими властивостями;
- 3) використання нової сировини;
- 4) зміни в організації виробництва та його матеріально-технічному забезпеченні;
- 5) появу нових ринків збуту [10, с. 65].

Щодо сутності інновацій, доцільно виділити [10, с. 65] їхні два типи: продуктову та процесну. *Продуктова інновація* охоплює впровадження нових або вдосконалених продуктів. Тому продуктову інновацію розподіляють на базисну та поліпшувальну.

Процесна інновація становить освоєння нових форм і методів організації виробництва в процесі випуску нової продукції. Водночас мають на увазі, що випуск нової продукції можна організувати за наявних технологій, обладнання, енергетичних ресурсів і використання традиційних методів організації виробництва й управління.

В узагальненому вигляді життєвий цикл інновації (ЖЦІ) можна подати як модель інноваційного процесу, що складається із чотирьох основних етапів: дослідження і розроблення, освоєння, серійне або масове виробництво, споживання. Деякі автори пропонують розглядати інші етапи, що є ідентичними за змістом: наука – техніка – виробництво – споживання [16].

Згідно з узагальненням публікаціями [11; 20; 27], виділяють сім основних видів інноваційної діяльності:

- 1) наукові дослідження та розробки;
- 2) технологічне оснащення й організація виробництва інноваційної продукції;
- 3) придбання технологій у розукомплектованому вигляді;
- 4) придбання технологій в укомплектованому вигляді;
- 5) виробниче проектування;
- 6) засвоєння інноваційної продукції (пуск виробництва);
- 7) маркетинг нової продукції.

Усі ці види інноваційної діяльності потрібно гармонізувати в часі та просторі.

Науково-дослідна робота прикладного характеру має своєю метою розв'язання технічної проблеми, уточнення незрозумілих теоретичних питань, досягнення конкретних результатів, що буде використано як науково-технічний доробок у дослідно-конструкторських і технологічних розробках.

Під дослідно-конструкторськими й технологічними розробками розуміють застосування результатів для створення (або модифікації, удосконалення) зразків нової техніки, матеріалів, технологій. Це завершальна стадія наукових досліджень, своєрідний перехід від лабораторних умов та експериментального до промислового виробництва. На цій стадії остаточно перевіряють результати теоретичних досліджень, розробляють відповідну технічну документацію, виготовляють дослідні зразки нової техніки, здійснюють юридичний і комерційний захист інтересів розробника [2].

Завершальною стадією сфери науки є освоєння промислового виробництва нових виробів, яке охоплює наукове і виробниче освоєння, випробування нової (удосконаленої) продукції, а також технічну підготовку виробництва. На стадії споживання здійснюють два процеси, що відбуваються одночасно: безпосереднє використання матеріальних благ, зроблених на основі інновацій, а також сервісне обслуговування, включно з технічними й організаційними заходами, що забезпечують підтримання нової техніки в працездатному стані протягом нормативного строку служби [5]. Межі етапу маркетингу визначити досить важко, оскільки за маркетинговими дослідженнями здійснюють інноваційне планування протягом усього життєвого циклу інновації. Завершальній стадії ЖЦІ відповідає етап дифузії інноваційного процесу. Однак, як зазначають деякі з економістів [5; 18], дифузія інновації може настати майже на будь-якому з етапів інноваційного процесу після прикладних досліджень як раціоналізаторська пропозиція або як окремий інноваційний процес, пов'язаний із зовсім новою ідеєю, що сформувалася на основі проведених досліджень, тому вважати цей етап завершальним не зовсім коректно.

Кінцевою метою інноваційного управління є забезпечення довготривалого функціонування підприємства на основі ефективної організації інноваційних процесів та забезпечення високої конкурентоспроможності інноваційної продукції через раціональне використання матеріальних, трудових і фінансових ресурсів [18]. Критеріями ефективності організації

інноваційних процесів на підприємстві в сучасних умовах є такі, що дозволяють порівнювати витрати на інноваційну діяльність і прибутки від реалізації інноваційної продукції.

Поняття «організація інновацій» у широкому значенні характеризує засоби впорядкування й регулювання дій окремих особистостей та автономних груп працівників, орієнтовані на досягнення певних цілей зі створення й реалізації в соціально-культурній, науково-технічній, виробничій, оборонній та економічній сферах діяльності людей інновацій будь-якого виду і спрямованості, різного ступеня новизни та складності, практичної цінності й ефективності, завдяки спільним і скоординованим діям [2]. Водночас інноваційна діяльність характеризується винятковим динамізмом, високими темпами морального старіння досягнутих результатів і, відповідно, появою й реалізацією все нових інновацій. Дуже важливо, що в цьому разі немає суворо пропорційної залежності між витратами праці та коштів і результатами, що досягають. Характерною особливістю організації інновацій є наявність і переважаюча невизначеності й ризику в досягненні цілей і кінцевих результатів, великої частки ймовірності процесів, а також використання персоналу, підготовленого до здійснення творчих функцій, що забезпечують пошук нових ідей у сфері конкретних інтересів і спеціалізації підприємства, їхнє розроблення, матеріальне втілення та реалізацію й управління цими процесами [9; 12].

Сучасна теорія та практика управління інноваційною діяльністю має значну кількість форм і видів організації інновацій. Істотними ознаками для систематизації та класифікації видів організації інновацій є завдання, форми та способи виникнення організаційних рішень. Організація інноваційних процесів у просторі означає формування організаційної структури підприємства, яка б відповідала характеру й масштабам проєктів, що реалізують. Під організаційною структурою розуміють склад і форми взаємозв'язку елементів інноваційного підприємства. Елементами структури є окремі керівники та працівники, служби й підрозділи підприємства. Організаційну структуру формують із двох взаємопов'язаних складових: структур управління інноваціями та науково-виробничої структури підприємства. Друге завдання організації інноваційного процесу як функції менеджменту полягає в поєднанні всіх елементів інноваційного процесу в часі, тобто у визначенні найбільш раціональної послідовності та строків виконання робіт за проєктами. На вирішення цього завдання впливає зміст самих проєктів, склад учасників і ресурсів, що становить організаційну структуру інноваційного підприємства тощо.

У результаті узагальнення робіт учених [15; 22; 27; 28] виявлено суттєву кількість факторів внутрішнього середовища, які сприяють і перешкоджають інноваційним процесам на підприємстві, їх можна об'єднати в чотири групи.

Перша група – мотиваційне забезпечення інновацій – поєднує такі фактори вилливу, котрі визначають як такі, що стимулюють інноваційну активність особистості. До них належать такі: керівництво (підтримання і схвалення, взаємодія, зворотний зв'язок та ін.); морально-психологічний клімат у колективі; внутрішня та зовнішня вмотивованість працівників до нововведень. Мотиваційне забезпечення визначає саму появу творчого підходу в трудовій діяльності.

Другу групу інноваційних детермінант умовно названо інноваційними ресурсами. Вона об'єднує такі фактори, як характеристики персоналу (знання і досвід співробітників підприємства, здібності щодо поставленого завдання, кругозір тощо); матеріально-технічні та фінансові ресурси, а також комунікаційне забезпечення (науково-технічна інформація, інформація про стан справ тощо). Вона впливає на кількісні та якісні характеристики ідей, визначає багатоваріантність і селективність інноваційного процесу.

Третю групу подано організаційно-структурними факторами. До неї належать параметри організаційної структури, що мають ситуаційний вплив на інноваційний процес: рівень централізації, формалізованості та складності структури.

Четверту групу становлять зовнішньо-організаційні фактори. До них належать: конкурентоспроможність, ступінь складності та невідношеності навколишнього середовища, рівень розвитку фундаментальних наук і власне здатність підприємства адаптуватися до зовнішніх умов.

Аналіз досліджень [2; 9; 12; 18], присвячених виявленню таких факторів, дозволив виділити ті з них, які найбільше впливають на здійснення інноваційної діяльності. Більшість із цих факторів тісно пов'язано між собою та роблять відповідний вплив.

До факторів зовнішнього середовища, які впливають на інноваційну діяльність і зумовлюють особливості організації, слід зараховувати такі: політичні, соціальні фактори; науково-технічний прогрес; умови ринку, включно з експортно-імпортною діяльністю; інвестування, що, своєю чергою, можуть здійснювати юридичні та фізичні особи, держава й іноземні інвестори (табл. 3.1).

**Вплив факторів внутрішнього середовища
на сприйнятливість підприємств до інновацій**

Фактори	Ступінь впливу	
	сприяють	перешкоджають
Керівництво	Налаштованість керівника на нововведення, професіоналізм, зацікавленість у службовому зростанні, схильність до ризику; високий авторитет керівника, підтримання та схвалення підлеглих, формулювання перед ними зрозумілих завдань, чіткий зворотний зв'язок	Консерватизм, недостатня оцінка творчих досягнень підлеглих, нездатність помічати нові можливості, авторитарний стиль управління, мінімум делегування повноважень, жорсткий контроль за виконанням, критика та погрози через невдачі
Ресурси	Наявність резерву фінансових і матеріально-технічних засобів; наявність потрібної господарської та науково-технічної інфраструктури, матеріальних винагород за інноваційну діяльність	Недостатність ресурсів для фінансування ризикованих проєктів: слабкість матеріальної та науково-технічної бази, відсутність резервних потужностей; домінування інтересів наявного виробництва
Мотивація	Матеріальне стимулювання, службове зростання, об'єктивність оцінювання досягнутих результатів, позитивна оцінка на загальних зборах і управління нововведеннями; поліпшення побутових умов; підтримання підвищення кваліфікації; заохочення поєднання професій, гнучкий режим роботи	Оплата праці без урахування індивідуальних результатів, надмірна критика
Персонал	Високий рівень знань, ерудованість, поінформованість, застосування соціально-психологічних методів підвищення сприйнятливості персоналу до нового; розвиток професійного консультування з питань організації управління нововведеннями; поліпшення побутових умов	Життєві цінності людини не дозволяють їй діяти творчо; недостатня впевненість у собі; дотримання встановлених правил і норм, звичка, нетерпимість до новинок; небажання ризикувати; егоїстичні інтереси

Політичний фактор – це політична ситуація, ті процеси та явища політичного життя, які склалися на сьогодні в державі. Дисбаланс у політичній та економічній сфері впливає на інвестування інноваційної діяльності підприємства державою.

Соціальний фактор – зумовлює потребу населення в новій продукції, які відповідають її нестатку, а також їхній платоспроможності, їхньому рівню життя.

Умови ринку – це нав'язування ринком, а саме попитом на ринку, підприємству потреби в потрібному технологічно новому продукті в певному обсязі.

Інвестування – фактор, від якого більшою мірою залежить подальша стратегія підприємства, тому що без інвестування інноваційних проєктів, інноваційних процесів неможливо здійснювати підприємством інноваційну діяльність.

Інноваційну діяльність стримують відсутність власних коштів, певні труднощі з матеріальними ресурсами, недостатність заходів щодо державного підтримання вітчизняного виробника за досить активного проникнення іноземних фірм на національний ринок.

Складовими інноваційної діяльності на підприємстві є такі: наукова діяльність, науково-технічна діяльність, прикладні та фундаментальні наукові дослідження. Наукова діяльність передбачає науково-технічну діяльність, прикладні та фундаментальні наукові дослідження.

Наукова діяльність – інтелектуальна та творча діяльність, спрямована на здобуття та використання нових знань.

Фундаментальні наукові дослідження – це діяльність, спрямована на здобуття знань закономірностей природи, суспільства. Результати фундаментальних досліджень є науковою базою для генерування нових ідей і напрямів інноваційних процесів [7].

Зазначені фактори доцільно враховувати для налагодження організації інноваційної діяльності, зокрема в предметній галузі досліджень (рис. 3.1).

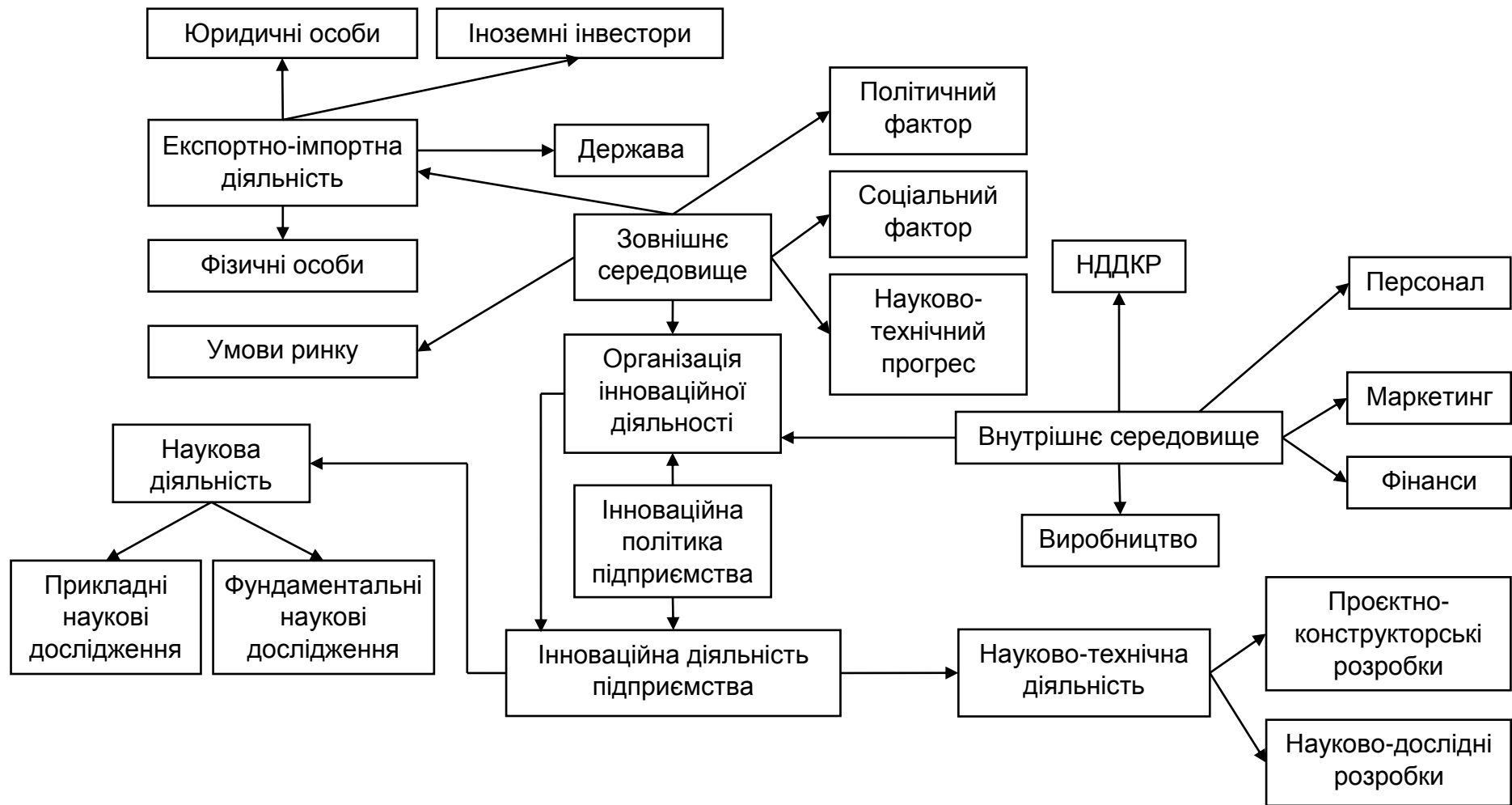


Рис. 3.1. Структурна модель предметної галузі дослідження з урахуванням експортно-імпортною діяльності

Одним з істотних факторів, який переважно спричинив зацікавленість підприємств інноваційною діяльністю, стали зміни в економічній системі, що полягають у тенденціях глобалізації, євроінтеграції, цифровізації, які ставлять як головні вимоги активізацію експортно-імпоротної діяльності, які зумовлюють основну мету інноваційної політики на підприємстві.

Новій системі притаманне організація та планування на мікрорівні, тобто підприємство самостійно визначає, з ким, як, коли, для кого та яким чином працювати.

Особливість інноваційної діяльності в ринкових умовах полягає передусім, у її орієнтації на попит вітчизняних та іноземних споживачів. За умов конкуренції сильні позиції буде мати підприємство, яке гнучко реагує на потреби ринку та спроможне задовольнити нову потребу або ж запропонувати новий чи поліпшений засіб задоволення наявної. Тобто йдеться про інновацію, яка стає ключовим фактором конкурентоспроможності підприємства.

Характер взаємовідносин «інновації – підприємство» в сучасних умовах показано на рис. 3.2.

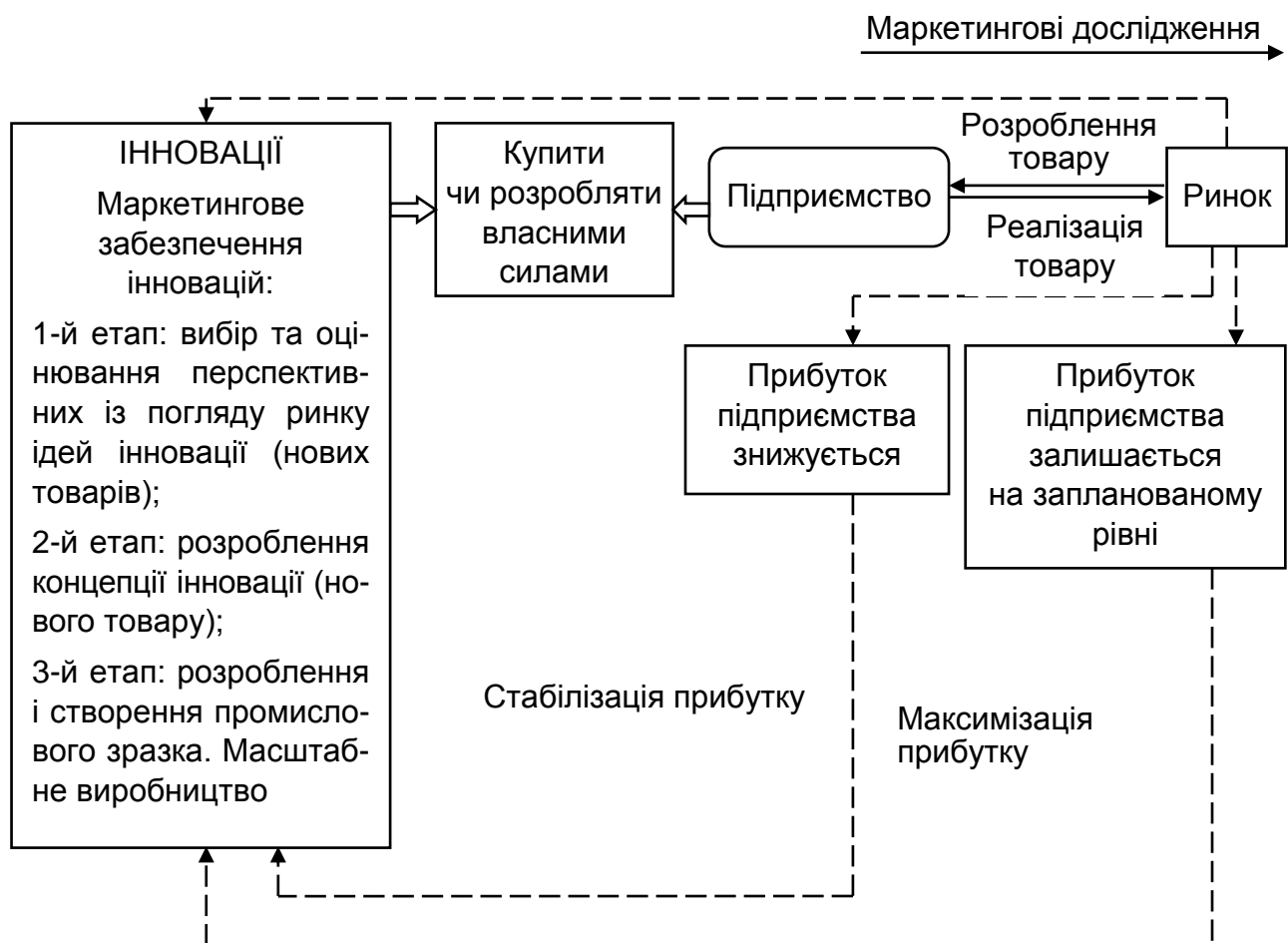


Рис. 3.2. Система взаємовідносин «підприємство – інновації»

Тому підприємства мусять мати у своїй структурі окремий підрозділ, який здатний організувати інноваційну діяльність і забезпечувати управління інноваційним розвитком на основі сформованої та затвердженої інноваційної політики.

Отже, теоретичний аспект організації інноваційної діяльності має тісний зв'язок із практичним. Тому в дослідженні було проаналізовано діяльність підприємств машинобудування Харківського регіону в контексті організації використання інновацій.

Об'єктами дослідження було вибрано підприємства, які впроваджували разом із продуктовими та технологічними, організаційні інновації. На цих підприємствах було проведено опитування представників вищої та середньої ланки управління, а саме: заступників генерального директора з економіки та маркетингу, заступників генерального директора з виробництва та збуту продукції; представників відділів економіки й маркетингу, організації праці та заробітної плати, фінансового відділу, відділу збуту та митних процедур; начальників відділів кадрів. Результати опитування наведено в табл. 3.2.

За результатами опитування можна зробити висновок, що підприємства є недостатньо забезпеченими науково-технічним обладнанням для здійснення інноваційної діяльності, організаційно-управлінські та маркетингові дослідження інновацій фінансують недостатньо, що не сприяє міжфункціональному співробітництву підрозділів для здійснення інноваційної діяльності. Тому виправити ситуацію на промислових машинобудівних підприємствах зможе започаткування в організаційній структурі відділів інноваційного розвитку. Саме ця новація може стати підґрунтям удосконалення інноваційних перетворень організаційного характеру.

Тому в цьому дослідженні розроблено пропозиції з формування відділу інноваційного розвитку для промислових підприємств, які є типовими й можуть бути використані підприємствами без суттєвих змін.

Загальними положеннями відділу інноваційного розвитку слід уважати такі:

1. Відділ інноваційного розвитку є самостійним структурним підрозділом підприємства, його підпорядковано заступнику генерального директора з економіки та маркетингу або керівника підприємства.

2. Відділ інноваційного розвитку очолює начальник, якого призначає та звільняє з посади, яку обіймає, тільки керівник підприємства.

3. Відділ інноваційного розвитку дотримується у своїй діяльності законодавства України та цього положення.

Результати опитування провідних фахівців економічних служб машинобудівних підприємств

№ з/п	Питання	Відповіді							Узагальнений результат
		Заступники генерального директора з економіки та маркетингу	Заступники генерального директора з виробництва та збуту продукції	Начальники відділу економіки та маркетингу	Начальники відділу організації праці та заробітної плати	Начальники фінансового відділу	Начальники відділу збуту та митних процедур	Начальники відділу кадрів	
1	Рівень забезпечення інноваційної діяльності науково-дослідним обладнанням	частково забезпечено	частково забезпечено	достатньо забезпечено	–	частково забезпечено	–	достатньо забезпечено	частково забезпечено
2	Ступінь новизни інновацій виробів	модифіковано	виробнича інновація	модифіковано	комбіновані	виробнича інновація	виробнича інновація	–	виробнича інновація
3	Рівень фінансування маркетингових інновацій	частково забезпечено	частково забезпечено	частково забезпечено	частково забезпечено	повністю забезпечено	частково забезпечено	частково забезпечено	частково забезпечено
4	Рівень фінансування організаційно-управлінських інновацій	повністю забезпечено	частково забезпечено	повністю забезпечено	частково забезпечено	частково забезпечено	–	–	частково забезпечено
5	Основні джерела фінансування інновацій	власні кошти	власні кошти	власні кошти	довгострокові кредити банків	довгострокові кредити банків, власні кошти	власні кошти	власні кошти	власні кошти
6	Рівень професіоналізму науково-технічних працівників	високий	високий	–	середній	–	–	високий	високий
7	Наявність організаційної структури інноваційного типу	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні
8	Рівень інноваційної культури на підприємстві	підприємство спонукає шукати оригінальні рішення	завжди прислухаються до працівника, котрий висуває нестандартне рішення	підприємство спонукає шукати оригінальні рішення	Роль положень, правил, інструкцій мінімізована	підприємство спонукає шукати оригінальні рішення	підприємство спонукає шукати оригінальні рішення	роль положень, правил, інструкцій мінімізовано	підприємство спонукає шукати оригінальні рішення
9	Рівень міжфункціонального співробітництва в інноваційній діяльності	недостатній	недостатній	недостатній	–	недостатній	–	–	недостатній

До *основних завдань* відділу інноваційного розвитку доцільно зарахувати:

1. Визначення стратегічних інноваційних орієнтирів підприємства.
2. Розроблення інноваційної стратегії підприємства та складання інноваційного плану з урахуванням потреб вітчизняного та закордонного ринків, включно з експортно-імпортною діяльністю.
3. Розподіл теоретичних та прикладних досліджень і розробок за підрозділами підприємства з урахуванням обмежень за часом, бюджетом та іншими ресурсами.
4. Аналіз надійності інноваційних планів реалізації нововведень.
5. Контроль за діяльністю з формування та реалізації інноваційного плану підприємства і її координація.
6. Створення системи матеріального та морального заохочення творчо активних працівників до інновацій.

Структура відділу інноваційного розвитку має відповідати таким *вимогам*:

1. Структура та штати відділу затверджує керівник підприємства на підставі завдань, ролі в управлінні й обсягу роботи.
2. Розподіл обов'язків між спеціалістами відділу здійснює начальник відділу, відповідно до посадових інструкцій та цього положення.

Функції відділу інноваційного розвитку такі:

1. Організація моніторингу зовнішнього оточення та внутрішнього середовища підприємства з позицій інноваційної діяльності (SWOT-аналіз).
2. Оцінювання та прогнозування інноваційних позицій підприємства.
3. Формування системи стратегічних інноваційних цілей підприємства.
4. Розроблення альтернативних інноваційних стратегій підприємства.
5. Розроблення стандартів для оцінювання стратегічних альтернатив інноваційного розвитку підприємства.
6. Вибір інноваційної стратегії підприємства.
7. Вибір та обґрунтування інноваційних стратегій для різних функціональних галузей підприємства (виробництво, маркетинг, НДДКР, зовнішньоекономічна діяльність, персонал).
8. Формування варіантів інноваційного плану підприємства.

9. Аналіз надійності інноваційних планів реалізації нововведень.
10. Організація та здійснення контролю за реалізацією інноваційного плану.
11. Формування на основі експертного аналізу інноваційних проєктів, залучення до їхньої реалізації коштів вітчизняних і закордонних інвесторів.
12. Формування структури інноваційного проєкту у формі структурних завдань і заходів.
13. Визначення інтенсивності реалізації проєкту нововведення, залежно від динаміки інноваційної ситуації.
14. Формування заходів щодо реалізації нововведення з визначенням відповідальних підрозділів та установленням термінів виконання.
15. Організація експертного аналізу та соціально-економічних результатів наукових і науково-технічних робіт з погляду можливості й доцільності використання фінансових ресурсів в інноваційному розвитку підприємства.
16. Оцінювання витрат і прибутку для кожної інноваційної альтернативи.
17. Формування стратегічного бюджету для фінансування інноваційної діяльності.
18. Оцінювання ймовірності використання розробленого нововведення.
19. Прогнозування впровадження окремих нововведень з урахуванням їхньої значущості.
20. Визначення ступеня підприємницького ризику для заданого варіанта розподілу інноваційного капіталу.
21. Формування системи стратегічної інформації про інноваційний розвиток.
22. Підготовка стандартних форм для аналізу та зберігання інформації про інноваційну діяльність.
23. Виявлення та формулювання проблем, що виникають у ході інноваційного циклу змін.
24. Оцінювання якості перебігу процесів інноваційного циклу.
25. Діагностика проблемних інноваційних ситуацій.
26. Організація розроблення заходів щодо коригування реалізації стратегії інноваційного розвитку підприємства, відповідно до змін середовища.

27. Участь у розробленні положення щодо впровадження інноваційних заходів із мотивації творчої активності персоналу в процесі реалізації стратегії.

28. Оцінювання економічної ефективності програм підвищення кваліфікації творчо активних працівників.

На рис. 3.3 показано типову структуру відділу інноваційного розвитку.



Рис. 3.3. Структура відділу інноваційного розвитку

У відділі інноваційного розвитку можуть працювати від п'яти виконавців, а саме: начальник відділу; заступник начальника відділу; економіст-аналітик із питань удосконалення технології виробництва та конструкції виробів; економіст-аналітик із питань поліпшення експортно-імпоротної діяльності та економіст-аналітик із дослідження тенденцій інноваційного розвитку в зовнішньому середовищі.

Посада *начальника відділу* інноваційного розвитку є такою, що належить до новоствореного відділу, функціональними зобов'язаннями якого є збирання інформації, що надходить від відповідальних виконавців; її аналіз, розроблення рекомендацій, доведення їх до відома

виконавців, координація дій; погодження дій, спрямованих на поліпшення стану складових інноваційного розвитку із загальною стратегією підприємства, фінансового, експортно-імпоротною діяльністю й організаційними можливостями підприємства тощо; надання інформації зацікавленим особам.

Із метою забезпечення ефективності діяльності відділу інноваційного розвитку, доцільно організувати взаємодію з відділом управління економікою та маркетингом, відділом збуту та митних процедур, відділом кадрів, відділом головного технолога, спеціальним конструкторським бюро (СКБ), фінансовим відділом за такими напрямками:

1. Із відділом економіки та маркетингу.

Дістає: стратегічний план маркетингової діяльності (стратегії охоплення ринку; товарної, цінової; збуту), релевантну інформацію про маркетингову діяльність; звіти про маркетингові дослідження; інформацію про рекламну діяльність; релевантну інформацію про конкурентів, постачальників; інформацію про ефективності засобів конкурентної боротьби, використання конкурентних переваг.

Надає: прогноз стратегічної позиції підприємства на привабливих ринках із позицій інноваційної діяльності; інформацію про інноваційну стратегію та заходи її реалізації в маркетинговій сфері; результати SWOT-аналізу щодо розроблення та реалізації інноваційних заходів у сфері маркетингової діяльності; інформацію про конкурентоспроможність підприємства, його конкурентну позицію, ключові фактори успіху (КФУ) підприємства в інноваційному напрямі.

2. Із відділом збуту та митних процедур.

Дістає: прогноз збуту товарів; релевантну інформацію про споживачів.

Надає: інформацію про заходи зі стимулювання збуту інноваційної продукції.

3. Із відділом кадрів.

Дістає: інформацію про зміни штатів, умови оплати праці, матеріальне заохочення; рекомендації з підбору кадрів; план підготовки та підвищення кваліфікації спеціалістів відділу інноваційного розвитку; інформацію про оцінювання персоналу підприємства.

Надає: пропозиції щодо потреби в спеціалістах відділу; пропозиції щодо підвищення кваліфікації персоналу відділу; рекомендації з підготовки творчо активних працівників до інноваційних змін; пропозиції

щодо залучення творчо активних працівників до результату інноваційної діяльності та створення системи винагородження за результатами інноваційної діяльності.

4. Із відділом головного технолога.

Дістає: інформацію про кількість науково-технічного обладнання, інформацію про конструктивні властивості виробів.

Надає: план з оновлення науково-технічного обладнання, інформацію про інноваційну діяльність, а саме стратегічні напрями інноваційного технологічного розвитку.

5. Із СКБ.

Дістає: результати науково-дослідних робіт для створення економічних, надійних і конкурентоспроможних турбоагрегатів, розроблення нових та удосконалення наявних частин усіх типів реактивних гідротурбін тощо.

Надає: завдання для проведення експериментальних досліджень.

6. Із фінансовим відділом.

Дістає: інформацію про можливий обсяг витрат на інноваційні заходи.

Надає: інформацію про потрібні витрати на інноваційні заходи тощо.

Права відділу інноваційного розвитку:

1. Надає пропозиції щодо усунення слабких місць діяльності підприємства, контролює процес реалізації інноваційного плану.

2. Здійснює оцінювання інноваційної стратегії підприємства.

3. Надає пропозиції щодо змін організаційної структури підприємства, відповідно до вибраної інноваційної стратегії.

4. Розробляє заходи щодо зміни інноваційного потенціалу підприємства.

5. Дістає внутрішню інформацію, потрібну для розроблення та оцінювання інноваційної стратегії.

6. Координує процес формування інноваційного плану підприємства.

На рис. 3.4 показано взаємозв'язок відділу інноваційного розвитку з іншими підрозділами підприємства.



Рис. 3.4. Взаємозв'язок відділу інноваційного розвитку з іншими відділами

Із метою підвищення рівня міжфункціональної співпраці та ділової активності відділу інноваційного розвитку доцільно співпрацювати з іншими відділами під час розроблення та реалізації певних заходів щодо управління інноваційним розвитком підприємства.

До заходів управління розвитком, що делегують відділ кадрів, належать:

1. Оцінювання ефективності використання витрачених на розвиток творчо активного персоналу засобів.

2. Оцінювання науково-технічних працівників підприємства на основі атестації.

3. Визначення стимулів для мотивації персоналу до підвищення активності на всіх стадіях інноваційного процесу.

4. Удосконалення форм взаємодії персоналу, управління формальними й неформальними комунікаціями в процесі нововведень.

5. Управління трудовою дисципліною творчо активного персоналу, плинністю й мобільністю кадрів, задіяних у реалізації інноваційних проєктів.

Прогнозування майбутніх потреб у науково-технічних кадрах та їхньому кваліфікаційному потенціалі. До заходів управління розвитком, що здійснюють спільно з фінансовим відділом, належать:

1. Оцінювання стійкості структури витрат інноваційної програми, що розробляють.

2. Розрахунок внутрішньофірмових нормативів очікуваної рентабельності нововведень.

3. Розрахунок економічного ефекту від використання нововведення.

4. Визначення бюджету НДДКР.

До заходів управління розвитком, що здійснюють у процесі співпраці з відділом збуту та митних процедур, належать:

1. Оцінювання рівня новаторства та винахідливості в середовищі покупців продукції підприємства.

2. Розроблення та реалізація заходів зі стимулювання споживачів до придбання інноваційної продукції.

3. Пошук нових напрямів збуту інноваційної продукції.

До заходів управління розвитком, що реалізують спільно із СКБ, належать:

1. Здійснення підбору груп, що займаються експериментальними дослідженнями.

2. Формування групи технічних співробітників для прогнозування розвитку науки й техніки.

До заходів управління розвитком, що здійснюються у процесі співпраці з відділом економіки та маркетингу, належать:

1. Формування можливих сценаріїв стану зовнішнього середовища в інноваційному напрямі.

2. Вимірювання й оцінювання ефективності чинних інноваційних технологій.

3. Оцінювання значущості нововведення на ринку.

4. Оцінювання ринкового й технологічного ризиків нововведення.

5. Оцінювання зміни конкурентоспроможності по кожній інноваційній альтернативі.

До заходів управління розвитком, що здійснюються через співпрацю з відділом головного технолога, належать:

1. Оцінювання інноваційних ідей продукції.

2. Визначення потрібних видів інноваційного технологічного обладнання.

3. Оцінювання фази стану технології на підприємстві в просторі «витрати – результати».

4. Контроль за динамікою вигідності вкладення витрат у нову технологію та його аналіз.

Одним із напрямів удосконалення інноваційної політики є розроблення інноваційної стратегії. У результаті досліджень провідних економістів [10; 28] було виявлено, що комплексна система стратегій зростання й розвитку промислового підприємства містить три рівні ухвалення управлінських рішень:

1) загальний, або корпоративний;

2) конкурентний, або виробничо-господарський;

3) операційний, або функціональний.

Загальна, або корпоративна, стратегія визначає напрям розвитку підприємства загалом.

Виробничо-господарські стратегії описують спосіб досягнення конкурентних переваг по кожному основному напрямку господарської діяльності на рівні підрозділів.

Функціональні стратегії конкретизують дії відділів і служб (виробництва, маркетингу, фінансів, НДДКР, персоналу) із досягнення загальної й конкурентної стратегії в оперативному режимі часу.

У наявній системі стратегій виведення на ринок нових продуктів і послуг на основі впровадження продуктових та технологічних інновацій належить до стратегії зростання [12], спрямованої на розвиток найбільш перспективних із довгострокового погляду сфер господарювання підприємства. Виведення управління з освоєння нових технологій із виробничо-господарського та функціонального рівнів на корпоративний приводить до підвищення ролі інноваційної діяльності в загальній системі управління підприємством. Розроблення та реалізація інноваційної стратегії до корпоративних сприяє тому, що технологічний розвиток стає загальною стратегічною метою всього суб'єкта господарювання й уже не є приватним функціональним завданням окремого виробничо-господарського підрозділу або бізнес-одиниці, що входять до складу цього підприємства. Під час розроблення та реалізації загальної корпоративної стратегії враховують окремі інноваційні заходи. Однак в умовах інноваційно-структурної перебудови економіки України на мікрорівні доцільно розробляти чітко визначену інноваційну стратегію.

Підприємство, яке не реалізує інноваційної стратегії або не враховує її стратегічних особливостей не зможе функціонувати ефективно в умовах середовища, що швидко змінюється. На сьогодні одне з перших місць на ринку посідає підприємство, що проводить наукові дослідження та впроваджує розробки у виробництво. Тому підприємство має займатися стратегічним плануванням своєї діяльності. Потрібно розробляти стратегію з випуску продукції, орієнтованої на розширення ніш і сегментів ринку збуту. Напрямом реалізації цієї стратегії буде виробничо-господарська або конкурентна стратегія, що забезпечить конкурентні переваги підприємства. Отже, підприємству, що аналізують у майбутньому слід здійснювати всі варіанти реалізації функціональної стратегічної програми, а саме: комплексне оновлення технічної бази через придбання нового обладнання, модернізацію діючого обладнання, реконструкцію цехів із впровадженням нової технології.

У результаті дослідження наукових праць провідних учених-економістів [5; 17] потрібно зазначити, що більшість із них виділяють таку послідовність етапів розроблення інноваційної стратегії:

1. Оцінювання стану та умов функціонування підприємства (аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища, визначення цілей на найближчу перспективу, визначення масштабу потрібних змін та ін.).

2. Формування стратегії (визначення стратегічних напрямів, планування стратегії, розроблення програм).

3. Оцінювання програм (оцінювання всіх можливих програм і коригування їх до політики підприємства).

4. Реалізація стратегії (розроблення планів бізнес-одиниці, здійснення структурних змін, формування бюджету та ін.)

5. Стратегічний контроль (контроль за реалізацією стратегії як структурними підрозділами, так і підприємством загалом, оперативне управління).

На підставі дослідження наукових джерел [3; 7; 12; 14; 27] та практичної діяльності підприємств, що аналізують, для розв'язання проблеми відсутності чіткої інноваційної стратегії пропонуємо виділити п'ять етапів у розробленні й реалізації інноваційної стратегії, позначмо їх у такий спосіб:

- 1) дослідний етап;
- 2) конструктивний етап;
- 3) концептуальний етап;
- 4) дистрибутивний етап;
- 5) контрольний етап.

На основі аналізу значної кількості невдач, пов'язаних із виведенням принципово нових технологій підприємствами на споживчий ринок України, можна зробити висновок про те, що, на відміну від споживчого ринку, промисловий ринок є здатним не тільки підготувати споживачів, але й запропонувати шляхи поліпшення нової технології. Позитивним є те, що технології ґрунтуються на наявних, уже відомих науково-технічних знаннях і рішеннях, що полегшує роботу підприємства, знижує витрати на розроблення інновацій. Їхнє основне призначення полягає у формуванні унікальних із погляду покупця властивостей уже відомого продукту, із метою подальшого зміцнення його позицій.

На *дослідному етапі* відбувається виявлення нових ринкових потреб. На цьому етапі підприємства проводять опитування споживачів. Перш ніж упроваджувати результати проведених досліджень слід виявити потрібний інноваційний потенціал, можливості та загрози підприємств, які можуть позитивно або негативно впливати на діяльність і впровадження нововведень. Для цього вважають за доцільне здійснити SWOT-аналіз, який дає можливість виявити внутрішні й зовнішні можливості та загрози для інноваційної діяльності. Етапи формування та реалізації стратегії показано на рис. 3.5.

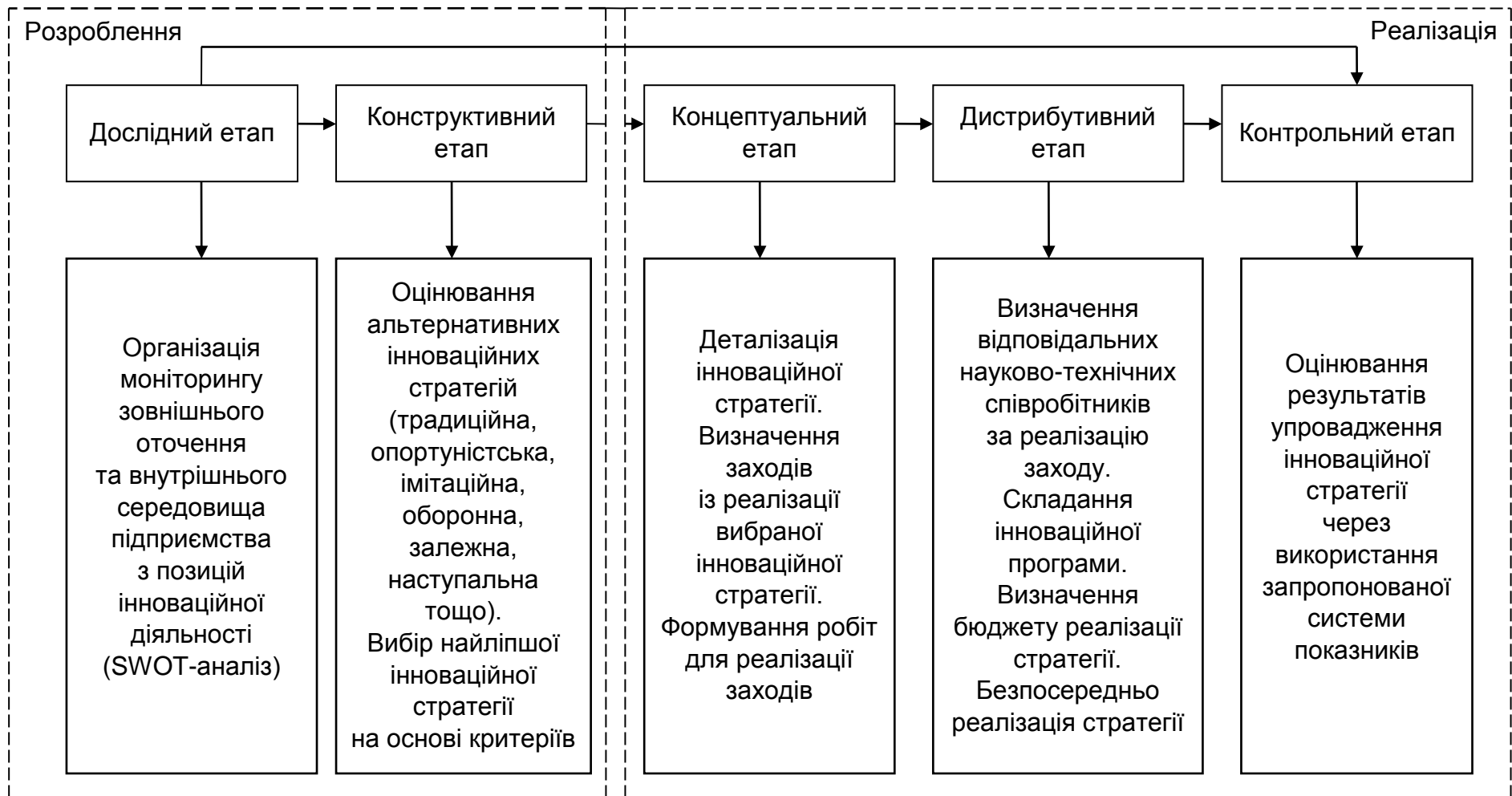


Рис. 3.5. Етапи розроблення та реалізації інноваційної стратегії підприємства

Із метою збереження конкурентоспроможності на світовому ринку, підприємству, що аналізують, потрібно постійно здійснювати моніторинг зовнішнього оточення, аналіз внутрішнього середовища, аналіз ефективності інноваційних проєктів, оцінювання ефективності інноваційної діяльності та шляхів її підвищення [4, с. 650–651].

Водночас *моніторинг зовнішнього оточення* підприємства передбачає аналіз:

- 1) досягнень науково-технічного прогресу в цій і суміжній галузях;
- 2) ринку нововведень;
- 3) закордонних ринків щодо визначення потенційних покупців [19; 28].

Аналіз внутрішнього середовища передбачає оцінювання:

- 1) інвестиційної привабливості фірми;
- 2) спроможності фірми до інноваційного розвитку;
- 3) рівня продукції;
- 4) організаційно-технічного та управлінського рівня.

Аналіз ефективності інноваційних проєктів передбачає:

- 1) оцінювання показників ефективності інноваційних проєктів;
- 2) дослідження чутливості показників інноваційних проєктів;
- 3) визначення беззбиткового обсягу продажу.

Оцінювання ефективності інноваційної діяльності та шляхів її підвищення передбачає:

- 1) оцінювання показників інноваційної діяльності фірми;
- 2) аналіз тенденцій динаміки результатів інноваційної діяльності фірми;
- 3) факторний аналіз результатів інноваційної діяльності фірми.

Для того щоб удосконалити розроблення інноваційної стратегії, здійснено SWOT-аналіз інноваційної діяльності підприємств, який в узагальненому вигляді наведено в табл. 3.3.

За даними табл. 3.3 можна зробити висновок про те, що для проведення наукових досліджень у підприємств, що аналізують, є всі умови, тому що вони володіють високим науково-технічним інноваційним потенціалом, сформованими науковими та проєктно-конструкторськими підрозділами, програмами наукових досліджень із підготовки виробництва тощо.

SWOT-аналіз інноваційної діяльності

Внутрішні можливості	Внутрішні загрози
<p>Високий технологічний рівень виробництва. Високий науково-технічний інноваційний потенціал. Наявність ефективної системи закупівлі сировини, матеріалів, комплектних виробів. Наявність маркетингової стратегії. Ефективна система після продажного (гарантійного) обслуговування. Висока якість і високий рівень достовірності досліджень ринку, що проводить служба маркетингу. Висока кваліфікація виробничих робітників. Наявність ефективної системи підвищення кваліфікації та перекваліфікації кадрів. Позитивний імідж підприємства. Наявність на підприємстві могутніх наукових і проектно-конструкторських підрозділів. Фінансове становище підприємства є стійким. Наявність на підприємстві програми наукових досліджень із підготовки виробництва. Використання зовнішніх джерел в інвестуванні інноваційних проєктів</p>	<p>Високий рівень недовантаження виробничих потужностей. Високий рівень спрацювання основних фондів. Відсутність зовнішніх консультантів і невикористання зовнішньої індикативної інформації під час управління підприємством. Низький рівень зайнятості працівників. Дефіцит власних фінансових коштів для здійснення інноваційної діяльності</p>
Зовнішні можливості	Зовнішні загрози
<p>Отримання податкових пільг. Ринкова інфраструктура, що ефективно функціонує. Зростання місткості ринку. Пропозиції ринку трудових ресурсів задовольняють попит підприємства. Можливість залучення закордонних і вітчизняних інвесторів. Завоювання підприємством провідної позиції на ринку</p>	<p>Високий рівень інфляції. Жорстка податкова політика. Нестабільність законодавчої бази. Посилення зовнішньоторговельних бар'єрів. Зниження платоспроможного попиту споживачів. Утрата традиційних постачальників сировини, матеріалів, комплектних виробів. Відсутність єдиної бази даних про виробничі можливості підприємства</p>

Однак є загроза дефіциту власних фінансових коштів для здійснення інноваційної діяльності. Інші внутрішні та зовнішні загрози впливають на господарську діяльність. Підприємствам потрібно приділити більшу увагу внутрішнім загрозам, тому що вони пов'язані з організацією виробництва. До них можна зарахувати такі: високий рівень спрацювання основних виробничих фондів підприємства, недовантаженість виробничих потужностей, низький рівень зайнятості працівників тощо.

На *конструктивному етапі* відбувається оцінювання альтернативних інноваційних стратегій, як-от традиційна, опортуністська, наступальна, залежна, оборонна, імітаційна тощо та вибір найліпшої з них на основі вибраних критеріїв [12; 25; 26]. Учасниками розроблення інноваційної стратегії є внутрішні функціональні відділи та служби. Це представники відділу маркетингу, фінансів, керівництво виробничої дільниці, на якій безпосередньо здійснюють випуск продукції, що піддають удосконаленню. Єдиними зовнішніми учасникам проекту є звичайні її споживачі, організовані у фокус-групу.

На *концептуальному етапі* підприємство має займатися деталізацією інноваційної стратегії, визначати заходи з реалізації вибраної інноваційної стратегії, формувати роботи для реалізації заходів. Для машинобудівного підприємства завдання інноваційної діяльності можуть передбачити: удосконалення технології виробництва, конструкції виробу, організації виробництва машин, поліпшення складу та вдосконалення підготовки кадрів машинобудівного підприємства [7].

Удосконалення технології виробництва може містити такі елементи: комплексну механізацію допоміжних та обслуговчих процесів; використання прогресивного обладнання; упровадження комплексної механізації й автоматизації виробничих процесів; підвищення оснащеності виробництва, використання прогресивного оснащення; технологічну класифікацію, типізацію та стандартизацію технологічних процесів; застосування прогресивних методів формоутворення, які наближають заготовку до розмірів, форми та ваги готової деталі тощо.

Удосконалення конструкції виробу може містити [23]: поліпшення якості, підвищення надійності; поліпшення технологічності машин; конструкторську класифікацію, стандартизацію, нормалізацію, уніфікацію; використання дешевших матеріалів тощо.

Удосконалення організації виробництва може містити [18]: спеціалізацію й раціональне розміщення виробничих цехів і робочих місць; організацію ритмічності роботи підрозділів; автоматизацію інженерної

й управлінської праці; дослідження витрат праці на виробництво продукції та вдосконалення нормування праці; вдосконалення системи мотивації персоналу; поліпшення умов та організації праці тощо

Поліпшення складу та вдосконалення підготовки кадрів може містити: відповідний до спеціалізації підбір кадрів; поліпшення кваліфікаційного складу кадрів; удосконалення підготовки кадрів; поліпшення структури управлінських працівників через підвищення питомої ваги конструкторів і технологів; поліпшення умов праці тощо.

На *дистрибутивному етапі* визначають відповідальних науково-технічних співробітників за реалізацію заходу, складають інноваційну програму, безпосередню її реалізацію.

На *контрольному етапі* здійснюють оцінювання результатів упровадження інноваційної стратегії за критеріями прибутковості, інформатизації тощо. Для оцінювання результатів інноваційної діяльності підприємств потрібно сформулювати систему показників. До показників, що характеризують стан інноваційної діяльності підприємства, доцільно зарахувати ті, що показані на рис. 3.6:

1. Показники залучення технічної бази до інноваційної діяльності:

а) фізичне спрацювання обладнання для здійснення науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт:

$$K_3^{\text{НДДКР}} = \frac{\text{ПВ}^{\text{НДДКР}} - \text{ЗВ}^{\text{НДДКР}}}{\text{ПВ}^{\text{НДДКР}}}, \quad (3.1)$$

де $K_3^{\text{НДДКР}}$ – коефіцієнт фізичного спрацювання обладнання для здійснення НДДКР;

$\text{ПВ}^{\text{НДДКР}}$ – первісна вартість обладнання для здійснення НДДКР, тис. грн;

$\text{ЗВ}^{\text{НДДКР}}$ – залишкова вартість обладнання для здійснення НДДКР, тис. грн;

б) рівень інформатизації підприємства:

$$\text{Инф.} = \frac{K_{\text{комп. роб. м.}}}{K_{\text{роб. м.}}^{\text{заг.}}}, \quad (3.2)$$

де $K_{\text{комп. роб. м.}}$ – кількість робочих місць, оснащених комп'ютерами, од.;

$K_{\text{роб. м.}}^{\text{заг.}}$ – загальна кількість робочих місць, од.;



Рис. 3.6. Система показників оцінювання інноваційної діяльності підприємств

в) інтенсивність оновлення основних засобів:

$$K_{\text{інт.онов.}} = \frac{OZ_{\text{увед.}}}{OZ_{\text{виб.}}}, \quad (3.3)$$

де $OZ_{\text{увед.}}$ – вартість уведених основних засобів у поточному році, тис. грн;

$OZ_{\text{виб.}}$ – вартість вибувших основних засобів у поточному році, тис. грн.

2. Показники залучення фінансово-економічних ресурсів до інноваційної діяльності:

а) питома вага витрат на НДДКР у загальній сумі витрат підприємства:

$$\gamma^{B_{\text{НДДКР}}} = \frac{B_{\text{НДДКР}}}{B_{\text{заг.}}}, \quad (3.4)$$

де $B_{\text{НДДКР}}$ – витрати на проведення НДДКР, тис. грн;

$B_{\text{заг.}}$ – загальні витрати підприємства на виготовлення та реалізацію продукції, тис. грн;

б) питома вага витрат на впровадження та освоєння інновацій у загальній сумі витрат підприємства:

$$\gamma^{B_{\text{іннов.}}} = \frac{B_{\text{іннов.}}}{B_{\text{заг.}}}, \quad (3.5)$$

де $B_{\text{іннов.}}$ – витрати на впровадження та освоєння інновацій, тис. грн.

3. Показники залучення трудових ресурсів до інноваційної діяльності:

а) питома вага кількості науково-технічних працівників із науковим ступенем доктора, кандидата наук у загальній їхній кількості:

$$\gamma_{\text{наук. ступ.}} = \frac{K_{\text{наук. ступ.}}}{K_{\text{наук.-техн. роб. м.}}}, \quad (3.6)$$

де $K_{\text{наук. ступ.}}$ – кількість працівників із науковим ступенем, осіб;

$K_{\text{наук.-техн. роб. м.}}$ – загальна кількість науково-технічних працівників, осіб;

б) питома вага працівників, зайнятих виконанням НДДКР, у загальній кількості працівників підприємства:

$$K^{НДДКР} = \frac{K^{ЗВІЛЬН.}}{K^{ВИСОК. \text{ кваліф.}}}, \quad (3.7)$$

де $K^{ЗВІЛЬН.}$ – кількість працівників, що звільнилися, осіб;

$K^{ВИСОК. \text{ кваліф.}}$ – загальна кількість працівників цієї кваліфікації, осіб;

в) частка працівників із вищою освітою щодо групи працівників, зайнятих науково-технічною діяльністю:

$$\gamma^{ВО} = \frac{K^{ВО}}{K^{заг. \text{ НТД}}}, \quad (3.8)$$

де $K^{ВО}$ – кількість працівників із вищою освітою, осіб;

$K^{заг. \text{ НТД}}$ – загальна кількість працівників, зайнятих науково-технічною діяльністю, осіб.

4. Показники, що характеризують рівень використання інноваційного потенціалу підприємства:

а) показник прибутковості реалізації інновації:

$$K_{\text{приб. іннов.}} = \frac{\Pi_{\text{іннов.}}}{B_{\text{іннов.}}}, \quad (3.9)$$

де $\Pi_{\text{іннов.}}$ – прибуток від упровадження інновації, тис. грн;

$B_{\text{іннов.}}$ – витрати, пов'язані зі створенням інновацій;

б) коефіцієнт прибутковості загального капіталу:

$$R_{\text{кап.}} = \frac{\Pi^{\text{чист.}}}{K^{\text{заг.}}}, \quad (3.10)$$

де $\Pi^{\text{чист.}}$ – чистий прибуток, тис. грн;

$K^{\text{заг.}}$ – загальний прибуток, тис. грн.

Наведені показники є підґрунтям для визначення стану інноваційної діяльності підприємств.

Кількісне оцінювання результатів реалізації інноваційної стратегії за запропонованими показниками мають здійснювати з мінімальною періодичністю один раз на квартал і максимальною – раз на рік. Якщо динаміка показників має позитивну тенденцію, то результати реалізації інноваційних заходів потрібно розглядати як ефективні. Під час погіршення показників слід провести пофакторні дослідження, що дозволять виявити причини негативних тенденцій.

Отже, для розроблення та реалізації ефективної інноваційної стратегії потрібно здійснити п'ять поданих етапів. Ефективність комерціалізації інновації багато в чому залежить від результативності маркетингового підтримання процесу дистрибуції, включно з розподілом, просуванням і безпосередньо збутом нової й удосконаленої продукції або послуги. Практика показує, що відсутність або недостатнє організаційно-економічне й інвестиційно-фінансове підтримання впроваджуваної технологічної інновації може призвести до зривів проєкту за планованими строками й очікуваним результатом.

На підставі дослідження наукових джерел [6; 8] за спонукальними мотивами підприємствам-інноваторам можна виділити такі напрями інноваційного розвитку:

1. «Завоювання симпатій споживача» – напрям інноваційного розвитку, що характеризується збитковістю для підприємства-інноватора та прибутковістю для споживача. Останній отримує інноваційну продукцію з якісними характеристиками, що відповідають ціні. Такий напрям інноваційного розвитку може виникнути в компаніях, які спрямовують свою діяльність, головню, на технологічну новизну продукції без попереднього оцінювання її потенційної прибутковості, й орієнтується насамперед на завоювання споживача.

2. «Усебічні переваги» – напрям інноваційного розвитку, який забезпечує одночасно позитивний ефект підприємству-інноваторові на вкладений інноваційний капітал та задоволення потреб споживачів у межах прийнятних цін.

3. «Ефект іміджу» – напрям інноваційного розвитку, що характеризується прибутковістю для підприємства-інноватора та збитковістю для споживача, який не отримує інноваційної продукції з якістю, що відповідає ціні. Такий напрям інноваційного розвитку може виникнути в ком-

паніях, де орієнтацію підприємства-інноватора спрямовано на наслідування «модних» тенденцій, коли напрацьований імідж підприємства дозволяє виводити нову продукцію, не завжди замислюючись про вигоду споживача.

4. «Ефект чорного кола» – напрям інноваційного розвитку, що характеризується збитковістю як для підприємства-інноватора, так і для споживача. Останній отримує інноваційну продукцію з якісними характеристиками, що не відповідають ціні. Такий напрям інноваційного розвитку може виникнути, коли ні підприємство-інноватор, ні споживач не мають достатньої компетентності в потребі в оцінюванні прибутковості.

Для переважної більшості аналізованих підприємств є потрібним вибір напряму інноваційного розвитку «всебічні переваги», тому що підприємство є спроможним установлювати ціни на продукцію, які б задовольняли потреби як споживача, так і підприємства загалом, тим більше впроваджені проекти дають значний прибуток, а значить, інноваційний капітал справляє ефект.

На сьогодні неабиякою проблемою є підвищення технічного рівня виробництва, упровадження прогресивних технологічних процесів [11]. За для стабілізації виробничої та фінансово-господарської діяльності, а також розв'язання означених раніше проблем, підприємствам потрібно виконати такі завдання:

1) здійснити технічне переозброєння й комп'ютеризацію;

2) зробити вирішальний внесок у вирішення таких великих завдань, як зниження матеріальних, енергетичних і трудових нормативів, зростання продуктивності праці через розроблення та здійснення конкретних технічних заходів на основі використання прогресивних конструкторських рішень і сучасних технологій;

3) розглянути питання використання зайвого обладнання та площ, їхньої амортизації й реновації з урахуванням віку та працездатності, унести зміни у відповідні нормативні акти;

4) значно розширити номенклатуру й збільшити обсяги випуску запчастин та іншої продукції як мобільної складової плану виробництва.

Із метою розв'язання проблеми застарілої техніки, підприємствам потрібно здійснювати продуктово-тематичне планування інновацій, яке становить процес формування продуктово-тематичного портфеля інноваційної діяльності. Продуктово-тематичний портфель має охоплювати

розроблення програм і заходів оновлення продукції, удосконалення технології й організації її виробництва та збуту. Оцінюючи тенденції до науково-технічного розвитку у сфері машинобудування і порівнюючи їх із техніко-технологічним потенціалом підприємства, технічне управління підприємства робить висновки про її інноваційні можливості, що є основою продуктово-тематичного планування. Визначення очікувань споживача щодо нового товару здійснює відділ збуту, із метою виявлення реальної ринкової потреби в ньому. Визначення можливості фінансування інноваційних змін здійснюють фінансовий і планово-економічний відділи. Це допомагає ще на стадії попереднього відбору відхилити проєкти, реалізувати які підприємство не є спроможним через фінансові труднощі. Здійснений у процесі продуктово-тематичного планування аналіз споживчої привабливості всіх видів продукції підприємство дає змогу визначити не лише потребу в оновленні асортиментного ряду, а й поліпшенні певних характеристик продукції для підвищення її споживчої цінності. Цього можна досягнути вдосконаленням технології, організації виробництва й чітко спланованими заходами з організаційно-технічного розвитку підприємства. Планування технологічних можливостей підприємств, що аналізують, надасть змогу випускати конкурентоспроможну продукцію. Означене планування має ґрунтуватися на попередньому оцінюванні технічного рівня виробництва й передбачати планування заходів із підтримання та вдосконалення технічного рівня виробництва і розроблення та впровадження нових технологічних процесів, потрібних для випуску нової продукції.

Підприємствам слід планувати відтворення та вдосконалення техніко-технологічної бази, тому що продукція, що виробляють, є традиційною, яку не змінюють протягом тривалого часу. Однак з іншого боку, надмірні витрати на ремонт і модернізацію технологічного обладнання свідчать про вичерпання можливостей старої технології, що є підставою для радикальніших технологічних змін і потребує техніко-економічного обґрунтування створення чи залучення нової технології.

Якщо зазначені характеристики забезпечують конкурентоспроможність продукції й підприємства загалом на планову перспективу, то технологічне оновлення є недоцільним. Якщо не забезпечують, то ведуть пошук альтернативних варіантів нової технології, які потім порівнюють

за наведеними характеристиками, а також, з огляду на відповідність ресурсній базі підприємств, його наявним фінансовим можливостям чи кредитоспроможності.

Також для розв'язання проблеми спрацьованості основних виробничих фондів підприємствам доцільно застосовувати прискорену амортизацію, у результаті якої частину прибутку будуть спрямовувати на прискорену амортизацію. Це допоможе підприємствам вчасно обновляти основні виробничі фонди та дозволить уникнути простоїв виробництва.

Зміст і темпи розвитку будь-якого підприємств є результатом боротьби протилежних інтересів, тенденцій і факторів, які штовхають підприємство до впровадження інновацій. Із метою усунення наявних невідповідностей потрібно виділити наявні суперечності. Автор роботи [5] зазначає декілька груп суперечностей, властивих інноваційному процесу, а саме: внутрішньоструктурні, економічні, організаційні, соціальні.

Внутрішньоструктурні суперечності відображають суперечності між новими та традиційними технологіями, альтернативними ідеями й рішеннями у сфері наукових досліджень, різними факторами технологічного розвитку тощо.

Економічні суперечності виникають між учасниками інноваційного циклу щодо оцінювання розмірів, методів забезпечення, надання, розподілу та використання досягнуто ефекту від нововведень.

Організаційні суперечності виникають між розподілом і кооперацією робіт зі створення, освоєння та використання нововведень.

Соціальні суперечності виникають, унаслідок розбіжностей в умовах праці, її змісту в різних групах працівників, які здійснюють розроблення, упровадження та використання нововведень.

Для більшості підприємств у цей час найбільш важливими є цілі у сфері наукових досліджень і розроблень. Це спричинено тим, що нова економічна система характеризується зміною основних конкурентних переваг, що дозволяють суб'єктам господарювання виживати й розвиватися в зовнішньому середовищі. Це виявляють, насамперед, у посиленні ролі нематеріальних активів, розширеному інвестуванні в інтелектуальний капітал. У сучасній конкурентній боротьбі йде змагання не стільки за володіння капітальними ресурсами, матеріальними цінностями, скільки за здатність до розроблення та впровадження інновацій. Одним із важливих механізмів реалізації інноваційної стратегії

є погодження різних стратегічних напрямів та ініціатив, виконуваних різними відділами підприємства, у межах інноваційної стратегії, використання й одночасне посилення можливостей цих програм і проєктів.

Надійною запорукою стратегічного успіху підприємств є орієнтованість на врахування низки стратегічних особливостей, як-от [3]:

1) здатність стратегії підприємства до адаптації, відповідно до постійних змін зовнішнього середовища шляхом її трансформації або розроблення альтернатив;

2) ефективний розподіл і використання стратегічних ресурсів, згідно зі встановленими цілями й термінами реалізації стратегії;

3) специфіка методів ринкових досліджень, зумовлена принциповою новизною інновацій;

4) значні потоки вхідної інформації, що потребують сучасних комп'ютеризованих методів накопичення, опрацювання та аналізу;

5) імовірнісний характер стратегічних прогнозів і наявність альтернативних варіантів стратегічних рішень;

6) випереджувальний контроль та коригування стратегічних прогнозів;

7) оцінювання здатності підприємства до здійснення інноваційної діяльності та його гнучкість у цій сфері;

8) аналіз інноваційного потенціалу (інтелектуального, технічного, технологічного, науково-дослідного, інформаційного тощо);

9) комплексний аналіз інноваційної стратегії за різними факторами оцінювання;

10) мінімізація ризиків інноваційної діяльності через використання специфічних методів управління;

11) специфіка фінансування інноваційної діяльності.

За результатами аналізу підприємствам треба приділити більшу увагу таким стратегічним напрямам, як: фінансування інноваційної діяльності, тому що підприємство на сьогодні використовує власні кошти на проведення досліджень; аналіз інноваційного потенціалу, тому що підприємство може володіти не всіма потрібними ресурсами; комплексний аналіз інноваційної стратегії за різними факторами, тому що стратегія може не відповідати основній діяльності підприємства та йти всупереч їй; оцінювання здатності підприємства до адаптації до постійних змін зовнішнього середовища. Саме від цих процесів залежить подальша діяльність підприємства.

Ухвалюючи ту або ту стратегію, керівництво підприємств має враховувати основні чотири фактори [11]:

1. Ризики інноваційної діяльності (технічні, ринкові, управлінські, цінові, фінансові ризики тощо). Одним із найважливіших ризиків є ризик незатребуваності продукції, який виникає, унаслідок відмови споживача від придбання виробничої продукції. Основними причинами незатребуваності продукції є низька кваліфікація працівників, порушення організації виробничого процесу, незадовільний рівень організації постачання матеріальних ресурсів, низький рівень управління підприємством тощо. Виявлення цих причин та швидке реагування на них дозволить знизити ризики комерціалізації та інші ризики, що пов'язані із впровадженням інновацій на споживчий ринок.

2. Знання минулих стратегій і результатів їхнього застосування. Це дозволить підприємству більш успішно розробляти нові.

3. Фактор часу. Нерідко гарні ідеї зазнають невдач тому, що їх пропонують здійснити в невідповідний момент.

4. Реакція власників. Стратегічний план розробляють менеджери, але часто власники можуть здійснювати силовий тиск на його зміну. Керівництву підприємства варто мати на увазі цей фактор.

5. Також в умовах глобалізації та євроінтеграції важливим стає аналіз закордонних ринків для здійснення інноваційної діяльності [19] та врахування особливостей взаємозв'язків із партнерами [15; 24; 28].

У сучасних умовах для більшості українських підприємств власні фінансові ресурси є основним джерелом фінансування. Однак, зазвичай, внутрішніх ресурсів для фінансування підприємницької діяльності не вистачає, тому практично завжди виникає потреба у залученні засобів із зовнішніх джерел. Залучений капітал має такі позитивні риси: підвищення фінансового потенціалу підприємства в разі потреби в істотному підйомі темпів зростання обсягів виробництва; можливість підвищення приросту рентабельності власного капіталу через забезпечення розширеного відтворення. Підприємство, що використовує залучений капітал (разом із власним капіталом), має більш високий фінансовий потенціал свого розвитку й можливість приросту рентабельності власного капіталу. Водночас можна зазначити, що численні емпіричні дослідження, які проводили в різних країнах в умовах ринкової економіки, показують, що зовнішній капітал для підприємства є значно вигіднішим, ніж власний, тобто

витрати використання позикового капіталу є нижчими від альтернативних витрат фінансування із власних засобів.

Отже, в умовах згортання державних програм фінансування підприємницької діяльності, дорожнечі й неприступності банківських кредитів особливого значення набувають залучені джерела фінансування, тому що фінансування за допомогою залучених коштів дає підприємству фінансову стабільність та здатність підприємства здійснювати поточні платежі.

Незважаючи на інтерес до можливості інвестування інноваційної діяльності в українську економіку як із боку закордонного, так і українського бізнесу, що формують, ситуацію в цій сфері поки не можна назвати задовільною. Є принаймні три групи причин, які не дозволяють кардинально змінити ситуацію на краще [12].

Перша група причин *соціокультурна*, пов'язана з відмінністю інтересів інвестора та керівників підприємства, відмінністю в засобах аналізу діяльності підприємства та бухгалтерського обліку тощо.

Друга група причин *правова*, пов'язана з відсутністю законодавчої бази для інвестування. Однак навіть ті закони, які на нині є, виявляються вкрай незадовільними. Крім того, система оподаткування в Україні така, що робить не вигідною прибуткову роботу підприємств, що підриває основу інвестиційного процесу.

Третя група причин *політична*, пов'язана з політичною нестабільністю суспільства. Залежність політичного й економічного курсу від того, хто в цей момент перебуває при владі та які виявляються результати наступних виборів, надзвичайно сильно нервує потенційних інвесторів і перешкоджає здебільшого навіть початку інвестиційних процесів. Усі раніше перелічені причини можна зарахувати до зовнішніх, на них може впливати тільки держава.

Із метою розв'язання проблеми відсутності усталеної структури джерел фінансування інновацій, підприємствам доцільно виконати завдання, які дозволять залучити іноземні інвестиції:

1. Здійснити стратегічне управління інвестиційною діяльністю підприємств.

2. Удосконалити методикку оцінювання ефективності інвестиційних проектів.

3. Під час складання бізнес-плану зосередити більшу увагу на місткості ринку та перспективності розвитку майбутнього ринку збуту.

4. Скласти ефективну схему інвестування інноваційної діяльності.
5. Використати акції для залучення вітчизняних та іноземних інвесторів.
6. Запобігати різного роду заборгованостям підприємств.

Проблему нестачі інформації для здійснення НДДКР і впровадження їхніх результатів у виробництво можна розв'язати через створення налагодженої системи зворотного зв'язку відділу інноваційного розвитку з головними відділами підприємства.

Для обґрунтування доцільності створення відділу інноваційного розвитку доцільно здійснити оцінювання науково-практичної ефективності рекомендацій щодо створення відділу інноваційного розвитку, розроблення й реалізації інноваційної стратегії та розрахунку показників, що характеризують результати інноваційної діяльності підприємств.

Науково-практичну ефективність означених результатів визначають експертним методом у комплексі з оцінюванням їхньої економічної та соціальної ефективності на основі таких критеріїв [23]:

- 1) новизни (значущість – 0,35);
- 2) перспективності (значущість – 0,35);
- 3) потенційного масштабу практичного використання (значущість – 0,2);
- 4) ступеня ймовірності досягнення позитивних результатів (значущість – 0,1).

Новизну розробки визначають через порівняння результатів досліджень, що пропонують до використання на практиці, та чинних норм і стандартів. У процесі порівняння треба виявити, наскільки ці результати перевищують кращі світові аналоги, відповідають світовому рівню або є нижчими за кращі світові аналоги.

Перспективність визначають щодо наукових результатів роботи, що має три рівні оцінювання: «першочергова важливість» (10 балів), «важливі» (5 – 7 балів) та «корисні» (1 – 3 бали).

Потенційним масштабом можуть бути: світовий ринок (10 балів), галузі національної економіки (7 – 8 балів), галузь або регіон (3 – 5 балів), окреме підприємство (1 – 2 бали).

Ступінь ймовірності досягнення позитивних результатів може бути високим (значним), помірним (середнім) та низьким (слабким).

Перехід від якісних оцінок науково-практичного рівня результатів до кількісних здійснюють за допомогою шкали балів і коефіцієнтів вагомості показників.

На підставі балів і коефіцієнтів вагомості показників розрахунок науково-практичних рівня (НПР) виконують за такою формулою:

$$НПР = B_1 a_1 + B_2 a_2 + B_3 a_3 + B_4 a_4, \quad (3.11)$$

де B_1 – оцінка новизни роботи, у балах;

B_2 – оцінка перспективності роботи, у балах;

B_3 – оцінка масштабу використання роботи, у балах;

B_4 – оцінка ймовірності досягнення результатів роботи, у балах;

a_1, \dots, a_4 – коефіцієнти вагомості відповідних показників.

Кількісне значення показника НПР обчислюють у балах, воно дає змогу зробити порівняння різних наукових рішень.

У табл. 3.4 наведено результати оцінювання науково-практичної ефективності заходів, що пропонують, а саме: створення відділу інноваційного розвитку, розроблення й реалізацію інноваційної стратегії та розрахунок показників, що характеризують результати інноваційної діяльності.

Таблиця 3.4

Результати оцінювання науково-практичного рівня заходів, що пропонують

Показники НПР	Ознаки показників	Кількість балів	Коефіцієнти важливості і-го показника НПР
Новизна	Відповідає вітчизняному рівню	2	0,35
Перспективність	Важливі	7	0,35
Потенційний масштаб практичного використання	Галузь (регіон)	5	0,2
Ступінь ймовірності досягнення позитивних результатів	Високий (значний)	10	0,1

За експертними оцінками створення відділу інноваційного розвитку відповідає вітчизняному рівню, є важливим із погляду галузі й підпри-

ємства, його планують до використання в галузі, і він має високий ступінь досягнення позитивних результатів у разі використання результатів у галузі або на підприємстві.

Водночас показник науково практичного рівня буде таким:

$$НПР = 2 \cdot 0,35 + 7 \cdot 0,35 + 5 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,1 = 5,15 \text{ балів.}$$

Максимальне значення показника – 10 балів.

Отже, у результаті проведення експертного оцінювання за напрямками: новизни, перспективності результатів, потенційного масштабу використання та ступеня ймовірності досягнення позитивних результатів можна зробити висновок про те, що науково-практичний рівень результатів є достатньо високим і становить 5,15 балів (або 51,5 %) від його верхньої межі.

Це доводить доцільність запровадження відділу інноваційного розвитку в організаційній структурі промислових підприємств, що поліпшить організацію їхньої інноваційної діяльності.

Використана література

1. Бажал Ю. М. Економічна теорія технологічних змін / Ю. М. Бажал. – Київ : Заповіт, 1996. – 344 с.
2. Гриньова В. М. Організаційні проблеми інноваційної діяльності на підприємствах : монографія / В. М. Гриньова, В. В. Власенко. – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2005. – 200 с.
3. Диба О. М. Інноваційний розвиток підприємств в умовах глобалізації / О. М. Диба // Стратегія економічного розвитку України. – 2018. – № 42. – С. 111–118.
4. Економіка й організація інноваційної діяльності / за ред. О. І. Волков, М. П. Денисенко. – Київ : Професіонал, 2004. – 960 с.
5. Ілляшенко Н. С. Перспективи і проблеми інноваційного розвитку в умовах четвертої промислової революції / Н. С. Ілляшенко, Ю. С. Шипуліна, Д. В. Райко // Управління інноваційною діяльністю: теорія і практика : колективна монографія / за заг. ред. О. Д. Витвицької. – Київ : ТОВ «АГРАР МЕДІА ГРУП», 2021. – С. 112–131.
6. Ілляшенко Н. С. Управління випереджаючим інноваційним розвитком промислових підприємств : монографія / Н. С. Ілляшенко. – Суми : Триторія, 2019. – 504 с.

7. Лепейко Т. І. Інноваційний менеджмент / Т. І. Лепейко, В. О. Коюда, С. В. Лукашов. – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2005. – 440 с.
8. Стадник В. В. Напрями та моделі інноваційного розвитку регіонів України / В. В. Стадник, Г. В. Скиба // Вісник КНУТД. – 2003. – № 3. – С. 37–42.
9. Федулова Л. І. Інноваційна економіка / Л. І. Федулова. – Київ : Либідь, 2006. – 480 с.
10. Черваньов Д. М. Менеджмент інноваційно-інвестиційного розвитку підприємств України / Д. М. Черваньов, Л. І. Нейкова. – Київ : Т-во «Знання», КОО, 1999. – 514 с.
11. Шумпетер Й. Теорія економічного розвитку. Дослідження прибутків, капіталу, кредиту, відсотка та економічного циклу / Й. Шумпетер ; пер. з англ. В. Старка. – Київ : ВД «Києво-могилянська академія», 2011. – 242 с.
12. Юринець З. В. Формування інноваційних стратегій: теорія, методологія, практика : монографія / З. В. Юринець. – Львів : СПОЛОМ, 2016. – 412 с.
13. Ястремська О. М. Методичні рекомендації до розрахунку ефективності пропозицій дипломних робіт студентів освітньо-кваліфікаційних рівнів «бакалавр» та «магістр» напряму підготовки «менеджмент» / О. М. Ястремська. – Харків : ХНЕУ, 2013. – 28 с.
14. A Systematic-Functional Approach in Managing Innovative Development of Construction Enterprises in Ukraine / I. Gontareva, M. M. Kurt, O. Dorokhov et al. // TEM Journal. – 2022. – Vol. 11, issue 1. – P. 125–137.
15. Monitoring the development of the export and import potential of the regions / L. M. Malyarets, V. I. Otenko, I. P. Otenko, D. Fatyanov // Montenegrin Journal of Economics. – 2022. – Vol. 18, No. 2. – P. 39–50.
16. Відбудова для розвитку: зарубіжний досвід та українські перспективи [Електронний ресурс] : міжнародна колективна монографія / [редколегія, голова – д-р екон. наук В. В. Небрат] ; НАН України, ДУ «Ін-т екон. та прогнозув. НАН України». – Київ, 2023. – 571 с. – Режим доступу : <http://ief.org.ua/wp-content/uploads/2023/08/Reconstruction-for-development.pdf>.
17. Ілляшенко Н. С. Теоретико-методологічні засади визначення випереджаючих траєкторій інноваційного прискорення промислових підприємств [Електронний ресурс] / Н. С. Ілляшенко // Бізнес Інформ. –

2019. – № 2. – С. 95–101. – Режим доступу : <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-2-95-101>.

18. Князевич А. О. Інноваційне підприємництво в системі креативного менеджменту [Електронний ресурс] / А. О. Князевич // Бізнес Інформ. – 2022. – № 5. – С. 33–39. – Режим доступу : <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0001358925>.

19. Крутік Ю. В. Зміст понять «експорт» та «імпорт» як об'єктів державного управління [Електронний ресурс] / Ю. В. Крутік, Ю. А. Столяр // Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. – 2020. – Т. 31 (70), № 5. – Серія «Державне управління». – Режим доступу : <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-6468/2020.5/24>.

20. Людвік І. І. Інноваційний розвиток України в умовах глобалізації економічного простору [Електронний ресурс] / І. І. Людвік // Держава та регіони. – 2022. – № 2 (125). – С. 36–40. – Серія «Економіка та підприємництво». – Режим доступу : <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2022-2-6>.

21. Про інноваційну діяльність [Електронний ресурс] : Закон України № 40-IV від 4 липня 2002 року. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/40-15#Text>.

22. Юрчак О. Інноваційний розвиток в промисловості – що має змінити війна? [Електронний ресурс] / О. Юрчак. – Режим доступу : <https://www.industry4ukraine.net/publications/innovacijnyj-rozvytok-v-promyslovosti-shho-maye-zminyty-vijna/>.

23. Development of scientific and methodological approach to quantitative and qualitative assessment of intellectual property management in industrial enterprises [Electronic resource] / D. Raiko, V. Cherepanova, I. Sylka et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – Vol. 2, No. 13 (110). – P. 28–42. – Access mode : DOI:10.15587/1729-4061.2021.230262.

24. Formation of Mutual Relations Between Enterprises and Business Partners in the Process of Preparation and Production of New Products / O. Iastremska, H. Stokovych, O. Iastremska et al. // Marketing and Management of Innovations. – 2021. – Vol. 1. – P. 196–211; [Electronic resource]. – Access mode : <http://doi.org/10.21272/mmi.2021.1-15>.

25. Iastremska O. Investment and development of enterprises innovative activities / O. Iastremska, H. Stokovych // Scientific and practical international conference: Public Administration in the 21st Century: Problems

and Development Prospects (20 November, 2020). – Article 32 (9 p.) ; [Electronic resource]. – Access mode : DOI:10.5281/zenodo.4277867.

26. Iastremska O. Relationship of Investment in Innovation and Logistics Activity in the Conditions of the Experience Economy Development / O. Iastremska, H. Strokovych, F. Gasimov // Marketing and Management of Innovations. – 2023. – Vol. 1. – P. 12–23 ; [Electronic resource]. – Access mode : <https://doi.org/10.21272/mmi.2023.1-02>.

27. Iastremska O. Theoretical justification and practical application of approaches and methods of evaluation of intangible assets and objects of intellectual property authorities [Electronic resource] / O. Iastremska // Theoretical Foundations in Economics and Management : collective monograph / O. Toporkova, O. Lytovchenk et al. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2022. – P. 437–473. – Access mode : DOI:10.46299/ISG.2022.MONO.ECON.2.

28. Zaiats T. A. Tsinnisni oriientyry innovatsiinoho rozvytku v Ukraini [Values guidelines for innovative development in Ukraine] [Electronic resource] / T. A. Zaiats // Demography and Social Economy. – 2021. – No. 2 (44). – Access mode : <https://doi.org/10.15407/dse2021.02.003>.

Розділ 4

Людський капітал як підґрунтя інноваційного розвитку підприємства: системний підхід

Вирішальним фактором, що визначає стан суспільства на сучасному етапі, а також його подальший розвиток, є глобалізація, тобто посилення взаємодії й, відповідно, взаємозалежності між різними регіонами, країнами, континентами. І цей процес виявляють не лише у формуванні політичних чи економічних взаємовідносин, але стосується соціальних і культурних відносин, тобто тією чи іншою мірою охоплює всі сфери життя людства. Отже, окремі держави перестали бути ізольованими системами, а набули, фактично, статусу підсистем у єдиній глобальній системі, якій є притаманною велика кількість щільних зв'язків між її підсистемами та їхніми елементами на всіх рівнях цієї системи. Слід зауважити, що зв'язки між елементами системи можуть бути як прямими, так і зворотними. Тобто не лише один з елементів системи впливає на інший її елемент, здійснюючи керівний вплив, у результаті якого відбувається зміна певних характеристик цього елемента (прямий зв'язок), але й інформація про зміну стану керуваного елемента, яка відбувається як наслідок цього впливу, передається тому елементові, який здійснює керівний вплив (зворотний зв'язок). Залежно від типу зворотного зв'язку інтенсивність керівного впливу може як зростати, так і спадати.

У системній динаміці, яка досліджує розвиток системи в часі в умовах невизначеності й ризику, наявність зворотного зв'язку означає, що послідовність причинно-наслідкової зміни станів цієї системи є замкненою. Структурну схему системи, між елементами або підсистемами якої є не лише прямий, але й зворотний зв'язок, показано на рис. 4.1.

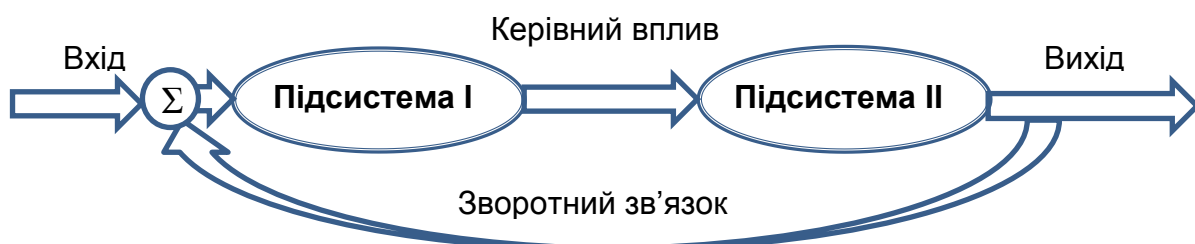


Рис. 4.1. Структурна схема системи зі зворотним зв'язком

У системі зі зворотним зв'язком відповіддю на збурення, що призводить до зміни критичних параметрів, тобто параметрів, які контролюють її стан, є розвинення процесів, що пришвидшують зміни цих параметрів у тому самому напрямі, якщо зворотний зв'язок є позитивним, або, навпаки, до уповільнення розвитку системи та навіть до повернення її у вихідний стан, якщо зворотний зв'язок є негативним. Слід також зазначити, що наслідком наявності зворотного зв'язку є те, що розвиток такої системи вже не є лінійним, тому для побудови моделей динаміки та прогнозування поведінки такої системи в часі як математичний інструментарій використовують диференціальні рівняння, якщо вважати час неперервним, або різницеві рівняння, якщо зміни стану системи розглядати через дискретні проміжки часу.

У разі, якщо в системі наявний позитивний зворотний зв'язок, навіть невеликий зовнішній вплив, що призводить до відхилення системи від стану рівноваги, передається з виходу системи на її вхід і призводить до ще більшого відхилення стану системи від рівноважного положення. Зазвичай, наявність позитивного зворотного зв'язку призводить до експоненціального зростання контрольних параметрів (саме тих параметрів, задля зміни яких і здійснено зовнішній вплив), коли приріст показника є пропорційним величині самого показника. Отже, на відміну від лінійного зростання, яке є адитивним, експоненціальне зростання є мультиплікативним. Сучасна економіка є орієнтованою переважно на експоненціальне зростання, оскільки передбачають щорічний приріст на сталий відсоток, а не на сталу величину. Це подібно до формули складних відсотків, оскільки відсотки нараховують уже з урахуванням приросту минулого року, тобто «відсотки на відсотки».

Якщо розглядати економічну систему на макрорівні, то за наявності в системі позитивного зворотного зв'язку стрімкий експоненціальний розвиток, якщо він має місце одночасно майже в усіх галузях промисловості, переходить у формат промислової революції. Завдяки цьому промисловість після пережитого бурхливого зростання продуктивності праці, зумовленого інноваційними змінами в процесі виробництва, переходить до нового стану рівноваги, якому притаманний принципово новий, а тому суттєво більш високий рівень розвитку продуктивних сил. Тобто завдяки позитивному зворотному зв'язку кількісні зміни стають на стільки суттєвими, що переходять у якісні. І навпаки, наявність у системі негативних зворотних зв'язків гальмує розвиток системи, намагаючись повер-

нути її у вихідний стан рівноваги. У цьому сенсі такий стан системи можна розглядати як стагнацію. Якщо досліджувати аналогічні явища на рівні окремого підприємства, то наявність позитивного зворотного зв'язку є тим фактором, що сприяє інноваційному розвитку цього підприємства, тоді як негативний зворотний зв'язок заважає розвитку підприємства, стабілізуючи його стан на вихідному рівні. Але в загальному випадку наявність негативного зворотного зв'язку в системі не завжди слід розглядати як недолік. Навпаки, якщо зовнішній вплив на систему є руйнівним, то наявність негативного зворотного зв'язку дозволяє подолати кризові явища й повернути систему в стабільний стан.

Застосування до моделювання розвитку соціальних систем положень нерівноважної динаміки, або термодинаміки Пригожина, яка визначає напрям процесів у відкритій системі, що внаслідок впливу зовнішнього середовища перебуває поза станом локальної рівноваги, прийшло в різні галузі науки, зокрема і в економіку, із фізики, що здійснюють як реалізацію принципу Пригожина – Онзаґера щодо дисипації енергії та зростання ентропії системи [1; 34]. Цей принцип визначає траєкторію, за якою буде відбуватися розвиток відкритої системи, і, відповідно, кінцевий стан, у який ця система перейде. Трансформація термодинаміки від класичної (рівноважної), що розглядає рух системи із одного стану до іншого як детермінований процес, до термодинаміки Пригожина був відображенням загального напрямку розвитку науки в другій половині ХХ ст. Завдяки застосуванню положень нерівноважної динаміки не лише у фізиці, але й у таких галузях науки, як хімія, біологія, соціологія, економіка, було досягнуто принципово нових результатів. До речі, 1977 року Іллі Романовичу Пригожину було присуджено Нобелівську премію не з фізики, а з хімії за роботи з термодинаміки незворотних процесів, особливо за теорію дисипативних структур. Такий інтерес до нерівноважної термодинаміки в різних галузях науки можна пояснити тим, що замість лінійного і, відповідно, необмеженого розвитку системи в якомусь сталому напрямі можна очікувати, що в результаті невеликих змін деяких із параметрів, що визначають її рівноважний стан (критичних параметрів), відбуваються якісні зміни стану системи, тобто має місце біфуркація. І хоча точку біфуркації можна сприймати як кризу системи, у результаті чого система перейде до стану хаосу, але також можливо, що система перейде до якісно нового стану рівноваги, отже, відбувається формування «порядку з хаосу». Особливість точки біфуркації полягає

в тому, що в разі, коли параметри, які визначають стан системи, є близькими до критичного значення, то навіть слабе збурення здатне якісно змінити траєкторію розвитку системи. Зазначмо, що кількість критичних параметрів визначає вимірність біфуркації. Зрозуміло, що такий підхід є дуже важливим під час дослідження можливих шляхів розвитку людства в глобалізованому світі. Водночас взаємозалежність економік різних країн як вияв глобалізації, сприйняття національних економік як елементів глобальної економічної системи привели людство до усвідомлення, що потрібно розглядати планету як єдине ціле, що природні ресурси є обмеженими. Відповідно, сучасний стан глобальної економічної системи, інтенсифікація виробничих процесів, зростання витрат ресурсів та збільшення неутілізованих відходів нині визначає рівень життя не лише сучасного населення Землі, але й впливає на добробут наступних поколінь уже недалекого майбутнього.

Відповіддю на виклики глобалізації було створення першої моделі системної динаміки, що дозволяла прогнозувати динаміку розвитку суспільства як глобальної системи. Цю модель було запропоновано Джеєм Форрестером, професором Слоунівської школи менеджменту при Массачусетському технологічному інституті (MIT) ще 1970 року. Модель мала назву World1, а її вдосконалений варіант було подано вже 1971 року. Він дістав назву World2 [2]. Основними факторами, які Форрестер уважав за потрібне додати в модель, було визнано такі: збільшення чисельності населення; зростання потреб у їжі; промислове зростання; підвищення потреб у ресурсах; збільшення кількості промислових відходів. Математична модель, яку було запропоновано Форрестером, мала вигляд системи диференціальних рівнянь, що описували швидкість зміни ключових параметрів, які визначають стан системи загалом, з урахуванням наявності як негативних, так і позитивних зворотних зв'язків. Застосування на базі цієї моделі імітаційного моделювання дозволяло розглядати різні сценарії глобальної еволюції та визначати умови їхньої реалізації. Для того щоб налаштувати модель, первинні розрахунки було зроблено для періоду з 1900 до 1970 рр., а проноз визначено на період із 1970 до 2100 рр. На основі якісного аналізу за цією моделлю, тобто аналізу за можливими траєкторіями розвитку, Форрестер дійшов висновку, що якщо наявні на той час темпи науково-технічного прогресу, неконтрольованого зростання чисельності населення й забруднення навколишнього середовища будуть зберігатися протягом періоду, для

якого здійснюють прогноз, то вже в першій половині ХХІ ст. на людство чекає глобальна катастрофа. Зокрема, унаслідок різкого скорочення природних ресурсів планети – як промислових, так і, насамперед, сільськогосподарських – почне зменшуватися чисельність населення всієї Землі, скорочуватися промислове виробництво. Сам Форрестер у процесі побудови моделей *World1* та *World2* вважав за потрібне не стільки обчислити кількісні значення критичних параметрів, скільки правильно визначити причинно-наслідкові зв'язки, які визначають стан суспільства як глобальної динамічної системи. Ще раз підкреслимо, що такий тип прогнозування визначають як якісний (на відміну від кількісного). Метою такого прогнозування є аналіз руху системи у фазовому просторі, тобто в просторі станів досліджуваної системи, і визначення траєкторії цього руху, а також дослідження природи критичних точок, перехід через які зумовлює зміну стану системи [6].

Усвідомлення відповідальності за збереження навколишнього середовища та раціональне витрачання ресурсів Землі привело до відмови від традиційної для того часу парадигми техніко-економічного зростання, коли у виробництві застосовують ресурсоємні та енергоємні технології, а замість неї було запропоновано концепцію сталого розвитку [10]. Це відображає перехід суспільної думки від «я» до «ми», що є ще одним із виявів глобалізації. Концепцію сталого розвитку вперше було сформульовано 1972 року в форматі звіту для Римського клубу за результатами досліджень, що проводили в Слоунівській школі менеджменту при МТІ під керівництвом Денніса Медовза, який був учнем і послідовником Джея Форрестера. У цьому звіті на основі вже кількісного аналізу було підкреслено, що експоненційне економічне зростання у світі зі скінченням запасом ресурсів може призвести до негативних глобальних сценаріїв. Спираючись на теорію системної динаміки, дослідники створили комп'ютерну модель *World3*. Як і модель *World2*, вона поєднувала у єдину систему ті самі три складові: природу, суспільство й економіку. Однак нова модель мала втричі більшу кількість параметрів, що давало можливість здійснювати на її основі не тільки якісний, але й кількісний аналіз. Така модель дозволяла досліджувати загальний розвиток глобалізованого світу за різними сценаріями, залежно від швидкості зміни параметрів системи та щільності взаємозв'язків між чисельністю населення, обсягом капіталовкладень, виробництвом продовольства, інтенсивністю використання невідновлюваних природних ресурсів, забрудненням

довкілля. У процесі імітаційного моделювання, яке здійснювали на основі моделі World3, було побудовано і проаналізовано спочатку 12, а потім ще два сценарії розвитку глобалізованого людства. У межах цієї моделі факторами, що визначають розвиток суспільства, уважали зростання чисельності населення й пов'язане з ним зростання споживання ресурсів у довготривалій перспективі. Як і в моделі World2, прогноз здійснювали на період до 2100 року. І всі ці 14 сценаріїв показали, що зростання навантаження на навколишнє середовище вже в недалекому майбутньому призведе до перевищення так званої «межі зростання», коли життя на Землі перестане буде здатним до самопідтримання. Медовз оцінив чисельність населення Землі, за якою буде перейдено цю межу зростання, на 4,5 – 5 млрд осіб за нульового приросту. Слід зазначити, що ефективність застосування системної динаміки, яку було розроблено Форрестером для аналізу сценаріїв розвитку глобалізованого людства, а потім продуктивно використано Медовзом, надала поштовх до подальшого стрімкого розвитку цього напрямку, що привело до побудови різноманітних моделей соціальних, економічних, біологічних систем, тобто складних систем, характерною рисою яких є нелінійність процесів, що зумовлюють їхній розвиток.

Незважаючи на певні недоліки, які мала модель World3, вона суттєво вплинула на світогляд учених-економістів, соціологів та бізнеселіти. Власне кажучи, дослідження саме й здійснювали на замовлення Римського клубу, тобто міжнародної неурядової організації, діяльність якої спрямовано на аналіз глобальних проблем людства, що мають переважно соціально-економічне спрямування, та відшукування шляхів розв'язання цих проблем, зважаючи на інтереси всього населення земної кулі, а не певних країн або політичних партій. Завдяки аналізу прогнозів, здійснених із використанням моделі World3 та інших глобальних моделей світового розвитку [5; 9; 12 та ін.], людство усвідомило проблеми, із якими йому прийдеться стикнутися вже в недалекому майбутньому, якщо темпи розвитку будуть залишатися незмінними. Це усвідомлення привело до ухвалення стратегії сталого розвитку, яку було проголошено 1992 року на конференції Організації Об'єднаних Націй із довкілля і розвитку (Саміт Землі) і яка набула чинності з 1994 року [44]. Гаслом цієї конференції було «Наш останній шанс урятувати планету». Згідно зі стратегією сталого розвитку потрібно дотримуватися дбайливого та відповідального ставлення до використання ресурсів

нашої планети, тобто, провідна ідея стратегії сталого розвитку полягає в тому, що задоволення потреб сучасного людства не мають здійснювати всупереч інтересам майбутніх поколінь. Декларація, що було ухвалено на Саміті Землі, складається із 27 пунктів, у яких висвітлено основні принципи стратегії сталого розвитку. Зараз цю декларацію вже підписали 178 країн.

Аналіз розвитку процесів, що відбувалися в суспільстві протягом тих 30 років, що минули із часу першого розгляду сценаріїв глобального розвитку, на жаль, підтвердив правильність не тільки якісних, але й кількісних прогнозів за моделлю World3 [4]. Так, чисельність населення 2000 року зросла до 6 млрд осіб, тобто саме до такого рівня, як передбачено за моделлю World3. І це означає, що межу зростання за цим параметром було перейдено. Слід зауважити, що таке перевищення межі вже призвело до явних негативних наслідків. Зокрема, так званий «екологічний слід», який визначають як площу земельної території, що є необхідною для видобування потрібної кількості ресурсів та утилізації відходів, утворення яких є наслідком різних видів виробничої діяльності світового співтовариства, на 20 % перевищує той рівень використання доступних земельних ресурсів, який би не порушував здатність планети до самопідтримання [49]. Отже, перехід межі зростання за параметром чисельності населення призвів до переходу межі й за іншими критичними параметрами. Так, зараз 770 млн осіб на Землі не мають доступу до безпечної питної води, а 1,5 млрд осіб відчувають нестачу продуктів харчування. Як підсумок, навантаження на природне середовище з боку людини вже перевищує припустиме, але це навантаження продовжує зростати, оскільки стає зростання загальної чисельності населення Землі не дає природі можливості до відновлення. До речі, станом на 15 листопада 2022 року населення Землі вже досягло 8 млрд осіб, тобто на 2 млрд вийшло за межу зростання, яку оприлюднив Медовз.

Головним висновком, що випливає з аналізу комп'ютерної моделі World3, є наявність трьох ключових факторів, які впливають на ймовірність глобальної катастрофи. До них належать: наявність межі зростання, у разі перевищення якої самопідтримання життя на Землі стає неможливим; постійне прагнення до зростання виробництва; наявність запізнення (латентного періоду), тобто розриву в часі між наближенням до межі зростання та реакцією суспільства на це наближення. Отже, система, якій є притаманними ці три фактори, рано чи пізно виходить

за межі стійкості, та відбувається її руйнування. І зараз людство поступово приходить до усвідомлення цієї небезпеки. Однак для того щоб повернутися в межі стійкості, потрібно змінити як суспільні устремління, так і особисті цінності. Форрестер уважав, що ідеї системної динаміки мають формувати світогляд сучасної людини, і починати формування системного світогляду треба ще на рівні середньої школи. Системна динаміка та навчання, орієнтоване на учня, закладають основи якісно нової освіти, яка дозволяє спрямувати управління соціальною системою на розв'язування глобальних проблем, що стоять перед сучасним людством, з урахуванням інтересів майбутніх поколінь.

Новітнім етапом у розробленні глобальної програми соціально-економічного розвитку, спрямованої на усунення негативних наслідків експоненціального зростання, є Декларація «Перетворення нашого світу: Порядок денний сталого розвитку до 2030 року», яку було розглянуто на Саміті ООН 2015 року [42]. Також було сформульовано 17 цілей сталого розвитку (Sustainable Development Goals, або SDGs) (рис. 4.2). Саме дотримання цих цілей є запорукою імплементації порядку денного [45], ухваленого представниками 193 країн.



Рис. 4.2. Цілі сталого розвитку, або Глобальні цілі

Серед глобальних цілей пріоритетними вважають такі: покінчити з бідністю у всіх її формах і всюди (SDG 1); покінчити з голодом, досягти продовольчої безпеки та поліпшити харчування, а також сприяти сталому розвитку сільського господарства (SDG 2); забезпечити здорове життя та сприяти добробуту для всіх людей у будь-якому віці (SDG 3). Особливо слід підкреслити, що глобальною метою SDG 4 в цьому переліку проголошено якісну освіту, а саме: забезпечення інклюзивної та справедливої якісної освіти для всіх і надання можливості навчатися протягом усього життя. Реалізація SDG 4 передбачає створення умов для вільного доступу до навчання та здобуття якісних знань не лише для політиків або лідерів, але й для будь-якої пересічної людини, зацікавленої в здобутті освіти, щоб ніхто не залишався осторонь.

Саму ідею неперервного розвитку людського потенціалу, завдяки наданню доступу до якісної освіти та можливості постійно оновлювати знання та навички, було сформульовано ще в 70-х рр. XX ст. [33] у форматі освітньої парадигми «Навчання впродовж життя» (Lifelong Learning). Утілення в життя цієї парадигми розглядають як запоруку конкурентоспроможності не лише окремої людини, підприємства або певної галузі економіки, але й держави загалом. У цьому сенсі сучасний постіндустріальний етап розвитку суспільства, перехід до якого вже відбувається починаючи із середини XX ст. [11], визначають як економіку знань. На відміну від індустріальної економіки, що стала результатом промислової революції XIX ст. і для якої було притаманним швидке поширення механізації праці найманих робітників, а виробництво передбачало в якомога більшому обсязі використання природних ресурсів, головним виробничим ресурсом постіндустріальної економіки стає людський капітал, а виробництво товарів і послуг здійснюють із використанням енергоощадних наукоємних технологій.

Слід зазначити, що виробництво товарів і послуг, засноване на інноваційних технологіях, сприяє прискоренню темпів науково-технічного прогресу, хоча, унаслідок позитивного зворотного зв'язку (за результатом впливу), це, своєю чергою, прискорює моральне старіння технологій та обладнання, на яких ґрунтується виробництво. Отже, забезпечення конкурентоспроможності в умовах економіки знань є можливим лише в разі виконання двох ключових умов: інноваційного розвитку всіх сфер виробництва та накопичення людського потенціалу з подальшим перетворенням його на людський капітал. І ці два аспекти економічного

зростання не можна розглядати ізольовано один від одного. Наявність щільного взаємозв'язку між інноваційним розвитком і накопиченням людського капіталу веде до появи синергетичних ефектів розвитку економіки [3; 35; 36 та ін.]. Інноваційний розвиток у цьому сенсі визначають як системний процес суспільного й економічного розвитку, що ґрунтується на сучасних знаннях та інноваційних технологіях. Це дозволяє окремим підприємствам реалізовувати свої конкурентні переваги, забезпечує швидке економічне зростання галузей виробництва, а також підвищує якість та рівень життя населення, завдяки гармонізації інтересів учасників цього процесу.

Стрімкий інноваційний розвиток виробництва, властивий економікам деяких країн, не має суперечити імплементації цілей сталого розвитку. Велику роль у забезпеченні такого погодження інтересів відведено університетам, і це знайшло своє відображення у формуванні концепції «Ініціатива щодо сталого розвитку вищої освіти» (Higher Education Sustainability Initiative, або HESI). У межах цієї концепції розглядають розроблення заходів, що могли б сприяти імплементації SDGs у процеси викладання та дослідження, партнерство й організаційну практику вищої освіти. У цьому сенсі університети, по-перше, мають відігравати вирішальну роль у поширенні інформації про концепцію сталого розвитку та проблеми, із якими доводиться стикатися в процесі втілення в життя цієї концепції. По-друге, потрібно змінити парадигму навчання, тобто не зосереджуватися на вузькій спеціалізації, а в процесі підготовки фахівців якомога ширше використовувати міждисциплінарний підхід, оскільки саме міждисциплінарні знання в подальшому дозволять їм розв'язувати проблеми системного характеру. Саме логіка міждисциплінарного підходу до питань сталого розвитку впливає з розуміння, що такі проблеми є комплексними та їх неможливо розглядати ізольовано. Реалізація концепції сталого розвитку вимагає підходів, які діють через кордони та потребує поєднання зусиль якомога більшої кількості людей для вирішення різних питань, і таке поєднання приведе до синергетичного ефекту, соціальної біфуркації. Отже, у цьому сенсі університети не тільки є рушійною силою трансформації суспільства, але й їх самих розглядають як мету трансформації. Дедалі швидше збільшується кількість університетів, які сприймають цілі сталого розвитку як частину широкої програми перетворень і економіки, і суспільства. Зважаючи на це, такі університети будують свої навчальні програми, розробляють методики

викладання, формують практичний досвід студентів, відповідно до цілей сталого розвитку.

Для оцінювання ефективності університетів у реалізації у їхній діяльності цілей сталого розвитку було розроблено методика побудови рейтингу впливу вищої освіти Times (Times Higher Education Impact Rankings), за якою місце в рейтингу визначають як результат успішності закладу вищої освіти за чотирма напрямками, як-от дослідження, управління, інформаційно-просвітницька робота та навчання [40]. У ході розроблення методики оцінювання треба брати до уваги всі 17 цілей сталого розвитку. Право на участь у цьому рейтингу мають університети, які надали інформацію про успішність у реалізації SDG 17 (Партнерство для досягнення цілей) та принаймні ще за трьома цілями. Найвищий результат за кожною метою становить 100 балів. Під час визначення місця в рейтингу беруть до уваги успішність за SDG 17 із коефіцієнтом 22 % та за тими трьома цілями з інших 16, за якими університет набрав найбільшу кількість балів, із коефіцієнтами по 26 %.

За результатами рейтингу впливу вищої освіти Times 2020 року, у якому брали участь 768 університетів із 85 країн, перше місце посів Оклендський університет (Нова Зеландія) із загальним результатом 98,5 бала, а наступні три місця посіли такі австралійські університети: Сіднейський університет, Університет Західного Сіднея та Університет Ла Троба [31]. Замикають групу лідерів, об'єднаних у 100 найкращих цього рейтингу, три університети, які набрали 83,4 бала. Це Лондонський університет Брюнеля, Університет Чарльза Дарвіна (Австралія) та Національний університет Кенпук (Південна Корея). На жаль, жоден з університетів України не увійшов навіть до 100 найкращих цього рейтингу. Найкращим серед тих українських університетів, що брали участь у рейтингу 2020 року, виявився Сумський державний університет. Він був зарахованим до групи університетів, що мають бали в діапазоні 68,2 – 75,3. Крім цього університету, такі заклади вищої освіти, як Львівський національний університет імені Івана Франка, Київський національний економічний університет, а також Національний університет «Острозька академія» (Рівненська область) увійшли до групи університетів, що мають бали в діапазоні 46,7 – 61,4. Ще декілька українських університетів увійшло до рейтингу з результатами 9,5 – 46,6 бала.

Слід зазначити, що із кожним роком кількість університетів, які прагнуть продемонструвати свою відданість цілям сталого розвитку

і хочуть узяти участь у цьому рейтингу, неперервно зростає. Так, 2023 року в рейтингу вже брали участь 1 591 університет зі 112 країн. Із цього випливає, що рік від року збільшується кількість університетів, які у своїй діяльності приділяють увагу питанням трансформації освіти в аспекті реалізації цілей сталого розвитку. За результатами рейтингу 2023 року вже другий рік поспіль перше місце посідає австралійський університет Західного Сіднея із загальним результатом 99,4 бала, на другому місці є Манчестерський університет Великої Британії (97,5 бала), а на третьому – Канадський Королівський університет (97,2 бали) [32]. Останній позиції в 100 найкращих цього рейтингу відповідає 88,3 бала. На жаль, знов-таки жоден з українських університетів до 100 найкращих не потрапив. Серед українських університетів, що брали участь у рейтингу 2023 року, найкращим знову виявився Сумський державний університет (він увійшов до групи університетів, що набрали бали в діапазоні 72,7 – 76,7), другим серед українських університетів іде Національний університет «Львівська політехніка» (група університетів, що мають бали в діапазоні 66,9 – 72,6), а третім – Київський національний економічний університет (група університетів, що мають бали в діапазоні 53,9 – 59,6). Отже, можна вважати, що, завдяки трансформації освіти, показники українських університетів за ці роки загалом поліпшили.

Особливої актуальності проблема трансформації освіти набула протягом останніх років, у зв'язку з пандемією Covid-19, яка призвела до суттєвих змін умов здобуття освіти, порушення права рівного доступу до якісного навчання та інклюзивності освіти. Водночас проблема нерівності постає не лише перед громадянами різних країн, але й перед різними групами населення в межах однієї країни. У цьому сенсі така проблема стосується всієї світової спільноти. Однак зараз для України ситуацію в освіті ускладняє ще введення воєнного стану на всій території країни.

У вересні 2022 року відбувся саміт «Трансформація освіти», де було подано доповіді від 48 країн [47]. Провідну ідею цього саміту було сформульовано як потребу в переосмисленні мети та змісту освіти у XXI ст. Отже, розвиток освіти, удосконалення освітніх технологій мають стати першочерговими завданнями та визначати політику уряду кожної країни в галузі освіти. Трансформація освіти є потрібною для забезпечення якісної фундаментальної освіти для кожної людини та надання можливості здійснювати навчання протягом усього життя. Якщо людина

здобула якісну базову освіту, то це підвищує її здатність упродовж усього життя здобувати нові знання й набувати навичок, потрібних для забезпечення її конкурентоспроможності на ринку праці, а потреби ринку праці змінюють дуже швидко. Концепція сталого розвитку передбачає, що одним із завдань освіти є розвинення в кожній людині таких цінностей, як здатність жити разом у світі, цінувати людську різноманітність, поважати гендерну рівність і права людини, а також піклуватися про добробут майбутніх поколінь, дотримуючись цілей сталого розвитку. У зв'язку із цим слід розробляти наукові підходи до оптимізації розподілу освітніх ресурсів, поліпшення рівня управління цими ресурсами та розширення масштабів технологічної й інноваційної освіти.

Критично важливим питанням для забезпечення функціонування освітньої системи в будь-якій країні на гідному рівні є фінансування освіти. Джерела фінансування, кількість виділених коштів, структура їхнього розподілу, забезпечення ефективності використання – усі ці питання потребують уваги з боку уряду країни та її громадських організацій і навіть громадських організацій міжнародного рівня. Одним із прикладів такої організації є Агентство США з міжнародного розвитку (United States Agency for International Development, або USAID), яке здійснює невійськову допомогу іншим країнам, зокрема і в галузі освіти. Її діяльність у цій галузі спрямовано на стабілізацію функціонування системи освіти різних країн. Зокрема за два роки, що минули від початку війни, USAID спрямувало 9,88 млрд дол. США на програми розвитку та гуманітарну допомогу нашій країні [48]. Однак провідну роль у фінансуванні освіти відіграє все ж таки держава. У світлі концепції розвитку людського потенціалу державне фінансування освіти є найбільш ефективними та найбільш соціально відповідальними інвестиціями в масштабі всієї країни.

Хоча загальні принципи, які регулюють процес імплементації цілей сталого розвитку, мають глобальний характер, потрібно враховувати національні та місцеві реалії кожної країни. Щодо нашої країни, то 2018 року було розроблено закон «Про Стратегію сталого розвитку України до 2030 року» [16]. Згідно із цим законом, основою для запровадження в Україні інноваційних перетворень, які б сприяли сталому розвитку країни, є Угода про асоціацію між нашою країною та Європейським Союзом. Вирішальним фактором, який здатен забезпечити успішну реалізацію цієї стратегії, є спрямування розвитку української економіки на якомога ширше застосування новітніх технологій у всіх галузях виробництва.

Інноваційний розвиток України ґрунтується на ефективному використанні сучасних знань, що є у відкритому доступі, і власних наукових розробок, стимулюванні інноваційної діяльності кожного підприємства, створенні сприятливого інвестиційного клімату, розвиненні високотехнологічних видів діяльності, сталому оновленні виробничих фондів, підвищенні енергоефективності виробничих процесів, стимулюванні збалансованого економічного зростання, яке передбачає залучення інвестицій у розвиток відновлюваних джерел енергії та застосування екологічно безпечних «зелених» технологій. Згідно з концепцією сталого розвитку, яка передбачає економне ставлення до природних ресурсів, економіка України буде орієнтованою на ресурсощадні інноваційні технології, а широке застосування енергоефективних практик дозволить оптимізувати енергоємність виробництва внутрішнього валового продукту (ВВП) та суттєво знизити антропогенне навантаження на природу.

Інноваційний розвиток у будь-якій галузі, що потребує використання у виробничих процесах не лише нових знань, але й навичок у застосуванні новітніх технологій, передбачає розвиток людського потенціалу, на що зроблено особливий наголос у Стратегії сталого розвитку. Водночас пріоритетним напрямом є забезпечення для громадян України гідних умов праці у власній країні. Стратегія містить перелік завдань, що стосуються підвищення рівня життя для різних верств населення, охорони здоров'я, а також забезпечення гендерної рівності. Слід зазначити, що ці показники беруть до уваги під час оцінювання Індексу людського розвитку (Human Development Index, або HDI), який Організація Об'єднаних Націй використовує як стандартний інструмент для порівняння рівня життя в різних країнах [46]. Разом із цим для створення можливостей досягнення SDG 4 в Україні, що визначають як забезпечення охорони громадського здоров'я, благополуччя та якісної освіти в безпечних і життєстійких населених пунктах, у межах стратегії було сформульовано перелік завдань та визначено строк їхнього виконання. Так, передбачено, що до 2030 року для кожної дитини, незалежно від стану її здоров'я, місця проживання та статків родини, потрібно забезпечити: рівні можливості для здобуття якісної освіти, і не лише початкової та базової, але й повної середньої освіти; рівний та справедливий доступ до якісних систем розвитку, догляду та дошкільного навчання. А для всього дорослого населення впродовж усього життя забезпечити вільний доступ до якісної професійно-технічної та вищої освіти, а також істотно збільшити

кількість людей, які володіють новітніми професійно-технічними навичками на рівні, що є достатнім для працевлаштування, отримання гідної роботи та заняття підприємницькою діяльністю в сучасних умовах.

У проєкті Закону «Про Стратегію сталого розвитку України до 2030 року» наголошено, що в суспільстві знань освіта є однією з передумов реалізації концепції сталого розвитку й одночасно тим інструментом, який дозволяє здійснювати ефективне управління та ухвалювати обґрунтовані управлінські рішення. У зв'язку із цим вважають за потрібне всіляко сприяти міжнародній співпраці наукових і науково-дослідних інститутів, а також залучати заклади вищої освіти до підготовки фахівців, здатних розв'язувати комплексні проблеми, визначати оптимальні шляхи розв'язання регіональних і місцевих проблем з урахуванням глобального та міждисциплінарного аспектів. Отже, у сучасних умовах людський потенціал із подальшим перетворенням його на людський капітал, тобто капіталізація людського потенціалу, стають тією основою, яка є здатною забезпечити відновлення української економіки, її інноваційний розвиток, утілення концепції сталого розвитку, тим самим створюючи умови для виходу України на європейський простір.

За методологією ООН, яку було суттєво скориговано 2010 року, оцінювання розвитку людського потенціалу країни здійснюють за допомогою Індексу людського розвитку, що обчислюють як середнє геометричне трьох базових складових, якими є: показник здоров'я, що оцінюють як очікувану на час народження тривалість життя; показник, що характеризує можливість здобувати знання; показник добробуту як частки ВВП, що припадає на душу населення (рис. 4.3).

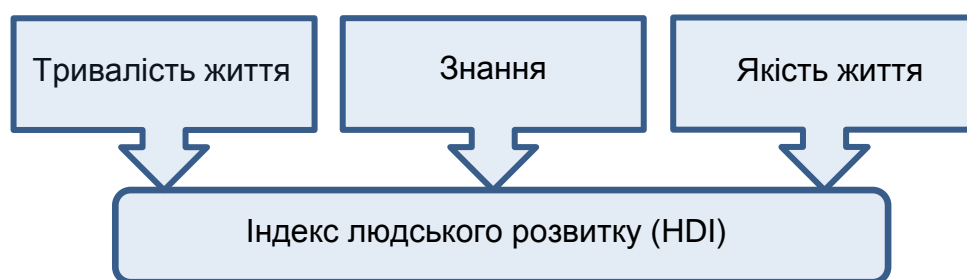


Рис. 4.3. Структура Індексу людського розвитку

Усі складові Індексу людського розвитку є нормованими, отже, значення HDI змінюється в діапазоні від 0 до 1. За значенням HDI усі

країни об'єднують у такі групи: дуже високого рівня HDI, високого рівня HDI, середнього рівня HDI та низького рівня HDI. За всі роки вимірювання (починаючи з 1990 року) Індексу розвитку людського потенціалу, як спочатку називався HDI, а із 2013 року – уже Індексу людського розвитку, значення цього показника для України було завжди вищим за середнє світове (рис. 4.4).

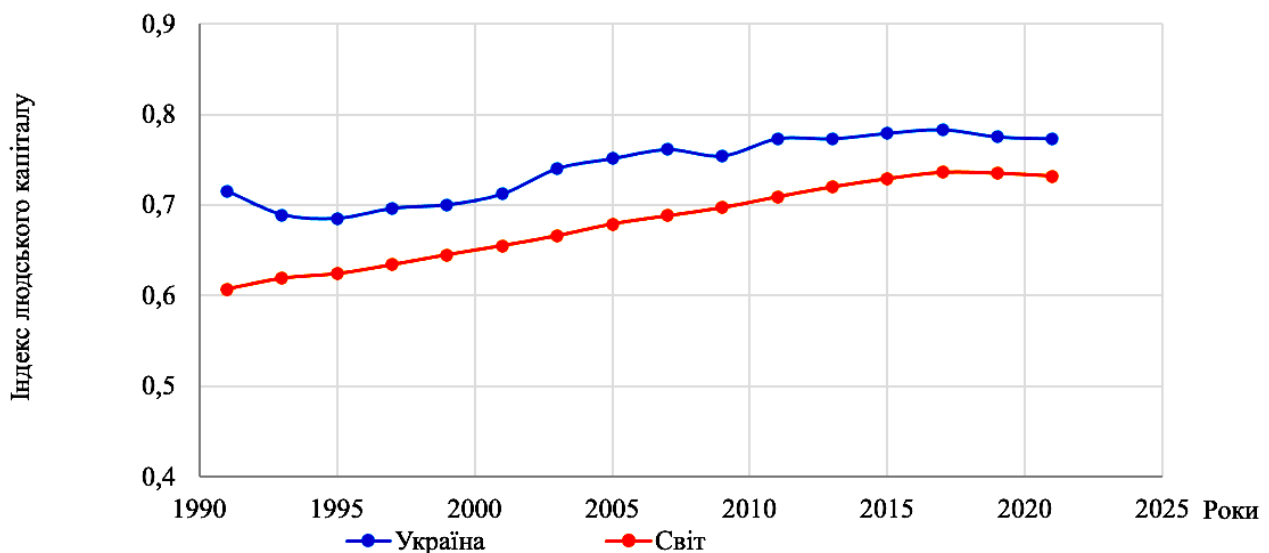


Рис. 4.4. Динаміка зміни Індексу людського розвитку України та світу

Протягом усього періоду вимірювання Україна завжди належала до групи країн із високим рівнем HDI. Так, 2021 року для нашої країни Індекс людського розвитку дорівнював 0,773, й Україна посіла 76-те місце в рейтингу серед 183 країн світу [38]. Це достатньо високий результат, хоча 2020 року цей показник становив 0,779, й Україна посідала 74-те місце в рейтингу серед 184 країн. Очікувана тривалість життя в Україні на той рік, відповідно, становила 72,1 року, середня тривалість навчання – 11,4 року, а очікувана тривалість навчання досягала 15,1 року, водночас валовий національний дохід на душу населення дорівнював 13 216 дол. США.

У світлі концепції сталого розвитку, імплементація якої передбачає всебічний розвиток людського потенціалу країни, становить інтерес друга складова HDI, а саме показник, що характеризує можливість здобуття знань. Своєю чергою, він є комплексною характеристикою, яка містить дві такі складові: середню кількість років навчання для дорослих, що вже досягли віку 25 років і старше; та кількість очікуваних років

навчання для дітей, що перебувають у віці вступу до школи. За кожною із цих двох складових Україна теж протягом усього періоду вимірювання випереджає середні світові показники (рис. 4.5).

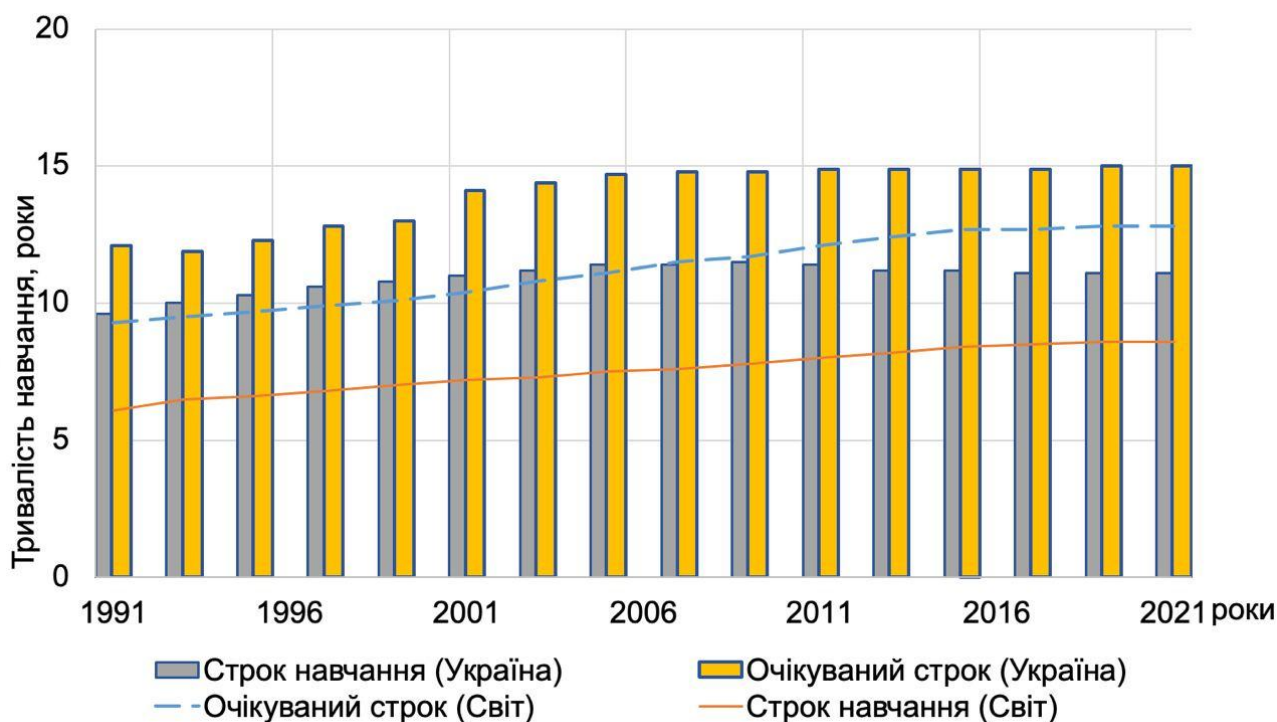


Рис. 4.5. Динаміка складової HDI, що характеризує тривалість освітнього процесу в Україні та світі

Із рис. 4.5 видно, що очікуваний строк навчання для українських дітей, які щойно підуть до школи, постійно зростає до 2007 року включно, але протягом останніх 15 років він залишається на сталому рівні. І така стабілізація цього показника має місце, незважаючи на те що у світі загалом зберігається тенденція до його зростання, крім того, швидкість цього зростання приблизно є сталою величиною. Одночасно в Україні має місце зменшення кількості років, що витратили на навчання люди віком від 25 років і старше, хоча у світі в середньому цей показник, знову-таки, стабільно зростає. Таке зменшення кількості реальних років навчання для населення України, вік яких перевищує 25 років, означає, що доросле населення України поступово втрачає інтерес до продовження своєї освіти, тоді як однією з умов утілення в життя концепції сталого розвитку є реалізація освітньої парадигми «Навчання впродовж життя» для всіх верств населення. Отже, для створення умов для інноваційного

розвитку української економіки потрібно приділяти більше уваги вдосконаленню системи освіти як школярів, так і дорослих, створювати умови для заохочення вже готових фахівців систематично збагачувати теоретичні знання, удосконалювати свої вміння й навички не лише у вибраній галузі, але й розширювати пізнавальні інтереси, а також залучати бізнес до участі в розробленні навчальних програм, які нині відповідають сучасним потребам.

Доросла людина може здійснювати освіту як формальним, так і неформальним способами. Прикладом формальної освіти дорослих є професійна освіта, коли людина, яка вже має певну базову освіту, підвищує свою кваліфікацію, здобуваючи нові знання в межах тієї самої професії, або вибирає іншу професію. Крім того, навчання дорослих може бути спрямованим на здобуття загальних знань, що є прикладом неформальної освіти. Усі ці всі форми навчання слід уважати корисними в тому сенсі, що вони постійно тренують людський розум, підтримують його здатність до оволодіння новими знаннями, розширюють світогляд людини, сприяють розвитку критичного ставлення до здобутої інформації. У цьому полягають переваги реалізації парадигми «Навчання впродовж життя» для самої людини. Для бізнесу та для країни загалом навчання дорослих забезпечує підвищення конкурентоспроможності економіки. У цьому сенсі доцільно вивчати досвід, накопичений іншими розвиненими країнами, зокрема, країнами Євросоюзу.

Країни Євросоюзу розглядають забезпечення навчання дорослих як одну з найважливіших проблем. За різними оцінками майже 40 % європейських роботодавців стикаються із труднощами в пошуку фахівців із навичками, потрібними для інноваційного розвитку економіки. Європейська комісія вважає, що для досягнення успіху в реалізації парадигми «Навчання впродовж життя» слід об'єднати в цьому напрямі зусилля всіх країн ЄС, усіх регіонів. Це розглядають як спільну працю з нарощування людського потенціалу та створення умов для подальшого перетворення його на людський капітал. Так, протягом 2014 – 2020 рр. у межах стратегічного співробітництва у сфері освіти та навчання Європейський соціальний фонд і Європейський фонд регіонального розвитку мають намір спрямувати понад 30 млрд євро на підтримання розвитку вмінь і навичок [22]. У країнах ЄС передбачають ґрунтовну перебудову всієї системи вищої освіти й освіти дорослих. Для того щоб забезпечити таке спрямування освіти й таку її якість, яких потребує сучасний рівень розвитку

економіки, університети будуть залучати до формування своїх навчальних програм представників провідних компаній, що у виробничих процесах запроваджують інноваційні технології. Це дозволить привести у відповідність програми підготовки фахівців із потребами ринку праці, оскільки останні постійно змінюють. Крім того, у межах програми «Цифрова Європа» передбачено підготовку фахівців у таких галузях, як наука про дані, тобто методи аналізу даних, а також штучний інтелект і кібербезпека, із подальшим широким упровадженням заснованих на них технологій в усі сектори економіки. А для забезпечення людині в такі мінливі часи впевненості в завтрашньому дні, Європейська комісія запропонувала створити гарантію кваліфікації. За цією гарантією доросла людина з низькою професійною кваліфікацією дістає можливість пройти оцінювання напряму, у якому їй потрібно здійснювати підвищення кваліфікації, а також людині буде запропоновано навчання в тих галузях, які відповідають саме її потребам, як професійним, так і психологічним, та потребам місцевих ринків праці.

Проблема освіти дорослих ще більше загострилася протягом останніх двох років, що пов'язано, передусім, з епідемією Covid-19, яка призвела до суттєвої зміни умов праці для багатьох людей і, відповідно, до зміни умов функціонування підприємств, державних установ, сфери послуг. За висновками Європейської комісії, вирішальним фактором, який дозволить подолати цю кризу й забезпечити ефективну діяльність підприємств, державних і громадських установ, стає оцифрування всіх видів інформації. Отже, оволодіння цифровими навичками набуло в сучасних умовах особливого значення і для роботи, і для навчання, і для соціальної взаємодії людей. Тому вміння користуватися інформаційними технологіями стало одним із провідних показників, які застосовують для оцінювання людського потенціалу.

Європейська програма навичок (European Skills Agenda) [28], яку було ухвалено 2020 року, визначила цілі, яких потрібно досягти протягом найближчих п'яти років для того, щоб створити умови як для пересічної людини, так і всієї світової економіки для подолання наслідків пандемії Covid-19 і взагалі підвищення стійкості до реагування на кризові явища. Серед цілей, яких слід досягти вже до 2025 року (табл. 4.1), програма виділяє набуття цифрових навичок. За цією програмою до 2025 року 230 млн дорослих, а це становить 70 % дорослого населення країн ЄС, мусять мати принаймні базові цифрові навички, тоді як поточний показник зараз сягає лише 56 %.

**Кількісні показники, яких потрібно досягти,
згідно з Європейською програмою навичок [28]**

Індикатори	Цілі на 2025 рік	Поточний рівень	Відсоток збільшення
Участь дорослих віком 25 – 64 років у навчанні протягом останніх 12 місяців (%)	50	38	+32
Участь низькокваліфікованих дорослих віком 25 – 64 років у навчанні протягом останніх 12 місяців (%)	30	18	+67
Частка безробітних віком 25 – 64 років, які мають недавній досвід навчання (%)	20	11	+82
Частка дорослих віком 16 – 74 років, які мають хоча б базові цифрові навички (%)	70	56	+25

Зупинімося більш детально на четвертому індикаторі Європейської програми навичок, а саме на важливості для кожної людини володіти базовими цифровими навичками. На початку XXI ст. стрімке поширення інформаційно-комунікаційних технологій зумовило розвиток виробництва якісно нового рівня, що спричинило перехід від індустріального до пост-індустріального суспільства економіки знань. В економіці такий перехід визначено як третю промислову революцію, а саме «цифрову революцію», концепцію якої було запропоновано Джеремі Ріфкіном [7]. Хоча третя промислова революція й дістала назву цифрової, однак на той час мова йшла про використання аналогових систем кодування сигналу. Ці системи мали певні недоліки, однак це був якісний прорив в організації виробничих процесів. Своєю чергою, перехід від аналогової форми кодування до цифрової (тобто саме диджиталізація) забезпечив суттєве підвищення швидкості обчислювальних машин. Перевагою цифрових пристроїв є те, що вони є здатними значно довше зберігати інформацію, а також сторонні шуми суттєво менше впливають на якість пересилання сигналу за їхньою допомогою. Хоча певним недоліком цифрового сигналу є те, що він є дискретним у часі.

Перехід до використання цифрових технологій сприяв тому, що стала можливою реалізація концепції «розумного» підприємства (Smart Factory), коли у виробничому середовищі машини, виробничі установки та логістичні системи взаємодіють одна з одною значною мірою автономно та самі здійснюють виробничий процес практично в повному обсязі, тоді як людина в процес виробництва майже не втручається, а лише обмежується спостереженнями і, у разі потреби, здійснює керівний вплив. Завдяки диджиталізації, з одного боку, і, з іншого – як відгук на потреби часу, під час пандемії Covid-19 набули розвитку такі формати ведення бізнесу, як Інтернет речей (Internet of Things, або IoT) та Інтернет послуг (Internet Service Provider, або ISP), хоча сам термін «інтернет речей» виник ще 1999 року. Іноді навіть говорять про Інтернет усього (Internet of Everything). Слід підкреслити, що Інтернет речей та Інтернет послуг у сукупності з кіберфізичними системами (Cyber-Physical System, або CPS) та «розумним» підприємством (Smart Factory) вже вважають ознаками реалізації наступної, четвертої промислової революції, яка дістала назву Industry 4.0. Концепцію було запропоновано 2016 року Клаусом Швабом [8], засновником Всесвітнього економічного форуму (World Economic Forum), як прогноз на найближче майбутнє, але вона вже набирає оберти.

У найпростішій формі концепцію Industry 4.0 можна подати як зв'язок між речами (продуктами, послугами, робочими місцями тощо) і людьми, який стає можливим, завдяки цифровим інформаційним технологіям із застосуванням різноманітних платформ, тобто апаратно-програмного комплексу, базового набору сервісів. Зауважмо, що з позиції системної динаміки диджиталізацію суспільства слід розглядати як біфуркацію, оскільки вона не просто впливає на розвиток технологій, а приводить до виходу системи за межі стійкості з подальшим формуванням нового порядку. Наприклад, за прогнозом Глобального інституту McKinsey [30] до 2030 року види діяльності, на які нині припадає до 30 % робочого часу в економіці США, завдяки імплементації штучного інтелекту, можуть бути автоматизованими, відповідно, виконання таких робіт більше не потребує присутності людини. І процес такої трансформації ринку праці є достатньо швидким. Так, якщо протягом 2019 – 2022 рр. на ринку праці США відбулося 8,6 млн професійних змін (це на 50 % більше, ніж протягом попередніх трьох років), то до 2030 року може знадобитися ще 12 млн змін професій.

Однак диджиталізація не тільки призводить до того, що достатньо велика кількість професій назавжди відходить у минуле, але й змінює саму сутність багатьох із тих професій, що залишаються затребуваними на ринку праці, й одночасно сприяє появі великої кількості нових професій. Відповідно, це потребує від людини постійного й достатньо швидкого вдосконалення своїх професійних знань, а також здобування нових знань і набування навичок, зокрема, й оволодіння цифровими навичками, від чого на цьому етапі розвитку суспільства залежить конкурентоспроможність не лише самої людини, але й економіки всієї країни. У зв'язку із цим виникає потреба в оцінюванні рівня диджиталізації як окремої людини, так і країни загалом.

Починаючи із 2014 року для об'єктивного оцінювання й моніторингу рівня диджиталізації в країнах ЄС Європейська комісія застосовує індекс цифрової економіки та суспільства (Digital Economy and Society Index, або DESI). Обчислення DESI [25] здійснюють за результатами вимірювання 37 показників, які потім групують за п'ятьма основними напрямками політики цифровізації. Отже, цей індекс є узагальненням комплексних індикаторів цифрової ефективності за такими напрямками (рис. 4.6):

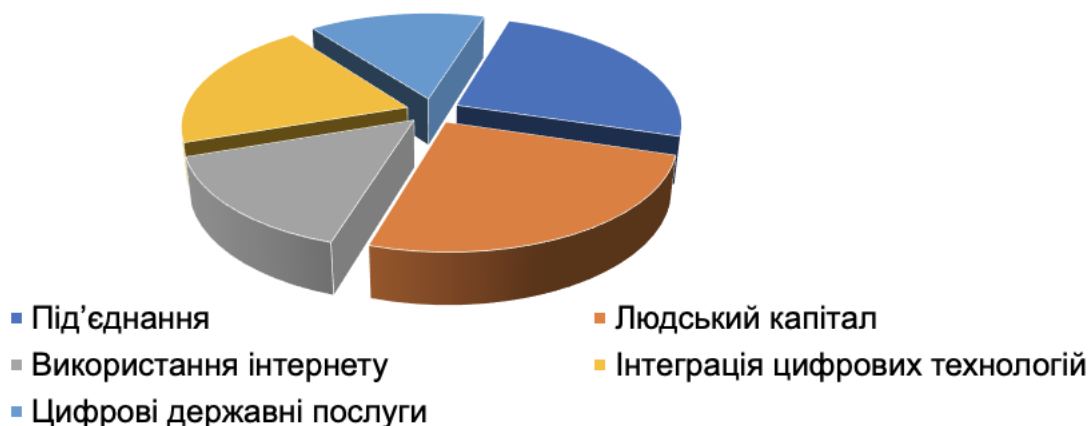


Рис. 4.6. Підвиміри індексу цифрової економіки та суспільства

Першим таким напрямом є розвиток цифрової інфраструктури, тобто можливість під'єднання до широкопasmового інтернету, ступінь його доступності та якість обслуговування, а також наявність мобільного широкопasmового інтернету та ціни на доступ до таких ресурсів. Другим напрямом є людський капітал, який визначають як рівень цифрових навичок населення, а також інвестиції в цифрову освіту. Третій напрям –

це ступінь користування інтернет-послугами та використання інтернету для здійснення громадянами онлайн-транзакцій. Четвертим напрямом є ступінь інтеграції цифрових технологій у бізнес, тобто електронна комерція. Якщо об'єднати третій і четвертий напрями політики цифровізації, то мова йде про ступінь використання інтернету для різних цілей, як-от навчання, робота та спілкування, а також використання цифрових технологій у бізнесі та для отримання громадських послуг. І п'ятим напрямом є цифровізація державних послуг, а саме створення електронного уряду, або e-Government, і доступність його послуг.

Індекс DESI є адитивним показником, для розрахунку якого експерти Європейської комісії призначили певну вагу кожному із п'яти комплексних складових і, відповідно, кожному показникові із підмножини цих складових. Наприклад, такі складові, як доступність зв'язку та цифрові навички громадян (людський капітал), становлять по 25 % від загального значення індексу. На інтеграцію цифрових технологій припадає 20 %, оскільки використання ІКТ бізнесом є одним із найважливіших драйверів зростання економіки. Відповідно, внески ступеня використання інтернет-послуг громадянами та цифровізацію державних послуг оцінюють по 15 %. Індекс DESI визначають для кожної країни ЄС, а також обчислюють його середнє значення для всього Європейського Союзу.

Для порівняння ступеня диджиталізації країн ЄС із досягненнями в цій галузі найбільш впливових економік світу здійснюють оцінювання всіх країн-учасниць рейтингу за Міжнародним індексом цифрової економіки й суспільства (International Digital Economy and Society Index, або I-DESI) [26], який відрізняється за складом показників від DESI. Окрім країн-учасниць ЄС, оцінювання за індексом I-DESI здійснюють ще для 17 країн світу, серед яких Австралія, Бразилія, Канада, Китай, Ізраїль, Японія, Південна Корея, Норвегія, США, Швейцарія. Міжнародний Індекс I-DESI передбачає вимірювання за тими самими п'ятьма напрямками, що й DESI, але його побудовано на дещо іншому наборі показників, оскільки деякі з показників DESI є недоступними в країнах, що не входять до складу Європейського Союзу. Отже, результати рейтингу (значення показника, а не місце в рейтингу) для країн-учасниць ЄС за оцінками I-DESI можуть трохи відрізнитися від результатів рейтингу DESI того самого року. Для обчислення індексу I-DESI як адитивної характеристики диджиталізації застосовують такі саме співвідношення між показниками підвимірів, що й для обчислення індексу DESI (див. рис. 4.5).

Розгляньмо складові DESI, які входять до підвиміру, що визначає якість людського капіталу з погляду цифрової економіки й диджиталізації суспільства. Структуру цього підвиміру наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Індикатори, що визначають підвимір «Людський капітал»

Цифрові навички	Навички в користуванні інтернетом	Базові навички
		Навички, вищі за базові
		Принаймні базові навички в програмуванні
	Поглиблений розвиток навичок	Телекомунікаційні FTEs
Випускників ІКТ як частки всіх випускників		

Станом на 2023 рік [24] у середньому для країн ЄС користувачі інтернету становлять 88,59 % населення, принаймні базовими навичками в користуванні інтернетом володіють 53,92 %; навички, вищі за базові, мають 26,46 %, кількість спеціалістів з інформаційно-комунікаційних технологій становить 4,6 %, а кількість випускників, що здобули диплом фахівця з ІКТ, становить лише 4,2 %. Слід зазначити, що на ринку праці ЄС відчувається значний дефіцит фахівців з ІКТ. Так, 64 % великих підприємств і 56 % малих і середніх підприємств, які протягом 2018 року наймали спеціалістів з ІКТ, повідомили про те, що вакансії для спеціалістів цього профілю важко заповнювати. Ця проблема стоїть найбільш гостро в Румунії та Чехії, де понад 80 % підприємств, які найняли або намагалися найняти фахівців з ІКТ, мали такі проблеми. Ще одним гострим питанням у цій галузі є гендерний дисбаланс. Цей дисбаланс є суттєвим, оскільки лише кожен шостий спеціаліст із ІКТ є жінкою. У рейтингу 2023 року за індексом DESI перше місце серед 28 країн ЄС посіла Данія, для якої загальне значення індексу становило 60,2, а найкращими за складовою людського капіталу виявилися Фінляндія, Швеція та Естонія.

Зауважмо, що в країнах ЄС диджиталізацію розглядають як ключовий фактор, що забезпечує успішність перетворень не лише економіки, а й суспільства загалом, тому для підтримання цифрової трансформації ЄС виділяє значні кошти. А саме, 127 млрд євро було виділено

від Фонду відновлення та стійкості на фінансування реформ, пов'язаних із застосуванням цифрових технологій, а також на інвестиції в національні плани відновлення та стійкості. І ще 250 млрд євро було виділено в межах програми «Наступне покоління ЄС» (NextGenerationEU) для прискорення диджиталізації. А такі держави-члени ЄС, як Австрія, Ірландія, Литва, Люксембург та Німеччина інвестують у розвиток цифрових технологій понад 30 % своїх коштів Фонду відновлення та стійкості (Recovery and Resilience Fund, або RRF).

Слід також зазначити, що цифрові навички населення суттєво впливають і на таку складову DESI, як ступіть інтеграції цифрових технологій у бізнес. Так, однією з перешкод на шляху оцифрування підприємств малого та середнього бізнесу є низький рівень цифрової грамотності серед власників, менеджерів та співробітників цих підприємств. Згідно з Концепцією сталого розвитку, усунення цього недоліку має велике значення для забезпечення відновлення економіки. За рейтингом 2020 року 38,5 % великих компаній уже застосовують передові хмарні послуги, а 32,7 % здійснюють аналіз великих даних. Водночас серед підприємств малого та середнього бізнесу лише 17 % використовують хмарні сервіси та лише 12 % займаються аналітикою великих даних.

Комплексний показник, що характеризує підвимір «Людський капітал» у складі DESI, містить такий індикатор, як «Поглиблений розвиток навичок». Цей показник ураховує кількість співробітників, що працюють online, яка є еквівалентною кількості працівників, що працюють на умовах повної зайнятості (Full-Time Equivalent, або FTE). Слід зауважити, що процес управління спілкуванням між такими співробітниками здійснюють за допомогою телекомунікації. Окрім цього, беруть до уваги кількість ІКТ-спеціалістів та частку випускників з освітою STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) або випускників з освітою ІКТ від загальної кількості випускників, оскільки саме такі фахівці сприяють прискоренню диджиталізації економіки.

Вимірювання рівня диджиталізації країни є актуальним не лише для країн ЄС. Під час складання світових рейтингів із цього питання використовують різні критерії. Серед таких рейтингів найбільш визнаним вважають Світовий рейтинг цифрової конкурентоспроможності під егідою Міжнародного інституту управління розвитком (Institute for Management Development, або IMD). Під час рейтингу 2022 року [23] здійснювали

порівняння країн за 54 критеріями, які поєднували зовнішні кількісні дані з результатами опитування думок керівників IMD. Визначені показники було об'єднано в три основні групи: готовність до майбутнього, знання, технології. За результатами цього рейтингу 2022 року серед 63 країн світу, що досліджували, другим після Данії було визнано як найбільш ефективну країну в аспекті цифровізації. США та Швеція поділили в цьому рейтингу друге місце, а третє – посів Сінгапур. Якщо прийняти рівень диджиталізації Данії за 100, то значення цього показника для США та Швеції дорівнює 99,81, для Сінгапуру – 99,48. До того ж лідерка рейтингу Данія показала якісні результати в галузі гнучкості бізнесу й інтеграції штучного інтелекту, а також вона посідає п'яте місце за адаптивними підходами. Крім того, Данія залишається однією із провідних економік світу із цифрових талантів. Усе це свідчить, що країни ЄС успішно реалізують політику цифровізації. А до 2020 року лідером цього рейтингу протягом чотирьох років були США. Так, 2018 року США лідирували в рейтингу зі значенням показника I-DESI = 65,7, тоді як країни ЄС, що увійшли до четвірки найкращих рейтингу, мали показник лише I-DESI = 58,6.

Рівень цифрових навичок населення країни має суттєвий вплив на диджиталізацію бізнесу, саме тому показники індексів DESI та I-DESI, що вимірюють ефективності цього процесу, згруповано в підвимір «Інтеграція цифрових технологій у бізнес, електронна комерція». Найкращі результати із застосування хмарних технологій у бізнесі має Фінляндія, у якій 50 % компаній використовує цей сервіс. За індексом цифрової інтенсивності (Digital Intensity Index, або DII), який відображає кількість компаній, що використовують різні цифрові технології на рівні підприємства, лідерами є Данія та Швеція, де понад 10 % підприємств використовують принаймні 10 із 12 цифрових технологій, застосування яких контролюють за умовами рейтингу. Однак у цій сфері знов таки наявний суттєвий розрив між великими компаніями й підприємствами малого та середнього бізнесу. Так, 2018 року хмарні технології використовували в середньому 56 % великих компаній, тоді як для підприємств малого та середнього бізнесу цей показник становив лише 25 %, і тільки 12 % таких підприємств використовують програмне забезпечення для опрацювання великих даних. Також великі компанії активно використовують системи управління взаємовідносинами із клієнтами для аналізу інформації про клієнтів із маркетинговими цілями. Такі технології використовують

у середньому 78 % великих компаній і лише 33 % малих та середніх підприємств. На ринку ЄС загальний прибуток від публічних хмарних послуг, а саме, Інфраструктури як послуги (IaaS), Платформи як послуги (PaaS) та Програмного забезпечення як послуги (SaaS) 2019 року зросли на 21 %, порівняно із 2018 роком, і 2021 року – на 50 %. До речі, поширення хмарних послуг суттєво розширює можливості електронної комерції. Так, 39 % великих підприємств реалізують свої товари й послуги через інтернет (Інтернет речей), до того ж 23 % припадає на обслуговування закордонних клієнтів, тоді як для підприємств малого та середнього бізнесу ці показники становлять, відповідно, лише 18 та 8 %.

Для України диджиталізація є одним із тих напрямів розвитку, який забезпечує відновлення економіки на якісно новому рівні та сприяє наближенню нашої країни до інтеграції у ЄС. Тому питанням підвищення ефективності цифровізації населення нашої країни, а також об'єктивному вимірюванню показників, що характеризують цей процес, приділяють велику увагу на законодавчому рівні. Так, 5 вересня 2023 року Кабінетом Міністрів України було ухвалено розпорядження «Про затвердження переліку показників індексу цифрової економіки та суспільства (DESI)» [14]. Як впливає із самої назви розпорядження, для вимірювання рівня диджиталізації в Україні за основу було взято той самий індекс DESI, який застосовують у межах Європейського Союзу для оцінювання рівня диджиталізації країн ЄС і на основі якого побудовано також міжнародний індекс I-DESI. Крім того, у цьому розпорядженні було сформульовано завдання для центральних органів виконавчої влади щодо забезпечення подання до Державної служби статистики даних за складовими індексу, відповідно до їхнього переліку, а також методик їхнього опрацювання, в основу яких також було покладено методики опрацювання, що застосовує Європейська комісія. Запровадження в Україні індексу DESI дозволить об'єктивно оцінювати прогрес нашої країни щодо цифровізації економіки й суспільства загалом та порівнювати досягнення України в цій галузі з розвитком цифрових економік країн-учасниць ЄС. Можливість використання даних, визначених в Україні, для розрахунку DESI за методикою ЄС залежить від спроможності спеціалізованого міністерства, а саме Міністерства цифрової трансформації України, або Мінцифри, регулярно надавати Європейській комісії потрібні статистичні дані, дотримуючись під час їхнього збирання методики ЄС. Це буде одним із кроків реалізації політики Східного партнерства ЄС, оскільки серед завдань, які

було проголошено в межах Східного партнерства, зазначено сприяння регіональному розвитку, який має відбуватися в умовах контролю з боку ЄС із застосуванням власних методик вимірювання контрольних показників.

Мінцифру України як центральний орган виконавчої влади, що відповідає за формування та реалізацію державної політики у сфері диджиталізації країни, було створено ще у вересні 2019 року, тобто ще до початку епідемії Covid-19. Окрім вирішення технічних завдань, як от організації доступу до широкосмугового інтернету та телекомунікаційних мереж, перед Мінцифрою було поставлено завдання забезпечити розвиток цифрової грамотності громадян і сприяти створенню ІТ-індустрії. Відповідно до розпорядження, зараз до цих завдань додано ще й збирання даних, що характеризують розвиток процесу диджиталізації в нашій країні.

Повертаючись до питання інтеграції України у ЄС, зазначмо, що всебічне підтримання цифрової трансформації країн-партнерок є одним із п'яти пріоритетних політичних спрямувань, які було сформульовано Європейською комісією як довгострокові цілі політики Східного партнерства на період після 2020 року [21]. Ще до проголошення цієї політики в Україні в травні 2019 року було офіційно розпочато нову міжнародну програму «EU4Digital: підтримка цифрової економіки і суспільства у Східному партнерстві», що дозволяє обмінюватися досвідом між країнами-членами ЄС і країнами, які є східними партнерами ЄС, мати доступ до новітньої інформації. 2019 року Мінцифрою було презентовано план розвитку цифрової економіки України до 2024 року [20], реалізація якого передбачає досягнення таких показників:

100 % публічних послуг мають бути доступними онлайн як для громадян, так і для бізнесу;

95 % транспортної інфраструктури та соціальних об'єктів усіх населених пунктів мусять мати доступ до високошвидкісного інтернету;

6 млн громадян України потрібно залучити до програми розвитку цифрових навичок;

частка ІТ-продукту у ВВП України має становити не менше ніж 10 %.

Також у межах програми EU4Digital передбачено вдосконалення національної політики щодо забезпечення доступу до цифрових інноваційних технологій для підприємств малого та середнього бізнесу, а також розвиток системи стартапів (StartUp projects) у сфері ІКТ для поліпшення

умов фінансування. Головною відмінністю стартапів є те, що, завдяки особливостям ринку, компанія розраховує на швидке зростання.

Уже 2020 року Україна досягла певних успіхів у таких сферах цифровізації, як електронне врядування, інноваційні інформаційно-комунікаційні технології та стартапи, інформаційна система для медичних закладів Helsi, портал державних послуг «Дія», електронна торгівля та віртуальні активи. Нині однією з важливих стратегічних ініціатив у сфері ІКТ є імплементація штучного інтелекту в різних сферах діяльності, що вже реалізують в Україні. Прикладами застосування штучного інтелекту, які пересічний громадянин уже використовує в повсякденному житті, можна вважати голосовий помічник Siri в мобільному телефоні, чат-боти різних компаній і державних установ, що надають клієнтам корисну інформацію у відповідь на запитання загального характеру, система «розумний будинок», автопілот в автомобілі тощо. Ще одним прикладом застосування штучного інтелекту є ChatGPT, тобто чат, який, використовуючи нейронну мережу GPT, здійснює машинне навчання для аналізу даних та генерації відповідей. За допомогою методу, відомого як навчання з підкріпленням, ChatGPT може дізнатися, чого саме людина очікує від чат-бота, коли ставить те чи те запитання, і дістати відповідь на це запитання. ChatGPT можна, наприклад, застосовувати в системі освіти для здобуття загальної інформації за заданою темою. Однак основним пріоритетом під час здійснення цифрової трансформації суспільства уряд України вважає розвиток і вдосконалення цифрових навичок населення, оскільки саме цифрові навички людини є тим підґрунтям, на якому слід будувати інноваційний розвиток економіки та який забезпечить соціальний прогрес у країні.

Згідно із Законом України «Про освіту» [15], що був ухваленим 2017 року, інформаційно-комунікаційні компетентності є однією з тих ключових компетентностей, якими потрібно володіти кожній людині для того, щоб повністю реалізувати себе в сучасному світі. Також 2019 року було запущено національну освітню платформу «Дія: Цифрова освіта» [18]. Метою цього проєкту є протягом найближчих трьох років навчити цифровій грамоті 6 млн українців. Для цього в режимі онлайн будь-хто з охочих може безкоштовно пройти курси із цифрової грамотності, прокачати свої знання і навіть опанувати нову професію. Після закінчення занять за результатами тестування, яке теж є безкоштовним, можна здобути сертифікат, що підтверджує цифрові навички. Ці заходи вже

здійснювали ще до початку пандемії Covid-19, а також до введення воєнного стану на території України. Однак ці дві події суттєво змінили світ, у якому опинилися пересічні громадяни України, і в цих нових умовах цифровізація стала для великої кількості людей єдиною можливістю навчатися, працювати та реалізовувати себе в професії.

У січні 2021 року Міністерство освіти і науки України у світлі концепції цифрової трансформації узагальнило завдання, які потрібно вирішити протягом поточного року. Серед цих завдань такі: удосконалити та наповнювати контентом платформу «Всеукраїнська школа онлайн»; розробити й запровадити інформаційну систему управління професійною та професійно-технічною освітою (Educational Management Information System, або EMIS). Згодом перелік проєктів цифрової трансформації було розширено [19] і до нього було додано використання цифрових платформ у вищій освіті. Одним із прикладів такої платформи у сфері масової онлайн-освіти є вже добре відомою в нашій країні платформа Coursera, яку було започатковано професорами Стенфордського університету. Цей проєкт співпрацює з різними провідними університетами світу, які публікують і ведуть відеокурси, що висвітлюють питання з різних галузей знань. Будь-яка людина має можливість вивчати теоретичний матеріал, удосконалювати практичні навички, а потім пройти тестування та скласти іспит безпосередньо на сайті Coursera. Оцінювання знань здійснюють за стобальною системою. Якщо за результатами іспиту рівень здобутих знань за Європейською кредитно-трансферною накопичувальною системою (European Credit Transfer and Accumulation System, або ECTS) буде визнано достатнім, то здобувач вищої освіти отримує сертифікат, який підтверджує рівень його компетентності. До речі, у межах Coursera для забезпечення валідності оцінювання онлайн-навчання використовують взаємне оцінювання здобувачами вищої освіти робіт один одного.

Другим прикладом платформи масової онлайн-освіти є Udeemy, яка пропонує своїм користувачам можливість вибирати свій напрям навчання серед понад 210 000 різноманітних курсів, і щомісячно на сайт додають нові курси. Платформу відкрито до співпраці, і її організатори запрошують викладачів приєднуватися до створення відеокурсів, а також пропонують допомогу під час створення пробних курсів.

Ще одним прикладом відкритої платформи є edX, співзасновниками якої є вчені Массачусетського технологічного інституту та Гарвардського

університету. Особливість навчальних курсів edX полягає в тому, що, окрім відеороликів, курси edX містять інтерактивні навчальні вправи, де користувачі можуть відразу ж відпрацьовувати теоретичні концепції. Курси часто містять онлайн-дискусійні форуми, на яких користувачі мають можливість озвучувати свої коментарі та ставити запитання один одному або викладачеві. На цій платформі можна знайти більше ніж 4 000 навчальних курсів від видатних учених та професорів провідних університетів з усього світу.

І ще однією дуже актуальною пропозицією на ринку онлайн-навчання є платформа Prometheus. Вона є актуальною тому, що пропонує навчання IT-професіям і вивчення найбільш затребуваних мов програмування. Крім того, за цими програмами на теоретичні заняття відводять лише 20 % часу, а інші 80 % припадають на практичні заняття, отже, набуття досвіду відбувається в співпраці з коучем. Такі масові відкриті онлайн-курси (Massive Open Online Courses, або MOOCs) дуже швидко набувають популярності в усьому світі серед людей різних вікових категорій, починаючи з 13+. Користувачів такого виду навчання стає дедалі більше і в Україні. Зараз на підтримання нашої країни всі ці платформи надають можливість безкоштовно використовувати їхні освітні ресурси. Для громадян України застосування таких платформ в організації онлайн-освіти створює нові можливості для здобуття новітніх знань, завдяки доступу до якісного освітнього контенту в будь-якому місці, де є інтернет. Отже, у цих умовах відкритий доступ до цифрових ресурсів можна розглядати як демократизацію системи освіти.

Слід зауважити, що з поширенням платформ MOOC виникає така спільна для всіх видів онлайн-освіти проблема, як побудова системи, що забезпечує об'єктивність оцінювання здобутих знань. Це значно складніше здійснювати, ніж у процесі безпосереднього спілкування. Тому під час онлайн-оцінювання доцільно мати різні набори методів, використовувати тести як відкритого, так і закритого типів, а також запитання типу есе, що потребують короткої відповіді. Обговорення в групах і спільне оцінювання робити кожного учасника легше здійснювати, якщо група є невеликою за розміром. Однак спілкування в групі все одно вимагає коригування цього процесу з боку викладача, тому такий метод потребує багато часу та сил, крім того, його доцільно використовувати під час викладання гуманітарних дисциплін. Отже, зараз викладачі шукають нові форми оцінювання, спираючись на «мудрість натовпу» [39].

Серед таких форм можна виділити самооцінювання, портфоліо, груповий зворотний зв'язок, колегіальне оцінювання. Самооцінювання можна використовувати також для того, щоб користувач самокритично подивився на свої результати навчання, а колегіальне оцінювання змушує людину взяти на себе відповідальність не лише за саму оцінку, але й за зворотний зв'язок із колегою.

Ще одним питанням, яке стоїть на порядку денному організації освітнього процесу в сучасних українських реаліях, є використання можливостей диджиталізації в освіті дорослих. «Освіта дорослих» – це загальне поняття, яке передбачає декілька можливостей її реалізації. Так, її можна здійснювати у таких форматах: післядипломної освіти; професійного навчання працівників; курсів перепідготовки фахівців та/або курсів підвищення кваліфікації; безперервного професійного розвитку – або в будь-якому іншому форматі, який запропоновано суб'єктом освітньої діяльності, або людина самостійно визначає цей формат. Освіта дорослих є не лише реалізацією права кожного повнолітнього громадянина на безперервне навчання впродовж усього життя з урахуванням його особистісних потреб. Вона також, а може, і насамперед, є відображенням потреби суспільства в пріоритетах сталого розвитку, основою якого є всебічне застосування інноваційних технологій.

Для визначення ефективності просування країн на шляху інноваційного розвитку вже 13 років поспіль складають міжнародний рейтинг [38], місце країни в якому визначають за значенням Глобального інноваційного індексу (Global Innovation Index, або GII). Методику вимірювання цього індексу запропоновано Всесвітньою організацією інтелектуальної власності (World Intellectual Property Organization, або WIPO). Кількість країн, що беруть участь у рейтингу, рік від року змінюють, але в середньому це становить 130 – 140 країн. Ранжування економіки різних країн здійснюють за сукупністю 82 індикаторів, що пов'язано з багатомірністю аспектів інновацій. Ці індикатори формують за такими напрямками: інвестиції в науку та інновації; технічний прогрес; імплементація технологій; соціально-економічний вплив. За кожною із цих груп показників, а також за загальним значенням GII країни-учасниці рейтингу розподіляють на чотири категорії: країни з високим рівнем доходу; країни з показником доходу, вищим за середній; країни з показником доходу, нижчим за середній; країни з низьким доходом. Крім того, усі індикатори, що входять до складу GII, об'єднано у дві групи: інноваційні витрати

й інноваційна ефективність. 2023 року за результатами рейтингу Глобального інноваційного індексу Україна посіла 55-те місце серед 132 країн світу із значенням GII 32,8 і 34-те місце серед європейських країн. За рівнем доходу вона належить до країн, для яких цей показник є нижчим за середній рівень. Усього до такої категорії належать 36 країн із тих, що є наявними в рейтингу. У цій групі Україна посідає третє місце після Індії та В'єтнаму. Останні чотири роки були складними для України, тому показники інноваційної діяльності є, на жаль, не дуже високими (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Місце України в рейтингу Глобального інноваційного індексу [42]

Роки проведення	Місця в рейтингу за значенням GII	Місця в рейтингу за витратами на інновації	Місця в рейтингу за ефективністю інновацій
2020	45	71	37
2021	49	76	37
2022	57	75	48
2023	55	78	42

Як видно з табл. 4.3, Україна є більш успішною в галузі ефективності інновацій, однак поступається іншим країнам своєї групи за обсягом інвестицій в інновації, що, безумовно, може призвести до негативних наслідків у найближчому майбутньому, коли країна вичерпає свій ресурс уже наявних інноваційних технологій. Найкращими за результатами рейтингу GII 2023 року стали Швейцарія, Швеція та США. Загальні значення GII для цих країн становлять, відповідно: 67,6; 64,2 та 63,5. Слід зазначити, що Швейцарія вже 13-й рік поспіль (із 16, протягом яких здійснюють вимірювання GII) очолює рейтинг Глобального інноваційного індексу. Узагалі серед провідних економік світу країни Європи мають найбільшу кількість лідерів у галузі інновацій, хоча за кількістю науково-технологічних кластерів лідерство належить країнам Східної Азії. Серед кластерів лідерство в рейтингу GII 2023 року утримує кластер Токіо – Йокогама, за ним йдуть кластери Шеньчжень – Гонконг – Гуанчжоу (Китай та Гонконг), Пекін (Китай), Сеул (Республіка Корея) та Сан-Хосе – Сан-Франциско (США). Більшу частину із провідних науково-технологічних кластерів світового рівня розташовано на території США,

Китаю та Німеччини. У Центральній та Східній Європі протягом минулих 30 років хоча й спостерігали певний прогрес у цьому напрямі, однак він є недостатнім.

Незважаючи на те що рівень доходу в Україні є нижчим за середній, її місце в загальному рейтингу є відносно високим (наша країна належить до третьої квартилі рейтингу). Найгіршим із показників, що входять до складу GII, для України є рівень розвитку бізнесу. За цим показником у рейтингу GII 2022 року [29], у якому Україна посіла 57-ме місце, наша країна увійшла до нижньої квартилі рейтингу (102-ге місце серед 132 країн рейтингу). Навпаки, найкращими для нашої країни стали показник, що характеризує результати в галузі знань і технологій (36-те місце серед 132 країн), та показник людського капіталу та досліджень (49-те місце).

Одним із показників GII, які б наша країна могла поліпшити, є розвинення системи науково-технологічних кластерів, тобто створення об'єднань (як галузевих, так і територіальних) між підприємницькими структурами, науковими закладами, закладами вищої освіти в співдружності із громадськими організаціями й органами місцевої влади. Метою таких об'єднань є підвищення конкурентоспроможності власної продукції та, як наслідок, прискорення інноваційного розвитку економіки країни загалом. Зараз в Україні є 59 кластерів, серед яких чотири кластери спрямовано на розроблення в галузі ІТ, інноваційні та креативні розроблення. Це такі кластери, як Kharkiv IT Cluster, що налічує 261+ компаній та партнерів, ІТ-кластер Донеччини, Інноваційний кластер RInnoHUB та Асоціація стартапів України [41]. 2022 року на базі 48-ми кластерів було створено Український кластерний альянс (УКА), що є наступним етапом розвитку проєкту Industry4.0.Ukraine. УКА – це багатогалузеве об'єднання, формування якого відбулося за підтримання Асоціації підприємств промислової автоматизації України. Метою створення УКА є підвищення власної конкурентоспроможності, завдяки впровадженню кооперації між кластерами та активній взаємодії з державою.

Для того щоб стимулювати інноваційну діяльність, треба робити ставку на креативних людей, сильну технічну освіту та розвинення передових технологій. Саме такої політики дотримується Україна в організації освіти дорослих. Наказом Міністерства освіти і науки України від 10.01.2023 року № 15 [13] було затверджено оперативний план, за яким будуть здійснювати реформування освіти і науки в Україні протягом

2023 року. Згідно із цим планом передбачено реформування системи освіти, відповідно до курсу на євроінтеграцію, глобалізацію, цифровізацію, дерадянізацію, модернізацію освітнього простору й оновлення змісту освіти. Так, серед основних пріоритетів оперативного плану названо вищу та передвищу освіти та освіту дорослих (пріоритет 5). За цим пріоритетом у межах стратегічної цілі 5.7 сформульовано концептуальні засади розвитку освіти дорослих, і цей розвиток розглядають як системний і стратегічний, а також визначено заходи для забезпечення доступу дорослого населення до якісних освітніх послуг. У процесі формування цього оперативного плану Верховна Рада взяла за основу проєкт Закону України про освіту дорослих [16]. Передбачено, що протягом найближчих шести місяців буде приведено у відповідність положення проєкту цього закону із ключовими компетентностями концепції Lifelong Learning, рекомендованими Радою ЄС. Зазначмо, що ключовими вважають ті компетентності, які потрібні всім людям для самореалізації та розвитку, працевлаштування, активної громадянської позиції, соціальної інтеграції. У Європейських рамках бази знань [27] визначено вісім ключових компетентностей: спілкування рідною мовою; спілкування іноземними мовами; математична та базова компетентності в науці та техніці; цифрова компетентність; навчання вчитися; соціальні та громадянські компетентності; ініціативність і підприємливість; культурна обізнаність та самовиявлення. Усі ці вісім ключових компетентностей є однаково важливими, оскільки кожна з них може зробити свій внесок у забезпечення успішності людини та якісного рівня її життя в суспільстві знань. Але така компетентність, як навчання вчитися, підтримує всі види навчальної діяльності. Крім того, такі якості людини, як здатність до критичного мислення, креативність, ініціатива, вміння розв'язувати проблеми, оцінювання ризиків, ухвалення рішень і конструктивне управління своїми почуттями є важливими для успішної реалізації всіх восьми ключових компетентностей.

У межах пріоритету 5 оперативного плану Міністерства освіти і науки України також підкреслено, що для реалізації концепції «Навчання впродовж життя», забезпечення якісної професійної підготовки та перепідготовки спеціалістів у провідних галузях економіки потрібно розширювати мережу закладів, здатних здійснювати освіту дорослих із використанням новітніх навчальних технологій, забезпечувати відкритий доступ до цифрових ресурсів як викладачам, так і здобувачам вищої

освіти, підсилювати мотивацію бізнесу щодо активної участі в трансформації освітніх програм та самого процесу освіти, а також сприяти посиленню взаємодії між закладами вищої освіти та науковими установами.

Слід підкреслити, що, згідно з оперативним планом Міністерства освіти і науки України, провідною метою освіти взагалі й освіти дорослих зокрема визнано забезпечення розвитку людського потенціалу та створення умов для подальшої його капіталізації, тобто перетворення людського потенціалу на людський капітал. Відповідно, із цією метою передбачено, що в сучасних умовах економіки знань основним завданням закладів вищої освіти є формування людського потенціалу, який був би орієнтованим на створення високоінтелектуальних продуктів, а також усіляке сприяння інноваційному розвитку економіки, завдяки тісній співпраці закладів вищої освіти із промисловими підприємствами та бізнес-структурами від етапу формування навчальних програм до набуття практичних навичок у ході організації проходження практики. Імплементція освітньої реформи в Україні дозволить забезпечити нашій країні можливість не лише відбудувати економіку, яка зазнала й продовжує зазнавати суттєвих утрат, унаслідок кризових явищ під час пандемії Covid-19 й особливо в результаті воєнних дій, але й перейти до реалізації стратегії сталого розвитку, завдяки широкому використанню інноваційних ресурсощадних технологій.

Використана література

1. Demirel Y. Non-Equilibrium Thermodynamics: Transport and Rate Processes in Physical, Chemical and Biological Systems / Y. Demirel. – 2nd ed. – Amsterdam : Elsevier Science & Technology Books, 2007. – 754 p.

2. Forrester J. W. World Dynamics / J. W. Forrester. – Cambridge, Massachusetts : Wright-Allen Press, 1971. – 142 p.

3. Graham M. The Knowledge Based Economy and Digital Divisions of Labour / M. Graham // In Companion to Development Studies, eds V. Desai, R. Potter. – 3rd ed. – Hodder, 2014. – P. 189–195.

4. Meadows D. H. Limits to Growth: The 30-Year Update / D. H. Meadows, J. Randers, D. L. Meadows. – Vermont. – VT : Chelsea Green Publishing Company, White River Junction, 2004. – 368 p.

5. Morecroft J. Strategic Modelling and Business Dynamics. A Feedback Systems Approach / J. Morecroft. – New York : John Wiley & Sons, Ltd, 2007. – 460 p.

6. Nolte D. D. Introduction to Modern Dynamics: Chaos, Networks, Space and Time / D. D. Nolte. – S. I. : Oxford University Press. 2015. – 423 p.
7. Rifkin J. The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World / J. Rifkin. – London : Palgrave Macmillan, 2011. – 304 p.
8. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution / K. Schwab. – New York : Crown Publishing Group, 2017. – 172 p.
9. Sterman J. D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World / J. D. Sterman. – New York : McGraw-Hill Education, 2000. – 1008 p.
10. Meadows D. H. The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind / D. H. Meadows, D. L. Meadows, J. Randers et al. – New York : Universe Books, 1972. – 210 p.
11. Touraine A. The Post-Industrial society. Tomorrow's social history: Classes, conflicts and culture in the programmed society / A. Touraine. – New York: Random house, 1971. – 244 p.
12. Warren K. Strategic Management Dynamics / K. Warren. – New York : John Wiley & Sons, Ltd, 2008. – 720 p.
13. Оперативний план Міністерства освіти і науки України на 2023 рік [Електронний ресурс] : наказ Міністерства освіти і науки України від 10.01.2023 р. № 15. – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/Plany.roboty/2023/10.01.2023/Operativn.plan.MON.2023.pdf>.
14. Про затвердження переліку показників Індексу цифрової економіки та суспільства (DESI) [Електронний ресурс] : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 вересня 2023 року № 774-р. – Режим доступу : <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-pereliku-pokaznykiv-indeksu-tsyfrovoi-ekonomiky-ta-s774-50923>.
15. Про освіту, Верховна Рада України [Електронний ресурс] : Закон України № 2145-VIII від 5 вересня 2017 року. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.
16. Про прийняття за основу проекту Закону України про освіту дорослих [Електронний ресурс] : Постанова Верховної Ради України від 12.01.2023 р. № 2874-IX. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2874-IX#Text>.
17. Про Стратегію сталого розвитку України до 2030 року [Електронний ресурс] : проєкт Закону України № 9015 від 07.08.2018 р. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/JH6YF00A?an=332>.

18. Проєкт «Цифрова освіта» : офіційний вебсайт Міністерства та Комітету цифрової трансформації України. – Режим доступу : <https://thedigital.gov.ua/projects/osvita>.

19. Цифрова трансформація освіти і науки [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/ua/tag/cifrova-transformaciya-osviti-ta-nauki>.

20. Цифрові трансформації в Україні: чи відповідають вітчизняні інституційні умови зовнішнім викликам та європейському порядку денному? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://eap-csf.org.ua/wp-content/uploads/2021/04/Research_DT_PF_WG2_ua-1.pdf.

21. An official website of the European Union. Joint Communication: Eastern Partnership policy beyond 2020: Reinforcing Resilience – an Eastern Partnership that delivers for all [Electronic resource]. – Access mode : https://www.eeas.europa.eu/eeas/joint-communication-eastern-partnership-policy-beyond-2020-reinforcing-resilience-%E2%80%93-eastern_en.

22. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. A New European Innovation Agenda [Electronic resource]. – Access mode : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0332>.

23. Country-level digital competitiveness rankings worldwide as of 2022 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.statista.com/statistics/1042743/worldwide-digital-competitiveness-rankings-by-country/>.

24. DESI 2023 dashboard for the Digital Decade [Electronic resource]. – Access mode : <https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts>.

25. Digital Economy and Society Index 2020. Thematic chapters [Electronic resource]. – Access mode : <https://eufordigital.eu/wp-content/uploads/2020/06/DESI2020Thematicchapters-FullEuropeanAnalysis.pdf>.

26. Digital Economy and Society Index (DESI) 2020. Questions and Answers [Electronic resource]. – Access mode : https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_1022.

27. Education and Culture DG. Lifelong Learning Programme. Key Competences for Lifelong Learning. European Reference Framework [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.britishcouncil.org/sites/default/files/youth-in-action-keycomp-en.pdf>.

28. European Commission. European Skills Agenda [Electronic resource]. – Access mode : <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1223&langId=en>.
29. Executive Summary. Global Innovation Index 2022 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2022-exec-en-global-innovation-index-2022-15th-edition.pdf>.
30. Generative AI and the future of work in America. July 26, 2023 Report [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/generative-ai-and-the-future-of-work-in-america>.
31. Impact 2020. The Impact Rankings [Electronic resource]. – Access mode : <https://flipbooks.timeshighereducation.com/19712/35833/index.html?77920#>.
32. Impact Rankings 2023 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.timeshighereducation.com/impactrankings>.
33. Lifelong Learning: Concepts, Issues and Actions [Electronic resource]. – Access mode : https://www.ikanos.eus/wp-content/uploads/2019/08/LifeLongLearning.Concept.Paper_.pdf.
34. Onsager L. Reciprocal Relations in Irreversible Processes. I. Physical Review. American Physical Society (APS) [Electronic resource] / L. Onsager. – 1931. – No. 37 (4). – P. 405–426. – Access mode : <https://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRev.37.405>.
35. Powell W. W. The Knowledge Economy [Electronic resource] / W. W. Powell, K. Snellman // Annual Review of Sociology. – 2004. – No. 30. – P. 199–220. – Access mode : <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.29.010202.100037>.
36. Roberts J. The global knowledge economy in question [Electronic resource] / J. Roberts // Critical Perspectives on International Business. – 2009. – Vol. 5, No. 4. – P. 285–303. – Access mode : <https://doi.org/10.1108/17422040911003033>.
37. TheGlobalEconomy.com. Human development – Country rankings (2021) [Electronic resource]. – Access mode : https://www.theglobaleconomy.com/rankings/human_development/.
38. The Global Innovation Index 2023 captures the innovation ecosystem performance of 132 economies and tracks the most recent global innovation trends [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-section1-en-gii-2023-at-a-glance-global-innovation-index-2023.pdf>.

39. The Impact of Rubric-Based Peer Assessment on Feedback Quality in Blended MOOCs [Electronic resource] / A. M. F. Yousef, U. Wahid, M. A. Chatti et. al. (eds) // Computer Supported Education / S. Zvacek, M. Restivo, J. Uhomoihi, M. Helfert. – CSEDU 2015. Communications in Computer and Information Science. – 2016. – No. 583. – P. 462–485. – Access mode : https://doi.org/10.1007/978-3-319-29585-5_27.
40. The Impact Rankings 2020: methodology [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.timeshighereducation.com/university-impact-rankings-2020-methodology>.
41. Ukrainian Cluster Alliance. Учасники Альянсу [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.clusters.org.ua/members-of-the-alliance/>.
42. Ukraine ranking in the Global Innovation Index 2023 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023/ua.pdf>.
43. UN General Assembly (2015) Resolution Adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development [Electronic resource]. – Access mode : <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/89/PDF/N1529189.pdf?OpenElement>.
44. United Nations. Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3 – 14 June 1992 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>.
45. United Nations. Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development [Electronic resource]. – Access mode : <https://sdgs.un.org/goals>.
46. United Nations. Human Development Index (HDI) [Electronic resource]. – Access mode : <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>.
47. United Nations. Report on the 2022 Transforming Education Summit (2023) [Electronic resource]. – Access mode : https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/report_on_the_2022_transforming_education_summit.pdf.
48. USAID. Ukraine [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.usaid.gov/uk/ukraine>.
49. Wackernagel M. An Overview on Ecological Footprint and Sustainable Development: A Chat with Mathis Wackernagel [Electronic resource] / M. Wackernagel, A. Galli // International Journal of Ecodynamics. – 2007. – No. 2 (1). – P. 1–9. – Access mode : <https://www.witpress.com/elibrary/ecovolumes/2/1/2607>.

Розділ 5

Аналіз інноваційного розвитку економіки України на регіональному рівні

5.1. Регіональні інновації в економіці країни, ознаки інноваційного розвитку регіонів

В умовах ринкової економіки інновації роблять ключовий вплив на конкурентоспроможність вітчизняних суб'єктів господарювання та економіку країни загалом. Саме інновації є змістовною частиною цілі № 9 (промисловість, інновації та інфраструктура) із 17 цілей, які було ухвалено всіма державами-членами ООН 2015 року в межах порядку денного сталого розвитку 2030. Світовий досвід указує на те, що промислово розвинені країни здійснили свій прорив на світовий ринок, завдяки розвитку інноваційної діяльності та мобілізації інтелектуальних ресурсів. В умовах глобальної економічної конкуренції перші місця посідають ті держави, які забезпечили найбільш сприятливі умови для інноваційної діяльності та застосували ефективні методи управління інноваційними процесами. Процес побудови інноваційної економіки супроводжують значною кількістю економічних, соціальних та політичних явищ. Успішність інноваційної діяльності визначає ефективність реалізації державної інноваційної політики.

У рейтингу найбільш інноваційних країн світу Global Innovation Index 2022 Україна посіла лише 57-ме місце, тоді як 2021 року була на 49-му, а 2020 року – на 45-му [24]. Така тенденція щодо спадання інноваційного індексу країни в довоєнний час потребує ретельного аналізу факторів, завдяки яким це відбулося.

У довоєнний період в Україні переважно було розвинено III та IV технологічні уклади з індустріальними технологіями розвитку машинного виробництва, їхня сумарна питома вага становить 95 %. На V технологічний уклад припадає 5 %, а VI взагалі немає. Третій та четвертий технологічні уклади ґрунтуються на вугільній промисловості, чорній металургії, електротехнічному, важкому машинобудуванні, виробництві та прокаті сталі, неорганічній хімії, лініях електропередачі. Саме ці галузі, які мають низьку сприятливість до інновацій, домінують у старопромислових регіонах. Тому в регіонах відбувається зменшення кількості інноваційно

активних підприємств, частка яких у структурі великих і середніх підприємств цих областей коливається в межах 4 – 7 % [2].

Війна в Україні поглибила довоєнні проблеми в економіці: 2022 року падіння ВВП становило, за попередніми оцінками, більш як 29,0 % [5]. Суттєво змінилася і структура економіки, зокрема значно зросла роль державного сектору. Державне фінансування підтримало інвестиції, які, утім, суттєво скоротилися в умовах високих ризиків та погіршення фінансового стану підприємств [6]. Повоєнне відновлення України має спиратися на досвід відновлення провідних країн після Другої світової війни. Так, наприклад, важливим фактором відродження економіки Японії було розвинення та реалізація людського капіталу, завдяки чому було створено багатогалузевий виробничий комплекс, оснований на інноваціях. Інноваційний розвиток економіки є здатним полегшити відродження України. Саме тому вкрай важливо сьогодні зрозуміти причини проблем у контексті інноваційної політики довоєнного періоду та визначити напрями стратегії повоєнної відбудови України й подальшого інноваційного розвитку вітчизняної економіки.

Якщо порівняти період 2006 – 2014 рр. із періодом 2015 – 2020 рр., то можна спостерігати, що середня частка (%) кількості промислових підприємств, які впроваджували інновації (продукцію або технологічні процеси), у загальній кількості промислових підприємств в Україні зросла на 3,2 % (рис. 5.1).

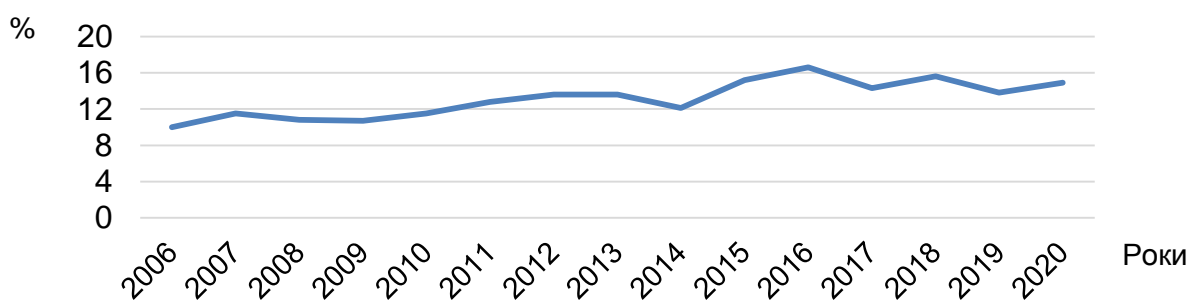


Рис. 5.1. Зміна частки кількості промислових підприємств, що впроваджували інновації, у загальній кількості промислових підприємств в Україні (побудовано автором за даними [17])

Однак таке зростання суттєво не вплинуло на тенденцію зміни кількості впроваджених видів інноваційної продукції (товарів, послуг), яка мала досить нестійкий характер (рис. 5.2).

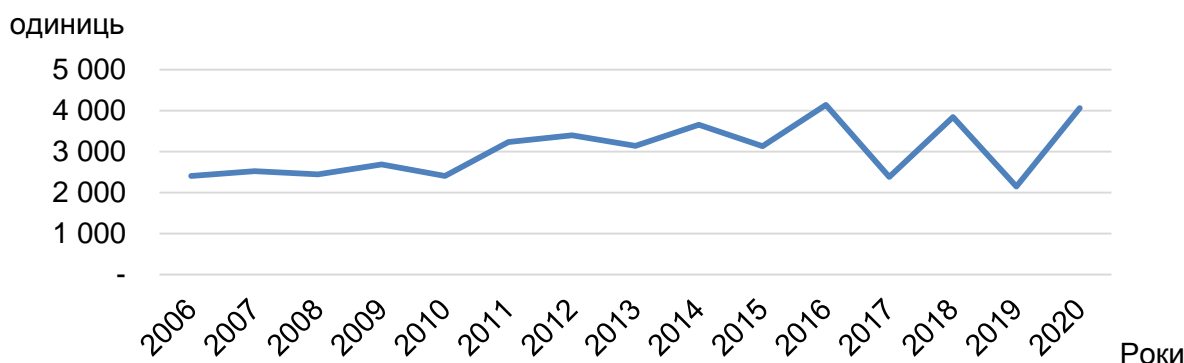


Рис. 5.2. **Зміна кількості впроваджених видів інноваційної продукції (товарів, послуг)** (побудовано автором за даними [17])

Одним з основних факторів підвищення конкурентоспроможності та надання можливостей для успішного відновлення економіки України в повоєнний період є інновації, розвинені на регіональному рівні. Особливого значення набуває регіональна інноваційна діяльність, яку визначають як здатність і мотивацію економіки регіонів до винаходження і впровадження в реальний сектор економіки наукових досліджень та ідей. Повоєнний інноваційний шлях розвитку порушує питання формування та реалізації регіональної інноваційної економіки.

Зв'язок між інноваціями та регіонами є предметом широких дискусій. Це пов'язано з тим, що сьогодні регіон країни вже не сприймають як місце економічної активності, а розглядають як сектор створення, впровадження й дифузії знань та інновацій. З одного боку, інновації надають регіону конкурентну перевагу та забезпечують розвиток країни загалом. З іншого – інновації дозволяють перетворити наявні можливості та ресурси на нові знання й ідеї, які можна успішно реалізувати. Регіони, які прагнуть підвищити інноваційний рівень, інвестують у знання, вищу освіту, науку та сектор досліджень і розроблень. Ефекти такої діяльності, за умови чіткої організації й управління, гарантують довгостроковий та ефективний розвиток.

У роботі [28] із погляду розвитку інновацій у регіонах країни приділено увагу синергетичній інновації, зміст якої складається з органічної

координації елементів, пов'язаних інноваціями. У ході безперервного розвитку знань і технологій синергетичний інноваційний потенціал буде визначати рівень впливу та конкурентоспроможності регіону. Однак інноваційний потенціал не завжди ефективно адаптовано до конкурентного середовища. Тому прискорення розвитку регіональної синергії інновацій, усунення відмінностей у розвитку регіонів і сприяння міжрегіональній співпраці стає дуже актуальним питанням. Регіональна синергія буде ставати взаємодоповнювальною перевагою регіонів.

Узагалі під регіональними інноваціями розуміють регіон, який створює середовище інноваційної поведінки суб'єктів виробничої та сервісної сфер, організацій місцевого самоврядування і водночас активізує місцеві спільноти до залучення в цей процес. Такий регіон має формувати потужний науково-дослідницький потенціал, проводити наукові дослідження, співпрацювати з різними суб'єктами та впроваджувати результати наукових досліджень в економіку. Формування інноваційної політики регіону відбувається під дією світових та національних тенденцій з урахуванням інноваційних пріоритетів, які не суперечать державним і відповідають особливостям виробничого, ресурсного та наукового потенціалу. Тобто регіональна інноваційна політика є частиною інноваційного сектору країни та соціально-економічної сфери регіону. Регіональний інноваційний розвиток потребує обґрунтування основних напрямів підтримання та визначення цільових індикаторів, тому вивченню факторів регіональних інновацій присвячено значну кількість наукових робіт.

Щодо України значення регіонального вимірювання в контексті інноваційного розвитку оцінено в роботах [7; 12; 13; 15; 16; 20]. У роботі [7] здійснено аналіз результатів дослідження інноваційної діяльності в регіонах України за пріоритетними напрямками та встановлено, що відсутність затверджених середньострокових інноваційних пріоритетів створює відповідні проблеми в ході реалізації єдиної науково-технічної та інноваційної політики МОН України. Наукові підходи до розвитку регіонів із урахуванням ефективності інноваційної діяльності підприємств розглянуто в роботі [20], де запропоновано низку показників і напрямів стимулювання інноваційного підприємництва в регіоні. Інновації вважають географічно обмеженим явищем, яке виникає в межах певної регіональної інноваційної системи [18]. Тому важливу роль відіграє розроблення нових підходів і методів, що будуть забезпечувати ефективне формування

й розвиток регіональних інноваційних систем, розвиток вітчизняних підприємств, розташованих на цих територіях, відповідно до сучасних тенденцій світового ринку інновацій [14]. У контексті розвитку та цифровізації регіональних економічних систем у роботі [1] проаналізовано особливості формування інноваційного потенціалу підприємств.

З іншого боку, географічна (регіональна) структура інновацій впливає на їхнє впровадження та синергетичний ефект. Автори роботи [19] розвинули погляди на вияв синергетичних ефектів на рівні формування проектно-орієнтованого кластера з позицій проектно-орієнтованого управління як підсистеми інноваційної системи та виявили напрями вияву синергетичних ефектів проектно-орієнтованого інноваційного кластера. Також для успіху інноваційної діяльності важливими є регіональні особливості та відкритість інститутів до впровадження нових ідей [20]. У роботі [15] на основі інтегрального індексу інноваційного потенціалу визначено оцінку рівня інноваційної сфери Центрального регіону України та визначено передумови розширення інноваційного потенціалу. У статті [20] здійснено теоретичний аналіз наукових підходів до розвитку регіонів, ураховуючи ефективність інноваційної діяльності підприємств.

У багатьох роботах визначають соціальні, економічні, організаційні, технологічні фактори впливу щодо відмінностей у регіональному інноваційному розвитку [12; 20]. Серед причин таких відмінностей можна визначити розподіл людського капіталу, ступінь індустріалізації регіонів, фінансове підтримання, доступ до технологій, доступ до організацій, які підтримують інновації, та ін. Тому під час дослідження довоєнного інноваційного розвитку доцільно враховувати таку багатогранність і складність інноваційних процесів у регіонах.

Як зазначено в роботі [2, с. 15] Україна, завдяки реформі децентралізації, започаткованій 2014 року разом з ухваленням Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні рухається шляхом надання більшої економічної самостійності регіонам, за якої вони мають більше можливостей і повноважень для забезпечення регіонального соціально-економічного розвитку, зокрема й інноваційного. Тобто інноваційний розвиток регіонів України, певним чином, залежить від ефективності реалізації реформ на місцевому рівні з урахуванням завдань національної інноваційної політики.

1 грудня 2021 року Європейська комісія та Представник ЄС з іноземних справ і політики безпеки ініціювали Global Gateway [23], нову європейську стратегію розвитку високотехнологічних, екологічних і безпечних глобальних відносин у таких сферах, як цифровізація, енергетика, транспорт, охорона здоров'я освіта та дослідження. У межах ініціативи Global Gateway передбачено реалізацію якісних проєктів, які враховують потреби країн-партнерок і забезпечують місцеві регіони довгостроковими перевагами. Це дозволить партнерам ЄС розвинути суспільство й економіку, забезпечити високий рівень стандартів та управління.

Згідно з Рамковою програмою Horizon Europe 2021 – 2027 рр. у політику стратегії Європейського Союзу (ЄС) чітко вписано концепцію розумної спеціалізації, пріоритетною ініціативою якої є стійке зростання, спрямоване на стимулювання економіки знань, за допомогою інновацій, освіти та цифрового розвитку [1].

Відповідно до передумов політики [21; 25], країни-члени ЄС мають прагнути усунути регіональні відмінності економічного розвитку, що зумовлює активізацію заходів щодо розвитку інновацій. Тобто інновації розглядають як фактор розвитку регіонів. ЄС здійснює широку регіональну політику, щоб створити умови розвитку всіх регіонів і основним завданням політики ЄС є досягнення цілей сталого розвитку. Основою стратегії ЄС є розвиток економіки, основаної на знаннях та інноваціях, ефективне використання ресурсів і соціальна згуртованість. Важливим елементом побудови інноваційної економіки в контексті економіки знань є виявлення та побудова високорозвинутих спеціалізацій як на рівні регіонів, країн, так і всієї європейської економіки.

Перспектива реального членства України у ЄС (у червні 2022 року наша країна набула статусу кандидата на членство у ЄС) потребує побудови конкурентоспроможної економіки країни, що акцентує увагу на повоєнному інноваційному регіональному розвитку, тобто регіональна інноваційна політика має бути вбудованою в конкретний контекст стратегії розвитку країни. Досягнення економічного зростання є можливим через використання сильних сторін регіонів і ресурсів. Важливість розвитку інновацій на регіональному рівні потребує ретельного вивчення й аналізу конкретних факторів інноваційного розвитку, пошуку інструментів кількісного вимірювання ефективності інноваційної діяльності та розроблення методичних підходів до оцінювання інноваційного розвитку регіонів.

Сьогодні розробляють галузеві цільові програмні документи, які можуть бути не погодженими між собою та не завжди враховують диференціацію управлінських дій із можливостями регіонального розвитку, що призводить до низької ефективності управління. Це потребує вдосконалення механізму управління з урахуванням реалізації програм інноваційного розвитку регіонів. Сучасний підхід на основі програмно-цільового управління має бути доповненим аналітичними системами, які дозволять дати попередню оцінку управлінських рішень.

Отже, у контексті пошуку ефективних шляхів повоєнного відродження економіки України й адаптації до вимог ЄС, пов'язаних зі сталим розвитком країн, актуальним питанням є дослідження інновацій в Україні на регіональному рівні, оскільки розвиток саме регіонального підприємництва й інновацій стане важливим фактором економічного відновлення країни. Аналіз і вимірювання рівня інноваційного розвитку регіонів України є досить складним питанням, вирішення якого потребує обґрунтування методики реалізації такого вимірювання, використання системи діагностичних показників, що характеризують цей рівень, і відповідних аналітичних методів та інструментів. У цьому контексті багатовимірний аналіз стає найбільш прийнятним підходом до цього питання.

Беручи за основу положення економічного аналізу, наявні підходи до аналізу економічних явищ і процесів [1; 3] та узагальнюючи сучасні напрацювання в галузі дослідження регіональних інновацій [7; 11 – 13; 15; 20], можна запропонувати такі етапи аналізу та вимірювання інноваційного розвитку регіонів України: підготовчий, інформаційний, аналітичний, творчий, дослідний, рекомендаційний (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Етапи аналізу та оцінювання інноваційного розвитку регіонів

Назви етапів	Зміст	Методи
1	2	3
Підготовчий	Формулювання проблеми, установлення мети, визначення гіпотез, складання завдань, вибір методів, перевірка джерел інформації, створення організаційних умов аналізу інноваційного розвитку регіонів	Загальнонаукові методи дослідження: аналіз, синтез, спостереження, групування, абстрагування, пояснення, систематизація

1	2	3
Інформаційний	Обґрунтування системи показників, деталізація на кожному рівні агрегування, опис основних складових та ознак інноваційного розвитку регіонів, первинне опрацювання інформації	Системно-структурний аналіз, збирання інформаційної та джерельної бази, складання таблиць, графіків, зіставлення, описова статистика вихідних даних
Аналітичний	Побудова моделі регіонального інноваційного розвитку, оцінювання узагальнювальних показників, аналіз тенденцій до змін, класифікація рівнів оцінювання регіонального інноваційного розвитку	Методи багатовимірного аналізу, графічний метод, порівняння, методи класифікації, ранжування, множинний регресійний аналіз
Творчий	Виявлення факторів (резервів) підвищення рівня інновацій	Методи індукції та дедукції, прогнозування
Дослідний	Розроблення пропозицій щодо підвищення рівня інноваційного розвитку, систематизація їх за певними критеріями	Аналіз, узагальнення, порівняння
Управлінський	Розроблення й ухвалення рішення щодо реалізації програми підвищення рівня інноваційного розвитку	Аналіз, порівняння

На *підготовчому етапі* формують проблему, складають завдання аналізу інноваційного розвитку, установлюють мету, вибирають методи аналізу та вимірювання.

Інформаційний етап передбачає збирання інформації, обґрунтування системи показників, розроблення системи збирання, первинну систематизацію й опрацювання інформації, порівняльний аналіз основних показників, побудову структурно-економічної моделі регіонального інноваційного розвитку.

На *аналітичному етапі* здійснюють побудову моделі регіонального інноваційного розвитку – провадять аналіз та оцінювання за первинними вихідними показниками, побудову узагальнювальних показників, оцінювання основних тенденцій до змін регіонального інноваційного розвитку, класифікацію рівнів оцінювання.

На *творчому етапі* здійснюють використання моделі оцінювання регіонального інноваційного розвитку, аналіз тенденцій до змін, іденти-

фікацію механізму забезпечення кращого результату, визначення резервів підвищення рівня інновацій.

На *дослідному етапі* здійснюють розроблення пропозицій щодо підвищення регіонального інноваційного розвитку, аналіз і попередній відбір пропозицій, їхню систематизацію за певними критеріями, формування варіантів реалізації пропозицій, відбір оптимальних варіантів, проведення випробувань, обґрунтування відповідного варіанта реалізації пропозиції.

На *управлінському етапі* розробляють та ухвалюють рішення про умови реалізації вибраних на дослідному етапі пропозицій, розробляють відповідні плани реалізації рішень, контролюють виконання планів, оцінюють результати реалізації.

Організація здійснення аналізу та вимірювання рівня регіонального інноваційного розвитку до наведеної в табл. 5.1 послідовності етапів забезпечить якісну інформаційно-аналітичну основу для детального вивчення й ідентифікації стану інновацій у регіонах і наукове обґрунтування аналітичної основи управлінських рішень щодо перспектив подальшого інноваційного розвитку.

Отже, інноваційний розвиток регіонів є актуальним питанням розвитку інноваційної економіки, тому важливо розробити інформаційне, методичне й аналітичне забезпечення вирішення конкретних запитів усіх регіонів у контексті активізації створення та впровадження інновацій. В умовах світових трансформацій виникає розуміння потреби в удосконаленні та розвитку наукової основи управління інноваційним розвитком регіонів.

Із метою з'ясування причин зниження інноваційного індексу України та відстеження рівня інноваційного розвитку регіонів (24 областей) і його змін, розглянуто період із 2017 до 2021 року. Для цього періоду є характерними нестійкий стан і коливання як щодо кількості підприємств, які впроваджували інновації, так і кількості впроваджених видів інноваційної продукції (див. рис. 5.1 і 5.2).

Сьогодні найбільш повним показником для вимірювання інновацій країн є Global Innovation Index (Глобальний інноваційний індекс), складений міжнародною школою Insead, Всесвітньою організацією інтелектуальної власності та Корнелльським університетом. У ЄС для вимірювання інновацій на рівні країни використовують Європейську шкалу інновацій (EIS), а для оцінювання регіональних інновацій – Регіональну

шкалу інновацій (RIS). Індикатор RIS вимірює інновації конкретного регіону в контексті всіх регіонів країн ЄС і на його основі досить складно оцінити рівень розвитку інновацій регіонів окремої країни. У роботі [25] для оцінювання інновацій регіонів у країнах ЄС використано багато-критеріальну таксономію, яку запропоновано адаптувати в ході цього аналізу й оцінювання інноваційного розвитку в Україні на регіональному рівні.

Слід також зазначити, що оцінювання цілі сталого розвитку № 9 «Створення стійкої інфраструктури, сприяння інклюзивній і стійкій індустріалізації та стимулювання інновацій» оснований на восьми показниках, які охоплюють витрати на науково-дослідні роботи та персонал, цифрові навички, під'єднання до інтернету, цифрову інфраструктуру та ін. Тобто основою формування рівня інноваційного розвитку регіону є функціонування різних соціально-економічних підсистем, а також взаємозв'язки між ними. Тому розвиток регіональної інноваційної економіки передбачає процеси перетворень у регіональному просторі на багатьох рівнях, що потребує визначення та розгляду структури основних складових інноваційного розвитку.

У більшості робіт, присвячених вимірюванню рівня інноваційності, використано різні показники, які є результатом поєднання за певним критерієм [11; 20]. У ході вибору та розрахунку індикаторів інноваційного розвитку регіонів пропонують використовувати методичні підходи, які застосовують у Європейському Союзі для порівняльного оцінювання країн і регіонів за допомогою інноваційних табло [11]. Автори роботи [11] запропонували узагальнений показник рівня інноваційного розвитку регіону подати як суму інтегральних оцінок за двома напрямками – потенціалу та результатів. Водночас під *потенціалом* інноваційного розвитку розуміють «сукупність та рівень факторів, що створюють передумови для здійснення інноваційної діяльності суб'єктами господарської діяльності регіону» [11, с. 588], а як показники *результатів* пропонують використовувати показники інноваційної активності й економічної ефективності. Такий підхід є достатньо обґрунтованим, але слід зазначити, що більш логічним є розгляд потенціалу як основи здійснення інноваційного процесу, саме процесу (інноваційної активності) та результатів реалізації потенціалу й активності.

На підставі узагальнення наявних підходів і з урахуванням певних обмежень щодо наявності та відкритості окремих показників в офіційних джерелах в умовах воєнного стану, доцільно описувати інноваційний розвиток регіонів за конкретними ознаками, а саме: наявний інноваційний потенціал, динаміку використання інноваційного потенціалу (інноваційну активність) і результат інноваційної активності регіону (економічну ефективність).

Рівень формування *інноваційного потенціалу* характеризує умови здійснення інноваційної діяльності та визначає пріоритетні напрями розвитку економіки регіону.

Інноваційна активність визначає сукупний рівень інноваційних процесів.

Економічна ефективність реалізації інноваційного потенціалу регіону та його інноваційної активності є критерієм зростання вітчизняних регіонів і національної економіки загалом. Оцінювання економічної ефективності може відобразити досягнені соціально-економічні ефекти інноваційної активності регіонів, тобто є певний ланцюг, що пов'язує основні аспекти інноваційного розвитку регіонів. Урахування взаємозв'язків між елементами цього ланцюга дозволить оперативне оцінювання поточного стану інновацій на рівні регіонів і забезпечить аналітичну основу формування або коригування окремих напрямів стратегій розвитку регіонів.

Отже, інноваційний розвиток регіонів в Україні запропоновано аналізувати на підставі показників, які певною мірою відображають такі основні складові: інноваційний потенціал, інноваційну активність та економічну ефективність регіону. Такий вибір ознак дозволить оцінити різні аспекти інноваційного розвитку регіонів і визначити, які з них мають проблеми, а які – досить високі результати.

Набір показників визначених складових інноваційного розвитку регіонів було вибрано автором на підставі аналізу наукових робіт [11; 20] та наявності даних.

Первинною складовою інноваційного розвитку економіки є формування *інноваційного потенціалу*, тобто набуття здатності створювати інноваційні рішення. До факторів, що мають ключове значення в цьому сенсі, узагалі зараховують людський капітал та знання [11]. Визначальну роль у накопиченні знань і стимулюванні інновацій та економічного

зростання відіграють установи й підприємства у сфері «Освіта». Тому як показник, що характеризує потенціал формування людського капіталу, вибрано кількість активних підприємств у сфері «Освіта» (рис. 5.3).

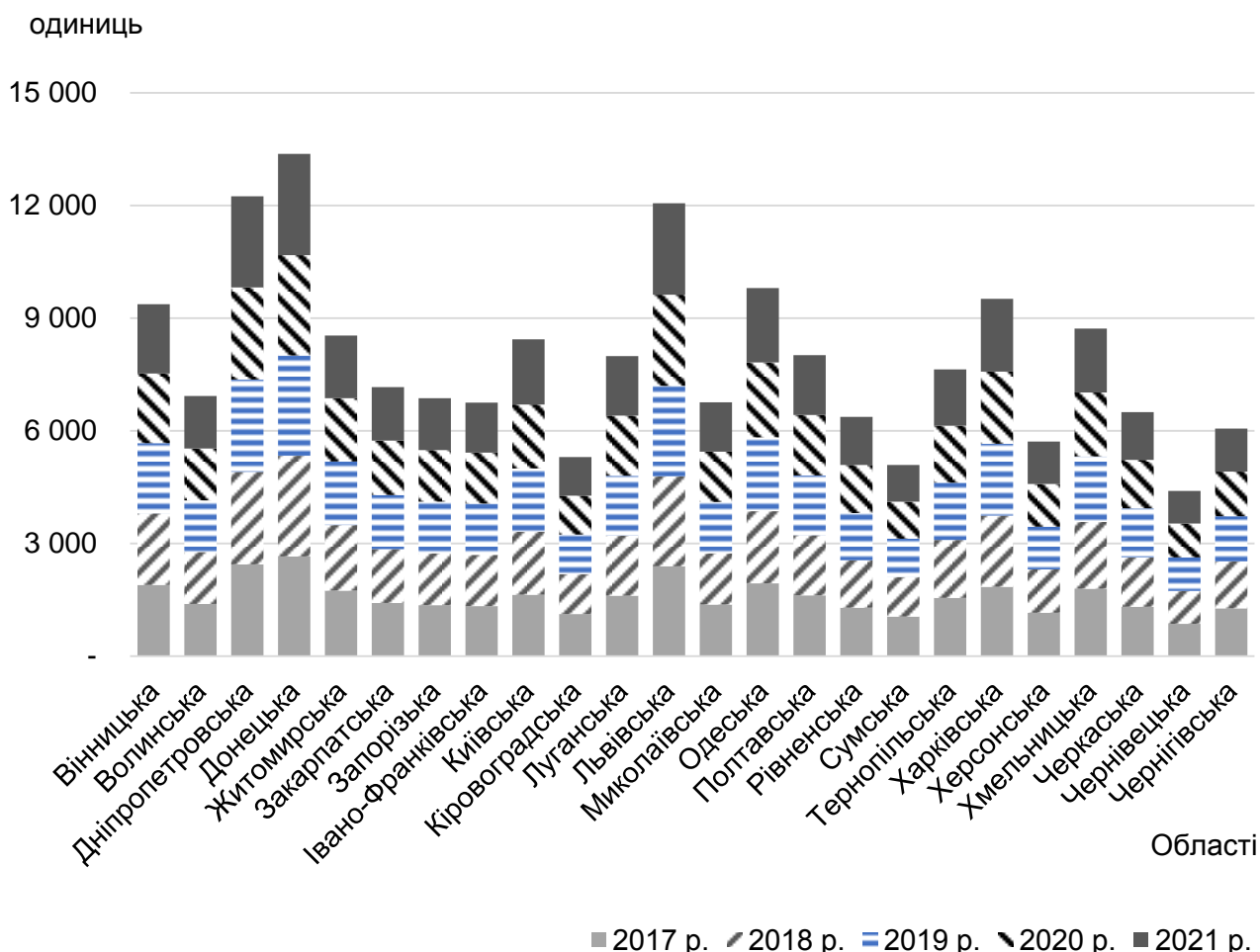


Рис. 5.3. Кількість активних підприємств у сфері «Освіта» за регіонами України в період 2017 – 2021 рр.
(побудовано автором за даними [17])

Особливістю формування людського капіталу є здатність до інновацій, що зумовлює його унікальність і дає можливість вибирати роботодавця, форму зайнятості, умови роботи та форми заохочення. На такій підставі доцільно розглянути показник рівня зайнятості населення працездатного віку як характеристику накопичення та затребуваності людського капіталу (рис. 5.4).

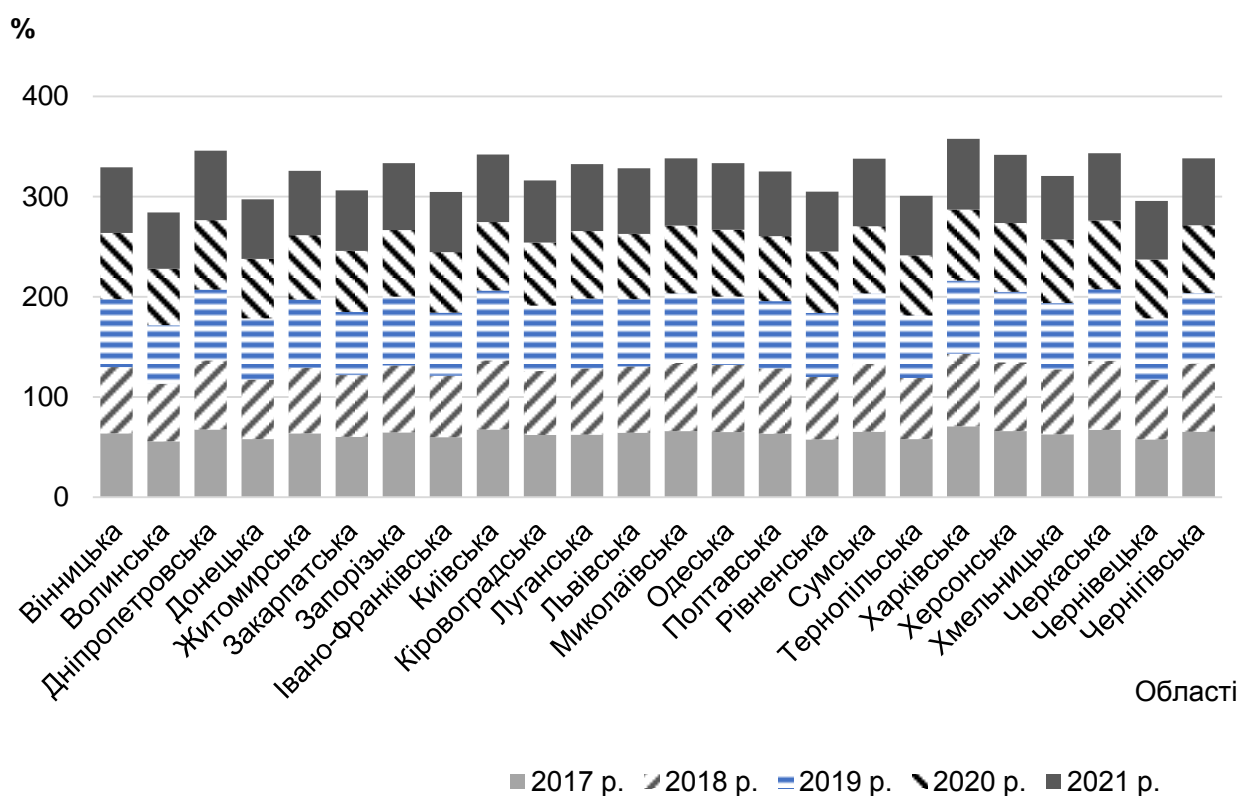


Рис. 5.4. Рівень зайнятості населення працездатного віку (%) за регіонами України в період 2017 – 2021 рр.
(побудовано автором за даними [17])

Створенню нових інноваційних розробок має сприяти проведення інколи досить вартісних досліджень, для розвитку інновацій дуже важливо забезпечити фінансування цієї діяльності, тобто будь-яка інноваційна діяльність потребує стабільного фінансового підтримання. Таку думку погоджено із твердженнями авторів роботи [27], які зазначили, що сприяння інтеграції фінансування науки та техніки допоможе змінити регіональні інноваційні системи, стимулювати регіональні технологічні обміни та сумісні інновації.

Саме фінансування є сходинкою до регіонального економічного зростання, прискорює рух людського капіталу, сприяє надходженню технологій і нових знань. Тому для аналізу фінансової компоненти побудови інноваційного потенціалу вибрано показник капітальних інвестицій (рис. 5.5), активізація яких є важливою умовою фінансового забезпечення формування інноваційного потенціалу регіону.

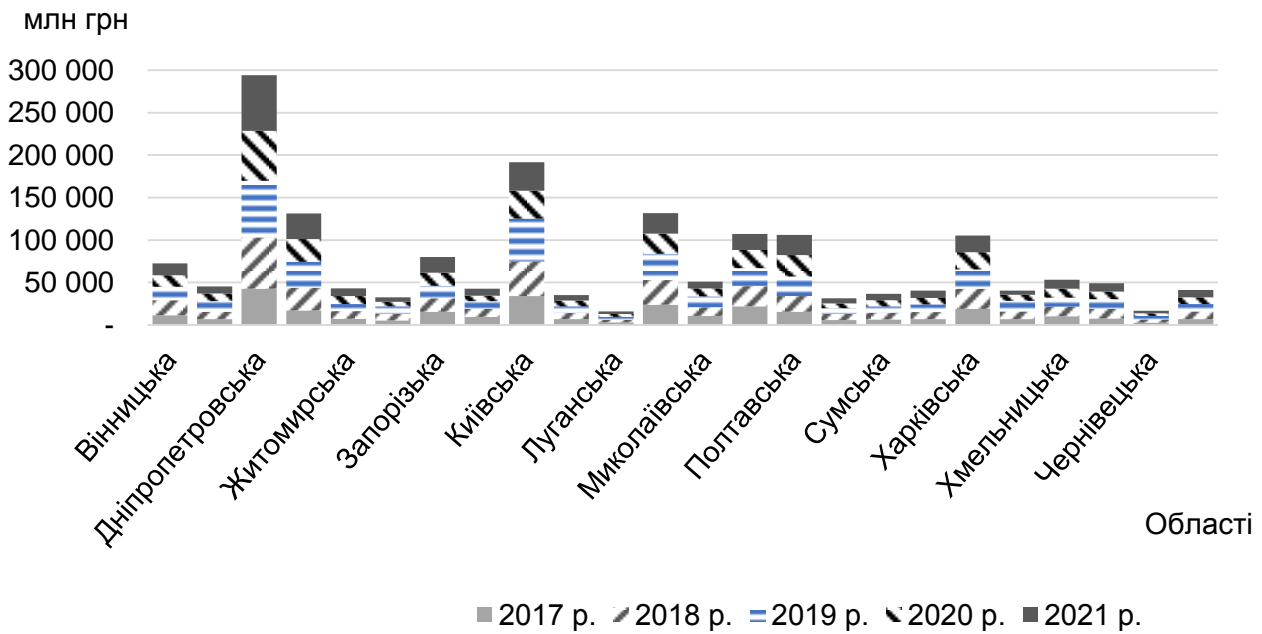


Рис. 5.5. Капітальні інвестиції за регіонами України в період 2017 – 2021 рр. (побудовано автором за даними [17])

Другою складовою інноваційного розвитку економіки регіону є *інноваційна активність*, яку можна розуміти як ступінь і результат участі підприємств регіону в здійсненні інноваційної діяльності.

Інноваційна активність характеризує здебільшого діяльність інноваційних підприємств, які є рушійною силою регіональної та вітчизняної економіки. Важливе місце серед інноваційних підприємств займають активні підприємства зі сфери «Професійна, наукова та технічна діяльність», кількість яких розглянуто як показник другої складової інноваційного розвитку (рис. 5.6).

Результати науково-технічних досліджень комерціалізують, завдяки впровадженням технологічних інновацій, що приводить до конкретних економічних результатів. Так, зв'язок між науково-технічними підприємствами та виробниками можна подати у вигляді динаміки оптової торгівлі, яка найбільш активно вирішує завдання ринку й характеризує ступінь затребуваності та реалізації окремого напрямку інноваційного потенціалу. Оптова торгівля відображає інформацію про попит і пропозицію, тенденції їхнього розвитку, має можливість оцінити кон'юнктуру ринку, формувати товарну пропозицію.

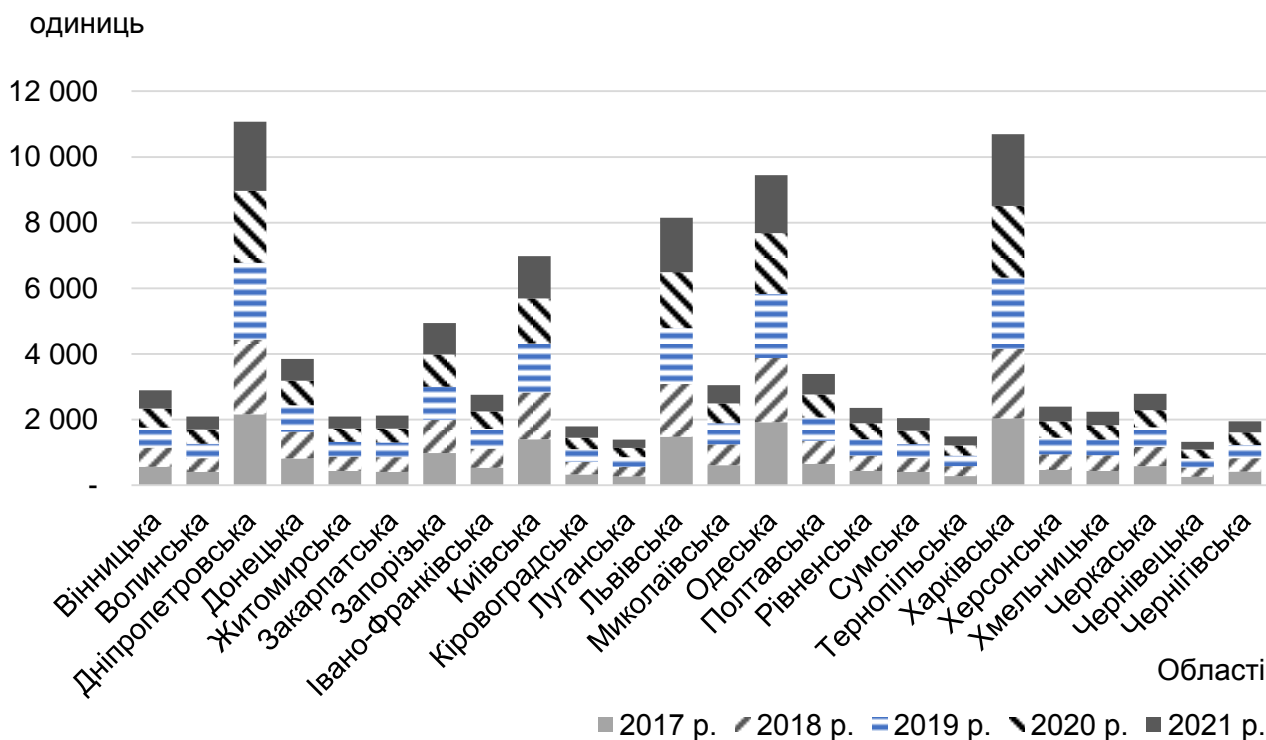


Рис. 5.6. Кількість активних підприємств у сфері «Професійна, наукова та технічна діяльність» за регіонами України в період 2017 – 2021 рр. (побудовано автором за даними [17])

Від динаміки розвитку оптової торгівлі, яка є важливою частиною інфраструктури ринку, залежить розвиток ринкових відносин у регіонах України.

Отже, наступним показником інноваційної активності стає обсяг оптового товарообороту продовольчих і непродовольчих товарів (млн грн), гістограму якого за регіонами показано на рис. 5.7. Слід зазначити, що урахування показника експорту товарами (млн грн, рис. 5.8) також поглиблює та підсилює аналіз інноваційної активності регіону, характеризує розвиток експортної діяльності регіону як важливого фактора розвитку національної економіки. Ще на початку 2022 року український експорт демонстрував позитивну динаміку зростання, порівняно з аналогічним періодом 2021 року, приріст експорту становив 34 %. Однак за 8 місяців 2022 року зазнали значних скорочень експорту хімічна продукція – на 51 %, машинобудування – на 18 %, меблі – на 18 %, аграрна та харчова продукція – на 11 %, одяг та взуття – на 10 % [7].

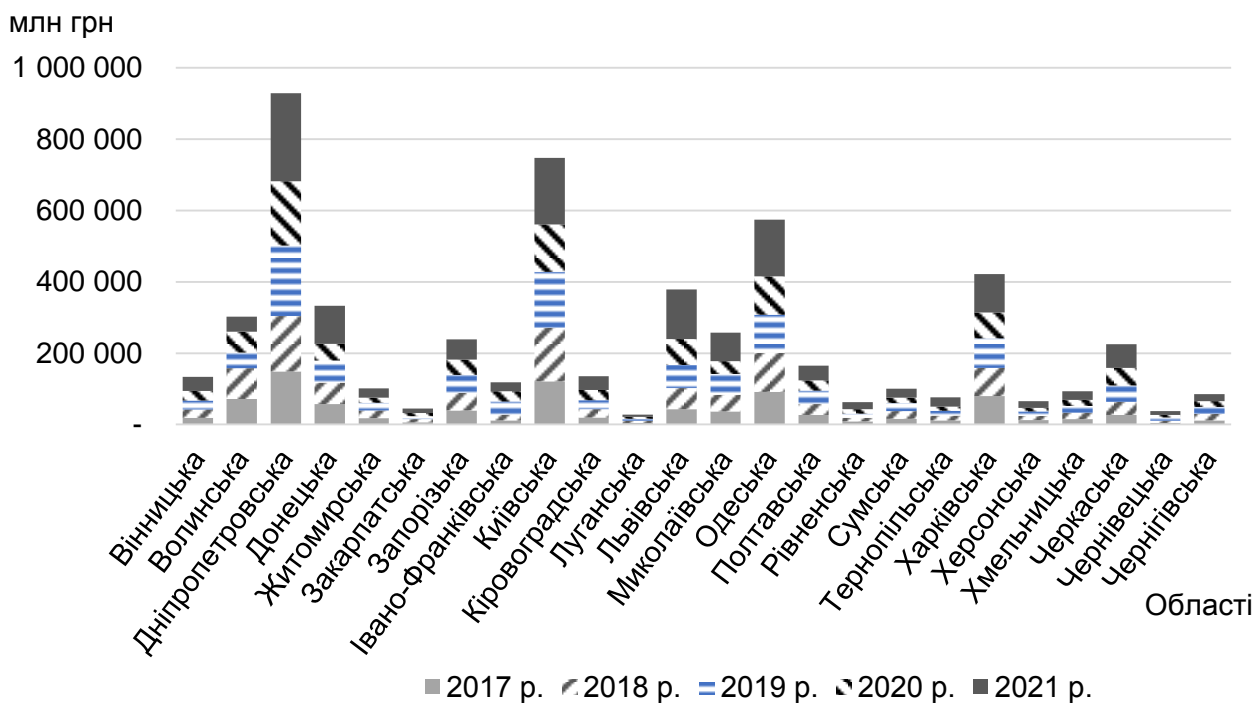


Рис. 5.7. Обсяги оптового товарообороту продовольчих і непродовольчих товарів за регіонами України в період 2017 – 2021 рр. (побудовано автором за даними [17])

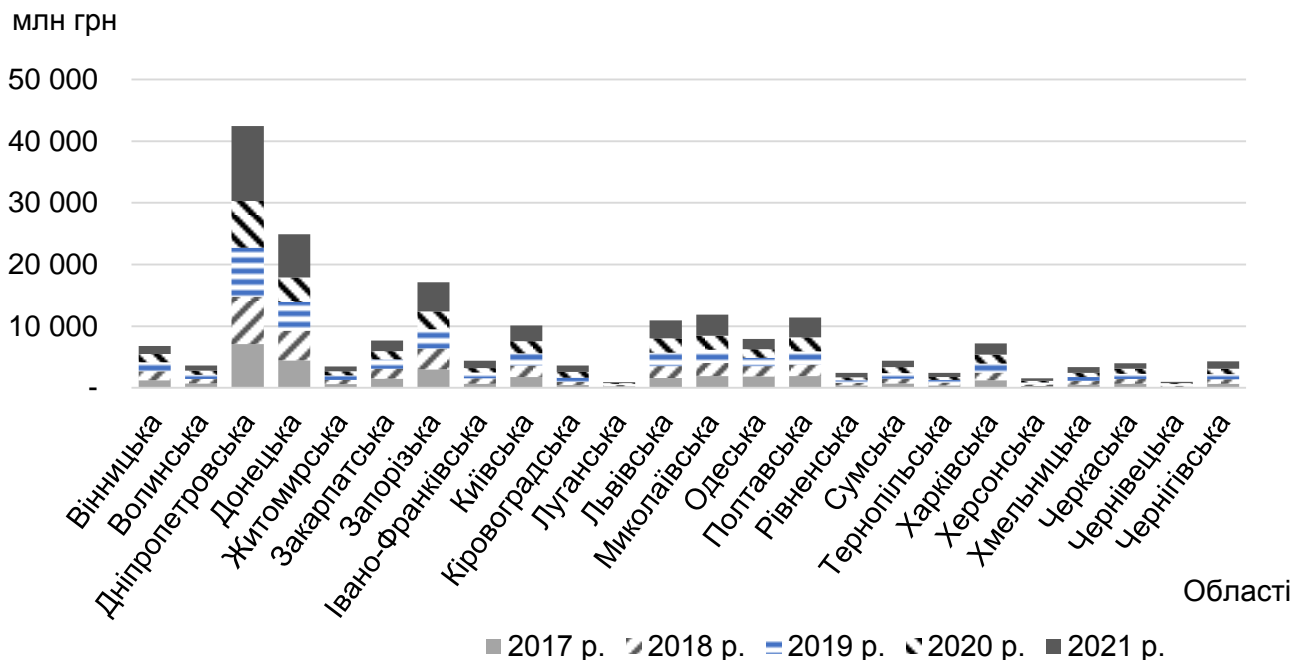


Рис. 5.8. Експорт товарами за регіонами України в період 2017 – 2021 рр. (побудовано автором за даними [17])

Отже, аналіз довоєнного експорту товарами за регіонами України характеризує рівень затребуваності певного виробництва та його відповідності міжнародним стандартам, що стає наслідком формування й реалізації набутого інноваційного потенціалу.

Опис третьої складової інноваційного розвитку регіону – *економічної ефективності* – потребує врахування того, що одним із головних ефектів реалізації інноваційного потенціалу регіону й результатом його інноваційної активності є економічне зростання економіки, яке є ключовою метою макроекономічної політики будь-якої країни. Досягнення цієї мети на регіональному рівні забезпечує соціально-економічний результат – зростання валового регіонального продукту та підвищення якості життя, однією з характеристик якого є дохід на душу населення. Таке розуміння економічного ефекту погоджено з думкою авторів роботи [9] про те, що досягнення стабільних темпів економічного зростання на інтенсивних засадах, підвищення якості та рівня життя громадян України є стратегічною метою структурних реформ на регіональному рівні. На такій підставі в складі показників опису ефективності інноваційного розвитку запропоновано використати показники валового регіонального продукту в розрахунку на одну особу (грн, рис. 5.9) та наявного доходу в розрахунку на одну особу (грн, рис. 5.10).

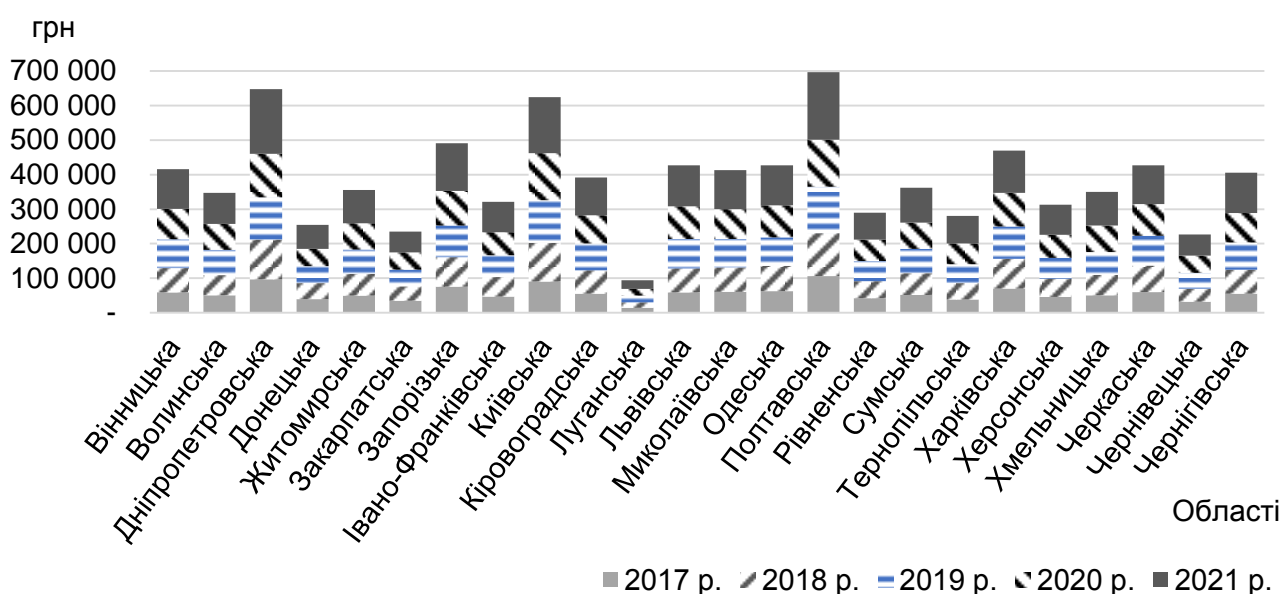


Рис. 5.9. Валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу в період 2017 – 2021 рр. (побудовано автором за даними [17])

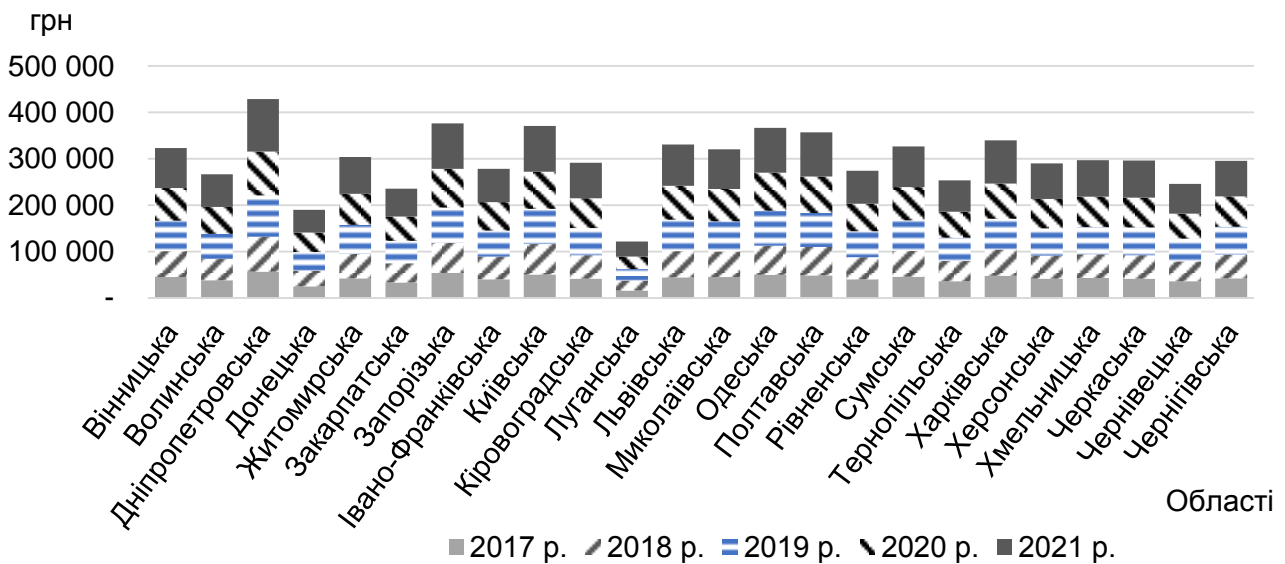


Рис. 5.10. Наявний дохід у розрахунку на одну особу за регіонами України в період 2017 – 2021 рр.
(побудовано автором за даними [17])

Разом із соціально-економічним ефектом доцільно розглянути виробничо-господарський ефект реалізації інноваційної діяльності регіону. Тому систему показників третьої складової інноваційного розвитку регіону доповнено показником обсягів реалізованої промислової продукції (млн грн, рис. 5.11), оскільки зміна цього показника визначає зміну суми прибутку, суттєво впливає на динаміку показників рентабельності економіки регіону та визначає значущість регіону на ринку.

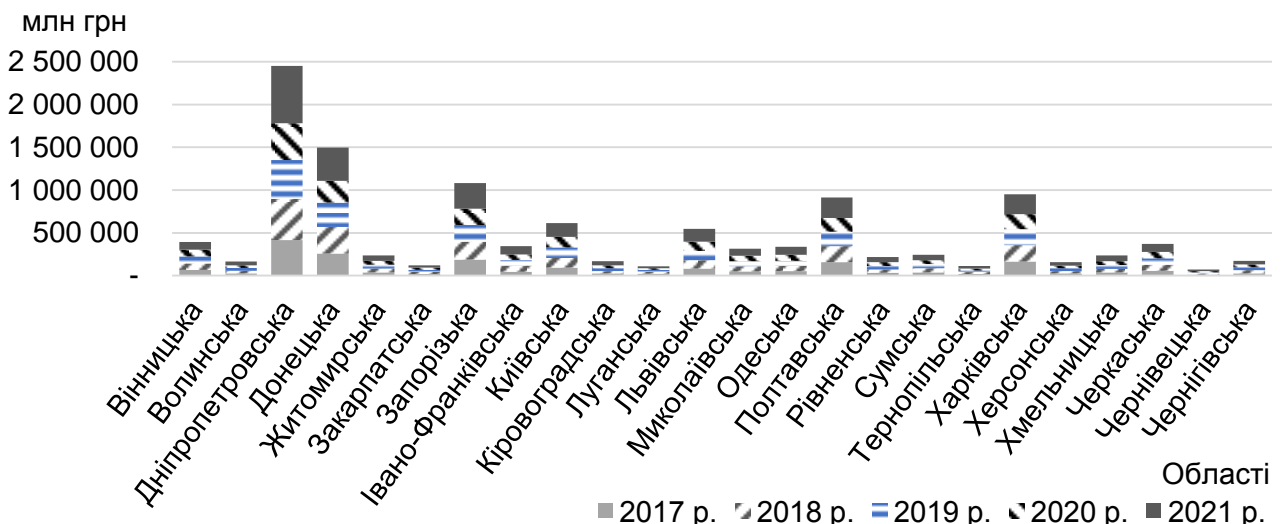


Рис. 5.11. Обсяги реалізованої промислової продукції за регіонами України в період 2017 – 2021 рр.
(побудовано автором за даними [17])

Отже, для аналізу відмінностей регіонів України за рівнем інноваційного розвитку було сформовано таку експрес-систему показників, що описують:

інноваційний потенціал – рівень зайнятості населення працездатного віку (%) – x_1 , кількість активних підприємств у сфері «Освіта» – x_2 , капітальні інвестиції (млн грн) – x_3 ;

інноваційну активність – кількість активних підприємств у сфері «Професійна, наукова та технічна діяльність» – x_4 , обсяг оптового товарообороту продовольчих і непродовольчих товарів (млн грн) – x_5 , обсяг експорту товарами (млн грн) – x_6 ;

економічну ефективність – валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу (грн) – x_7 , наявний дохід у розрахунку на одну особу (грн) – x_8 , обсяг реалізованої промислової продукції (млн грн) – x_9 .

Така компактна система показників є певним чином системою експрес-діагностичних змінних, які забезпечать оперативне визначення узагальнювальних показників інноваційного розвитку регіонів і його складових, тенденцію їхніх змін, оцінювання різниці щодо інноваційного розвитку регіонів та побудову їхнього ранжування.

Слід також зауважити, що з урахуванням усунення обмежень щодо наявності показників, кількість і склад запропонованих показників можна змінювати, що свідчить про гнучкість побудови такої системи показників.

У подальшому це може слугувати інструментом обґрунтування основних напрямів стратегій економічного розвитку регіонів, нівелювання та виявлення причин змін окремих вимірювань, що характеризують інноваційний розвиток. Оцінювання регіонального рівня інноваційного розвитку поглибить знання в цій галузі, дозволить дослідити регіони та забезпечити аналітичне підґрунтя розроблення регіональної інноваційної політики.

5.2. Оцінювання відмінностей регіонів України за рівнем складових інноваційного розвитку

Аналіз відмінностей регіонів України за рівнем інноваційного розвитку на першому кроці потребує розгляду динаміки змін значень вибраних показників інноваційного розвитку регіонів за досліджуваний період. Це має на меті порівняння не лише величин показників, але

й дослідження напряму змін кожного показника. Гістограми на рис. 5.3 – 5.11 показують, що значення показників інноваційного розвитку регіонів змінювалися з різним ступенем. Найбільшу динаміку змін у середньому по всіх регіонах протягом 2017 – 2021 рр. виявив показник «валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу», а найменшу – «капітальні інвестиції». За досліджуваний період майже в усіх регіонах відбувалося зростання значень показників інноваційного розвитку, а не спадання, що можна вважати позитивним результатом.

Упорядкувати та систематизувати вибрані показники досліджуваної сукупності регіонів, визначити еталонні значення складових інноваційного розвитку областей доцільно за допомогою таксономічного показника, запропонованого З. Гельвігом, а в подальшому розвиненого В. Плютою.

Побудова таксономічних показників складових інноваційного розвитку регіону передбачає виконання певних етапів [1], а саме:

1) складання матриць показників відповідних складових інноваційного розвитку регіону $X = (x_{ij})$;

2) стандартизація значень показників матриць за такою формулою:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j},$$

де x_{ij} – значення показників виділених складових інноваційного розвитку;

$i = \overline{1, m}$ – кількість об'єктів дослідження (24 області України);

$j = \overline{1, n}$ – кількість показників (у цьому дослідженні кожен складову інноваційного розвитку регіону описано трьома показниками);

$\bar{x}_j = \frac{1}{m} \sum x_{ij}$ – середнє значення j -го показника;

$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{m}}$ – середнє квадратичне відхилення j -го показника,

що забезпечує вирівнювання дисперсії та значень показників;

3) складання матриць стандартизованих значень показників складових інноваційного розвитку регіону;

4) формування еталонів (завдяки тому, що вихідними даними є значення показників, які, відповідно до їхнього економічного змісту, позитивно впливають на формування основних складових інноваційного розвитку, можна вважати їх множиною факторів-стимуляторів, а етало-

ном слід вибирати $P_0(z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0n})$, де $z_{0k} = \max(z_{ik})$ – максимальні значення показника в межах вибраної сукупності показників);

5) обчислення узагальнювальних показників складових інноваційного розвитку регіону за такою формулою:

$$I_i^* = 1 - I_i,$$

де $I_i = \frac{d_i}{\|d_i\|}$;

$d_i = \sqrt{\sum (z_{ij} - z_{0j})^2}$ – відстань між показниками, які відображають

відповідну складову інноваційного розвитку регіону, й еталоном;

$\bar{d} = \frac{1}{m} \sum d_i$ – середнє значення величин відстані;

$s_d = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{m}}$ – середнє квадратичне відхилення відстані;

$\|d_i\| = \bar{d} + 3s_d$ – нормування відстані;

6) інтерпретація обчислених розрахункових значень таксономічних показників складових інноваційного розвитку регіону.

Таксономічний показник є нормованим і набуває значення в діапазоні від нуля до одиниці, що надає можливість виконати ранжування регіонів за рівнем певної складової інноваційного розвитку. Таксономічний показник рівня розвитку набуває значення тим ближчі до одиниці, чим вищим є рівень складової інноваційного розвитку досліджуваного регіону. І навпаки, якщо значення показника є близькими до нуля, то це означає низький рівень певної складової інноваційного розвитку регіону.

Загальний показник інноваційного розвитку регіону доцільно обчислити також за методикою розрахунку таксономічного показника. Вихідними даними такого обчислення будуть слугувати обчислені таксономічні показники виділених складових інноваційного розвитку. Слід звернути увагу, що в разі використання нормованих показників як вихідних, етап стандартизації не має сенсу, тобто його не виконують.

На підставі обчислених таким чином узагальнювальних показників можна не лише упорядкувати вихідні дані, але й здійснити достатньо змістовний аналіз взаємозв'язку між складовими інноваційного розвитку, класифікувати досліджувані області за рівнем розвитку кожної складової та за рівнем інновацій загалом (із використанням середніх значень

і середньоквадратичних відхилень), побудувати модель інноваційного розвитку області, визначити прогностні значення інноваційного розвитку та розробити певні пропозиції щодо перспектив подальшого розвитку.

За наведеним раніше алгоритмом обчислення таксономічного показника виконано розрахунки та встановлено рейтинги регіонів України за рівнем складових інноваційного розвитку протягом 2017 – 2021 рр.

Для зручності подання результатів досліджувані області було пронумеровано: № 1 – Вінницька область, № 2 – Волинська, № 3 – Дніпропетровська, № 4 – Донецька, № 5 – Житомирська, № 6 – Закарпатська, № 7 – Запорізька, № 8 – Івано-Франківська, № 9 – Київська, № 10 – Кіровоградська, № 11 – Луганська, № 12 – Львівська, № 13 – Миколаївська, № 14 – Одеська, № 15 – Полтавська, № 16 – Рівненська, № 17 – Сумська, № 18 – Тернопільська, № 19 – Харківська, № 20 – Херсонська, № 21 – Хмельницька, № 22 – Черкаська, № 23 – Чернівецька, № 24 – Чернігівська.

Інноваційний потенціал областей було описано трьома показниками, які характеризують розвиток людського капіталу та фінансування. Первинне опрацювання будь-яких статистичних даних передбачає визначення основних статистичних характеристик (максимуму, мінімуму, середнього значення, медіани, дисперсії та ін.). За допомогою вбудованого інструментарію MS Excel виконано описову статистику (табл. 5.2), яка показала, що лише рівень зайнятості змінювався несуттєво.

Таблиця 5.2

**Описова статистика показників інноваційного потенціалу
регіонів України за 2017 – 2021 рр.**

Характеристика описової статистики	Рівень зайнятості населення працездатного віку, %	Кількість активних підприємств у сфері «Освіта»	Капітальні інвестиції, млн грн
1	2	3	4
Середнє значення	64,89	1 579,00	15 013,78
Стандартна помилка	0,77	93,41	2 590,30
Медіана	65,79	1 479,00	9 508,74
Стандартне відхилення	3,78	457,60	12 689,81

1	2	3	4
Дисперсія	14,30	209 393,20	161 000 000,00
Ексцес	-0,64	0,44	5,48
Асиметричність	-0,47	0,88	2,16
Інтервал	14,66	1 793,00	55 554,59
Мінімум	56,88	880,00	3 289,28
Максимум	71,54	2 673,00	58 843,87
Рівень надійності, 95,0 %	1,60	193,23	5 358,44

Щодо капітальних інвестицій і кількості підприємств у сфері освіти, то значення середніх та стандартних відхилень цих показників указують на значну їхню змінюваність. Від'ємне значення ексцесу показника «Рівень зайнятості населення працездатного віку» означає плосковершинний нормальний розподіл значень цього показника, а додатні ексцеси двох інших показників інноваційного потенціалу свідчать про гостровершинний нормальний розподіл даних.

У табл. 5.3 наведено коефіцієнти кореляції між цими показниками.

Таблиця 5.3

Кореляція між показниками інноваційного потенціалу областей

Показники інноваційного потенціалу областей	Рівень зайнятості населення працездатного віку	Кількість активних підприємств у сфері «Освіта»	Капітальні інвестиції
Рівень зайнятості населення працездатного віку	1,00	0,13	0,37
Кількість активних підприємств у сфері «Освіта»	0,13	1,00	0,72
Капітальні інвестиції	0,37	0,72	1,00

Можна визначити, що між вибраними показниками інноваційного потенціалу областей є додатна кореляція, але найбільш тісний зв'язок ($r = 0,72$) мають капітальні інвестиції з кількістю активних підприємств у сфері «Освіта». За цими показниками обчислено узагальнювальний

таксономічний показник рівня розвитку інноваційного потенціалу кожної області. У табл. 5.4 наведено значення таксономічних показників розвитку інноваційного потенціалу областей України ($IP_{2017}^* - IP_{2021}^*$) та їхні позиції в рейтингах за 2017 – 2021 рр.

Таблиця 5.4

Таксономічні показники інноваційного потенціалу областей України та рейтинги за 2017 – 2021 рр.

Номери областей	2017 р.		2018 р.		2019 р.		2020 р.		2021 р.	
	IP_{2017}^*	Позиції в рейтингу	IP_{2018}^*	Позиції в рейтингу	IP_{2019}^*	Позиції в рейтингу	IP_{2020}^*	Позиції в рейтингу	IP_{2021}^*	Позиції в рейтингу
1	0,52	6	0,53	6	0,50	7	0,51	8	0,50	8
2	0,28	23	0,26	23	0,28	23	0,29	23	0,29	23
3	0,88	1	0,89	1	0,90	1	0,93	1	0,93	1
4	0,49	8	0,50	7	0,52	6	0,55	7	0,56	6
5	0,46	12	0,44	11	0,44	11	0,44	11	0,43	11
6	0,35	19	0,34	19	0,35	18	0,34	19	0,34	20
7	0,49	9	0,46	9	0,44	9	0,47	9	0,48	9
8	0,37	17	0,34	20	0,33	20	0,33	20	0,34	19
9	0,69	2	0,67	2	0,69	2	0,65	2	0,63	2
10	0,35	20	0,32	22	0,31	22	0,32	22	0,31	22
11	0,39	16	0,39	15	0,40	14	0,41	14	0,40	14
12	0,69	3	0,65	3	0,64	3	0,63	3	0,62	3
13	0,46	11	0,43	13	0,43	12	0,42	12	0,40	13
14	0,64	5	0,59	5	0,55	5	0,59	5	0,56	5
15	0,52	7	0,49	8	0,50	8	0,55	6	0,53	7
16	0,29	22	0,33	21	0,32	21	0,33	21	0,32	21
17	0,37	18	0,36	17	0,35	17	0,35	18	0,35	18
18	0,34	21	0,35	18	0,35	19	0,35	17	0,35	17
19	0,64	4	0,62	4	0,59	4	0,60	4	0,57	4
20	0,39	15	0,39	16	0,40	15	0,38	16	0,36	16
21	0,48	10	0,45	10	0,44	10	0,45	10	0,43	10
22	0,44	13	0,43	12	0,42	13	0,42	13	0,41	12
23	0,21	24	0,21	24	0,21	24	0,23	24	0,23	24
24	0,41	14	0,40	14	0,39	16	0,39	15	0,38	15

Розрахункові значення позицій регіонів України в рейтингу за рівнем інноваційного потенціалу показали, що всі області України за досліджу-

ваний період займали майже однакові позиції в рейтингу. Найвищі позиції з 1-ї до 5-ї стабільно займали Дніпропетровська, Київська, Львівська, Харківська та Одеська області, відповідно. Погіршення позиції в рейтингу було зафіксовано в Закарпатській, Івано-Франківській, Миколаївській та Чернігівській областях, а зростання – у Донецькій, Житомирській, Луганській, Тернопільській та Черкаській областях. Незначні зміни в рейтингу відбувалися у 2020 – 2021 рр.

Отже, результати показали, що з погляду інноваційного потенціалу регіонів України, який описаний трьома показниками, що характеризують людський капітал та інвестиції, найкращі середні результати за 2017 – 2021 рр. було досягнуто п'ятьма областями. Протягом багатьох років найвищі капітальні інвестиції отримували Дніпропетровська, Київська та Львівська області, що вплинуло на їхній високий інноваційний потенціал. Ці регіони, а особливо їхні міста, є провідними науковими центрами з найбільшою кількістю академічних закладів. Обсяги капітальних інвестицій у Харківській, Одеській та Полтавській областях були приблизно на однаковому рівні. Однак Полтавська область займає в середньому лише 7-му позицію в рейтингу, поступаючись Донецькій області.

Слід зазначити, що майже в усіх областях за період 2018 – 2020 рр. відбулося скорочення витрат на проведення наукових досліджень і виконання розроблень (рис. 5.12), що, безумовно, суттєво вплинуло на формування інноваційного потенціалу регіонів у наступні роки.

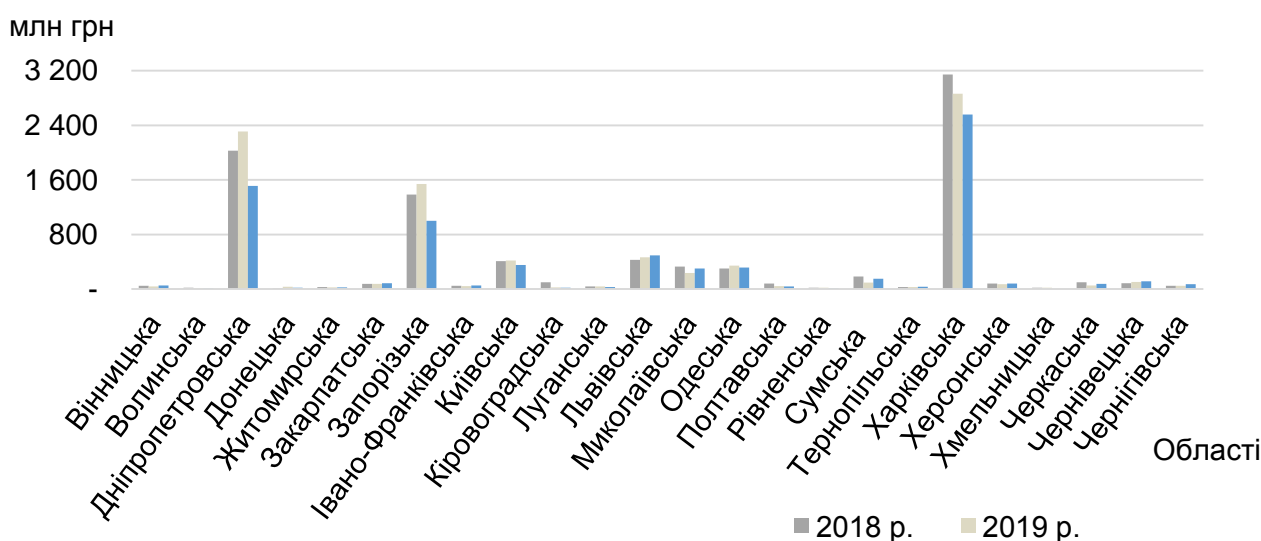


Рис. 5.12. Зміна витрат на проведення наукових досліджень і виконання розроблень (побудовано автором за даними [17])

Гістограми рис. 5.12 визначають значне випередження Харківської області за рівнем витрат на проведення наукових досліджень і виконання розроблень. Однак на реальний рівень формування інноваційного потенціалу Харківської області це не вплинуло, і в рейтингу ця область поступилася Дніпропетровській, Київській та Львівській областям через недостатні капітальні інвестиції.

Отже, аналізуючи визначені результати, можна простежити зміни, які відбулися у формуванні інноваційного потенціалу окремих регіонів.

Для здійснення класифікації досліджуваних регіонів із погляду розвитку інноваційного потенціалу використано основні статистичні характеристики – середнє значення узагальнювального показника інноваційного потенціалу (\overline{IP}^*) та середнє квадратичне відхилення (σ_{IP}).

Виділено такі діапазони рівнів розвитку інноваційного потенціалу:

високий – $[\overline{IP}^* + \sigma_{IP}; 1] = [0,6; 1]$;

середній – $[\overline{IP}^*; \overline{IP}^* + \sigma_{IP}) = [0,45; 0,6)$;

помірний – $[\overline{IP}^* - \sigma_{IP}; \overline{IP}^*) = [0,3; 0,45)$;

низький – $[0; \overline{IP}^* - \sigma_{IP}) = [0; 0,3)$.

На основі розрахованих діапазонів рівнів розвитку інноваційного потенціалу за даними 2017 – 2021 рр. визначено чотири групи областей (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

**Рівні розвитку інноваційного потенціалу областей України
за 2017 – 2021 рр.**

Рівні інноваційного потенціалу	Високий	Середній	Помірний	Низький
Номери областей	3, 9, 12, 19	1, 4, 7, 15, 21	5, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 22, 24	2, 23

За даними табл. 5.5 видно, що 50 % всіх регіонів містяться в групі з помірним рівнем розвитку інноваційного потенціалу; 2 % – із низьким рівнем і лише 17 % – із високим. Такі результати стають орієнтиром того,

які саме області терміново потребують посилення та підтримання з боку державного регулювання.

Другою складовою інноваційного розвитку регіонів України є *інноваційна активність*, описана трьома показниками, що характеризують інноваційні підприємства та їхній зв'язок із виробництвом та активізацією експортної діяльності. Описова статистика показників інноваційної активності (табл. 5.6) показала, що всі показники мали суттєву змінюваність і розподіли, які характеризувалися загостренням вершин.

Таблиця 5.6

**Описова статистика показників інноваційної активності
регіонів України за 2017 – 2021 рр.**

Характеристика описової статистики	Кількість активних підприємств у сфері «Професійна, наукова та технічна діяльність»	Обсяг оптового товарообороту продовольчих і непродовольчих товарів, млн грн	Обсяг експорту товарами, млн грн
Середнє	778,00	47 242,90	1 643,66
Стандартна помилка	123,05	9 509,80	374,72
Медіана	516,00	27 016,50	876,45
Стандартне відхилення	602,82	46 588,40	1 835,76
Дисперсія	363 388,54	2 170 482 068,60	3 369 996,64
Ексцес	0,94	2,80	8,24
Асиметричність	1,50	1,70	2,66
Інтервал	1 948,00	180 097,00	8 310,15
Мінімум	266,00	5 725,90	177,43
Максимум	2 214,00	185 823,00	8 487,58
Рівень надійності, 95,0%	254,55	19 672,60	775,17

Коефіцієнти кореляції (табл. 5.7) показали наявність досить тісного зв'язку між показниками інноваційної активності, однак найбільш пов'язаними ($r = 0,86$) є показники кількості активних підприємств у сфері

«Професійна, наукова та технічна діяльність» та обсягу оптового товарообороту продовольчих і непродовольчих товарів.

Таблиця 5.7

Кореляція між показниками інноваційної активності областей

Показники інноваційної активності областей	Кількість активних підприємств у сфері «Професійна, наукова та технічна діяльність»	Обсяг оптового товарообороту продовольчих і непродовольчих товарів	Обсяг експорту товарами
Кількість активних підприємств у сфері «Професійна, наукова та технічна діяльність»	1,00	0,86	0,61
Обсяг оптового товарообороту продовольчих і непродовольчих товарів	0,86	1,00	0,72
Обсяг експорту товарами	0,61	0,72	1,00

У табл. 5.8 наведено обчислені значення таксономічних показників розвитку інноваційної активності областей України ($IA_{2017}^* - IA_{2021}^*$) та їхні позиції в рейтингах за 2017 – 2021 рр. Значення табл. 5.8 показали, що рейтингові позиції окремих областей за критерієм інноваційної активності протягом досліджуваного періоду досить сильно змінювали. Розрахунки таксономічного показника інноваційної активності областей засвідчили, що Дніпропетровська, Донецька та Київська області відрізнялися високим рівнем і були лідерами в цьому напрямі в Україні. Серед областей трійки лідерів за рівнем інноваційної активності слід особливо відзначити Дніпропетровську область, яка протягом 2017 – 2021 рр. показала максимальний результат у розвитку цієї складової інноваційного розвитку.

**Значення таксономічних показників інноваційної активності
регіонів України та рейтинги за 2017 – 2021 рр.**

Номери областей	2017 р.		2018 р.		2019 р.		2020 р.		2021 р.	
	IA_{2017}^*	Позиції в рейтингу	IA_{2018}^*	Позиції в рейтингу	IA_{2019}^*	Позиції в рейтингу	IA_{2020}^*	Позиції в рейтингу	IA_{2021}^*	Позиції в рейтингу
1	0,41	11	0,42	11	0,41	10	0,41	10	0,40	11
2	0,44	10	0,43	10	0,39	13	0,41	12	0,37	13
3	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	0,99	1
4	0,62	3	0,61	2	0,58	3	0,55	5	0,60	2
5	0,37	15	0,37	16	0,36	17	0,35	19	0,35	20
6	0,39	13	0,39	13	0,38	14	0,37	15	0,37	15
7	0,55	6	0,57	5	0,53	7	0,53	7	0,53	7
8	0,37	14	0,38	14	0,40	12	0,38	13	0,38	12
9	0,62	4	0,61	3	0,62	2	0,61	2	0,59	4
10	0,36	19	0,36	19	0,36	16	0,38	14	0,37	14
11	0,32	23	0,32	23	0,31	24	0,31	24	0,31	24
12	0,53	7	0,55	7	0,55	5	0,58	3	0,59	3
13	0,47	8	0,48	8	0,48	8	0,46	9	0,49	8
14	0,62	2	0,60	4	0,57	4	0,57	4	0,57	5
15	0,46	9	0,46	9	0,46	9	0,46	8	0,45	9
16	0,35	21	0,34	20	0,35	20	0,35	20	0,36	19
17	0,37	16	0,37	15	0,37	15	0,37	16	0,36	16
18	0,34	22	0,34	22	0,33	22	0,33	22	0,34	22
19	0,57	5	0,56	6	0,55	6	0,54	6	0,54	6
20	0,35	20	0,34	21	0,34	21	0,34	21	0,34	21
21	0,36	17	0,37	17	0,36	19	0,36	18	0,36	17
22	0,40	12	0,41	12	0,41	11	0,41	11	0,40	10
23	0,32	24	0,32	24	0,32	23	0,31	23	0,32	23
24	0,36	18	0,36	18	0,36	18	0,36	17	0,36	18

Позицію Київської області зумовлено науковим і промисловим розвитком, Дніпропетровську та Донецьку області характеризують індустріальною експортно-орієнтованою економікою й активними науковими центрами. 2017 року Одеська область займала другу позицію в рейтингу, але вже 2021 року посідає лише п'яте місце. Разом із тим Львівська область, посідаючи 2017 року лише сьоме місце, уже 2020 року входить до п'ятірки областей із найвищим рівнем інноваційної активності та посідає третє місце в рейтингу. Позиції інших областей також змінюють

у різні досліджувані роки. Найгірша ситуація щодо інноваційної активності в Луганській і Чернівецькій областях, які є регіонами з найменшою кількістю установ професійної, наукової та технічної діяльності.

Здійснено класифікацію досліджуваних регіонів із погляду інноваційної активності, використано основні статистичні характеристики – середнє значення узагальнювального показника інноваційної активності ($\overline{IA^*}$) та середнє квадратичне відхилення (σ_{IA}).

Виділено такі діапазони рівнів інноваційної активності:

високий рівень $[\overline{IA^*} + \sigma_{IA}; 1] = [0,6; 1]$;

середній $[\overline{IA^*}; \overline{IA^*} + \sigma_{IA}] = [0,45; 0,6]$;

помірний $[\overline{IA^*} - \sigma_{IA}; \overline{IA^*}] = [0,3; 0,45]$;

низький $[0; \overline{IA^*} - \sigma_{IA}] = [0; 0,3]$.

На основі розрахованих діапазонів рівнів інноваційної активності за даними 2017 – 2021 рр. визначено три групи областей (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

Рівні інноваційної активності областей України за 2017 – 2021 рр.

Рівні інноваційної активності	Високий	Середній	Помірний	Низький
Номери областей	3, 9	4, 7, 12, 13, 14, 15, 19, 22	1, 2, 5, 6, 8, 10, 11, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24	–

За даними табл. 5.9 видно, що група областей із низьким рівнем інноваційної активності не містить жодного з об'єктів дослідження; 58 % усіх регіонів перебувають у групі з помірним рівнем інноваційної активності й лише 8 % – із високим. Тобто за період 2017 – 2021 рр. спостерігали наявність суттєвих змін у діяльності підприємств різних областей і відсутність стабільності щодо інноваційної активності, що, безумовно, призвело до коливань в інноваційному розвитку бізнесу загалом.

Вимірювання рівня *економічної ефективності* інноваційного розвитку регіонів України здійснено за групою трьох показників, які характеризують загальний стан областей (валового регіонального продукту

в розрахунку на одну особу, наявного доходу в розрахунку на одну особу та обсягу реалізованої продукції). Описова статистика показників економічної ефективності (табл. 5.10) показала, що всі показники мали суттєву змінюваність та розподіли, для яких є характерною гостровершинність.

Таблиця 5.10

**Описова статистика показників економічної ефективності
регіонів України за 2017 – 2021 рр.**

Характеристика описової статистики	Валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу, грн	Наявний дохід у розрахунку на одну особу, грн	Обсяг реалізованої продукції, млн грн
Середнє значення	77 138,21	59 922,73	98 643,57
Стандартна помилка	5 592,02	2 624,12	22 526,56
Медіана	75 244,30	59 367,52	56 023,54
Стандартне відхилення	27 395,17	12 855,50	110 357,16
Дисперсія	750 495 480,49	165 263 800,59	121 78 702 898,27
Ексцес	0,80	1,67	6,36
Асиметричність	0,48	-0,68	2,38
Інтервал	120 517,00	61 375,46	475 748,72
Мінімум	18 789,40	24 428,16	14 582,56
Максимум	139 306,40	85 803,62	490 331,28
Рівень надійності, 95,0 %	11 567,97	5 428,40	46 599,74

Коефіцієнти кореляції (табл. 5.11) показали наявність зв'язку між показниками економічної ефективності інноваційного розвитку, однак найбільш пов'язаними ($r = 0,89$) є показники валового регіонального продукту в розрахунку на одну особу та наявного доходу в розрахунку на одну особу.

Таблиця 5.11

Кореляція між показниками економічної ефективності областей

Показники економічної ефективності	Валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу	Наявний дохід у розрахунку на одну особу	Обсяг реалізованої продукції
Валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу	1,00	0,89	0,57
Наявний дохід у розрахунку на одну особу	0,89	1,00	0,46
Обсяг реалізованої продукції	0,57	0,46	1,00

У табл. 5.12 наведено значення обчислених таксономічних показників економічної ефективності областей України ($E_{2017}^* - E_{2021}^*$) та їхні позиції в рейтингах за 2017 – 2021 рр.

Таблиця 5.12

Значення таксономічних показників економічної ефективності регіонів України та рейтинги за 2017 – 2021 рр.

Номери областей	2017 р.		2018 р.		2019 р.		2020 р.		2021 р.	
	E_{2017}^*	Позиції в рейтингу	E_{2018}^*	Позиції в рейтингу	E_{2019}^*	Позиції в рейтингу	E_{2020}^*	Позиції в рейтингу	E_{2021}^*	Позиції в рейтингу
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,49	8	0,49	8	0,50	8	0,50	8	0,49	8
2	0,40	19	0,39	19	0,40	18	0,39	19	0,39	19
3	0,95	1	0,96	1	0,95	1	0,96	1	0,97	1
4	0,42	16	0,43	14	0,42	15	0,42	16	0,42	16
5	0,43	15	0,44	13	0,44	12	0,44	13	0,43	15
6	0,32	22	0,32	22	0,32	22	0,31	22	0,31	23
7	0,68	2	0,66	3	0,65	3	0,66	2	0,67	2
8	0,41	17	0,43	15	0,42	16	0,41	17	0,42	17
9	0,60	5	0,62	5	0,62	4	0,62	5	0,60	4
10	0,43	14	0,43	16	0,42	14	0,43	15	0,43	13
11	0,14	24	0,14	24	0,13	24	0,13	24	0,15	24
12	0,50	7	0,51	6	0,53	6	0,55	6	0,53	6
13	0,48	9	0,47	10	0,48	9	0,48	10	0,48	9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	0,50	6	0,50	7	0,51	7	0,53	7	0,51	7
15	0,67	3	0,68	2	0,66	2	0,66	3	0,67	3
16	0,39	20	0,38	20	0,38	20	0,39	20	0,38	20
17	0,44	11	0,45	11	0,45	11	0,45	11	0,45	11
18	0,35	21	0,34	21	0,34	21	0,35	21	0,36	21
19	0,63	4	0,62	4	0,61	5	0,63	4	0,60	5
20	0,40	18	0,39	18	0,39	19	0,40	18	0,40	18
21	0,43	13	0,42	17	0,41	17	0,44	14	0,43	14
22	0,47	10	0,48	9	0,48	10	0,49	9	0,47	10
23	0,32	23	0,31	23	0,31	23	0,31	23	0,31	22
24	0,43	12	0,44	12	0,43	13	0,44	12	0,44	12

Дані табл. 5.12 свідчать про просторову диференціацію розвитку України, тоді як позиції в рейтингах показують стабільність. Зафіксовано незначну кількість змін, а більшість областей зберігали свої позиції протягом досліджуваного періоду. Найвищі позиції рейтингу з 1-ї до 5-ї стабільно займали Дніпропетровська, Запорізька, Полтавська, Київська та Харківська області, відповідно. Такий розподіл позицій у рейтингу можна частково пояснити рівнем розвитку промисловості в досліджуваних регіонах, що погоджено з даними [2] про окремі області: «Дніпропетровська та Запорізька області є промислово розвиненими й разом генерують 26 % реалізованої промислової продукції в Україні» [2, с. 26]. Ці області взагалі належать до Придніпровського економічного району, де «відсоток підприємств із технологічними інноваціями є вищим, ніж у середньому в Україні (41,1 та 35,9 %, відповідно)» [2, с. 28].

Отже, результати підтверджують наявність значних відмінностей в інноваційному розвитку між східною та західною частинами України. І така відмінність стає наслідком розвитку цих територій та їхнього потенціалу.

Для класифікації досліджуваних регіонів за рівнем економічної ефективності, використано основні статистичні характеристики – середнє значення узагальнювального показника економічної ефективності (\bar{E}^*) та середнє квадратичне відхилення (σ_E).

Виділено такі діапазони рівнів економічної ефективності:

високий – $[\bar{E}^* + \sigma_E; 1] = [0,63; 1]$;

середній – $[\bar{E}^*; \bar{E}^* + \sigma_E) = [0,47; 0,63)$;

помірний – $[\overline{E}^* - \sigma_E; \overline{E}^*) = [0,31; 0,47)$;

низький – $[0; \overline{E}^* - \sigma_E) = [0; 0,31)$.

На основі розрахованих діапазонів рівнів економічної ефективності за даними 2017 – 2021 рр. визначено чотири групи областей (табл. 5.13).

Таблиця 5.13

Рівні економічної ефективності областей України за 2017 – 2021 рр.

Рівні економічної ефективності	Високий	Середній	Помірний	Низький
Номери областей	3, 7, 15	1, 4, 9, 12, 13, 14, 15, 19, 22	2, 4, 5, 6, 8, 10, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24	11

Установлено, що 54 % всіх регіонів перебувають у групі з помірним рівнем економічної ефективності й лише 13 % – із високим. Щоб з'ясувати ступень зв'язку між інноваційним потенціалом, інноваційною активністю й економічною ефективністю областей України в досліджуваний період, було визначено кореляцію між ними (табл. 5.14).

Таблиця 5.14

Кореляція між складовими інноваційного розвитку областей

Складові інноваційного розвитку	Інноваційний потенціал	Інноваційна активність	Економічна ефективність
Інноваційний потенціал	1,00	0,90	0,80
Інноваційна активність	0,90	1,00	0,84
Економічна ефективність	0,80	0,84	1,00

Значення показників кореляції в табл. 5.14 свідчать про наявність тісних додатних взаємозв'язків між рівнями складових інноваційного розвитку областей. Такий зв'язок між основними складовими інноваційного розвитку є найбільш обґрунтованим і доводить доцільність його врахування в процесі аналізу.

На підставі визначених узагальнювальних показників складових інноваційного розвитку областей України обчислено загальні таксономічні показники *інноваційного розвитку* областей ($I_{2017}^* - I_{2021}^*$) та їхні позиції в рейтингах за 2017 – 2021 рр. (табл. 5.15).

Таблиця 5.15

Значення таксономічних показників інноваційного розвитку областей України та рейтинги за 2017 – 2021 рр.

Номери областей	2017 р.		2018 р.		2019 р.		2020 р.		2021 р.	
	I_{2017}^*	Позиції в рейтингу	I_{2018}^*	Позиції в рейтингу	I_{2019}^*	Позиції в рейтингу	I_{2020}^*	Позиції в рейтингу	I_{2021}^*	Позиції в рейтингу
1	0,48	10	0,48	9	0,48	9	0,48	9	0,46	10
2	0,38	19	0,36	19	0,36	19	0,36	19	0,35	21
3	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1
4	0,52	8	0,53	8	0,52	8	0,51	8	0,53	8
5	0,42	13	0,42	12	0,42	12	0,41	13	0,41	13
6	0,35	20	0,35	20	0,35	21	0,34	22	0,34	22
7	0,59	5	0,58	6	0,55	6	0,56	7	0,57	5
8	0,39	16	0,39	16	0,39	16	0,38	16	0,38	16
9	0,65	2	0,65	2	0,66	2	0,64	2	0,62	2
10	0,38	18	0,37	18	0,37	18	0,38	17	0,37	17
11	0,26	24	0,27	24	0,27	24	0,27	24	0,27	24
12	0,57	6	0,58	4	0,59	4	0,60	4	0,59	3
13	0,48	9	0,47	10	0,48	10	0,46	10	0,46	9
14	0,60	4	0,58	5	0,56	5	0,58	5	0,55	6
15	0,55	7	0,54	7	0,55	7	0,56	6	0,55	7
16	0,34	21	0,35	21	0,35	20	0,35	20	0,35	20
17	0,40	15	0,40	15	0,39	15	0,39	15	0,39	15
18	0,34	22	0,34	22	0,34	22	0,34	21	0,35	19
19	0,63	3	0,61	3	0,60	3	0,60	3	0,58	4
20	0,38	17	0,37	17	0,38	17	0,37	18	0,37	18
21	0,42	12	0,41	13	0,41	13	0,42	12	0,41	12
22	0,44	11	0,44	11	0,44	11	0,44	11	0,43	11
23	0,28	23	0,27	23	0,28	23	0,28	23	0,28	23
24	0,40	14	0,40	14	0,40	14	0,40	14	0,39	14

Ці узагальнювальні таксономічні показники інноваційного розвитку областей України можна використати як величини рівня інновацій кожної області. У Дніпропетровській, Київській, Донецькій, Сумській, Черкаській

та Чернігівській областях не виявлено змін позицій у рейтингу з погляду динамічного розвитку. Щодо інших областей, то за досліджуваний період спостерігали зміни позицій у рейтингу як у бік поліпшення, так і погіршення.

Для класифікації досліджуваних регіонів за загальним рівнем інноваційного розвитку використано основні статистичні характеристики – середнє значення узагальнювального показника інноваційного розвитку (\bar{I}^*) та середнє квадратичне відхилення (σ_I).

Виділено такі діапазони рівнів інноваційного розвитку:

високий – $[\bar{I}^* + \sigma_I; 1] = [0,62; 1]$;

середній – $[\bar{I}^*; \bar{I}^* + \sigma_I) = [0,46; 0,62)$;

помірний – $[\bar{I}^* - \sigma_I; \bar{I}^*) = [0,31; 0,46)$;

низький – $[0; \bar{I}^* - \sigma_I) = [0; 0,31)$.

На основі розрахованих діапазонів рівнів інноваційного розвитку за даними 2017 – 2021 рр. визначено чотири групи областей, уміст яких наведено в табл. 5.16.

Таблиця 5.16

Рівні інноваційного розвитку областей України за 2017 – 2021 рр.

Рівні інноваційного розвитку	Високий	Середній	Помірний	Низький
Номери областей	3, 9	1, 2, 13, 14, 15	4, 5, 6, 7, 8, 10, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24	11, 23

За рівнем загального інноваційного розвитку областей України найкращих результатів у період із 2017 до 2021 р. було досягнуто в Дніпропетровській (перше місце в рейтингу) та Київській області (друге місце в рейтингу). Ці області за досліджуваний період займали стабільні провідні позиції й належать до групи з високим рівнем інноваційного розвитку. Найнижчі рівні інноваційного розвитку встановлено в Луганській та Чернівецькій областях (23-тя та 24-тя позиції в рейтингу, відповідно).

Щоб визначити загальну характеристику інноваційного розвитку областей України за досліджуваний період, обчислено середні значення показників $I_{2017}^* - I_{2021}^*$, візуалізацію яких показано на рис. 5.13.



Рис. 5.13. Середні значення рівня інноваційного розвитку областей України за 2017 – 2021 рр.

Отже, виявлено значні відмінності рівня інноваційного розвитку в різних областях України. Причиною тому є географічне положення цих регіонів, різні рівні фінансування, кількість академічних закладів та інші фактори. Визначені результати погоджено з висновками роботи [2]. Так, дійсно, лідер за рівнем інноваційного розвитку Дніпропетровська область має прогресивнішу структуру інноваційних витрат підприємств, які витрачають приблизно однакові суми на внутрішні, зовнішні дослідження й розроблення та придбання обладнання [2, с. 38]. Крім того, основну частину науково-освітнього потенціалу Придніпровського економічного району сконцентровано в Дніпропетровській області як за кількістю наукових організацій і закладів освіти всіх рівнів, так і за чисельністю учнів, студентів та науковців [2, с. 40]. Також важливе значення в Дніпропетровській області відіграють громадські організації, які активно сприяють розвитку науково-освітньої й інноваційної сфер області.

Дослідження та результати оцінювання показали, що аналіз регіонального інноваційного розвитку має велике значення для подальшого обґрунтування стратегій розвитку регіонів і країни загалом. Усі ідеї та концепції, розроблені на національному рівні, мають спочатку бути реалізованими на рівні регіонів країни. Без знання специфіки розвитку

регіональної економіки, її становища та змін, які відбуваються, складно здійснювати будь-які реформи в такій затребуваній сфері, як інновації. Складання програм інноваційного підтримання має бути адаптованим до регіональних особливостей. Урахування ментальності регіональних спільнот, спираючись на традиції, досвід і потенціал конкретного середовища буде давати більш сприятливі результати, ніж єдиний підхід, який не завжди відповідає інтересам певної області країни. Упровадження нових рішень завжди викликає занепокоєння та невизначеність щодо наслідків. Тому регіональний підхід є суттєво кращим напрямом дій, який забезпечить максимально можливе створення та використання інноваційного потенціалу регіонів для поліпшення життя їхніх мешканців та зниження можливості маргіналізації будь-яких територій країни.

Запропонований підхід має науковий і прикладний характер, подані результати доповнюють знання у сфері регіонального інноваційного розвитку в Україні. Зведення оцінювання інноваційного розвитку регіонів до одного кількісного значення суттєво полегшує економічну інтерпретацію визначених результатів, нескладні розрахунки й можливість візуалізації результатів дозволяють значно спростити вихідний інформаційний матеріал, можливість змінювати кількість і склад показників, використаних в оцінюванні, забезпечує гнучкість дослідження. Розроблений підхід до вимірювання рівня інноваційного розвитку регіонів може бути успішно реалізованим для вивчення інших економічних явищ і процесів як на рівні регіонів України, так і регіонів інших країн або декількох країн.

Використана література

1. Економіко-математичні аспекти діагностики конкурентоспроможності підприємства : монографія / Л. М. Малярець, Л. О. Норік. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2009. – 215 с.

2. Інноваційне Придніпров'я: гра на випередження : монографія / О. І. Амоша, Ю. С. Залознова, С. В. Іванов та ін. ; за заг. ред. В. І. Ляшенка ; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. – Київ : Дніпро, 2021. – 286 с.

3. Малярець Л. М. Економіко-математичні моделі в діагностиці ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства : монографія / Л. М. Малярець, Л. О. Норік, А. В. Жуков. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. – 240 с.

4. Вовк О. М. Формування інноваційного потенціалу підприємств в умовах цифровізації регіональних економічних систем [Електронний ресурс] / О. М. Вовк // Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління. – 2023. – Т. 21, № 3 (52). – С. 65–79. – Режим доступу : [https://doi.org/10.18524/2413-9998.2022.3\(52\).275784](https://doi.org/10.18524/2413-9998.2022.3(52).275784).
5. Геєць В. М. До питання теорії і практики політики соціальної якості в повоєнній Україні [Електронний ресурс] / В. М. Геєць // Економіка України. – 2023. – № 4 (737). – С. 3–22. – Режим доступу : http://economyukr.org.ua/?page_id=723&lang=uk&aid=615.
6. Економіка України в умовах війни [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Poharska_pr_01-02.06.2023.pdf?v=4.
7. Експорт з України під час війни: як змінилась структура поставчань української продукції за кордон [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/10/24/692959/>.
8. Інноваційна діяльність у регіонах: пріоритетні напрями та особливості їх реалізації [Електронний ресурс] / Т. К. Кваша, О. Ф. Паладченко, І. В. Молчанова // Наука, технології, інновації. – 2019. – № 1 (9). – С. 8 – 14. – Режим доступу : <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/162665>.
9. Інноваційні підходи до регіонального розвитку в Україні : аналіт. доп. [Електронний ресурс] / С. О. Біла, Я. А. Жаліло, О. В. Шевченко та ін. ; за ред. С. О. Білої. – Київ : НІСД, 2011. – 80 с. – Режим доступу : https://niss.gov.ua/sites/default/files/2012-03/innovation_Bila.indd-bb655.pdf.
10. Інформаційні матеріали щодо стану інноваційної діяльності [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=69b9a9bf-5fbc-4035-8c0f-ac26b853c0eb&title=InformatsiiniMaterialiSchodoStanuInnovatsiinoiDiialnosti>.
11. Іртищева І. О. Методичні підходи до оцінки рівня інноваційного розвитку регіону [Електронний ресурс] / І. О. Іртищева, М. І. Стегней, М. С. Михайлов // Економіка і суспільство. – 2018. – Вип. 16. – С. 586–593. – Режим доступу : https://economyandsociety.in.ua/journals/16_ukr/89.pdf.
12. Іщук С. О. Порівняльна статистична оцінка інноваційної діяльності промислового сектору економіки України (регіональний розріз) [Електронний ресурс] / С. О. Іщук, Л. Й. Созанський // Статистика України. – 2022. – № 96 (1). – С. 74–58. – Режим доступу : [https://doi.org/10.31767/su.1\(96\)2022.01.05](https://doi.org/10.31767/su.1(96)2022.01.05).

13. Ковальська Л. Л. Методичний підхід до аналізу та оцінки розвитку інноваційного підприємництва регіонів України [Електронний ресурс] / Л. Л. Ковальська // Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України : зб. наук. пр. – 2019. – С. 66–72. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/sepspu_2019_2_14.

14. Копитко В. І. Напрямки формування і розвитку регіональних інноваційних систем [Електронний ресурс] / В. І. Копитко, О. В. Орловська // Український журнал прикладної економіки. – 2018. – Т. 3, № 2. – С. 73–80. – Режим доступу : <http://eadnurt.diit.edu.ua/jspui/handle/123456789/11095>.

15. Коркуна О. Інноваційний розвиток як напрям функціонування регіональних туристичних систем [Електронний ресурс] / О. Коркуна, О. Никига, О. Підвальна // Інноваційна економіка. – 2020. – № 3–4. – С. 98–104. – Режим доступу : <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2020.3-4.14>.

16. Мельниченко Г. М. Інноваційний розвиток регіону як складова частина загальної стратегії національного розвитку [Електронний ресурс] / Г. М. Мельниченко, С. П. Білоус // Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. – 2020. – Т. 3 (70), № 1. – С. 170–174. – Серія: Економіка і управління. – Режим доступу : <https://doi.org/10.32838/2523-4803/70-1-29>.

17. Сайт Державної служби статистики України. – Режим доступу : <https://ukrstat.gov.ua/>.

18. Свидрук І. І. Детермінанти радикальних інновацій у кластерних утвореннях культурного туризму [Електронний ресурс] / І. І. Свидрук // Індустрія туризму і гостинності в Центральній та Східній Європі. – 2021. – № 1 (2). – С. 54–63. – Режим доступу : <https://doi.org/10.36477/tourismhospsee-2-7>.

19. Старченко Г. В. Синергетичні ефекти проєктно-орієнтованого управління інноваційним розвитком національної економіки [Електронний ресурс] / Г. В. Старченко, А. П. Дука // Східна Європа: економіка, бізнес та управління. – 2021. – № 31. – С. 39–46. – Режим доступу : <http://srd.pgasa.dp.ua:8080/xmlui/handle/123456789/7168>.

20. Таран С. Ф. Методика аналізу та оцінки регіональних особливостей розвитку інноваційного підприємництва [Електронний ресурс] / С. Ф. Таран // Економіка та держава. – 2021. – № 1. – С. 137–141. – Режим доступу : <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.1.137>.

21. Asheim B. Smart specialization, innovation policy and regional innovation system: What about new path development in less innovative regions? [Electronic resource] / B. Asheim // *Innovation: The European Journal of Social Science Research*. – 2019. – Vol. 32. – P. 8–25. – Access mode : <https://doi.org/10.1080/13511610.2018.1491001>.

22. Beugelsdijk S. Regional economic development in Europe: The role of total factor productivity [Electronic resource] / S. Beugelsdijk, M. J. Klasing, P. Millionis // *Regionalny Studii*. – 2018. – Vol. 52. – P. 461–476. – Access mode : <https://doi.org/10.1080/00343404.2017.1334118>.

23. Global Gateway [Electronic resource]. – Access mode : https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/stronger-europe-world/global-gateway_en.

24. Global Innovation Index 2022 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.globalinnovationindex.org/analysis-economy>.

25. Innovation level and local development of EU regions. A new assessment approach [Electronic resource] / K. Szopik-Depczyńska, K. Cheba, I. Bąk et al. // *Land Use Policy*. – 2020. – No. 99. – 104837. – Access mode : <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104837>.

26. Jędrzejczak-Gas J. Economic Development of the European Union in the Relation of Sustainable Development – Taxonomic Analysis [Electronic resource] / J. Jędrzejczak-Gas, A. Barska, J. Wyrwa // *Energies*. – 2021. – No. 14. – 7488. – Access mode : <https://doi.org/10.3390/en14227488>.

27. The Impact of Science and Technology Finance on Regional Collaborative Innovation: The Threshold Effect of Absorptive Capacity [Electronic resource] / Z. Li, H. Li, S. Wang, X. Lu // *Sustainability*. – 2022. – No. 14 (23). – 15980. – Access mode : <https://doi.org/10.3390/su142315980>.

28. Zheng K. Data-Driven Evaluation and Recommendations for Regional Synergy Innovation Capability [Electronic resource] / K. Zheng, F. Hu, Y. Yang // *Sustainability*. – 2023. – No. 15 (14). – 11143. – Access mode : <https://doi.org/10.3390/su151411143>.

Розділ 6

Обґрунтування сучасних теоретичних засад економічної стійкості суб'єктів господарювання

Останнім часом Європейський Союз (ЄС) докладляє чимало зусиль щодо сталого економічного розвитку, намагаючись стати кліматично нейтральним континентом. У ЄС визнають потребу в збалансованому підході, який поєднує охорону зовнішнього середовища, соціальне благополуччя й економічне зростання. Сьогодні світова економіка розв'язує проблеми сталого розвитку. Продовження концепції сталого економічного розвитку створило модель економічної стійкості, без якої неможливо досягти економічного зростання. Тому розуміння взаємозв'язку між економічним зростанням і досягненням економічної стійкості суб'єктів господарювання стає актуальним. Важливість досягнення економічної стійкості бізнесу було доведено під час пандемії COVID-19, яка суттєво вплинула як на малі та середні, так і великі вітчизняні підприємства. Як наслідок дії пандемії COVID-19 за даними [17] 2020 року відбулося скорочення кількості суб'єктів великого та середнього підприємництва, що діють та активізувалося мале підприємництво.

Суб'єкти господарювання є важливими драйверами економічного зростання, оскільки вони сприяють створенню нових можливостей працевлаштування й появі нових інновацій, а також стимулюють конкуренцію та конкурентоспроможність. Російська війна проти України знов випробовує економіку країни на міцність. 2022 року суттєво знизився індекс промислової продукції України (рис. 6.1), що вказує на падіння обсягів виробництва продукції промисловості у часі.

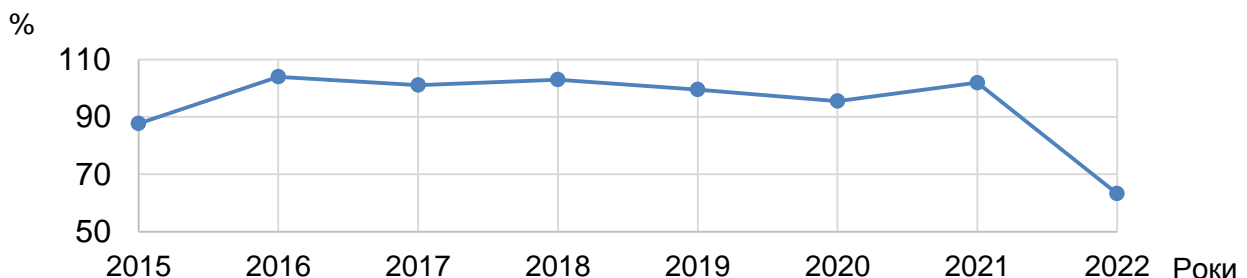


Рис. 6.1. Зміни індексу промислової продукції
(побудовано автором за даними [17])

Слід також зазначити, що за даними [17] промисловість в Україні 2021 року мала фінансовий результат із додатним сальдо 1 034 012,7 млн грн, 52 % такого результату було досягнуто, завдяки діяльності великих підприємств; 31 % – середніх та 17 % – малих. 2022 року фінансовий результат характеризувався від’ємним сальдо 187 630,7 млн грн. Найбільшу частку такого сальдо було визначено, завдяки результатам діяльності середніх підприємств (рис. 6.2), тобто вітчизняний середній бізнес виявився найбільш нестійким у сучасних умовах.

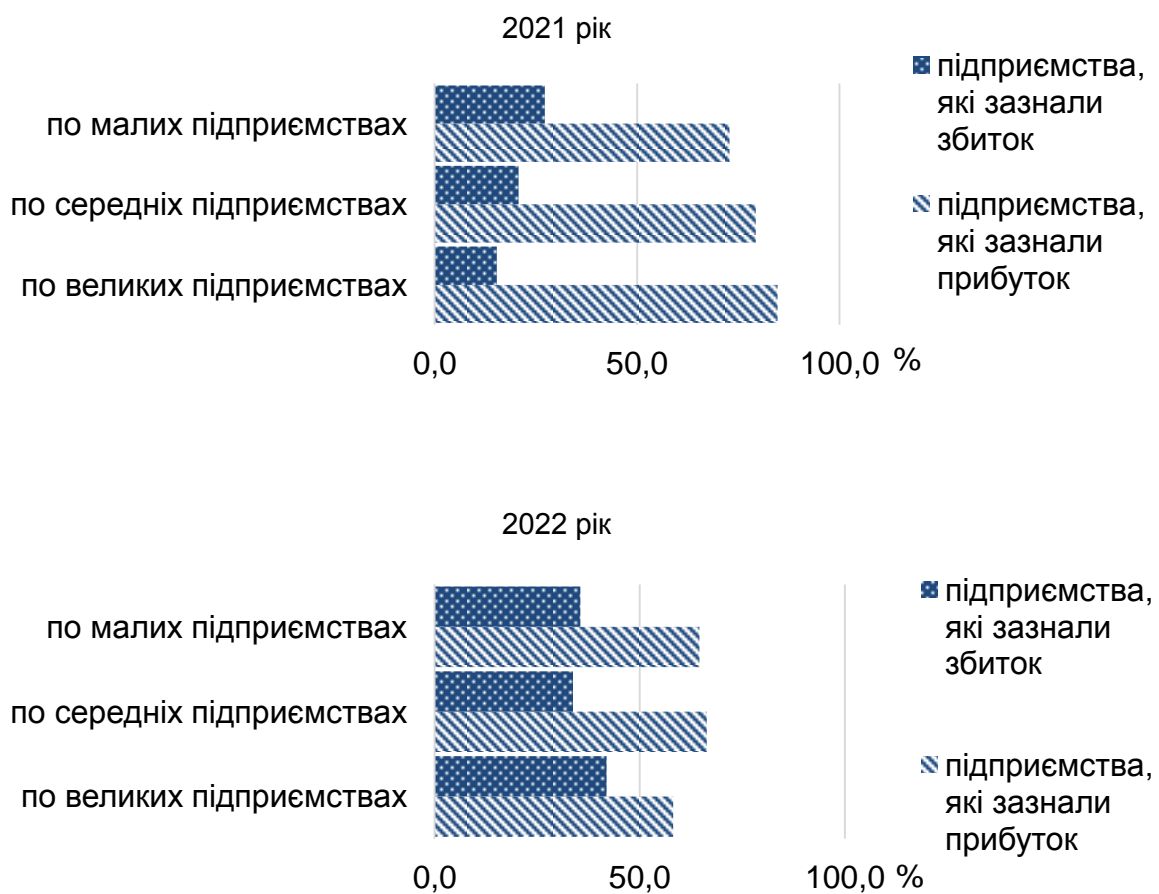


Рис. 6.2. Фінансові результати за 2021 – 2022 рр.,
% до загальної кількості підприємств
(побудовано автором за даними [17])

2022 року знизилися обсяги експорту (рис. 6.3) та імпорту товарів (рис. 6.4). Найбільше скорочення експорту відбулося за товарними групами «Недорогоцінні метали та вироби з них» і «Мінеральні продукти». Водночас значно скоротився імпорт за товарними групами «Машини, обладнання та механізми» і «Продукція хімічної та пов'язаних

із нею видів промисловості». Така ситуація в експортно-імпортному секторі вітчизняної економіки, своєю чергою, суттєво вплинула на інші сектори.



Рис. 6.3. **Зміна товарної структури експорту**
(побудовано автором за даними [17])



Рис. 6.4. Зміна товарної структури імпорту
(побудовано автором за даними [17])

Війна завдала збитків не лише Україні, але й усій геополітичній та економічній системі. Водночас європейська економіка, завдяки потужному

менеджменту під час енергетичної кризи, координації фіскальної політики, демонструє стійкість. Отже, сучасні реалії, які призводять до послаблення розвитку вітчизняних підприємств, потребують розроблення механізму фундаментальних змін щодо встановлення цілей і визначення актуальних аспектів управління. Саме розроблення моделі досягнення економічної стійкості має бути серед основних орієнтирів управління в майбутньому відновленні країни.

Функціонування вітчизняних суб'єктів господарювання в умовах воєнного стану суттєво впливає на сучасний розвиток економіки України загалом. Досягнення економічної стійкості українських суб'єктів господарювання у воєнний і повоєнний часи стає обов'язковою умовою сприяння їхній наявності на ринку й подальшому розвитку. Актуальним питанням постає підтримання середнього та малого бізнесу, оскільки, як зазначили автори роботи [38] стійкість є одним із важливих принципів для малого та середнього бізнесу, який хоче залишити кращий процес майбутнім поколінням, оскільки стійкість містить не лише економічний успіх, але також соціальний та екологічний розвиток.

Як показав досвід країн, які були в умовах війни [30], завдяки впровадженню низки таких інструментів, спільних для всіх успішно відновлених після війни країн, як: лібералізація економіки, створення великої кількості робочих місць державою, орієнтація економіки на експорт і значне вливання зовнішніх фінансових ресурсів, – ці країни змогли відновити та підняти свою економіку. Тобто вітчизняна національна економічна політика має бути спрямованою на ефективне використання всіх інструментів відновлення та зростання економіки, серед яких досягнення економічної стійкості суб'єктів господарювання має велике значення.

На такій підставі актуальності набуває обґрунтування сучасних теоретичних засад економічної стійкості суб'єктів господарювання, основою формування яких є економічні наукові принципи, які відповідають економічним можливостям різних рівнів господарської діяльності. На підставі опрацювання сучасних наукових робіт у галузі управління в економіці можна виокремити такі наукові принципи дослідження економічної стійкості: основні – науковість, комплексність, системність, гнучкість, оптимальність, погодженість, функціональність; спеціальні – інтегрованість із загальною системою досліджень в економіці, цільову спрямованість, урахування ризиків, соціальну орієнтованість.

Принципи науковості та системності зумовлюють певну структуру обґрунтування теоретичних засад економічної стійкості:

визначення змістовної сутності економічної стійкості;

установлення цілей управління економічною стійкістю;

виділення факторів, які впливають на досягнення економічної стійкості;

визначення ознак класифікації видів економічної стійкості;

опис методичного забезпечення процесу аналізу економічної стійкості, який передбачає визначення системи показників та аналіз методів оцінювання економічної стійкості.

Змістова концепція економічної стійкості суб'єктів господарювання є питанням багатьох дискусій у науковій літературі. «Великий тлумачний словник сучасної української мови» трактує поняття «стійкість» як здатність об'єкта, системи, виведеної зі стійкого стану, самостійно повертатися в цей стан [25]. У вільній енциклопедії «Вікіпедія» [26] стійкість визначають як «властивість, що дає можливість системі витримувати зміни параметрів зовнішнього середовища, відмінні від розрахункових».

Узагалі стійкість є предметом дослідження багатьох наук, поданих у роботах П.-С. Лапласа, Ж.-Л. Лагранжа, А. Пуанкаре, А. Ляпунова (механічні задачі з проблем стійкості руху); Г. Гегеля, А. Богданова, Ф. Шелінґа, Е. Янча (філософські питання щодо стійкості форми); Р. Акоффа, Ю. Урманцева, Е. Ласло (стійкість системи в контексті системного підходу); Д. Юма, Т. Мальтуса, Г. Спенсера (стійкість системи з погляду біології); Н. Вінера, У. Ешбі, В. Глушкова (кібернетичні аспекти стійкості системи); Л. Вальраса, А. Маршалла, Дж. Гікса, П. Самуельсона, К. Ерроу, Ф. Гана, В. Леонтьєва (стійкість рівноваги) [18].

Уважають, що робота [4] є однією з потужних розробок за темою дослідження стійкості природних систем. Автором [4] було визначено такі форми стійкості природних систем: інертність як здатність системи в умовах дії зовнішніх факторів зберігати свій стан протягом певного часу; відновлюваність як здатність системи повертатися в початковий стан після змін, що відбулися під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів; пластичність як наявність альтернативних варіантів стану системи, у яких вона зберігає властивості інертності, відновлюваності та власні характеристики системи протягом певного часу.

Логіка побудови змістовної концепції категорії «економічна стійкість» передбачає її розгляд, насамперед, із позиції підпорядкування економічним ринковим законам. Ця категорія відображає економічні відносини, які охоплюють широкий спектр таких економічних процесів, як: формування, розміщення та використання фінансових ресурсів суб'єкта господарювання та їхнє відтворення; забезпечення функціонування суб'єкта господарювання в мінливому зовнішньому середовищі; закладення фундаменту до інвестиційної привабливості суб'єкта господарювання та перспективних можливостей його розвитку та ін.

З одного боку, економічна стійкість суб'єкта господарювання як основа його конкурентоспроможності має відображати реальні й потенційні можливості, які формують у ході діяльності суб'єкта господарювання. З іншого – економічна стійкість визначає відносини з іншими суб'єктами господарювання, можливість діяти в зовнішньому просторі, його потенціал у діловому співробітництві, що вказує на певну позицію суб'єкта господарювання на ринку.

Формування певного рівня економічної стійкості може стати запорукою сталого підвищення рентабельності ведення бізнесу, забезпечення кредитоспроможності, конкурентоспроможності та інвестиційної привабливості на ринку [34].

Формалізація економічної стійкості потребує врахування таких основних методологічних підходів, як: системний, процесний, ресурсний, стратегічний, ситуаційний.

Системний підхід передбачає розгляд економічної стійкості суб'єктів господарювання як складної, динамічної системи.

Відповідно до *процесного підходу* досягнення економічної стійкості суб'єктів господарювання розглядають як процес, який складається з певних етапів.

У контексті *ситуаційного підходу* важливого значення набуває виявлення факторів, які впливають на становлення економічної стійкості суб'єктів господарювання в конкретний період часу та потребують застосування особливих прийомів і методів реагування на зміни її рівня.

Стратегічний підхід здійснюють з урахуванням визначення цілей управління економічною стійкістю й ефективної адаптації суб'єктів господарювання до вимог і змін цільового ринку, із метою підвищення рівня економічної стійкості.

Ресурсний підхід передбачає аналіз ресурсного потенціалу суб'єктів господарювання та його використання в процесі забезпечення умов набуття й посилення економічної стійкості.

Економічна стійкість разом з іншими концепціями допомагає з'ясувати складні взаємовідносини між суб'єктами господарювання й удосконалити засоби досягнення загальних цілей у межах ефективної стратегії. Суб'єкти господарювання, які створюють конкурентну перевагу через економічну стійкість, адаптують її принципи до своїх стратегій і бізнес-моделей. Основою реалізації стійких бізнес-моделей є формування багатократних цінностей і стратегічний підхід до розвитку та функціонування на ринку.

На шляху досягнення економічної стійкості виділяють різні підходи: економічну орієнтацію, яка передбачає максимізацію прибутку; змішану модель із соціальною орієнтацією (суб'єкти господарювання в соціальній сфері);

соціально-відповідальну модель з орієнтацією на управління зацікавленими сторонами (стейкхолдерами);

бізнес-модель, засновану на стратегії корпоративного рівня [23].

Досягнення економічної стійкості суб'єктів господарювання потребує використання таких бізнес-моделей, які створюють конкурентні переваги та сприяють сталому розвитку як самого суб'єкта господарювання, так і суспільства загалом. Кінцева мета досягнення економічної стійкості суб'єкта господарювання – це поліпшення якості життя. Це вказує на те, що економічна стійкість будь-якого суб'єкта господарювання передбачає досягнення балансу між економікою й екологією задля створення соціальних благ. Такий підхід може слугувати основою розроблення теоретичних засад економічної стійкості суб'єктів господарювання.

Очевидно, що управління економічною стійкістю спрямовано на інтегрування економічних, соціальних, екологічних, політичних та інших факторів. Це потребує розроблення конструктивного підходу з урахуванням усіх особливостей розвитку суб'єктів господарювання, які мають на меті досягти економічної стійкості та підвищити її рівень. Важливо дослідити як локальні, так і глобальні аспекти й засоби їхньої взаємодії, щоб запропонувати перспективу більш ефективного функціонування та розвитку вітчизняних суб'єктів господарювання.

Економічна стійкість, узагалі, передбачає систему виробництва, яка задовольняє наявні рівні споживання без впливу на майбутні потреби.

Традиційно економісти вважали, що запаси ресурсів можна не обмежувати, та приділяли забагато уваги аналізу ринкової здатності ефективно перерозподіляти ресурси. Була думка, що економічне зростання буде супроводжуватися технологічним прогресом заради поповнення ресурсів, витрачених у ході виробництва. Однак згодом стало очевидним, що будь-які ресурси не є безмежними, не всі можна відтворити. І це призвело до переосмислення традиційних економічних постулатів. Тобто потреба в досягненні економічної стійкості ставить вимогу до управлінських рішень, які мають ураховувати інші аспекти стійкості.

Можна виокремити чотири основні наукові підходи, які погоджені між собою та посилюють один одного щодо визначення поняття «економічна стійкість». Ключовими характеристиками цих підходів є такі поняття: «система», «стан», «здатність» і «процес».

Так, відповідно до реалізацій першого підходу, економічну стійкість розглядають як систему, яка є в стані рівноваги та може бути в майбутньому з мінімальними негативними наслідками [1; 8]. Тобто, навіть незначні коливання, які відбуваються, не впливають на рівновагу системи, і ця рівновага згодом відновлюється. Така система має свої складові, пов'язані одна з одною. Автори [7] розглядають економічну стійкість як підсистему в складі такої моделі соціально-економічної системи: «економічна стійкість – конкурентоспроможність – економічна безпека».

Другий підхід ґрунтується на тому, що економічна стійкість – це такий стан об'єкта, який забезпечує його ефективне функціонування та розвиток [5; 19; 20]. Виділяють такі основні фактори стану рівноваги: управління, виробництво, фінанси, персонал і стратегію в заданих межах ризику.

Водночас деякі науковці ототожнюють економічну стійкість із фінансовою [6; 14 – 16], що певною мірою спрямовує дослідження лише на сферу фінансів. Безумовно, фінансова складова є важливою, однак зосередження уваги тільки на фінансах може призвести до втрати досить важливих факторів формування економічної стійкості.

Представники третього підходу під економічною стійкістю розуміють здатність або можливість системи повернутися в стан рівноваги, завдяки усуненню зовнішніх і внутрішніх дестабілізаційних факторів та ефективному застосуванню власних ресурсів або резервів [20].

Щодо четвертого підходу економічну стійкість визначають як процес повернення економічної системи в стан рівноваги [5; 39]. У разі

виникнення коливань або впливу протидійних факторів відбувається повернення системи до заданої траєкторії руху. Водночас вплив коливань на рух системи стає непомітним.

Слід зазначити, що також є певні думки щодо поєднання визначених підходів, які розглядають окрему рису економічної стійкості. Погоджуючись із цим, можна зазначити, що саме поєднання дозволить дослідити як статичну, так і динамічну характеристики формування економічної стійкості та забезпечить комплексне вивчення наявних пропорцій, тенденцій і перспектив розвитку суб'єктів господарювання.

У контексті економічного розвитку стійкість суб'єктів господарювання спрямовано на запобігання виснаженню наявних ресурсів, щоб вони залишалися доступними в довгостроковій перспективі функціонування та збереження власної ніші на ринку.

У цьому дослідженні економічну стійкість суб'єктів господарювання розглянуто в таких основних аспектах, як:

стійкість, орієнтована на утримання тривалий час певної позиції суб'єкта господарювання на ринку;

стійкість, орієнтована на ефективність і результативність управління бізнесом на основі управління виробничими та ринковими факторами;

стійкість, орієнтована на формування соціальної справедливості, згуртованості та відповідальності щодо соціального середовища;

стійкість, орієнтована на результати зусиль щодо заходів забезпечення екологічної стабільності.

На підставі комплексного агрегування наявних підходів [1 – 8; 12 – 21; 24; 27; 28; 31; 34; 37 – 39] можна визначити, що *економічна стійкість суб'єкта господарювання – це системний баланс між ринковою позицією, економічним зростанням, ефективністю діяльності, фінансовою стабільністю, соціальною справедливістю та екологічною стабільністю.*

Стратегічний підхід обґрунтування теоретичних засад економічної стійкості зумовлює *визначення цілей управління економічною стійкістю*, які належать до напряму зміцнення стану конкретного суб'єкта господарювання, збереження й підвищення його довгострокових конкурентних позицій на ринку. Такі цілі мають бути орієнтованими на досягнення певного результату. Під час визначення системи цілей управління економічною стійкістю потрібно дотримуватися принципу комплексності та відображати економічний потенціал суб'єкта господарювання, відповідно

до змін конкурентного ринкового середовища. Доцільно побудувати ієрархію цілей, де встановлено конкретні цілі, покладені в основу певних видів діяльності. Така ієрархія зображує підпорядкованість і взаємозв'язок цілей, визначає розподіл основної цілі на часткові цілі й окремі завдання. Водночас декомпозиція, яка пов'язує ціль зі шляхом її досягнення, стає основою такої ієрархії.

У роботі [28] запропоновано алгоритм формування системи управління економічною стійкістю логістичних підприємств за певною послідовністю дій, а саме:

- внутрішній аналіз стану та динаміки розвитку підприємства;

- аналіз факторів зовнішнього конкурентного середовища в контексті їхнього поточного та перспективного впливу на параметри функціонування підприємства;

- узагальнення результатів внутрішнього та зовнішнього аналізу;

- формування переліку загроз і можливостей щодо функціонування та розвитку підприємства;

- формування (коригування) концептуальних засад стратегії та сукупності принципів політики у сфері забезпечення економічної стійкості підприємства;

- розроблення стратегічних цілей системи управління, спрямованої на формування економічної стійкості підприємства;

- розроблення та реалізація тактичних заходів із посилення економічної стійкості підприємства.

Безумовно, таку послідовність дій слід виконувати з урахуванням специфіки діяльності певного підприємства й адаптувати до можливих змін умов функціонування. Очевидно, що цільовими орієнтирами управління економічною стійкістю будь-якого суб'єкта господарювання мають бути діагностика та моніторинг діяльності суб'єкта господарювання щодо виявлення відхилень досягнутих результатів від їхніх визначених граничних значень, прогнозування, запобігання їм, усунення негативного впливу внутрішніх та зовнішніх факторів на рівень економічної стійкості, із метою утримання досягнутого її поточного рівня та розроблення заходів щодо його підвищення й ухвалення відповідних управлінських рішень. Погоджуючись із думкою автора роботи [28], можна зазначити, що політика посилення економічної стійкості суб'єкта господарювання має передбачати засоби контролю за реалізацією стратегії, до яких у [28] зараховано розподіл функцій, повноважень і відповідальності між праців-

никами, відповідальними за виконання стратегії економічної стійкості; запровадження практики моніторингу рівня економічної стійкості; визначення результативності заходів стратегії загалом і кожного зокрема; аналіз факторів їхнього впливу на діяльність суб'єкта господарювання.

Економічна стійкість суб'єкта господарювання вказує на відкритість до змін, які стосуються культури, структури, бізнес-процесів і пропозицій товарів та послуг. Суб'єкти господарювання, які функціонують на ринку протягом певного періоду й займають конкурентні позиції, потребують часу та ресурсів для переоцінювання своїх цілей.

Головною метою управління економічною стійкістю підприємств є створення умов для безпечного функціонування, досягнення належних показників ефективності фінансово-господарської діяльності та забезпечення сталого розвитку [28].

Погоджуючись із думкою авторів [35; 36], доцільно встановити конкретні цільові критерії, які слід перевіряти в ході розроблення стратегії розвитку суб'єкта господарювання, із метою досягнення економічної стійкості, а саме:

критерій часу, який характеризує динаміку зміни ринкової позиції та розвитку суб'єкта господарювання на всіх етапах його життєвого циклу, відповідальність суб'єкта господарювання за наслідки від дій у минулому, тобто економічну стійкість можна вважати довгостроковим мисленням, більш тривалий часовий період є вирішальним фактором управління ризиками економічної стійкості;

критерій життєвого циклу продукції чи послуги, що передбачає потребу в контролюванні всіх етапів продукції чи послуги від розроблення до кінцевого використання, важливо розуміти значення всієї мережі ланцюга постачання та взаємовідносин у мережі формування вартості;

критерій ефективності розвитку, який визначає, що прибутку як єдиного позитивного фінансового результату недостатньо, тобто слід аналізувати витрати й результат не лише в межах конкретного суб'єкта господарювання, але й у контексті урахування інтересів різних груп, зацікавлених сторін і збалансування власних пріоритетів;

критерій змін, відповідно до якого передбачено можливість трансформації бізнесу задля економічного прибутку через поліпшення якості життя членів суспільства та зовнішнього середовища, що визначає важливість досягнення суб'єктом господарювання соціальної справедливості

на рівні поліпшення якості життя власного персоналу та забезпечення вимог екологічної відповідності власного виробництва або дотримання екологічних нормативів щодо виконання певних видів діяльності.

Щодо критерію рентабельності, то слід звернути увагу, що війна в Україні суттєво вплинула також і на рентабельність операційної та всієї діяльності вітчизняних підприємств (рис. 6.5).



Рис. 6.5. Рентабельність за видами економічної діяльності за 2022 рік (побудовано автором за даними [17])

Діаграма на рис. 6.5 указує на складну ситуацію з рентабельністю в будівництві, секторі операцій із нерухомим майном, сфері тимчасового розміщення й організації харчування. Безумовно, такі рівні рентабельності визначають низьку ефективність розвитку підприємств і стають фактором послаблення економічної стійкості підприємств цих видів діяльності. Це потребує розроблення й удосконалення механізму оперативного державного регулювання та управління в певних галузях. Такий механізм має враховувати взаємодію та взаємозв'язки між результатами функціонування суб'єктів господарювання й умовами, у яких вони намагаються утримувати свої ринкові позиції.

Як показав аналіз наукових робіт із питань аналізу в економіці, поняття «економічна стійкість суб'єкта господарювання» має характеризувати співвідношення таких аспектів:

результат і час функціонування суб'єкта господарювання на ринку (ринкову позицію);

результат і витрати (ефективність функціонування);

результат і соціальні потреби суспільства (соціальну справедливість);

результат та екологічні потреби суспільства (екологічна відповідність).

Виділені відносини запропоновано вважати цільовими критеріями економічної стійкості суб'єктів господарювання (рис. 6.6). Саме ці критерії формують складові економічної стійкості, управління якими забезпечить функціонування суб'єкта господарювання на ринку та його подальший розвиток.

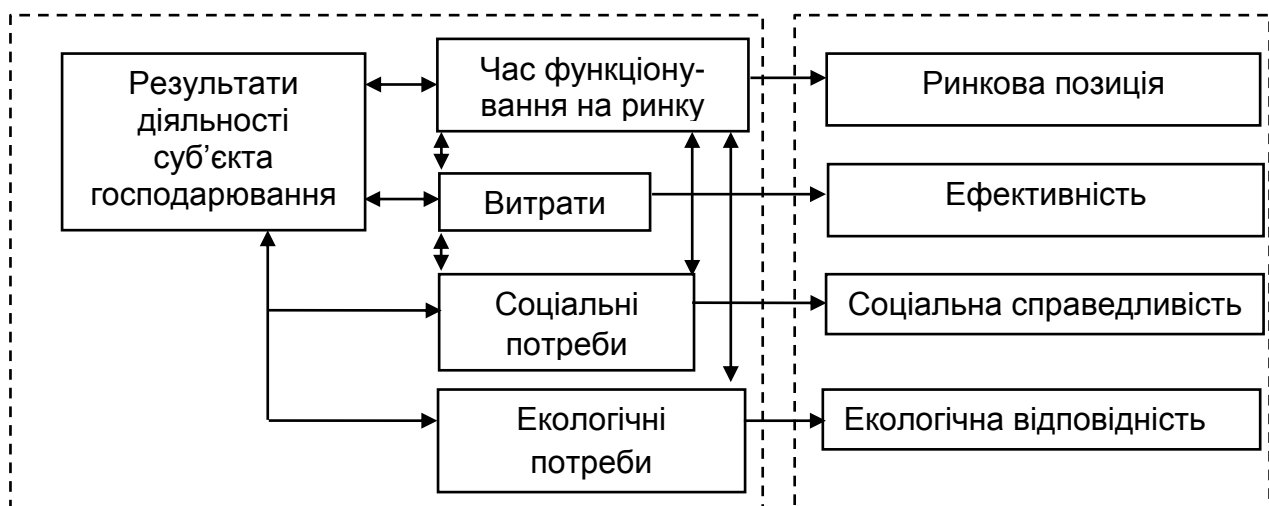


Рис. 6.6. Зв'язок ключових ознак критеріїв економічної стійкості

Відповідно до ситуаційного підходу, управління економічною стійкістю зумовлює визначення факторів, які впливають на її формування. Середовище, у якому функціонують вітчизняні суб'єкти господарювання, стає все більш складним і змінюваним. Крім того, постійно відбуваються зміни щодо кількості суб'єктів господарювання, що діють, та інституцій, які впливають на функціонування цих суб'єктів господарювання.

Сферу взаємозв'язків суб'єктів господарювання з навколишнім середовищем розширюють від техніко-економічного спрямування до соціально-

політичного та культурного. Тому в сучасних суб'єктів господарювання залишається мало можливостей впливати на середовище, у якому вони працюють. Більшою мірою зростає залежність суб'єктів господарювання від зовнішніх умов діяльності. Кожен підприємець, щоб устояти на ринку та зберегти конкурентну перевагу, має адаптуватися до змін зовнішнього середовища насамперед. Через це сьогодні спостерігають орієнтацію суб'єктів господарювання на зміни, які відбуваються у внутрішніх та зовнішніх сферах, що є вимогою не лише їхнього функціонування, але й подальшого розвитку. Водночас процеси адаптації й розвитку суб'єктів господарювання впливають на підвищення їхньої ефективності та визначають темпи створення їхньої вартості, тобто виникає можливість підвищити вартість капіталу й тим самим максимізувати ринкову вартість, що в довгостроковій перспективі забезпечить максимізацію прибутку.

Послаблення економічної стійкості є наслідком спільної дії як внутрішніх так і зовнішніх факторів.

Внутрішні фактори визначають вплив дії внутрішніх процесів на формування економічної стійкості. Такий вплив у разі ефективного функціонування суб'єктів господарювання дозволяє розробляти відповідні механізми для управління економічною стійкістю. Однак, якщо є внутрішні проблеми в процесі функціонування, то внутрішні фактори стають головними деструктивними факторами. Внутрішні фактори найчастіше розподіляють на технічні, технологічні, організаційні, фінансові та соціальні [23; 31]. Такі фактори тісно пов'язано з фінансовим станом суб'єкта господарювання, його матеріальними ресурсами, інтелектуальним капіталом, організаційною структурою, ухваленою стратегією розвитку, методами управління, інноваціями та ін.

Зовнішні фактори виявляють вплив зовнішнього середовища, а саме: соціально-економічні й інституційні умови господарювання; рівень розвитку техніки й інформаційних технологій; політична ситуація в суспільстві тощо [3]. Ці зовнішні фактори впливають на всі основні аспекти діяльності суб'єктів господарювання та їхню економічну стійкість. Джерелом зовнішніх факторів є середовище діяльності суб'єктів господарювання, тобто зовнішні фактори не залежать від суб'єкта господарювання і є, узагалі, похідною від політики державних органів і механізмів ринкового регулювання.

На підставі узагальнення наявних підходів до визначення факторів розвитку суб'єктів господарювання, які впливають на їхню економічну стійкість, виділено такі дві основні групи факторів:

макроекономічні (зовнішні) – економічна ситуація, інфляція, попит, пропозиція, правове регулювання, динаміка економічного зростання, технічний і технологічний розвиток, податкова система, соціокультурні фактори, фінансова система, стабільність валютного ринку та ін.;

мікроекономічні (внутрішні) – основні фонди, розмір капіталу, якість продукції чи послуги, рентабельність продаж, науково-технічні розробки та їхнє впровадження, кваліфікація персоналу й менеджменту, рівень технології, управління ресурсами, коопераційні зв'язки та ін.

Слід також особливо звернути увагу, що зміна управлінської практики та перехід до стійкого бізнесу потребує використання нових управлінських інструментів і методів, сучасних технологій та інновацій. Саме інновації стають одним із важливих факторів економічної стійкості та позитивно впливають на ефективність діяльності суб'єктів господарювання, на їхнє економічне зростання та розвиток [40]. Автори [34] також визначають важливість інноваційного шляху розвитку. На їхню думку, саме принципи інноваційного менеджменту, засновані на ефективному використанні та впровадженні інноваційних технологій, забезпечать адаптацію суб'єктів господарювання до змін на ринку товарів і послуг. Досягнення бажаної синергетичної взаємодії стратегії та цілей стає одним із засобів забезпечення стійкості суб'єктів господарювання загалом. Також у [34] установлено основні передумови, які доводять потребу у використанні інноваційних технологій: посилення конкуренції на ринку та прагнення до підвищення прибутку; зростання попиту на певні послуги; потребу у формуванні позитивного іміджу та репутації; упровадження наукових розробок, із метою підвищення ефективності діяльності. Дійсно, довгострокові конкурентні переваги створюють лише тоді, коли постійно вдосконалюють інноваційні технології та активізують їхнє використання.

Водночас розв'язання значної кількості соціально-економічних проблем вимагає певних обсягів знань, що зумовлює потребу у впровадженні концепції управління знаннями. Нові знання можуть стати потужним стимулом організаційних змін та поліпшень. В економіці знань

управління знаннями є важливим фактором отримання прибутку. Тому слід, щоб суб'єкти господарювання мали можливість розвивати та використовувати цінність знань. Використання знань сприяє творчості, полегшує створення інновацій і формує компетентності, які поліпшують загальну організаційну ефективність в усіх секторах. Знання є важливим внеском у бізнес-процеси, вони можуть перетворити наявні ресурси на цінність у вигляді нової продукції, процесів або інших типів інновацій. Управління знаннями можна вважати функцією управління економічною стійкістю. Ця функція створює та розміщує знання, управляє потоком знань і забезпечує результативне їхнє використання, тобто управління знаннями дозволяє ефективно використовувати людський капітал. Управління знаннями приводить до підвищення ключових компетентностей менеджменту суб'єкта господарювання та здатне розв'язувати сучасні екологічні й соціально-економічні проблеми. Таке управління забезпечує передавання інформації та інтелектуальної власності й, у такий спосіб, сприяє стійкому функціонуванню, тобто суб'єкти господарювання, які прагнуть досягти економічної стійкості на ринку та побудувати компоненти соціального благополуччя, мають формувати середовище, придатне для розвитку процесів знань і створення інновацій. Посилення потенціалу людських ресурсів є дуже важливим, особливо для стійкості малих і середніх підприємств. Це означає, що якісні ресурси забезпечать підвищення продуктивності підприємств і це вплине на їхнє економічне зростання.

У контексті системного підходу до обґрунтування теоретичних засад формування економічної стійкості суб'єктів господарювання важливим питанням є *визначення ознак класифікації видів економічної стійкості*.

Більшість учених та практиків висловлюють думку щодо ідентифікації виду економічної стійкості за ознакою факторів її формування – внутрішніх (виробничо-технологічних, організаційних, фінансово-економічних, соціальних) і зовнішніх (економічних, соціально-політичних, фінансових, демографічних, науково-технічних, екологічних) [5; 22; 24; 27]. Так у роботі [24] стійкість суб'єктів господарювання розглянуто у двох аспектах: макроекономічному, де увагу приділено державному втручанню в ринкові процеси, та мікроекономічному, де визначено фактори

фінансової безпеки, а також внутрішні й зовнішні фактори, які впливають на функціонування цих суб'єктів господарювання.

Інша група вчених акцентує увагу на ресурсному підході. У роботі [29] виділено техніко-технологічну, соціальну, організаційну та фінансово-економічну стійкості, які характеризують стан певних видів ресурсів: техніко-технологічна стійкість показує стан виробничих ресурсів і технологій; соціальна – визначає стан і розвиток трудових ресурсів; організаційна – описує рівень організації праці й управління; фінансово-економічна – визначає достатність фінансування.

Окремі науковці розглядають не лише ресурсну або факторну ознаки видів економічної стійкості. Водночас деякі автори виділяють період становлення певного рівня економічної стійкості – початкову стійкість і набуту стійкість у ході функціонування [3]. Також виділяють ринки формування економічної стійкості: економічну стійкість на товарному ринку, ринку засобів виробництва, фінансовому ринку, ринку послуг [1]. Узагальнення цих підходів до визначення видів економічної стійкості суб'єктів господарювання наведено у формі табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Види економічної стійкості суб'єктів господарювання

Ознаки класифікації	Види економічної стійкості
Ресурси формування	Техніко-технологічна, соціальна, організаційна, фінансово-економічна
Фактори впливу на зміну економічної стійкості	Внутрішня (технологічна, організаційна, фінансово-економічна, соціальна, екологічна); зовнішня (економічна, соціально-політична, фінансова, демографічна, науково-технічна, екологічна)
Ринки формування	Товарна, виробнича, фінансова, обслуговча
Період формування	Початкова, набута

На рис. 6.7 показано змістовну модель економічної стійкості, яка характеризує її як категорію, що відображає складний процес розвитку суб'єктів господарювання та за встановленими критеріями визначає напрями досягнення певних результатів їхнього функціонування й розвитку на ринку.

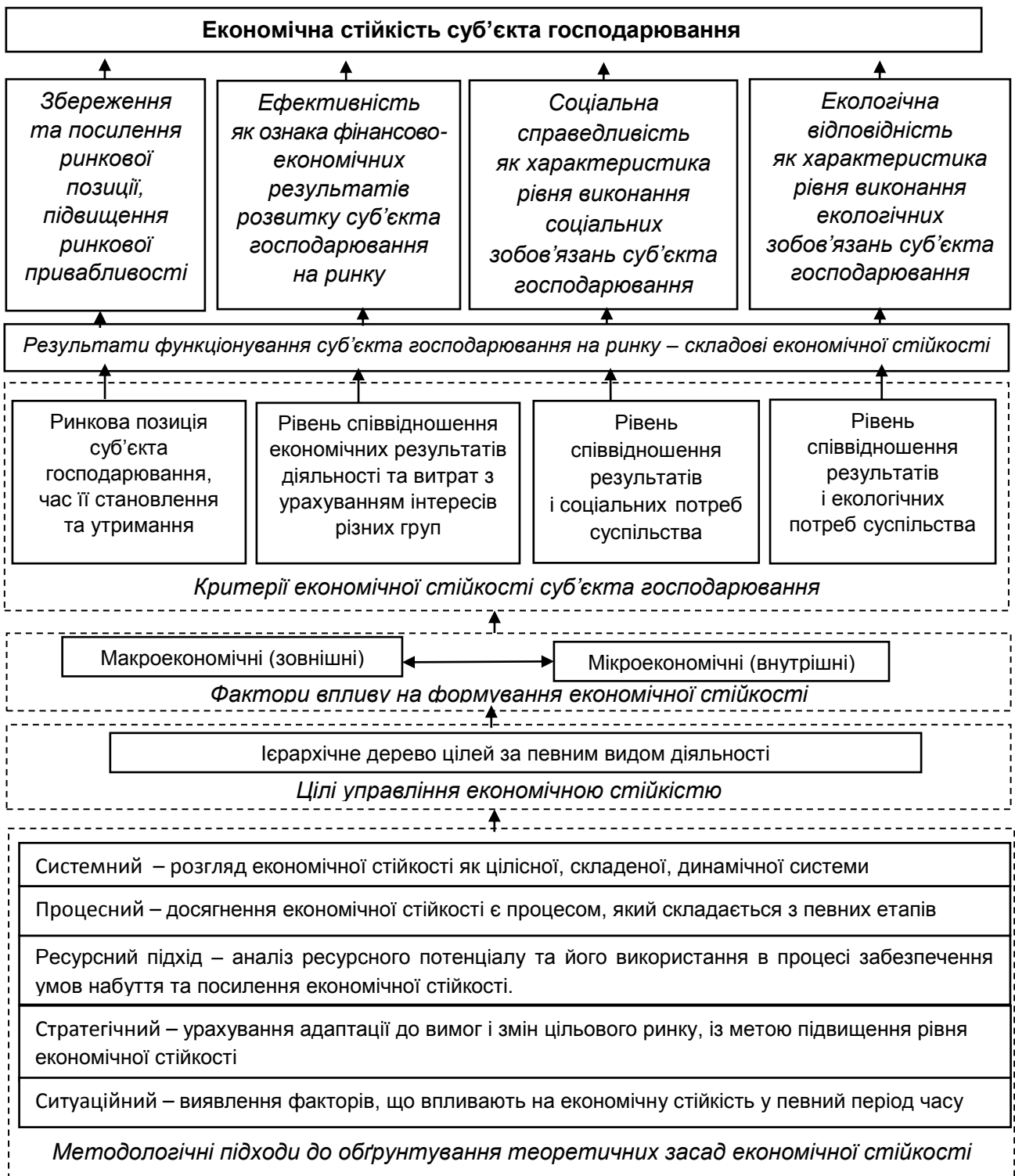


Рис. 6.7. Змістова модель економічної стійкості

Подальшим розвитком змістовної частини теоретичних засад економічної стійкості суб'єктів господарювання є опис *системи ознак показників*, які в певний період часу визначають рівень досягнення економічної стійкості.

Слід зазначити, що об'єктивність оцінювання економічної стійкості потребує від системи показників відповідності певним вимогам, а саме: адекватності (визначення значень кожного показника, відповідно до чинних законодавчо-правових документів облікової та фінансової звітності), репрезентативності, комплексності опису, забезпечення аналізу динаміки, придатності до використання в ході організації стимулювання [9; 10 – 12; 28]. Беручи до уваги роботу авторів [11], у якій вони запропонували класифікацію видів оцінювання діяльності підприємства, окремі ознаки такої класифікації можна врахувати в ході формування системи показників економічної стійкості. Так, доцільно класифікувати напрями оцінювання економічної стійкості за такими ознаками: ступенем досягнення (номінальний, обліковий, оптимальний, прогнозний), напрямом досягнення (ресурсний, факторний, ринковий). Цю класифікацію можна розширити, ураховуючи певні тенденції до змін сучасних умов діяльності суб'єктів господарювання.

У [28] запропоновано систему цільових показників економічної стійкості розглядати як сукупність двох підсистем: результативної та забезпечувальної.

Науковці, які займалися оцінюванням економічної стійкості, узагалі використовували різний склад показників, загальною рисою яких є розподіл на абсолютні та відносні. У ході оцінювання економічної стійкості підприємств більшість економістів використовували відносні показники [14], оскільки вони дозволяють виконати порівняльний аналіз різних суб'єктів господарювання. Інші економісти [3; 7] під час оцінювання економічної стійкості поєднували відносні й абсолютні показники, водночас використовуючи зведення їх до єдиного узагальнювального показника.

Очевидно, що аналіз та оцінювання економічної стійкості суб'єкта господарювання мають ураховувати результати комплексного дослідження його діяльності. Це дасть можливість здійснити аналіз ефективності діяльності суб'єкта господарювання, виявити й оцінити тенденції до розвитку, розробити завдання і визначити резерви, усунути недоліки роботи та визначити всі показники економічної стійкості.

Оцінювання економічної стійкості дозволить розвинути стратегію розвитку суб'єкта господарювання і визначити економічну політику в певний період часу. На такій підставі обов'язково слід ураховувати показники економічної діяльності суб'єкта господарювання та їхню взаємодію

із соціально-екологічними характеристиками. Системний підхід до аналізу економічної стійкості суб'єктів господарювання передбачає, що обґрунтування складу системи показників економічної стійкості та їхньої динаміки є тісно пов'язаним з окремими групами, які характеризують певні критерії досягнення економічної стійкості.

У роботі [24] запропоновано вибирати такі критерії, залежно від фази життєвого циклу підприємства, оскільки на різних етапах життєвого циклу підприємства змінюється значущість конкретного показника та характер поведінки показників різних груп. Особливу увагу автори [24] приділили фінансовим показникам. Так, на етапі зародження підприємства в ході аналізу фінансового становища автори [24] пропонують виділити показники групи ліквідності та фінансової незалежності; на етапі прискорення зростання – показники окремих елементів потенціалу підприємства, показники оборотності й аналіз стабільності показників ліквідності та незалежності; на етапі сповільнення зростання – показники рентабельності продажу, коефіцієнти рентабельності всіх операцій по балансовому і чистому прибутку як інтегрованим показникам; на етапі зрілості – аналіз стабільності показників рентабельності та відстеження показників інвестиційної діяльності за показниками рентабельності капіталу, прибутковості сукупних активів, окремих частин і джерел формування; на етапі спаду – аналіз показників зовнішніх факторів впливу (показники попиту, зв'язку з родинними галузями, суперництва з конкурентними підприємствами, вплив державних реформ та ін.) і відстеження всіх груп показників, виділених раніше. Тобто в роботі [24] здійснено розподіл показників на дві основні групи за ознакою факторів впливу (внутрішніх та зовнішніх) і далі деталізовано структуру показників кожної групи.

У роботі [28] у ході оцінювання економічної стійкості підприємства виділено інші групи показників, а саме: показники виробничої стійкості, фінансової стійкості та інноваційного розвитку. Автори роботи [38] на підставі огляду окремих публікацій за 2012 – 2022 рр. виділили групи економічних, екологічних і соціальних показників. За цими групами ними було сформовано систему із 49 показників, характерних для промислових компаній. Також ними було здійснено опитування щодо відбору

показників для підприємств малого та середнього бізнесу, за якими доцільно оцінити економічну стійкість.

Загальною рисою різних використовуваних систем показників економічної стійкості є застосування низки загальновідомих коефіцієнтів, які мають нормативні значення. Іншу частину показників економічної стійкості використовують у ході дослідження на засадах порівняння з наявним галузевим чи середнім значенням за певний час.

Із метою опису найбільш характерних показників економічної стійкості суб'єктів господарювання було виконано огляд сучасних підходів [5; 8; 14; 17; 20; 21; 24; 38] до формування структурного складу показників, які характеризують економічну стійкість підприємств і належать до окремих груп.

Більшість науковців вважають, що показники економічної стійкості суб'єктів господарювання мають урахувати всі складові економічної стійкості та певною мірою характеризувати діяльність суб'єктів господарювання. Можна визначити, що конкретний склад показників економічної стійкості суб'єктів господарювання має формуватися, зважаючи на специфіку діяльності суб'єкта господарювання та з урахуванням реалізації критеріїв економічної стійкості.

Важливим питанням у ході обґрунтування сучасних теоретичних засад економічної стійкості суб'єктів господарювання є методичне забезпечення процесу оцінювання економічної стійкості.

Сьогодні поширеними є два підходи до оцінювання економічних явищ і процесів [3; 9 – 14; 17; 20 – 22; 28; 29; 31; 37; 40], які доцільно адаптувати до оцінювання економічної стійкості:

оцінювання частинного економічного показника або показника окремої складової;

визначення інтегрального показника, заснованого на частинних показниках.

На підставі узагальнення цих підходів у табл. 6.2 наведено опис методів, які є поширеними та придатними до застосування в ході оцінювання економічної стійкості.

Характеристика методів оцінювання економічної стійкості

Методи	Опис методів
1	2
<i>Оцінювання частинного економічного показника або показника окремої складової економічної стійкості</i>	
Метод нормованих оцінок	Порівняння фактичного значення показника з його нормативним значенням. Висновки роблять на основі близькості фактичного значення до нормативного
Метод порівняння	Порівняння поточних значень із попередніми роками на підставі чого роблять висновки щодо змін рівня досягнення. Порівняння з результатами попередніх років дозволяє не тільки більш точно оцінити поточний стан, але й прогнозувати тенденції розвитку
Коефіцієнтний метод	Розрахунок коефіцієнтів за складовими, однак це дозволяє робити висновок лише на підставі аналізу одного коефіцієнта чи групи
Індикативний метод	Аналіз на базі визначеної сукупності характеристик та обговорення рекомендацій щодо їхнього поліпшення. Стійкість характеризують власними індикаторами, які мають визначати для окремого суб'єкта господарювання з урахуванням специфіки діяльності. На кожному рівні опису складових економічної стійкості слід визначити критерії та, відповідно до них, – систему показників
<i>Визначення інтегрального показника економічної стійкості</i>	
Адитивна модель	Алгебраїчне додавання частинних показників, зазвичай, попередньо нормованих
Мультиплікативна модель	Множення відносних частинних показників, які мають різні інтервали значень або визначення середнього геометричного значення
Графічний метод	Побудова пелюсткових діаграм та оцінювання площі фігури
Експертне оцінювання	Визначення вагових коефіцієнтів частинних показників економічної стійкості
Метод нормалізації	Нормалізація показника кожної складової економічної стійкості дозволяє порівнювати та зіставляти коефіцієнти між собою, а також виявляти фактори, які підвищують або знижують рівень економічної стійкості

1		2
Метод побудови таксономічного показника		Розподіл всієї системи частинних показників економічної стійкості на стимулятори, дестимулятори та номінатори; визначення еталонних значень за критерієм мінімаксу усієї сукупності значень показників; обчислення відстані від реального рівня показника до еталонного
Багато-вимірний статистичний аналіз	Канонічний аналіз	Оцінювання зв'язку між двома системами випадкових величин, що є системами показників, які описують кожну зі складових економічної стійкості
	Факторний аналіз	Визначення латентних факторів формування складових економічної стійкості
	Регресійний аналіз	Побудова моделі економічної стійкості за показниками її складових

Отже, формування методичного забезпечення оцінювання рівня економічної стійкості суб'єкта господарювання та його прогнозування має складатися з таких етапів:

відбору найбільш характерних показників економічної стійкості суб'єкта господарювання з урахуванням специфіки діяльності й ознак реалізації цільових критеріїв;

визначення системи частинних показників, які описують складові економічної стійкості суб'єкта господарювання;

обчислення інтегрального показника економічної стійкості суб'єкта господарювання;

ідентифікації рівня економічної стійкості за допомогою побудови шкали величин;

прогнозування значень частинних показників економічної стійкості для моніторингу її в найближчій перспективі.

Така послідовність дій забезпечить оперативне й об'єктивне визначення рівня економічної стійкості, його прогнозування, із метою розроблення управлінських заходів щодо підтримання сталого розвитку.

На підставі проведеного дослідження можна зробити такі висновки:

вітчизняна національна економічна політика має бути спрямованою на ефективне використання всіх інструментів відновлення та зростання економіки, серед яких досягнення економічної стійкості суб'єктів господарювання має велике значення;

теоретичні засади економічної стійкості ґрунтуються на визначенні змістовної сутності економічної стійкості, установленні цілей управління економічною стійкістю, виділенні факторів впливу щодо формування економічної стійкості, визначенні ознак класифікації видів економічної стійкості; опису методичного забезпечення процесу аналізу економічної стійкості, який передбачає визначення системи показників та аналіз методів оцінювання економічної стійкості;

визначено, що економічна стійкість суб'єкта господарювання – це системний баланс між ринковою позицією, економічним зростанням, ефективністю діяльності, фінансовою стабільністю, соціальною справедливістю та екологічною стабільністю;

установлено цільові критерії економічної стійкості суб'єктів господарювання, які формують складові економічної стійкості, а саме: результат і час функціонування суб'єкта господарювання на ринку (ринкову позицію); результат і витрати (ефективність функціонування); результат і соціальні потреби суспільства (соціальну справедливість); результат та екологічні потреби суспільства (екологічну відповідність);

конкретний склад показників економічної стійкості суб'єктів господарювання має формуватися, зважаючи на специфіку діяльності суб'єкта господарювання та з урахуванням реалізації критеріїв економічної стійкості.

Використана література

1. Ареф'єва О. В. Управління розвитком економічних систем: теорія, механізми регулювання та управління : монографія / О. В. Ареф'єва. – Харків : УкрДАЗД, 2010. – 301 с.

2. Бірбіренко С. С. Стратегічне управління як важливий аспект забезпечення економічної стійкості сучасного підприємства / С. С. Бірбіренко, Ю. В. Терешко // Приазовський економічний вісник. – 2021. – Вип. 1 (24). – С. 63–68.

3. Бойко А. В. Стійкість національної економіки: теорія, методологія, практика : монографія / А. В. Бойко ; НАН України, ДУ «Ін-т економіки та прогнозування». – Київ : Ін-т економіки та прогнозування НАН України, 2014. – 287 с.

4. Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень : монографія / М. Д. Гродзинський. – Київ : Ліцей, 1995. – 233 с.
5. Гросул В. А. Соціально-економічна стійкість підприємства: теоретико-методологічні засади та практичний інструментарій : монографія / В. А. Гросул. – Харків : Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі, 2007. – 303 с.
6. Довгань Ж. М. Фінансова стійкість банківської системи України: проблеми оцінки та забезпечення : монографія / Ж. М. Довгань. – Суми : ДВНЗ «УАБС НБУ», 2012. – 448 с.
7. Костирко І. Г. Фінансово-економічна стійкість сільськогосподарських підприємств: теорія і практика : монографія / І. Г. Костирко, Т. І. Поверляк ; Львів. Нац. аграр. ун-т. – Львів : Ліга-Прес, 2014. – 169 с.
8. Крисько Ж. Л. Управління економічною стійкістю підприємства / Ж. Л. Крисько // Глобальні та національні проблеми економіки. – 2016. – Вип. 10. – С. 399–403.
9. Малярець Л. М. Визначення внутрішніх взаємозв'язків як умови економічної стійкості підприємства / Л. М. Малярець, О. М. Смолякова // Проблеми економіки. – 2014. – № 4. – С. 87–99.
10. Малярець Л. М. Вимірювання ознак об'єктів в економіці: методологія та практика : монографія / Л. М. Малярець. – Харків : ХНЕУ, 2006. – 384 с.
11. Малярець Л. М. Збалансована система показників як інструмент визначення стратегії підприємства в умовах кризи : монографія / Л. М. Малярець, О. В. Ачкасова. – Харків : ХНЕУ, 2012. – 304 с.
12. Малярець Л. М. Оптимізація значень показників економічної стійкості підприємства / Л. М. Малярець, О. М. Смолякова // Вісник Хмельницького національного університету. – 2015. – № 1. – С. 11–23.
13. Отченашенко О. А. Методичні підходи до оцінювання економічної стійкості підприємства / О. А. Отченашенко // Вісник ЖДТУ. – 2011. – № 4 (58). – С. 89–92.
14. Оцінка і діагностика фінансової стійкості підприємства : монографія / М. О. Кизим, В. А. Забродський, В. А. Зінченко, Ю. С. Копчак. – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2003. – 144 с.

15. Поддєрьогін А. М. Фінансова стійкість підприємств у економіці України : монографія / А. М. Поддєрьогін, Л. Ю. Наумова ; Держ. вищ. навч. закл. КНЕУ ім. Вадима Гетьмана. – Київ : КНЕУ, 2011. – 184 с.

16. Савельєва А. О. Фінансова стійкість суб'єкта господарювання та фактори, що впливають на неї / А. О. Савельєва // Регіональна економіка. – 2018. – Вип. 2. – С. 144–152.

17. Смолякова О. М. Методичний підхід до оцінювання економічної стійкості підприємства / О. М. Смолякова // Вісник Одеського національного університету. – 2014. – Т. 19, вип. 5. – С. 455–465. – Серія: Економіка.

18. Стійкість фінансових ринків України та механізми її забезпечення : монографія / О. І. Барановський, В. Г. Барановська, Є. О. Бублик та ін. ; за ред. О. І. Барановського. – Київ : НАН України ; Ін-т екон. та прогнозування, 2010. – 492 с.

19. Таран-Лала О. М. Функціонування соціально-економічних систем: теорія та практика : монографія / О. М. Таран-Лала. – Полтава : ПУЕТ, 2016. – 332 с.

20. Ячменьова В. М. Ідентифікація стійкості діяльності промислових підприємств : монографія / В. М. Ячменьова. – Сімферополь : ДОЛЯ, 2007. – 384 с.

21. Ячменьова В. М. Стійкість діяльності промислових підприємств: оцінка та забезпечення : монографія / В. М. Ячменьова ; Нац. акад. природоохоронного та курортного буд-ва. – Сімферополь : АРІАЛ, 2010. – 472 с.

22. Бачинський Р. Л. Аналітичне забезпечення управління економічною стійкістю сільськогосподарських підприємств [Електронний ресурс] / Р. Л. Бачинський // Економіка та управління АПК. – 2022. – № 2. – С. 98–111. – Режим доступу : <https://doi.org/10.33245/2310-9262-2022-177-2-98-111>.

23. Бірбіренко С. С. Вплив пандемії коронавірусної інфекції COVID-19 на економічну стійкість українських підприємств [Електронний ресурс] / С. С. Бірбіренко, Ю. О. Жаданова, Н. В. Банкет // Економічний часопис XXI. – 2020. – Вип. 5–6. – Режим доступу : [http://soskin.info/userfiles/file/Economic\\$Annals\\$pdf/DOI/ea\\$V183\\$07.pdf](http://soskin.info/userfiles/file/Economic$Annals$pdf/DOI/ea$V183$07.pdf).

24. Бурбело О. А. Оцінка економічної стійкості підприємства [Електронний ресурс] / О. А. Бурбело, С. А. Носкова // Економіка і суспільство. –

2018. – Вип. 14. – С. 284–291. – Режим доступу : https://economyandsociety.in.ua/journals/14_ukr/40.pdf.

25. Великий тлумачний словник сучасної мови [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://slovnyk.me/dict/vts>.

26. Вільна енциклопедія «Вікіпедія» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://uk.wikipedia.org/wiki/Стійкість_\(значення\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Стійкість_(значення)).

27. Дем'яненко І. В. Економічна стійкість підприємств та її фінансовий потенціал [Електронний ресурс] / І. В. Дем'яненко. – Режим доступу : <http://dsfa.mybb3.net/viewtopic.php?p=283>.

28. Панченко В. А. Управління економічною стійкістю логістичних підприємств [Електронний ресурс] / В. А. Панченко // БізнесІнформ. – 2022. – № 9. – С. 60–66. – Режим доступу : <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-9-60-66>.

29. Перебийніс В. І. Економічна стійкість та конкурентоспроможність агропродовольчого комплексу як фактори економічної безпеки [Електронний ресурс] / В. І. Перебийніс, Ю. В. Перебийніс // Економічний вісник Донбасу. – 2019. – № 2 (56). – С. 22–29. – Режим доступу : [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2019-2\(56\)-22-29](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2019-2(56)-22-29).

30. П'ять історій економічного успіху після війни: світовий досвід для України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://lb.ua/economics/2022/04/13/513199_5_istoriy_ekonomichnogo_uspihu_pislya.html.

31. Сабадаш Л. Оцінювання факторів впливу на економічну стійкість підприємства в кризових умовах [Електронний ресурс] / Л. Сабадаш // Інноваційна економіка. – 2020. – № 1–2. – С. 117–124. – Режим доступу : <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2020.1-2.17>.

32. Сайт Державної служби статистики України. – Режим доступу : <https://ukrstat.gov.ua/>.

33. Determining the economic sustainability reserve of economic entities in modern operating conditions [Electronic resource] / V. Otenko, L. Malyarets, I. Barannik, O. Budarin // Economics of Development. – 2023. – No. 22 (2). – P. 8–18. – Access mode : <https://doi.org/10.57111/econ/2.2023.08>.

34. Devising a systematic approach to the implementation of innovative technologies to provide the stability of transportation enterprises [Electronic resource] / S. Smerichevskyi, O. Mykhalchenko, Z. Poberezhna,

I. Kryvovyazyuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2023. – Vol. 3. – No. 13 (123). – P. 6–18. – Access mode : <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279100>.

35. Ditlev-Simonsen C. D. Economic Theories and Sustainable Development [Electronic resource] / C. D. Ditlev-Simonsen // A Guide to Sustainable Corporate Responsibility. – Palgrave Macmillan Cham, 2022. – Access mode : https://doi.org/10.1007/978-3-030-88203-7_3.

36. Krivtsov A. I. Sustainable Development of Economic Entities: Key Objectives, Stages and Stakeholder Interests [Electronic resource] / A. I. Krivtsov // Growth Poles of the Global Economy: Emergence, Changes and Future Perspectives. Lecture Notes in Networks and Systems / E. Popkova (eds). – 2020. – Vol. 73. – Springer, Cham. – Access mode : https://doi.org/10.1007/978-3-030-15160-7_34.

37. Measuring industrial sustainability performance: Empirical evidence from Italian and German manufacturing small and medium enterprises [Electronic resource] / A. Trianni, E. Cagno, A. Neri, M. Howard // Journal of Cleaner Production. – 2019. – No. 229. – P.1355–1376. – Access mode : <https://10.1016/j.jclepro.2019.05.076>.

38. Saygili E. An Exploratory Analysis of Sustainability Indicators in Turkish Small- and Medium-Sized Industrial Enterprises [Electronic resource] / E. Saygili, E. Uye Akcan, Y. Ozturkoglu // Sustainability. – 2023. – No. 15. – Article number 2063. – Access mode : <https://doi.org/10.3390/su15032063>.

39. Zając A. Financial and Economic Stability of Energy Sector Enterprises as a Condition for Poland's Energy Security-Legal and Economic Aspects [Electronic resource] / A. Zając, R. Balina, D. Kowalski // Energies. – 2023. – No. 16. – Article number 1442. – Access mode : <https://doi.org/10.3390/en16031442>.

40. Zapata-Cantu L. Challenges for innovation and sustainable development in Latin America: The significance of institutions and human capital [Electronic resource] / L. Zapata-Cantu, F. González // Sustainability. – 2021. – No. 13 (7). – Article number 4077. – Access mode : <https://doi.org/10.3390/su13074077>.

Розділ 7

Моделі та стратегії інформаційної взаємодії підприємств в умовах економіки вражень

Пошук шляхів ефективного функціонування підприємств у сучасних воєнних та повоєнних умовах доцільно спрямовувати на впровадження здобутків Індустрії 4.0, проєкту Національної економічної стратегії 2030, що забезпечать інноваційний розвиток суб'єктів господарювання, відповідно до новітніх теоретичних і практичних доробок економічної науки. Оскільки реальна економіка постійно змінюється, їй притаманні суттєві перетворення. Це підтверджують дослідження багатьох учених і практиків. Одним з останніх є звіт ООН з економічної тематики протягом останніх десяти років [29] на замовлення ОАЕ, у якому виділено шість моделей інноваційного розвитку економіки за ознаками, які їм притаманні (системності, глобальності, перспектив зростання).

Як першу модель виділено *ексабайтову економіку* (exabyte economy), що була оцінена у 8 трлн дол. США й об'єднує як основні складові пристрої, цифрові технології та людей. Так, дві третини населення світу користуються мобільними телефонами, більше половини мають доступ до інтернету. В умовах воєнного стану значно поширилася дистанційна робота, обсяги якої щорічно зростають, у середньому на 7 % користувачів, виникають нові послуги в інтернеті, як-от інтернет речей, підвищується швидкість інтернет-мереж, завдяки 5G технології, окремі види діяльності, послуг практично переходять у мережевий простір, а саме: освіта, медичне обслуговування, торгівля, банківська сфера, фінансові розрахунки, діловодство, довідкова інформація, передавання статистичних даних та ін. Тенденції до цифровізації розширюють різною мірою практично на всі види діяльності.

Другою моделлю є *економіка добробуту* (wellbeing economy), обсяги якої оцінюють у 7 трлн дол. США. Економіка добробуту ґрунтується на зміні поведінки населення та його підходів до способу життя, психічного стану, психології відносин, стану фізичного здоров'я. Саме такі зміни впливають на обсяги виробництва, надання послуг галузями, пов'язаними зі способом життя, а саме з веденням здорового способу життя: дієтичним харчуванням, фізичними заняттями (пілатесом, фітнесом та ін.), саморозвитком, іншими психологічними й організаційними практиками;

зміною поведінки, яка передбачає зростання обсягів подорожей, як-от оздоровчого, гастрономічного, екстремального, зеленого, освітнього туризму, тобто, завдяки зміні способу життя і поведінки населення, в економічних відносинах відбуваються трансформації, які розширюють можливості та сприяють розвитку підприємств сфери послуг, креативних культурних індустрій, окремих галузей медичних послуг, спортивних заходів, що розширює не тільки окремі національні ринки, а й світовий ринок певних галузей.

Третьою моделлю економіки визнано *вуглецево-нейтральну економіку* (netzero есопому), обсяги якої оцінюють у 2,3 трлн дол. США. Стрижнем такої моделі є охорона навколишнього середовища, ініціатором якої є течія green rease, що передбачає скорочення викидів CO₂, завдяки використанню інноваційних продуктів, технології та інвестиційних моделей застосування альтернативних джерел енергії, новітніх видів енергетичних ресурсів. У межах третьої моделі понад 15 % світових інвестицій спрямовують на пошук і формування енергетичних ресурсів, які сприяють відновленню джерел енергії.

Четвертою моделлю є *економіка замкненого циклу* (circular есопому) з обсягами в 4,5 трлн дол. США, що полягає в консьюмеризації, свідомому споживанні продукції та користуванні послугами з намаганням подовження строку служби та використання. Потребу у формуванні та використанні циркулярної економіки зумовлено зростанням кількості населення й необхідністю у його забезпеченні продуктами харчування, товарами, послугами, кількість яких зростає нижчими темпами, ніж темпи збільшення кількості населення. Функціонування економіки замкненого циклу, або циркулярної економіки, спрямовано на зниження негативного впливу на зовнішнє оточення, бережливе виробництво та зменшення відходів, перетворення їх на практично стовідсоткові зворотні відходи, тобто на повторне використання в процесах господарювання для забезпечення майбутніх поколінь наявними ресурсами виробництва.

П'ятою моделлю виділено *економіку біозростання* (biogrowth есопому) із загальним обсягом у 1 трлн дол. США, що пов'язано з обмеженістю ресурсів, здатних забезпечити добробут населення, його комфортне проживання. Тому економіку біозростання спрямовано на зростання і впровадження у виробництво здобутків генної інженерії; створення нових біоматеріалів, здатних самознищуватися, що стане корисним під час перероблення одних видів продукції на інші, наприклад сільськогос-

подарської продукції на біопаливо; виведення нових видів аграрних культур із вищою врожайністю, стійкістю до впливу негативних факторів, зниженню ризику вирощування. Використання інноваційних видів сільськогосподарського виробництва (гідропоніку та вертикальне землеробство), технологій і видів тваринництва зможе позитивно вплинути на обмеженість ресурсів та підвищить їхню корисність.

Шосту модель економічних відносин утілюють в *економіці вражень* (experience economy), обсяги якої оцінюють у 6,5 трлн дол. США, що є третім результатом за попереднім оцінюванням монетарного поширення, проте за перспективами розвитку та галузевою осяжністю ця модель відрізняється одним із кращих результатів поширення та прогнозованих перспектив. Це підтверджено тезою про те, що особи, які ухвалюють рішення як у сфері виробничо-технічній, так і послуг, керуються не тільки об'єктивними даними, а й суб'єктивними враженнями, мотивами й очікуваннями, оскільки управлінське рішення має об'єктивно-суб'єктивну природу, тому що ґрунтується на раціональних та емоційних очікуваних цінностях і вигодах. Це відповідає ієрархії мотивів А. Маслоу, що підтверджує свою актуальність в умовах економіки вражень і забезпечує перехід на вищі щаблі піраміди мотивації з розвитком економіки вражень. Саме сутність мотивів ухвалення рішень відіграє в цій моделі провідну роль. Галузева належність зумовлює переважання раціонального або емоційного. Так, щодо сфери послуг, переважає емоційне, не відкидаючи раціональне, що відіграє провідну роль, тоді як у матеріальному виробництві, промисловості, перевагу має раціональне зі вторинністю емоційного, але не його відхиленням, тобто в економіці вражень позиціонування суб'єктів господарювання на континуумі «раціональне – емоційне» змінюється, залежно від галузевої належності, факторів впливу, умотивованості менеджерів, особливостей взаємовідносин із партнерами та прагнень партнерів, споживачів і певних верств ринку та суспільства, зацікавлених у функціонуванні суб'єктів господарювання з позиції їхньої матеріальної цінності й соціальної вигідності та спроможності. Соціальне й емоційне відіграють в економіці вражень суттєву роль, разом із тим технологічні інновації наповнюють їх новим змістом і можливостями. Це стосується всіх галузей національного господарства й полягає у використанні таких, наприклад, здобутків, як штучний інтелект, технології 3D-реальності, біогенна інженерія та ін. Так, за очікуванням світові ринки сягнуть до 2025 року щодо цифрового

контенту до 300 млрд дол. США, порівняно зі 143 млрд дол. США 2019 року, банківських і фінансових послуг у чат-ботах перевищать 2,1 млрд дол. США, сектор 3D-друкування за два роки виросте до 28 млрд дол. США, світовий ринок спортивного туризму буде становити 2,9 млрд дол. США та ін. [29].

Отже, економіка вражень стає новою перспективною моделлю економічних відносин у будь-якій сфері виробництва й послуг, спираючись на платоспроможність партнерів і споживачів, їхнє свідоме споживання із ґрунтуванням на раціональних управлінських рішеннях та одночасно із приділенням уваги екологізації з піклуванням про довкілля, дістанням додаткових задовольень соціального, культурного, психологічного, емпіричного характеру на основі формування вражень, тобто в ланцюгу «сировина – продукція – послуга – враження» зростає цінність і додана вартість із кожним елементом, тобто вона мігрує від сировини до вражень.

Щодо сучасного розуміння поняття «економіка вражень», то воно вперше з'явилося в працях Б. Дж. Пайна, Дж. Г. Гілмора [8; 20; 21], де враження визначають як четверту стадію процесу продажу продукції чи надання послуг. Вони класифікують враження за ознаками ступеня участі клієнтів і залученості їх у цей процес та виділяють такі: розваги, навчання, відхід від реальності, естетику. Автори пропонують будувати нові цінності ринку і йти далі, не приділяючи уваги традиційному бізнесу, що є недостатньо обґрунтованою думкою та може призвести до банкрутства підприємств, оскільки створення нових, інноваційних цінностей потребує суттєвих коштів.

Розширення розуміння економіки вражень потребує її дослідження із двох позицій:

власника і менеджера в процесі ухвалення рішення про господарську діяльність, коли економіка вражень починає діяти під час ухвалення рішення, де разом із параметрами економічної ефективності власники й менеджери враховують і спираються на власні бажання, уподобання, мотиви, очікування, що надає процесу ухвалення управлінських рішень суб'єктивного характеру;

споживача і клієнта в процесі ухвалення рішення про купівлю продукції або замовлення чи отримання послуги, коли придбання продукції або послуги перетворюється на процес обміну грошей на емоції, які споживач хоче дістати, що також надає процесу ухвалення рішення суб'єктивного характеру. Проте в цьому процесі важливе значення має вид

продукції чи послуги. Якщо вони є виробничо-технічними (щодо промисловості), зазвичай, емоційна складова стає вторинною, тобто похідною від ефективності. Хоча в разі прагнення дістати емпіричні враження, раціональність та емоційність можуть урівноважуватися. Якщо ж продукція чи послуги стосуються повсякденного вжитку, їх не будуть використовувати в процесі господарювання, виробництва кінцевої продукції, а спрямовують на задоволення власних, можливо специфічних потреб, наприклад, гастрономічних, у подорожах, емоційна складова процесу ухвалення рішення буде суттєво переважати раціональну, тобто економічну.

Отже, залежно від цілей осіб, їхніх суб'єктивних прагнень, уявлень, мотивів поведінки, виду продукції чи послуг, раціональне й емоційне будуть варіювати за значущістю в процесі ухвалення управлінського рішення. Ці положення не було враховано Б. Дж. Пайном, Дж. Г. Гілмором, бо вони розглядали тільки поведінку споживача в процесі придбання товару для задоволення його власних потреб і не досліджували поведінку власників і менеджерів промислових підприємств у процесі ухвалення рішень, пов'язаних із функціонуванням і розвитком підприємств із виробництва виробничо-технічної продукції. Тому важливим напрямом розвитку економіки вражень є формування моделей взаємозв'язку та взаємодії між підприємствами, партнерами та споживачами щодо виробництва виробничо-технічної продукції, тобто промислового призначення й обґрунтування відмінностей цього процесу та моделей щодо підприємств сфери послуг.

Про труднощі сприйняття й, головне, використання економіки вражень у своїх публікаціях пишуть Чубукова О. Ю., Яренко А. В. [11] та Комарова К. О. [10]. Вони підкреслюють, що в сучасних умовах складно сприймають відносини, у яких ураховують задоволення, хоча їм і приділяють підвищену увагу та віддають безперечну перевагу. Задоволення – це те, що бажає здобути споживач після дістання певних вражень. Ці автори також, як і попередні, знов акцентують увагу лише на споживачах, проте визнають, що менеджмент та управління містить емоційний прошарок, у якому посідає особливе місце економіка вражень [10, с. 249].

Переважну більшість публікацій із питання економіки вражень присвячено сфері послуг, тобто туристичному, готельно-ресторанному бізнесу, культурним креативним індустріям [2; 25; 34; 38]. І поза увагою дослідників залишаються моделі відносин, управління враженнями

в промисловому секторі, у процесі ухвалення рішень власниками й менеджерами, що потребує подальших досліджень у цьому напрямі.

Бернд Шмітт, Девід Роджерс і Карен Вроцос [38] підкреслюють важливість емоцій (переживань) споживачів у процесі взаємодії з ним, гармонізацію раціонального й емоційного, використання аналітичних, кількісних методів разом із якісними й інтуїтивними. Проте у їхньому викладі економіка вражень є різновидом маркетингу співвідношень, який використовує інструменти, спрямовані на задоволення потреб споживачів у враженнях, що можна зарахувати до емоційної складової життя людини. Повністю погодитися із цими положеннями неможливо, оскільки економіка вражень є ширшою за маркетинг вражень і породжує менеджмент вражень як окрему галузь, пов'язану з вирішенням питань управління, спрямованого на врахування поведінки менеджерів і власників у процесі ухвалення управлінських рішень. Проте позитивною й обґрунтованою пропозицією цих науковців є акцентування уваги на інноваційному характері вражень як основній особливості успішності впровадження ідей і переваг економіки та менеджменту вражень.

Чубукова О. Ю., Яренко А. В. [11, с. 95] зазначають, що важливо «використовувати принципи успішної постановки вражень у реальності. А для цього враховувати емоційно-потребову та потребово-мотиваційну сфери споживача, тим самим підвищуючи споживчу цінність і масову персоналізацію, а також момент споживчої поступки», тобто доцільно застосовувати емоційний аналіз. Проте сфера його застосування має бути поширеною не тільки на споживачів, як наголошують автори, а й мають використовувати її в процесі управління, поширювати на визначення цілей, уподобань, інтересів, вражень власників і менеджерів в разі ухвалення ними управлінських рішень.

Для того щоб викликати очікувані емоції, підприємства мають застосовувати різноманітні технічні аудіовізуальні та кінетичні засоби для впливу на свідомість споживачів, партнерів та інших осіб, щоб забезпечити формування і використання стрижня емоцій – інноваційності, за допомогою чого можливо впливати на свідомість для передавання та сприйняття емоцій. Для забезпечення інноваційності підприємства мають приділяти увагу навчанню персоналу, зростанню інтелектуального й емоційного капіталу. Отже, економіка вражень є новою моделлю економіки, що використовує психологічні потреби в інноваційності, нових емоціях і враженнях, тобто прагнення сформувати емоції та враження

в суб'єктів стають рушійною силою науково-технічного прогресу, інноваційного розвитку підприємств.

Економіка вражень здійснює вплив і на цінову політику підприємств. Підхід у ціноутворенні до формування ціни на продукцію як суми витрат та прибутку втрачає актуальність, оскільки ухвалення рішення про купівлю залежить не тільки від витрат, а й від додаткової сформованої вартості під впливом емоцій, яку згоден заплатити суб'єкт (споживач, яким також є партнер підприємства), за володіння певним видом продукції або бізнес-взаємозв'язок у процесі господарювання.

Ці самі міркування стосуються й заробітної плати працівників, особливо топменеджерів, які ухвалюють стратегічні управлінські рішення про спрямованість розвитку брендів підприємства для формування позитивних вражень про результати його функціонування, тобто емоційна складова пронизує всі сфери діяльності підприємств.

Спираючись на роботу [1], доцільно виділити характеристики, що є особливостями вражень:

враження не характеризуються тактильністю, що зумовлює важливість іміджу та репутації підприємств, яка відрізняється від першого наявністю довіри;

враження неможливо накопичити для безпосереднього використання в майбутньому, тобто про запас;

враження мають персоніфікований характер та їхня цінність зростає в разі участі споживачів, партнерів, менеджерів і власників у створенні, формуванні доданої вартості. Тому економіка й менеджмент вражень стає менеджментом їхнього залучення у процес створення вражень.

Проте враження потрібно розглядати не тільки як позитивне явище, а й негативне, що має деструктивні наслідки, як-от виникнення потреби в постійному зростанні впливу вражень, залежність від них, руйнування психіки людей, знищення моральних цінностей, переобтяження емоційної системи, неконтрольованій перехід від справжньої реальності до віртуальної та відмова від першої. Тому для збереження позитивного характеру вражень слід прагнути до формування стійких морально-етичних цінностей у внутрішньому середовищі й зовнішньому оточенні підприємств.

Враження формують під впливом багатьох факторів, переважними з яких у сучасних умовах є такі:

поширення тенденцій до глобалізації та євроінтеграції, соціалізації й консьюмеризації;

збільшення різноманіття продукції й послуг;

зростання компетентностей власників, менеджерів підприємств-партнерів, споживачів, зростання їхнього платоспроможного попиту;

зниження впливу традиційних інструментів менеджменту та маркетингу;

використання віртуального інформаційного простору для комунікацій, передавання інформації, безпосередньо віртуальних майданчиків продажів, що розширює обсяги та можливості залучення споживачів.

Дія перелічених факторів зумовлює успішність функціонування підприємств за моделлю економічних відносин економіки вражень:

зростання важливості та насичення продукції безпосередньо та процесів управління, виробництва та ін. додатковими психологічними цінностями, що підвищує значущість бренд-менеджменту;

орієнтація на наявні психологічні тренди, такі, наприклад, про які згадують [1], казкові пригоди, маленькі індульгенції, пітерпенство, 99 життів, вихід із гри, занурення в кокон та ін.;

постійна увага до сприйняття бренда;

підвищення цінностей і посилення вражень через дизайн, що перетворює економіку вражень на економіку захоплення;

театралізація бізнес-процесів за правилами наявності головної теми підприємства чи продукції, формування позитивних емоцій і нівелювання негативних, підвищення цінностей спогадів про підприємство або продукцію під час надання додаткових бонусів або сувенірів, задіяність усіх органів почуття. Для реалізації цих правил потрібно використовувати *experience operations management* (операційний менеджмент вражень);

урахування особистих потреб споживачів, партнерів та інших суб'єктів, що полягає в персоналізації, тобто зниженні споживчої поступки, яка полягає в різниці між тим, що хоче суб'єкт, і тим, що він отримує від підприємства;

побудова довірчих відносин із суб'єктами внутрішнього й зовнішнього середовища на принципах діалогу.

Отже, в економіці вражень тісно пов'язуються суб'єкти внутрішнього й зовнішнього середовища, де провідне значення мають менеджери, персонал, власники підприємств. Для того щоб успішно управляти підприємствами за моделлю економіки вражень, потрібно наповнити новим

змістом елементи моделі Котлера Ф. 4Р [37]. Саме ці елементи стають основними складовими менеджменту вражень.

Продукція для забезпечення соціалізації та персоналізації має забезпечувати навчання, можливість особистої участі, розвиток соціальних контактів і навичок, розваги, особистісний розвиток та самовиявлення. Причому ці характеристики притаманні як продукції повсякденного вжитку, послугам, так і продукції виробничо-технічного призначення, що забезпечує зростання доданої вартості.

Ціна продукції мусить мати зрушення в бік вражень, оскільки споживач і партнер будуть платити не за сировину, не за корисність, а за час, що вони проводять із підприємством, тоді частку витрат на виробництво, додаткові бонуси вигідно надавати безкоштовно, тоді споживачі й партнери будуть платити за враження, які вони дістануть під час використання продукції чи придбання послуг.

Канали та способи доставляння поступово стають неочікуваними, надзвичайно привабливими й парадоксальними, особливо для послуг і продукції широкого вжитку. Для продукції виробничо-технічного призначення канали та способи доставляння породжують неологізми, наприклад щодо інформування, освіти, навчання та задоволення. Управління забезпеченням таких логістичних новацій можна розглядати як менеджмент мрії.

Просуванню сприяє боротьба за увагу партнерів і споживачів. Завдяки брендам, персоналізованим діалоговим каналам комунікацій, довірі, що поступово перетворює бренд на імідж і репутацію, увага створює підґрунтя для формування вражень. Для того щоб заволодіти увагою споживачів і партнерів потрібно використовувати тенденцію до демасифікації, розподіляючи їх на професійні, соціальні, етнічні об'єднання, що мають спільні інтереси. Просуванню економіки вражень є притаманними персоналізація, діалог, демонстрація відповідальності. Інструментами просування можуть бути віртуальні простори із зануренням, бренд-дові пам'ятки, інтерактивні торговельні зали, корпоративні музеї, виставки, що підвищують та формують довіру партнерів і споживачів, зупиняють їхню увагу на певній продукції чи послугах, знімають психологічний дискомфорт як для партнерів і споживачів, так і виробників, а головне, що враження підкріплюють референтні групи експертів і знавців певної продукції та послуг. Крім того, самі споживачі й партнери сприяють формуванню і формують віртуальний контент із відгуками на підприємства та їхню продукцію, тобто генерують вебконтент.

Для успішності використання інструментів менеджменту вражень потрібно враховувати взаємозв'язок стратегії підприємства, його атрактивність, репутацію, бренди, комунікації, цінності споживачів і партнерів, запам'ятовуваність та змістовність вражень, залученість споживачів і партнерів у процеси надання послуг та виробництва продукції, когерентність усіх інструментів. В умовах економіки вражень споживачі й партнери стають носіями та кураторами вражень, уточнюючи їхній зміст і прагнучи до трансформації та інноваційності. Підприємства ж генерують цінності разом із споживачами та партнерами.

У сучасних воєнних умовах функціонування економіки України може здатися, що враження є недоречними й зайвими. Проте кожне підприємство, особливо в процесі спілкування із зарубіжними партнерами та споживачами, для активізації експортно-імпортової діяльності зацікавлено в зростанні доданої вартості, яку особливо активно формують у середовищі економіки вражень під час використання методів, інструментів і створення умов для застосування менеджменту вражень. У процесі воєнних дій підприємства є ще більш зацікавленими в зануренні партнерів та споживачів у спільні проєкти, виробництво очікуваної продукції. Крім того, слід враховувати, що враження можуть бути не тільки позитивними, а й негативними. Тому для нівелювання останніх також потрібно використовувати інструменти менеджменту вражень, моделі взаємовідносин, які використовують для досягнення бажаного результату. Як позитивні, так і негативні враження можуть мати раціональну й емоційну природу, що впливає на економічну поведінку менеджерів, власників, партнерів та споживачів, яка також буде мати позиціонування на континуумі «раціональне – емоційне», дослідження якого є складним і нагальним питанням.

Дослідженням раціональності в поведінці економічних суб'єктів присвячували свої праці вчені галузей економічних і поведінкових наук Г. Армстронг, Д. Канеман, А. Міллер, Г. Саймон, А. Сміт, В. Сміт, Р. Талер, дослідник у галузі менеджменту і соціології М. Вебер щодо обмеженої раціональності, раціональності в контексті психологічних наук А. Маслоу, В. Стенлі, В. Парето, Л. фон Мізес. О. Савченко, С. Хтей, О. Креденцер. Проте взаємозв'язок раціональності й емоційності, розподіл їхніх позицій остаточно не визначено.

У класичній економічній теорії її прихильники виділяли цілераціональну й ціннісно-раціональну поведінку економічних суб'єктів, що пе-

редбачає досягнення меркантильних цілей, зростання доходів і прибутку за будь-яких умов. Таку поведінку пояснено егоїстичними мотивами, що може сприяти формуванню абсолютно позитивних або абсолютно негативних вражень у чистому вигляді.

Економічний неокласицизм продовжує розглядати економічних суб'єктів як суто раціональних, що керуються егоїстичною поведінкою.

В інституціональній теорії почали враховувати соціальні й організаційні фактори, розглядаючи управлінські рішення як комплексне явище, не тільки раціональне, а й соціальне, виділяючи окремі аспекти економічних явищ як соціальних благ. Так, Людвіг фон Мізес як інституціоналіст вважає, що класичні економічні теорії занадто теоретизують поведінку економічних суб'єктів і не враховують реальних ситуацій економічних відносин [24]. Такі економічні суб'єкти завжди ухвалюють тільки раціональні рішення, не враховуючи інших факторів впливу, як-от соціальних, екологічних, психологічних, тобто реальних умов ухвалення управлінських рішень.

Певним відступом від класичної та неокласичної теорії є теорія обмеженої раціональності Герберта Саймона, що визнає існування ірраціональності, пояснює її існування й потребу у врахуванні інформаційною обмеженістю і фізіологічними та психологічними особливостями її перероблення економічними суб'єктами та часовими обмеженостями, що нівелює суто економічну раціональність в процесі ухвалення управлінських рішень, які стають усе складнішими [17].

Розвиток економічних досліджень поступово розширює коло прихильників урахування соціальних, психологічних та інших факторів у процесі менеджменту та поведінці економічних суб'єктів, акцентуючи увагу на емоціональній складовій поведінки. Найбільш популярною і науково доведеною, обґрунтованою та виправданою теорією стала теорія поведінкової економіки. Її прихильники вважають, що поведінка економічних суб'єктів загалом є раціональною, практично спрямованою, проте, відповідно до наявності вторинних потреб, поведінка та процес ухвалення управлінських рішень пов'язано з рівнем задоволення потреб. А раціональність, згідно з поведінковою економікою, мають сприймати як несуперечливість переваг у процесі ухвалення управлінських рішень. Розвиток досліджень раціональності й ірраціональності забезпечила теорія поведінкової економіки, яка приділяє увагу ірраціональності, тобто емоційній складовій, мотивам, почуттям, і є протилежністю раціональності.

У теорії поведінкової економіки уточнено поняття соціально-економічної поведінки, яке пов'язано із задоволенням потреб і реалізацією інтересів [3; 9].

На основі положень теорії поведінкової економіки та з використанням економічних, соціальних, психологічних методів дослідження можна уточнити межі раціональності й ірраціональності, тобто емоційності в поведінці економічних суб'єктів. Саме комплексний підхід дозволить уточнити межі полів на континуумі «раціональне – емоційне». Такий розподіл збагатить теорію і практику ухвалення рішень в умовах економіки вражень, новітніх умовах VUCA-world та BANI-world, які враховують набагато більше факторів, що впливають на вибір управлінських альтернатив і зумовлюють відмову від суто раціонального аналізу та знижують раціональність поведінки економічних суб'єктів. Тому економічні суб'єкти схиляються та використовують соціальні, тобто емоційні впливи у своїй поведінці. Як зазначають автори [27], «можна констатувати, що концепція "людини економічної" та раціональної поведінки економічних суб'єктів наразі остаточно поступається концепції "людини поведінкової", властивостями якої, із погляду поведінкової економіки, є "передбачувана раціональність". Це означає можливість передбачення поведінки економічних суб'єктів, навіть за її раціональності: "Моя економічна поведінка є ірраціональною, а для мене це – раціонально"» [26]. Це пояснює суб'єктивні особливості, що впливають на економічні рішення.

Науковий інтерес викликають сучасні дослідження раціональності О. Вартанової [26; 27], яка висуває твердження, що, усупереч традиційним економічним теоріям, економічна поведінка економічних агентів не завжди є раціональною, бо її метою є задоволення потреб. Тому дослідниця пропонує розглядати раціональність як співвідношення між засобами та цілями, ступенем адекватності одних – іншим. За результатами застосування кореляційних методів вона виявила та пропонує як найважливіші аспекти економічної поведінки такі: раціональність розподілу коштів; орієнтацію на думку інших; гнучкість у придбанні товарів; задоволення потреб за допомогою купівлі. Ці три виявлені різновиди економічної поведінки підтверджують неоднорідність природи раціональності й можливість їхнього нанесення на континуум «раціональне – емоційне».

Поступово дослідження взаємозв'язку раціональності й емоційності розширюють. Найбільший поштовх вони надали, завдяки такій гілці пове-

дінкової економіки, як теорія перспектив А. Тверські та Д. Канемана [36], що зумовлено її комплексністю та інноваційністю. Ці характеристики притаманні теорії перспектив, завдяки введенню поняття опорних точок для пояснення аномалій у теорії корисності та разом із фреймами для визначення різних альтернатив ухвалення рішень на основі відносних вигід, застережень і втрат. Автори пропонують економічну поведінку розглядати як сукупність соціально-комунікативних дій, спрямованих на раціональне використання ресурсів, із метою життєзабезпечення на основі відносин рівноцінного взаємообміну [19], як систему дій, учинків, реакцій економічних суб'єктів, що підпорядковуються їхнім світоглядним переконанням і виникають на триєдиній основі раціональності, прагматичної мотивації та настанов на рівноцінну взаємну соціально-економічну винагороду [22] як спосіб задоволення потреб, мотивів, інтересів, цінностей, залежно від якості бізнес-комунікацій та міжособистісних взаємозв'язків і взаємодій, особливостей прийняття рішень [27]. Виділені особливості зумовлюють урахування як раціональності, так і емоційності в поведінці економічних суб'єктів у процесі ухвалення рішень, що поєднує теорію перспектив із теорією економіки вражень.

Отже, можна зробити висновок про те, що поведінкова економіка є підґрунтям та інструментарієм економіки вражень, завдяки економічній поведінці суб'єктів економічних відносин формують враження, які знову ж таки впливають на економічну поведінку суб'єктів, тобто ці дві теорії у взаємозв'язку становлять цикл «дія – емоція – дія». Континуум «раціональність – емоційність» позиціонує економічних суб'єктів щодо характеристик їхніх дій, факторів впливу в процесі ухвалення управлінських рішень та емоцій, які виникають у процесі дій. Й оскільки емоції породжують наступні дії, їхня раціональна або емоційна характеристика впливає на зсув позицій економічних суб'єктів на континуумі, що зумовлює їхні наступні дії й дозволяє прогнозувати характеристики, тобто зазвичай поведінку економічних суб'єктів доцільно розглядати як симбіоз раціональних та емоційних когніцій у процесі ухвалення управлінських рішень щодо менеджерів і задоволення потреб споживачів. Супроводжують процес ухвалення управлінських рішень комунікації, інформаційна взаємодія за відповідними моделями між економічними суб'єктами, що будуть ураховувати поєднання раціональності й емоційності, зумовлені активними потребами, мотивами, стереотипами, евристичним досвідом, когніціями, прагненням здобути максимально можливу не тільки

економічну, а й соціальну корисність, що залежить від дій та емоцій представників соціуму, особливо найближчого оточення, умов VUCA-world і BANI-world, які створюють потребу у використанні емоційних моделей ухвалення рішень. Це пояснено сутністю VUCA-world як нестабільного, неоднозначного зовнішнього середовища, у якому важко робити довгострокові прогнози, поєднувати соціальні ролі й реалізовувати плани та досягати цілей [35]. У такому середовищі важливо мати емоційно-нальний інтелект, навички з комунікацій, демонструвати емпатію, володіти soft skills, постійно вчитися протягом усього життя й забувати непотрібне, бути відкритими до нової інформації та вміти сприймати проблему комплексно, мати властивість адаптуватися до нового середовища. Тобто емоційність відіграє в такому середовищі провідну роль для ефективного управління. Але поступово VUCA-world перетворюється на BANI-world – крихке, тривожне, нелінійне, незбагненне середовище, що не має постійної структури, тобто BANI-world є наступною сходинкою розвитку, як зауважив професор Каліфорнійського університету Дж. Касіо [33].

Проте, якщо за повного входження в BANI-world економічні суб'єкти не зможуть ухвалити відповідні стратегії та запровадити превентивні ургентні заходи, це негативно вплине на їхню життєдіяльність. Так, після широкомасштабного вторгнення агресора в лютому 2022 року на територію України, влада, населення, державні та приватні установи, підприємства здебільшого були змушеними перейти від функціонування у VUCA-world та адаптуватися до мінливого середовища BANI-world. Для певних кластерів країн це середовище може надати такий деструктив, як розірвання соціальних, економічних, політичних домовленостей, для окремої країни – настання соціально-економічної й політичної кризи, для підприємств – скорочення виробництва та поступове банкрутство. Для того щоб підприємства могли конструктивно функціонувати в хаотичному сучасному BANI-world середовищі, їм потрібно розробляти відповідні стратегії, упроваджувати ринкові інновації, інвестувати в співробітників і формувати команди, вміти здивовувати партнерів і споживачів, тобто зосереджувати свої зусилля на задоволенні активних потреб, здатних генерувати емоції та просувати підприємство по континууму «раціональне – емоційне» в бік емоційного. Щодо конкретних дій, то підприємства мають сприймати зміни як нові можливості, прагнути мати вигоду з невдач, відмовлятися від довготривалих стратегій і просуватися вперед поступово, виявляти гнучкість та не чекати ідеального моменту, тобто пере-

творювати негативні емоції на позитивні, ухвалювати інтуїтивні рішення в умовах обмеженості інформації, набувати нових, тобто динамічних, компетентностей.

У зовнішньому середовищі в сучасних умовах BANI-world для конструктивної життєдіяльності економічним суб'єктам, особливо в експортно-імпортній діяльності, потрібно дотримуватися принципів територіальної цілісності держав, поважання їхнього суверенітету мирного співіснування, вирішення конфліктних питань дипломатичними методами; дотримуватися принципів пріоритету гуманістичних цінностей, соціальної справедливості, екологічного збереження природних ресурсів та надбаних цінностей.

Отже, можна виділити особливості формування економічних відносин підприємств в умовах сьогодення. Вони полягають у такому.

Для зростання доходу та прибутку підприємства мають визначити нові моделі економіки, у яких вони зможуть досягти успіху. Як найбільш досяжна й поширена модель є економіка вражень, яка, спираючись на раціональні й емоційні задоволення, спроможна надати новий поштовх розвитку економічним відносинам.

Оскільки між раціональними й емоційними задоволеннями та враженнями є безпосередній складний взаємозв'язок, потрібно розглядати позиціонування економічних агентів на континуумі «раціональне – емоційне» як варіативне, нестійке, залежне від цілей, мотивів поведінки, стереотипів мислення власників і менеджерів підприємств, партнерів та споживачів. А континуум безпосередньо розподілити на відповідні зони, які поєднують раціональне й емоційне, залежно від можливостей і результатів господарювання економічних агентів і їхніх очікувань та активних потреб із використанням методів нечітких множин, які за алгоритмом здійснення близькі до людського мислення.

Така нестійкість, слабка прогнозованість, нелінійність поведінки економічних агентів є основою для бачення економічних відносин як таких, що сприймають як VUCA-world, що поступово перетворюється на BANI-world. Тобто економічне середовище з нестабільного, змінного, невизначеного, складного й неоднозначного VUCA-world переростає в крихке, тривожне, нелінійне, незбагненне середовище, що не має постійної структури BANI-world. У таких умовах, щоб забезпечити свою життєдіяльність, економічні суб'єкти прагнуть перетворювати негативні емоції на позитивні, ухвалювати інтуїтивні рішення в умовах обмеженості

інформації, набувати нових компетентностей, уміти здивовувати партнерів і споживачів, тобто зосереджувати свої зусилля на задоволенні активних потреб, здатних генерувати емоції та просувати підприємство по континууму «раціональне – емоційне» в бік емоційного. Для таких дій важливо формувати й підтримувати ефективну інформаційну взаємодію. Щоб взаємодія економічних суб'єктів була конструктивною, доцільно використовувати адекватні середовищу, як внутрішньому, так і зовнішньому, моделі взаємовідносин, відповідно до їхніх інтересів, цінностей, активних потреб, формуючи інформативні враження.

Активні комунікації спрямовано як від підприємства до партнерів і споживачів, так і навпаки, їхньою метою є отримання й передавання повідомлень для забезпечення успішності життєдіяльності економічних суб'єктів, тоді як суто інформаційні комунікації забезпечують поширення інформації. Відносини між ними складаються, залежно від поставлених цілей взаємодії, мотивів вияву активності, способів формування стереотипів, довіри, методів впливу. Водночас типи взаємовідносин визначають повнотою погодженості інтересів і дозволяють виділити такі потенційні моделі поведінки [18]:

- 1) погодженість інтересів і схвалення загальної мети;
- 2) частковий збіг інтересів за домінування одного із суб'єктів на підставі авторитету;
- 3) частковий збіг інтересів за домінування одного із суб'єктів на підставі доступу до економічних ресурсів;
- 4) паритетні відносини за наявності незалежності;
- 5) компромісні відносини на основі прагнення до здобуття максимальної вигоди;
- 6) непогодженість цілей, але вимушена потреба в підтриманні відносин на основі раціонального вибору.

Наведені моделі поведінки під час інформаційної взаємодії можуть бути розподіленими на переважно раціональні та переважно емоційні, проте в чистому вигляді їхній розподіл є дискусійним. Так, моделі 2, 3, 5, 6 доцільно визнати як переважно раціональні, а моделі 1 та 4 – переважно емоційними, хоча, залежно від розуміння обмеженої раціональності, першу сукупність моделей також можна вважати емоційними.

У процесі інформаційної взаємодії економічні суб'єкти виконують певні ролі, відповідно до наявних мотивів, які можна розглядати за: повнотою умов взаємодії як денотативні, якщо означено основні умови

взаємодії, та конотативні, якщо, крім основних умов взаємодії, кожен із партнерів має й свої додаткові вигоди; прозорістю інтересів як явні мотиви, відомі всім учасникам взаємодії, та латентні мотиви, якщо основні причини взаємного інтересу приховано, а відомо лише малозначущі аргументи на користь спільних дій [5].

Означені мотиви можуть бути як раціональними, тобто спонукати до задоволення переважно первинних потреб, так і емоційними, спрямованими на задоволення вторинних потреб.

Для успішності інформаційної взаємодії економічним суб'єктам потрібно прагнути до формування довіри на основі досягнення ідентичності в процесі ухвалення управлінських рішень, особливо у стратегічній перспективі, щодо розуміння сутності цілей, умов їхнього досягнення, сприйняття результатів інформаційної взаємодії, розуміння та поваги до культурних цінностей і норм поведінки. Наявність довіри мають сприймати як умову успішності інформаційної взаємодії. У разі її відсутності можуть формуватися латентні мотиви, що будуть сприяти виникненню конфліктних ситуацій. Для процесу стратегування така ситуація є неприйнятною і може бути лише в короткостроковій перспективі, коли тільки одна сторона, що бере участь в інформаційній взаємодії, здобуває раціональну або емоційну вигоду завдяки іншій. Для того щоб інформаційна взаємодія була успішною, слід мати можливість прогнозувати поведінку економічних суб'єктів, тобто розуміти, яким стереотипам вона буде відповідати. Тому варто розглянути зміст стереотипів, відповідно до теорії стигмації, розробленої Г. С. Беккером і яка набула подальшого розвитку в роботах Ервіна Гоффмана, що досліджено і подано в роботі [18]. За теорією стигмації стереотип є результатом об'єднання сприйняття й поведінки в конкретних повторюваних ситуаціях, тобто в стереотипах об'єднано як раціональні, так і емоційні враження, що усвідомлюють, типізують і сприймають носії стереотипу як типову поведінку.

Для того щоб сформувані позитивні стереотипи поведінки щодо стратегування, мотиви й моделі поведінки доцільно об'єднати в кластери. Один кластер буде містити мотиви, що сприяють формуванню стереотипів, до яких доцільно зарахувати денотативні та явні мотиви; другий кластер, що не буде сприяти формуванню стереотипів і об'єднує конотативні та латентні мотиви. До цих кластерів доцільно додати такі моделі поведінки: до першого – моделі 2, 3, 5, 6, а до другого – 1 та 4 моделі. Ураховуючи мотиви й моделі першого кластера можна розробити

управлінські заходи, які будуть сприяти усуненню негативних наслідків використання стереотипів поведінки та нівелюванню негативних емоцій, що буде сприяти позитивності інформаційної взаємодії. Мотиви й моделі другого кластера є слабоформалізованими, проте заходи щодо їхньої стереотипізації також можуть бути розробленими, але вони будуть мати більш імовірнісний характер.

Моделі інформаційної взаємодії в процесі стратегічного управління досліджували багато вчених. Найбільш повними, обґрунтованими й поширеними з них є моделі, запропоновані в публікаціях [6; 7; 12; 13]. У роботах [5 – 7; 12] моделі розглянуто в контексті інвестування, у публікації [13] – щодо збутової діяльності. Проте в жодній із публікацій їх не розглядали щодо стратегування з урахуванням симбіозу сучасних особливостей економічних відносин VUCA-world і BANI-world, економіки вражень та поведінкової економіки. Розглядаючи моделі інформаційної взаємодії як зовнішні щодо окремих соціально-економічних суб'єктів, як запропоновано в роботі [12], можливо їх ідентифікувати як такі:

дисонансу, що відповідає раціональному компромісу й досвіду, їх можна зарахувати до моделей раціональних вражень;

ритуалізму, що за сутністю є близькою як до раціональних, так і до емоційних вражень, оскільки підґрунтям таких моделей є стереотипізація;

конформізму, що ґрунтується на довірі та раціональному компромісі, тобто така модель здатна формувати як емоційні, так і раціональні враження;

інновацій, основою якої є впевненість та посередницький професіоналізм, що забезпечують формування переважно емоційних вражень, особливо щодо ринкових інновацій.

Отже, як класифікаційні ознаки моделей взаємодії економічних суб'єктів у процесі стратегічного управління діяльністю підприємств доцільно використати ті, що ґрунтуються на викладених стереотипах і відповідають особливостям економіки вражень, тому запропонованими класифікаційними ознаками та моделями за ними є такі:

можливість формування вражень, за якою моделі доцільно розподілити на такі, що здатні формувати раціональні, раціональні й емоційні, емоційні та раціональні, емоційні враження, основою яких є стереотипізація;

якість вражень, оскільки враження можуть бути розподіленими не тільки за сутністю, а й за якістю; моделі доцільно згрупувати як такі, що здатні формувати позитивні та негативні враження. Такі моделі більшою мірою відповідають особливостям VUCA-world і BANI-world;

строк отримання вражень (задоволень) від інформаційної взаємодії: модель короткострокового дістання вражень від інформаційної взаємодії, модель довгострокового дістання вражень від інформаційної взаємодії.

Окрім запропонованих ознак, в умовах економіки вражень практичне значення мають також традиційні класифікаційні ознаки та моделі, які доцільно уточнити щодо формулювання, сутності та змісту [6; 7; 13]. До таких уточнених класифікаційних ознак та особливостей вияву моделей в умовах економіки вражень належать такі:

вплив посередників на процес інформаційної взаємодії: модель безпосереднього дістання вражень від самостійного ухвалення управлінських рішень; модель дістання вражень, завдяки впливу професіоналів-посередників у процесі ухвалення рішень про перебіг процесу стратегічного управління;

наявність динамічних компетентностей щодо процесу стратегування: модель наявності динамічних компетентностей щодо стратегування; модель використання динамічних компетентностей і досвіду в процесі стратегування;

строк формування стратегій, тобто стратегічного планування: модель оперативного, термінового інформаційного взаємозв'язку, модель довгострокового постійного інформаційного взаємозв'язку;

організація дістання вражень: моделі лобістська, форвардна, фарватерна, трансформаційна, корумпована.

Завдяки використанню організації *лобістської моделі* враження формують у разі досягнення інтересів суспільства або підприємства чи групи підприємств, якщо стратегічне управління буде спрямовано на досягнення цих інтересів, відповідно до стратегії. Суспільна лобістська модель передбачає задоволення інтересів суспільства, територіальної громади, що полягають в економічних, фінансових, екологічних, соціальних враженнях, які можна розподілити на раціональні й емоційні. Насамперед зиск від цієї моделі буде мати суспільство загалом.

Якщо зиск буде мати переважно підприємство або групи підприємств, тоді така модель буде *підприємницькою*.

Форвардна модель передбачає в процесі стратегічного управління займання підприємством, що її використовує, лідерських позицій на ринку або в галузі.

Фарватерну (нішеву) модель буде вибирати підприємство, яке очікує мати прибутки від підписання в процесі реалізації стратегічних рішень вигідних контрактів від високорентабельних партнерів.

Трансформаційна модель передбачає здійснення якісних комплексних перетворень і може бути корисною в разі ухвалення стратегічних рішень, що будуть забезпечувати розвиток як конструктивний, так і деструктивний, тобто розвиток або виживання на основі здійснення якісних стратегічних перетворень, випуску нової продукції, виходу на нові ринки.

Корумповану модель асоціюють із порушенням морально-етичних принципів ведення бізнесу та здійснення стратегічного управління.

Щодо організаційно-правових форм економічних суб'єктів, лобістська модель є характерною для великих підприємств або підприємницьких структур, які здійснюють соціально або екологічно важливу чи пріоритетну для розвитку галузі або території діяльність і потребують лобювання своїх інтересів та врахування їх у контрактах, що укладають.

Форвардна є притаманною високоефективним підприємствам, які є або прагнуть зайняти позиції лідерів і здобути додаткові переваги.

Фарватерна – відповідає підприємствам, які є недостатньо ефективними й очікують на укладання вигідних контрактів від високорентабельних структур.

Трансформаційна є характерною для підприємств, що є в процесі стратегічних перетворень для того, щоб вийти зі скрутного економічного становища, тому їхню діяльність спрямовано на виживання або розвиток.

Корумпована – може бути властивою підприємствам будь-якого типу й пов'язаною з порушенням моральних канонів ведення бізнесу, що є негативною стороною вияву культури контрактів [6]. Із цими твердженнями можна погодитися, їх виявляють в економіці вражень і спрямовано на дістання задоволень від вражень, завдяки різній організації інформаційної взаємодії в процесі стратегічного управління.

Розглянуті моделі інформаційної взаємодії в процесі здійснення підприємствами стратегічного управління в умовах економіки вражень гуртують на формуванні довіри. Спираючись на пропозиції Джона Коулмена, викладеними вченими в роботі [5], основними стратегіями формування довіри можуть бути такі звернення до більшості як доказ правоти

обіцянок та дістання бажаних емоцій; обіцянка здобуття суттєвих раціональних переваг, завдяки унікальності предмета та результатів інформаційної взаємодії; погодження та прийняття ризику в разі домовленості про інновації як предмет інформаційної взаємодії. Запропоновані Джоном Коулменом стратегії передбачають чітке дотримання умов інформаційної взаємодії. Проте для дістання бажаного задоволення в умовах економіки вражень слід використовувати стратегії формування й досягнення довіри, які зумовлено VUCA-world і BANI-world та залежать від потреби в зміні дії факторів внутрішнього й зовнішнього середовища, а саме: стратегію надання додаткових послуг, пов'язаних зі зміною умов інформаційної взаємодії та виникненням потреби у врахуванні додаткових факторів впливу; стратегію інтерактивного залучення організацій і підприємств для врахування та використання впливу додаткових факторів зміни внутрішнього й зовнішнього середовища; стратегію зростання інформаційної прозорості підприємств-учасників інформаційної взаємодії під час виконання спільних стратегічно значущих дій; попереднє попередження партнера інформаційної взаємодії про потребу в зміні умов контракту.

Довіру в інформаційній взаємодії для досягнення успіху в стратегічному управлінні доцільно будувати з використанням двох умов: визнання рівності професіоналізму або визнання авторитету, репутації більш кваліфікованого партнера. Авторитет і репутація становить здатність впливати на цінності й емоції інших, це одна з основних умов інформаційної взаємодії підприємств у процесі стратегування, яку доцільно формувати з використанням таких принципів впливу за Робертом Чалдіні: послідовності, прихильності, авторитету, соціального доказу, дефіциту [14]. Комбінування принципів забезпечить суттєвий успіх у формуванні репутації підприємств, що вступають в інформаційну взаємодію, оскільки репутація є більш усталеною характеристикою і відрізняється від іміджу саме наявністю довіри. У процесі стратегічного управління, коли позиціонування підприємств є суттєво стійким, прагнення забезпечення успіху інформаційної взаємодії доцільно ґрунтувати не тільки на забезпеченні ефективності діяльності підприємств як раціональної основи їхнього розвитку, скільки на використанні соціально-психологічних інновацій, особливо в умовах економіки вражень, що забезпечить підприємствам здобуття додаткового прибутку.

Оскільки головною метою інформаційної взаємодії підприємства із суб'єктами зовнішнього середовища в процесі стратегічного управління є формування довіри для активізації життєдіяльності, інформаційну взаємодію доцільно поставити у відповідність до основних запропонованих моделей, а стрижнем інформаційної взаємодії має стати інформація про можливості підприємств та результати їхнього господарювання, що уособлено в атрактивності, їхній репутації та бренді, здатних формувати як раціональні, так і емоційні враження та задоволення.

Оскільки менеджери, власники підприємств ухвалюють управлінські рішення на основі моделей поведінки [16], дієвими можуть бути такі стратегії [28]:

Стратегія відходу в тінь, що є доцільною для формального лідера. Така стратегія передбачає, що формальний лідер дає згоду на вияв лідерських якостей кожному. Водночас він бере участь в обговоренні всіх заходів щодо стратегічного управління, ведення переговорів. Передавання лідерства дозволяє йому підтримати репутацію лідера, ліберала, який не заважає іншим підприємствам демонструвати та використовувати свої переваги.

Стратегія зміни ролей, що відповідає трикутнику «дорослий, батько і дитина», коли менеджери підприємства можуть призначити відповідальним за результати інформаційної взаємодії виконавця, який найбільше психологічно та професійно відповідає домінуванню в ролі «дорослого, батька, дитини».

Стратегія побудови нового стереотипу передбачає поведінку на основі незвичайного стимулу, мотиву як складного психологічного явища, що спонукає до свідомих дій і вчинків, є для них підставою. Виконавці інформаційної взаємодії мають вирішити питання орієнтованості на досягнення стратегічних цілей, власних цілей, цілей взаємодії. Стратегія побудови «нового стереотипу» є достатньо практично значущою в умовах економіки вражень та може гуртуватися на таких моделях поведінки:

«Зміна узагальненого соціального статусу», що передбачає підвищення відповідальності в процесі підготовки стратегічних рішень.

«Дотримання передового досвіду» полягає в надбанні позитивних компетентностей і результатів участі в переговорах.

Стратегія пропозиції неможливого передбачає використання інноваційної, неординарної пропозиції, яка може бути суперечливою з позиції реального досягнення чи наявності ресурсів або компетентностей.

Стратегія тренінгу інформаційної взаємодії для набуття передового досвіду в процесі господарювання.

Стратегія розвитку поведінки, що передбачає використання власного досвіду, досвіду групи, конкурентів і партнерів.

Розроблення й реалізація стратегій організаційної поведінки дає можливість не тільки зробити висновки з набутого професійного досвіду, передбачати та прогнозувати успіхи або невдачі заздалегідь, але й розвиває активність усіх суб'єктів інформаційної взаємодії, що буде формувати довіру як до результатів стратегічного управління, так і до успішності застосування моделей її здійснення, що підтверджують дослідження науковців [4; 15; 16; 23].

Проаналізовані, узагальнені й запропоновані моделі та стратегії інформаційної взаємодії доцільно доповнити стратегіями ділових переговорів, що конкретизують стратегії інформаційної взаємодії й можуть бути успішно використаними в процесі стратегічного управління на тактичному проміжку часу [28]. Як основні класифікаційні ознаки стратегій доцільно виділити їхню ефективність та практичну значущість. На основі аналітичного огляду було проаналізовано різні стратегії ведення ділових переговорів і визначено ті, які є найбільш ефективними та мають найвищу практичну значущість в умовах економіки вражень. Передусім, це стратегія дзеркального відображення, яка полягає в повторенні деяких слів, сказаних співрозмовником, у запитальному тоні. Це тонкий прийом, який заохочує іншу сторону надати додаткову інформацію й мати чітке уявлення про її проблеми та вимоги. Наприклад, повторення ключових термінів, які потребують роз'яснення й осмислення, може допомогти здобути від бізнес-партнера потрібну інформацію. Крім того, стратегія віддзеркалення дає можливість підтримувати розмову та допомагає швидше ухвалювати рішення в переговорах. Це спонукає прислухатися до співрозмовника й опрацювати здобуту від нього інформацію безпосередньо на місці, формуючи відповідні емоції.

Учасники переговорів мають визначати стратегії переговорів, які можуть допомогти обом сторонам дістати більше того, що вони хочуть. Уважно слухаючи один одного, спільно досліджуючи варіанти підвищення цінності, учасники переговорів можуть визначити способи досягти консенсусу так, щоб знизити потребу покладатися на тактику жорстких переговорів і непотрібні поступки. Варто виокремлювати такі правила ділових переговорів, як відокремлення людей від проблеми; зосередження на інтересах, а не на позиціях; створення різноманітних варіантів

перед тим, як досягти угоди, і наполягання на тому, щоб угода ґрунтувалася на об'єктивній основі [28]. Особливості першого використання дозволяє сторонам розв'язувати проблеми, не псуючи їхні відносини. По-перше, це допомагає їм дістати чіткіше уявлення про суттєву проблему. До ключових проблем, які виникають у процесі ділових переговорів, належать відмінності у сприйнятті між сторонами, емоції та спілкування. По-друге, удачі угоди зосереджено на інтересах сторін, а не на їхній позиції. Визначення проблеми в термінах позицій означає, що хоча б одна сторона програє суперечку. Якщо проблему визначено з погляду основних інтересів сторін, часто можна знайти рішення, яке задовольняє інтереси обох сторін. По-третє, потрібно продумати кілька можливих варіантів перебігу ділових переговорів, щоб мати альтернативи. По-четверте, якщо інтереси є прямо протилежними, сторони мають використовувати об'єктивні критерії для вирішення своїх розбіжностей. Дозволити таким розбіжностям спровокувати боротьбу є неефективним і навряд чи приведе до укладання конструктивних угод. Рішення, засновані на розумних стандартах, полегшують сторонам досягнення згоди, збереження ділових відносин і формування позитивних емоцій.

Ефективність ділових переговорів залежить від типу запитань і мови, яку використовує бізнес-партнер. Стратегія підготовки передбачає ретельне вивчення специфіки бізнесу іншої сторони, перегляд вебсайту, пресрелізів, статей, написаних про компанію тощо; ознайомлення з досвідом бізнес-партнера, із яким будуть відбуватися ділові переговори, на основі перегляду його біографії на сайті компанії, профілю в лінкедіні або інформації в інтернеті; аналіз подібних угод, які було укладено іншою стороною та їхніх умов; вивчення пропозицій і цін, запропонованих бізнес-партнером, із яким планують переговори [28].

Достатньо ефективною стратегією є стратегія реалізації можливості спільно розв'язати проблему [16]. Що стосується цієї стратегії, потрібно належним чином пояснити діловим партнерам цілі та завдання. Однак важливо уважно вислухати іншу сторону і зрозуміти її позицію та ключові проблеми, перш ніж формулювати відповідь. У цьому контексті ефективна стратегія ведення переговорів є результатом розуміння переговорного процесу та визначення переговорної стратегії бізнес-партнера.

Стратегії дистрибутивних переговорів містять стратегію підготовки найкращої альтернативної угоди, яку буде досягнуто в результаті майбутніх переговорів [4]. Чітке визначення цієї стратегії на ранній стадії

та дотримання її під час переговорів вплине на кінцевий результат і буде сприяти формуванню позитивних вражень від переговорів. Бізнес-партнери використовують цю стратегію, щоб знати, що робити, якщо не вдасться досягти згоди. Усвідомлення цього факту допоможе побудувати довіру протягом усього переговорного процесу. Також під час переговорного процесу важливо визначити найкращу альтернативу угоді, яку бізнес-партнер розробив у процесі підготовки. Учасники переговорів мають зібрати якомога більше інформації про альтернативи іншої сторони.

Дієвою і практично спрямованою є стратегія встановлення високої планки – мети, яку бізнес-партнер прагне досягти в результаті проведених переговорів. Чим вищою є ця мета, тим вищою ймовірність успішної угоди. Чіткість і розуміння мети допоможе послідовно відстоювати власну позицію і, зрештою, дістати згоду партнера. Сутність такої стратегії полягає в тому, щоб першими ставити свої умови, які вплинуть на перебіг переговорів, а отже, і на їхній результат [23]. Зазвичай, перевагу в ділових переговорах має той, хто першим запропонував свої умови.

Подані стратегії ведення переговорів як тактичні інструменти процесу стратегування будуть сприяти дістанню позитивних вражень від інформаційної взаємодії та розвитку економічних відносин в умовах поширення економіки вражень.

Отже, можна зробити такі висновки. Однією з новітніх моделей інноваційного розвитку економічних відносин є модель економіки вражень, що має суттєві здобутки поширення й генерування обсягів монетарного виміру. Позиціонування підприємств в умовах економіки вражень доцільно розглядати на континуумі «раціональне – емоційне». Оточення підприємств поступово змінює свої характеристики. Нестійкість, слабка прогнозованість, нелінійність поведінки економічних агентів є основою для сприйняття економічних відносин як VUCA-world, що поступово перетворюється на BANI-world. Тобто економічне середовище з нестабільного, змінного, невизначеного, складного й неоднозначного VUCA-world переростає в крихке, тривожне, нелінійне, незбагненне середовище, що не має постійної структури BANI-world. У таких умовах, щоб забезпечити свою життєдіяльність, економічні суб'єкти прагнуть перетворювати негативні емоції на позитивні, ухвалювати інтуїтивні рішення в умовах обмеженості інформації, набувати нових компетентностей,

уміти здивовувати партнерів і споживачів, тобто зосереджувати свої зусилля на задоволенні активних потреб, здатних генерувати емоції та просувати підприємство по континууму «раціональне – емоційне» в бік емоційного. Для таких дій важливо формувати й підтримувати ефективну інформаційну взаємодію. Щоб взаємодія економічних суб'єктів була конструктивною, доцільно використовувати адекватні середовищу, як внутрішньому, так і зовнішньому, моделі взаємовідносин, відповідно до їхніх інтересів, цінностей, активних потреб, формуючи інформативні враження.

Як основні моделі інформаційних взаємовідносин щодо стратегування в умовах економіки вражень запропоновано використовувати такі, що відповідають особливостям економіки вражень за такими новими класифікаційними ознаками: можливістю формування вражень, за якою моделі доцільно розподілити на такі, що здатні формувати раціональні, раціональні й емоційні, емоційні та раціональні, емоційні враження, основною яких є стереотипізація; якістю вражень, оскільки враження можуть бути розподіленими не тільки за сутністю, а й за якістю, моделі доцільно згрупувати як такі, що здатні формувати позитивні та негативні враження. Такі моделі більшою мірою відповідають особливостям VUCA-world і BANI-world; строк дістання вражень (задоволень) від інформаційної взаємодії: модель короткострокового дістання вражень від інформаційної взаємодії; модель довгострокового дістання вражень від інформаційної взаємодії. Щодо уточнених класифікаційних ознак та особливостей вияву моделей в умовах економіки вражень запропоновано такі: вплив посередників на процес інформаційної взаємодії: модель безпосереднього дістання вражень від самостійного ухвалення управлінських рішень; модель дістання вражень, завдяки впливу професіоналів-посередників у процесі ухвалення рішень про перебіг процесу стратегічного управління; наявність динамічних компетентностей щодо процесу стратегування: модель наявності динамічних компетентностей щодо стратегування; модель використання динамічних компетентностей і досвіду у процесі стратегування; строк формування стратегій, тобто стратегічного планування: модель оперативного, термінового інформаційного взаємозв'язку; модель довгострокового постійного інформаційного взаємозв'язку; організація дістання вражень: моделі лобістська, форвардна, фарватерна, трансформаційна, корумпована. Визначено відповідність останніх організаційно-правовим формам підприємств.

Запропонованим моделям поставлено у відповідність стратегії інформаційної взаємодії та стратегії ведення ділових переговорів, що будуть сприяти формуванню позитивних вражень від взаємовідносин та зростанню доданої вартості результатів господарювання.

Використана література

1. Балдинюк А. Г. Менеджмент вражень як стратегічний напрямок розвитку організації та її бренду / А. Г. Балдинюк // Науковий вісник Херсонського державного університету. – 2014. – Вип. 6, ч. 2. – С. 88–90. – Серія «Економічні науки».

2. Білецька І. І. Емоційний маркетинг як сучасна концепція бренд-менеджменту / І. І. Білецька // Маркетинг: теорія і практика. – 2013. – № 19. – С. 12–16.

3. Вайзе П. Homo economicus и homo sociologicus: монстри соціальних наук / П. Вайзе // THESIS. – 1993. – № 3. – С. 115–130.

4. Гамерська І. С. Елементи ділових переговорів у комунікаціях бізнес-структур / І. С. Гамерська, Т. А. Смирнова // Проблеми обліково-аналітичного забезпечення управління підприємницькою діяльністю : мат-ли III Міжнар. наук.-практ. конф. / МОН України, Полт. держ. аграр. акад. (м. Полтава, 21 квітня 2021 року). – Полтава, 2021. – С. 761–765.

5. Економічні та соціальні аспекти управління інвестиційною діяльністю / В. С. Пономаренко, В. М. Гриньова, Н. М. Лисиця, О. М. Ястремська. – Харків : ХДЕУ, 2003. – 180 с.

6. Заславська К. А. Організаційно-економічний механізм управління інвестиційною діяльністю на регіональному рівні / К. А. Заславська. – Харків : Шуст І. А., 2002. – 108 с.

7. Куліков П. М. Особливості взаємодії підприємства із зовнішнім середовищем в процесі інвестування / П. М. Куліков, Т. Є. Сігаєва // Конкурентоспроможність та інноваційний розвиток України: проблеми науки та практики : тези доповідей Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 26 – 27 листопада 2009 року) / МОН України, Наук.-досл. центр індустр. проблем розвитку НАН України, Харк. нац. екон. ун-т. – Харків : ФОП Лібуркіна Л. М. ; ВД «ІНЖЕК», 2009. – С. 190–193.

8. Пайн II Б. Дж. Економіка вражень: битва за час, увагу та гроші клієнта / Б. Дж. Пайн II, Дж. Гілмор. – Харків : Vivat, 2021. – 416 с.

9. Петінова О. Б. Економічна поведінка: до питання експлікації поняття / О. Б. Петінова // Науково-теоретичний альманах «Грані». – 2018. – Т. 21, № 2. – С. 60–65.
10. Петриченко П. Управління емоціями та враженнями клієнтів / П. Петриченко // Вісник соціально-економічних досліджень. – 2014. – Вип. 2 (53). – С. 232–237.
11. Чубукова О. Ю. Економіка вражень: передумови зародження, головні ідеї, економічна сутність / О. Ю. Чубукова, А. В. Яренко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2016. – № 6 (105). – С. 92–98. – Серія «Економічні науки».
12. Ястремська О. М. Інвестиційна діяльність промислових підприємств: методологічні та методичні засади : монографія / О. М. Ястремська. – 2-ге вид. – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2004. – 488 с.
13. Ястремська О. М. Формування відносин підприємства із суб'єктами зовнішнього середовища : монографія / О. М. Ястремська, В. О. Письмак, О. О. Ястремська. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 240 с.
14. Cialdini R. Pre-Suasion: A Revolutionary Way to Influence and Persuade / R. Cialdini. – New York : New York Times ; Random House Business, 2017. – 432 p.
15. Fells R. Effective negotiation: From research to results / R. Fells, N. Sheer. – Cambridge : Cambridge University Press, 2019. – 430 p.
16. Fisher R. Getting to Yes. Negotiating Agreement Without Giving / R. Fisher, W. Ury, B. Patton. – London : Penguin Books, 2011. – 240 p.
17. Herbert A. S. A Theory of Emotional Behavior / A. S. Herbert // Carnegie Mellon University Complex Information Processing (CIP) Working Paper. – 1963. – No. 55. – June 1. – P. 1–29.
18. Lenk H. Typen und Systematik der Rationalität / H. Lenk // Zur Kritik der wissenschaftlichen Rationalität / Hrsg. E. Agazzi, H. Link. – München : Alber, 1986. – S. 20–21.
19. López A. Science Rationality and Inference: An Insight from Cognitive Psychology / A. López, O. Alfredo // Interdisciplinaria. – 2004. – Issue 99. – P. 129–142.
20. Pine II B. J. The Experience Economy, With a New Preface by the Authors: Competing for Customer Time, Attention, and Money / B. J. Pine II, J. H. Gilmore. – Rev. ed. – Boston : Harvard Business Review Press, 2020. – 368 p.

21. Pine II B. J. The Experience Economy: Work Is Theater & Every Business a Stage / B. J. Pine II, J. H. Gilmore. – Cambridge, MA : Harvard Business School Press, 1999. – 254 p.

22. Savchenko O. Consciousness and reflection in the basis of psychological theorizing / O. Savchenko // Psychology & society. – 2018. – No. 3–4. – P. 67–89.

23. The power of phantom alternatives in negotiation : How what could be haunts what is / R. L. Pinkley, D. E. Conlon, J. E. Sawyer et al. // Organizational Behavior and Human Decision Processes. – 2019. – No. 151. – P. 34–48.

24. Von Mises L. The Ultimate Foundation of Economic Science : An Essay on Method / L. Von Mises. – Princeton, N. J. : Van Nostrand, 1962. – 148 p.

25. Болотна О. В. Емоційний маркетинг як технологія управління поведінкою споживачів [Електронний ресурс] / О. В. Болотна // Ефективна економіка. – 2013. – № 8. – Режим доступу : <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=2257>.

26. Вартанова О. В. Діагностика раціональності в економічній поведінці майбутніх менеджерів [Електронний ресурс] / О. В. Вартанова // Економіка і суспільство. – 2021. – № 34. – Режим доступу : <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/965/923>.

27. Вартанова О. В. Ревіталізація концепції економічної поведінки та ірраціональності її суб'єктів у прийнятті рішень / О. В. Вартанова, О. В. Ровнягін // Таврійський науковий вісник. – 2022. – Вип. 13. – С. 9–15. – Серія «Економіка» ; [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2022.13.1>.

28. Лисиця Н. М. Стратегії ведення ділових переговорів в українському бізнес-середовищі / Н. М. Лисиця, О. О. Ястремська, О. Г. Вдовіченко // Актуальні питання у сучасній науці. – 2023. – № 9 (15). – С. 74–82. – Серія «Економіка» ; [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-9\(15\)-74-82](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-9(15)-74-82).

29. Острікова Т. Шість моделей розвитку економіки після пандемії коронавірусу та потенціал їх розвитку [Електронний ресурс] / Т. Острікова // Економічна правда. – 2020. – 26.08.2020. – Режим доступу : <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/08/26/664360/>.

30. Шеремета Р. Поведінкова економіка. Публічна лекція [Електронний ресурс] / Р. Шеремета. – Режим доступу : https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=lyRhxDUFUwFQ&ab_channel=RomanSheremeta.

31. After VUCA, the transformation to a BANI world [Electronic resource]. – Access mode : <https://ideasen.llorenteycuenca.com/2021/03/16/aftervuca-the-transformation-to-a-bani-world/>.

32. BANI: A new framework to make sense of a chaotic world [Electronic resource]. – Access mode : <https://thinkinsights.net/leadership/bani/>.

33. Cascio J. Facing the Age of Chaos [Electronic resource] / J. Cascio. – Access mode : <https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaosb00687b1f51d>.

34. Experiential 101: What is Experiential Marketing? [Electronic resource] // By attack marketing. – 2013. – No. 9. – Access mode : <http://www.creativeguerrillamarketing.com/guerrilla-marketing/experiential-101-experientialmarketing/>.

35. Horney N. Leadership Agility in a VUCA World: Update – 2015 [Electronic resource] / N. Horney. – Access mode : <http://leadership-agility.net/wp-content/uploads/2015/01/Leadership-Agility-in-a-VUCAWorld-1-12-15.pdf>.

36. Kahneman D. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk [Electronic resource] / D. Kahneman, A. Tversky // *Econometrica*. – 1979. – Vol. 47, No. 2. – P. 263–291. – Access mode : <https://doi.org/10.2307/1914185>.

37. Kotler F. Marketing from A to Z. 80 concepts that every manager should know / F. Kotler. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2019. – 242 p. ; [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.mrezamira.net/wp-content/uploads/Marketing-Insights-from-A-to-Z.pdf>.

38. Schmitt B. H. There's No Business That's Not Show Business: Marketing in an Experience Culture / B. H. Schmitt, D. L. Rogers, K. Vrotsos. – New York : Ft Pr, 2003. – 320 p. ; [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.e-reading.club/book.php?book=70398>.

39. Schumacher A. Diving Into Experiential Marketing [Electronic resource] / A. Schumacher // *Ad Club News*. – 2015. – No. 10. – Access mode : <http://aaffoxriver.org/diving-into-experiential-marketing/>.

Розділ 8

Аналітично-інформаційне забезпечення моделювання збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства в умовах воєнного та повоєнного стану

У сучасних складних і мінливих економічних умовах підприємства потребують нових методів управління. Потреба у вдосконаленні системи оцінювання діяльності підприємства, спричинена підвищенням динамічності зовнішніх факторів в умовах воєнного стану й посиленням їхнього впливу на внутрішнє середовище підприємства. Має бути така технологія оцінювання, яка здатна збалансовано, комплексно й адекватно відображати траєкторію руху досягнення цілей своїх стратегій функціонування і розвитку, достовірно діагностувати зрушення та зміни, що відбуваються на підприємстві. Цю систему оцінювання подано збалансованою системою оцінювання, яка містить важелі управління діяльністю підприємством. Підприємство слід розглядати як сектор економіки та цілісну окрему економічну систему, яка складається із взаємозалежних і взаємопов'язаних елементів.

У діяльності промислового підприємства виробнича діяльність є основною, оскільки в ній виробляють продукцію, яку потім реалізують на внутрішніх та зовнішніх ринках. Саме від ефективності внутрішніх виробничих процесів залежить здійснення місії, цілей, стратегій, створення цінностей на промисловому підприємстві. До виробничої діяльності належать управління запасами, планування ремонту й заміни обладнання, проєктування та впровадження найбільш продуктивних і ресурсощадних технологій, регулювання якості й кількості продукції, що виробляють, календарне планування процесу виробництва та ін. Саме виробничу підсистему в діяльності промислового підприємства забезпечують інші підсистеми: фінансова, маркетингова, кадрова та інноваційно-інвестиційна. Метою фінансової діяльності є забезпечення кругообігу фінансових ресурсів підприємства для його нормальної життєдіяльності, здійснення всіх фінансових операцій та отримання прибутку для зростання загальної вартості підприємства. Фінансовою діяльністю підприємства передбачено виплати грошових коштів, управління фінансовими відносинами з іншими суб'єктами господарської діяльності, продаж

продукції. На промислових підприємствах маркетингова діяльність складається із двох основних напрямів: аналізу зовнішнього середовища та аналізу життєвого циклу товару. В аспекті цих напрямів здійснюють вивчення споживача й мотивації його ринкової поведінки; аналіз ринку підприємства, каналів збуту, обсягів продажів; дослідження діяльності в галузі реклами, дослідження конкурентів; вивчення продукції, що виробляють; вивчення найефективніших методів просування товарів на ринок, аналіз можливостей ринку, розроблення маркетингових стратегій, формування програми випуску продукції, координацію цієї діяльності й контроль за нею. Проте основною метою маркетингової діяльності підприємства залишається відображення та посилення тенденції вдосконалення виробництва товарів і послуг для підвищення ефективності всієї господарської діяльності промислового підприємства.

На підприємстві всі види його діяльності залежать від рівня якості людських ресурсів і їхнього управління, що є предметом та об'єктом кадрової діяльності. Цю діяльність спрямовано на розроблення й коригування стратегії формування та використання трудового потенціалу, відповідно до змін господарювання; набір і формування потрібних служб персоналу, підготовку їх до відповідної діяльності, їхню оцінку, мотивацію збереження належного режиму трудової діяльності та високого рівня продуктивності праці на підприємстві, моніторинг безпеки праці, забезпечення соціальної захищеності персоналу підприємства, контактні відносини між керівництвом і представниками трудових колективів. Фахівці з проблем управління персоналом стверджують, що ефективність господарювання на підприємстві повністю залежить від якості чинної системи управління персоналом.

Розвиток промислового підприємства цілковито залежить від стану його інноваційної діяльності, спрямованої на використання результатів наукових досліджень і дослідно-конструкторських розробок для отримання прибутку на основі розширення й оновлення номенклатури продукції, яку виробляють на підприємстві, підвищення її якості, удосконалення технології й організації її виробництва. Інвестиційну діяльність спрямовано на обґрунтування та реалізацію найбільш ефективних форм укладення капіталу для підтримання і розвитку виробничої діяльності підприємства, його економічного потенціалу. Отже, інвестиційно-інноваційна діяльність забезпечує ефективність життєдіяльності підприємства в довгостроковій

перспективі та високі темпи її розвитку та підвищення конкурентоспроможності на зовнішніх і внутрішніх ринках.

Моделювання як процес пізнання економічної системи передбачає реалізацію послідовності етапів, під час здійснення яких потрібно дотримуватися відомих методологічних принципів, а саме адекватності, динамізму, заміщення й евристичності. Для використання цих принципів у моделюванні збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства слід конкретизувати їхній зміст саме для цього процесу. Згідно з *принципом адекватності*, який передбачає потребу в об'єктивній відповідності моделі оригіналу для виконання умови об'єктивної істинності знання, модель збалансованої системи показників має адекватно відображати всі види діяльності підприємства, які найчастіше розглядають як підсистеми системи діяльності підприємства.

На відміну від принципу адекватності, *принцип динамізму* вказує на мінливість усіх основних елементів процесу моделювання, тобто в процесі змінення цілей дослідження, змінення змістовної сутності об'єкта, змінення якісних рівнів величини ознаки потрібно коригувати модель. Модель слід налаштовувати на нові умови й завдання. На практиці цей принцип реалізують, завдяки моніторингу стійкості та мінливості змістовної сутності об'єкта, що моделюють. Економіко-математична модель є умовним, наближеним образом об'єкта, визначеним за допомогою математичної символіки та співвідношень, які описують характеристики стану об'єкта, його параметри функціонування й розвитку [8]. Отже, реальні об'єкти визначають та описують завдяки їхнім характеристикам, точніше ознакам, які вимірюють за допомогою величин, і бувають елементарними та складними. Об'єкти в економіці визначають завдяки економічним показникам. Економічні показники подають у натуральній, вартісній формах і мають відповідні одиниці вимірювання, але можуть бути й коефіцієнтами. Для економічного аналізу важливо розрізняти екстенсивні й інтенсивні величини. Принцип динамізму передбачає відображення в моделі впливу змінної часу, що можливо здійснити у явному або неявному вигляді. Практично всі види аналізу в економіці: й економічний, і фінансовий, і стратегічний – передбачають опис об'єктів за допомогою показників, значення яких спостерігають у динаміці, тобто протягом визначеного періоду часу. Період, протягом якого проводять дослідження, установлює особа, що ухвалює рішення. Залежно від мети та завдань моделювання, можна використовувати разом із значенням показників їхні

прирости (абсолютні, відносні), індекси (за базою порівняння: базисні, ланцюгові). Саме реалізація принципу динамізму в моделюванні дозволяє визначати причинно-наслідкові зв'язки та механізми, що важливо в моделюванні збалансованої системи показників. Дотримання принципу динамізму дозволяє об'єктивно розробляти як дескриптивні моделі, так і прескриптивні.

В економіко-математичному моделюванні виділяють два типи динамічних економетричних моделей:

1) моделі авторегресії і моделі з розподіленим лагом, у яких значення змінної за минулі періоди часу (лагові змінні) безпосередньо вміщені в модель;

2) моделі, які враховують динамічну інформацію в неявному вигляді, до яких уміщено змінні, що характеризують очікуваний або бажаний рівень результату, або одного із факторів у момент часу t .

Саме можливість прогнозувати значення показників дозволяє аналітично обґрунтувати планові значення та бажані значення в збалансованій системі показників під час формування корпоративних, функціональних стратегій на підприємстві. Для визначення бажаного або оптимального стану діяльності промислового підприємства доцільно розробити й обчислити нормативні (прескриптивні) моделі.

У стратегічному управлінні на промисловому підприємстві найчастіше доводиться одночасно реалізовувати декілька функціональних стратегій, кожна з яких має свої стратегічні цілі та завдання. Це є багатокритеріальною діяльністю підприємства. Оскільки оцінка діяльності промислового підприємства ґрунтується на збалансованій системі показників, то як частинні критерії доцільно розглядати окремі функції ефективності: використання фінансових ресурсів на підприємстві, відносин зі споживачами, організації бізнес-процесів, використання людського капіталу та розвитку підприємства. Згідно з основами багатокритеріальної оптимізації щодо суперечності критеріїв оптимальності, тобто неможливості забезпечення оптимального значення за всіма критеріями одночасно, потрібно визначити оптимально компромісні плани на деякому інтервалі, які мають таку властивість: жоден розв'язок не може бути поліпшеним за жодним критерієм без погіршення інших критеріїв. Отже, маємо множину допустимих планів – множину Парето планів, де жоден із них не може бути поліпшеним. Оскільки множина цих планів є наслідком взаємно замінних скалярних критеріїв, які дозволяють збільшити одні

компоненти через зменшення інших, то кожний такий план утворює можливості оптимізаційної ефективності діяльності підприємства. Водночас слід знати, що принципи виділення множини ефективних планів є строго науковими, але визначення на цій множині оптимального компромісного плану потребує пояснень та обґрунтування.

Принцип заміщення стверджує посередницьку функцію моделі в дослідженні. Те, що модель не є реальним об'єктом, а лише його відображенням, важливо на практиці, оскільки завдяки моделям проводять експерименти, здійснюють сценарії можливих шляхів поведінки реального об'єкта.

Четвертим методологічним принципом моделювання є *принцип евристичності*, який спрямовує на розширене відтворення знань, тобто на основі обчисленої моделі здобувають нові знання про об'єкт, водночас відбувається як здобуття нового знання, так і вдосконалення самої структури моделі та методів моделювання. Щодо дотримання цього принципу, то в процесі та результаті моделювання збалансованої системи показників для оцінювання діяльності підприємства можна виявити резерви ефективності всієї діяльності підприємства, усунути «вузькі» місця в різних видах діяльності, діагностувати негативні тенденції до змін процесів і явищ на підприємстві, які призводять до кризових ситуацій, моніторити стан нормальної життєдіяльності.

Незважаючи на те, що оцінювання як функцію управління визначено давно, але наразі поняття оцінки залишається неоднозначним у тлумаченні вченими та практиками. Для того щоб зрозуміти сутність та особливості оцінки діяльності підприємства, потрібно проаналізувати методологічні основи побудови оцінки.

Головною проблемою відомих визначень оцінки є те, що більшість сучасних авторів ототожнюють оцінювання з аналізом та ефективністю й оцінюють тільки кількісний аспект, тоді як характер і ступінь впливу факторів зовнішнього середовища та якісний аспект не враховують зовсім, що зумовлює її обмеженість. Під оцінюванням в економіці слід розуміти процес визначення й аналізу кількісних і якісних характеристик об'єктів в економіці, який потрібно здійснювати під час вирішення оперативних, тактичних, стратегічних завдань, на основі яких ухвалюють рішення в управлінні функціонуванням і розвитком цього об'єкта [3].

Оцінювання можна розглядати як у вузькому, так і широкому значенні. У вузькому значенні, оцінювання – вимірювальний інструмент,

за допомогою якого на основі певної процедури визначають ступінь впливу одних елементів економічних систем на інші. У широкому значенні оцінювання не зводять лише до недійових форм економічних оцінок, вона охоплює й цінову форму оцінки, що формують винятково ринковим способом, через механізм співвідношення ринкового попиту й ринкової пропозиції.

Якщо розглядати оцінювання як функцію управління, то її слід розуміти як визначення відповідності досягнутих значень показників еталонним або плановим, або нормативним, виявлення причин відхилень, їхній аналіз та обґрунтування управлінських рішень щодо усунення критичних ситуацій, які зумовлюють ці відхилення [3].

Сьогодні неможливо говорити про комплексність оцінювання без розгляду збалансованої системи показників, яка дає можливість комплексно та системно оцінити підприємство в аспекті основних сфер його діяльності, взаємозалежність і збалансованість показників, які оцінюють визначальні фактори не тільки поточного, але й майбутнього розвитку підприємства.

Упровадження збалансованої системи показників (ЗСП) як інструменту управління, здатне системно активізувати функції управління, спрямовані на розв'язання наявних проблем кожного окремого підприємства. Основним призначенням збалансованої системи показників є забезпечення функцій збирання, систематизації й аналізу інформації, що є потрібним для ухвалення управлінських рішень. Збалансована система показників, крім фінансових, містить показники ключових сфер діяльності підприємства. Це вигідно виокремлює ЗСП для обґрунтування оцінки діяльності підприємства під час воєнного та повоєнного стану.

Слід зазначити, що система оцінювання, заснована на ЗСП, відповідає узагальненим принципам оцінювання, відображеним на рис. 8.1 [2].

Ці принципи оцінювання виявляють у різних системах вимірювання досягнень та оцінки діяльності підприємства, як-от: концепція загального контролю за якістю (Total Quality Management – TQM); концепція гнучкого виробництва; концепція реінжинірингу бізнес-процесів (Business Process Redesign – BPR). Але саме ЗСП сьогодні є загальновизнаним методом управління підприємством, який інтенсивно розвивають протягом останніх десятиліть та ефективно впроваджують на підприємствах.

Варто зазначити, що система оцінювання, заснована на ЗСП, реалізує такі функції: *вартісну*, що передбачає виявлення вартості об'єкта,

який досліджують; *аналітичну*, яка передбачає виявлення результативності роботи підприємства, що ототожнюють з аналізом; *стимулювальну*, яка дозволяє виявити резерви підвищення ефективності діяльності підприємства; *балансувальну*, яка дозволяє врівноважити потенціал підприємства з майбутньою стратегією, що розробляють.

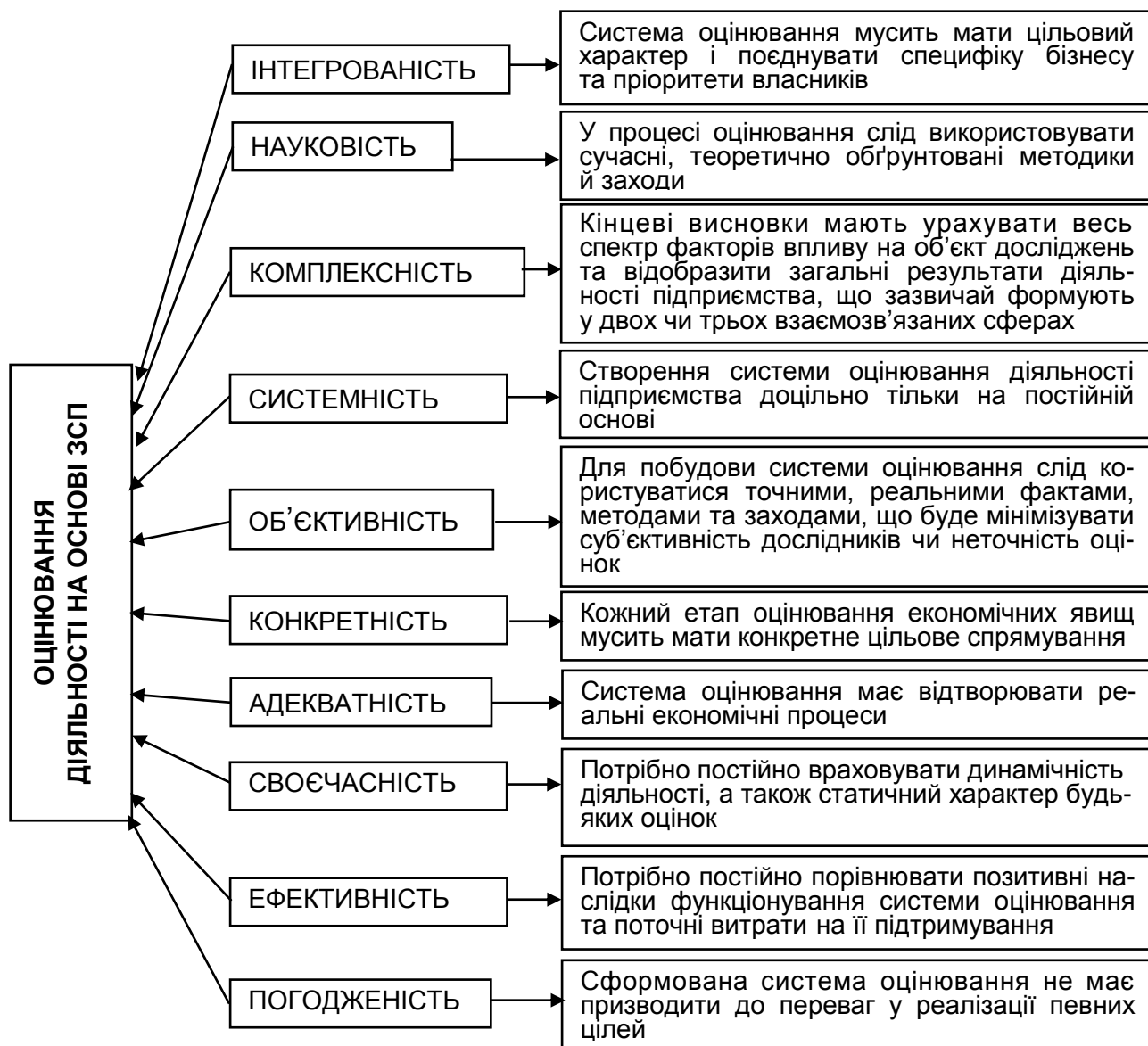


Рис. 8.1. Узагальнення принципів оцінки діяльності підприємства, заснованій на ЗСП

Отже, ЗСП пропонують розглядати як аналітичний інструмент і метод оцінювання підприємства, який забезпечує його ефективними механізмами визначення та реалізації стратегії підприємства. Ця система дає можливість не тільки оцінити результати діяльності підприємства, а й розробити план його подальшого розвитку та поліпшення [4].

Збалансована система показників забезпечує управління різними ключовими процесами, які наведено в табл. 8.1 [2].

Таблиця 8.1

Реалізація управлінських процесів, завдяки впровадженню ЗСП

Можливості ЗСП	Реалізація процесів управління підприємством на основі ЗСП
Балансування та інтеграція	балансування та інтеграція всіх показників діяльності, які ґрунтуються на фінансовій і нефінансовій інформації, удосконаленій системі зовнішньої та внутрішньої звітності
Контроль за змінами	постійний контроль за змінами важливих для підприємства факторів, що дає можливість точно та вчасно реагувати на виявлені зміни
Критерії оцінки	упровадження критеріїв оцінювання ефективності ухвалених рішень
Поліпшення економічного стану	орієнтація на поліпшення економічного стану підприємства в довгостроковому періоді
Визначення стратегії	залучення до процесу визначення стратегії керівництва підприємства та співробітників, що є майбутніми виконавцями стратегічних планів
Зацікавленість персоналу	зацікавленість усього персоналу в безупинному кількісному та якісному розвитку підприємства
Збалансованість інтересів і цінностей	забезпечення збалансованості інтересів і цінностей працівників із глобальними цілями підприємства
Визначення цілей	визначення чітко вимірюваних цілей, відповідно до вибраних стратегій, погодження їх із показниками оцінки діяльності підприємства
Кількісна та якісна погодженість	забезпечення кількісної та якісної погодженості між різними показниками, які відображають успішність діяльності підприємства
Об'єднання показників	об'єднання системи показників із системами мотивації, фінансування, контролінгу та ін.
Вирішення оперативних завдань	забезпечення можливості вирішення багатьох оперативних завдань
Ефективна комунікація та зворотний зв'язок	забезпечення ефективної комунікації та зворотного зв'язку через поширення інформації про цілі підприємства на всіх організаційних рівнях
Підвищення прибутковості	підвищення прибутковості підприємства через ефективне планування та використання ресурсів

Збалансованість вважають основною характеристикою ЗСП, яка полягає в досягненні погодженості між основними складовими: фінансовій, клієнтській, внутрішніх бізнес-процесів, навчання та росту. Для управління й оцінки діяльності підприємства за допомогою ЗСП як аналітичного інструменту важливим є збалансованість цієї системи на всіх рівнях підприємства. Узагальнення підходів до збалансованості системи [1; 3; 10] дозволило розширити характеристики системи оцінювання та визначити основні ознаки, що мають бути погодженими, а саме:

- короткострокові показники й довгострокові цілі;
- інтереси окремих працівників, підприємства загалом та його клієнтів;
- об'єктивні та суб'єктивні оцінки, наявні у стратегічній карті;
- внутрішні показники й зовнішні оцінки діяльності підприємства;
- випереджальні індикатори, що відображають бажані результати, і фактори, які впливають на їхнє досягнення;
- виділені в межах стратегічних перспектив пріоритети та відповідні цільові значення показників.

Отже, збалансованість у ЗСП має багатоплановий характер і виділяє її серед інших систем оцінювання діяльності підприємства.

Основною метою застосування збалансованої системи показників є забезпечення кількісної та якісної погодженості між різними показниками, що допомагають цілісно визначити успішність діяльності підприємства. Вона надає інструмент, засіб і метод управління діяльністю, який інформаційно, аналітично та методично забезпечує його.

Аналітична функція ЗСП є взаємопов'язаною з її інформативною функцією. Інформативний аспект становить основу аналітичного дослідження й об'єктивної оцінки діяльності підприємства. Обсяг, зміст і своєчасність здобуття інформації визначають якість рішень, які ухвалюють, а також, у кінцевому підсумку, й ефективність діяльності підприємства. Для всебічної оцінки діяльності підприємства пропонують використовувати всі види статистичних показників, якісні та кількісні дані, чітко відомі дані та інформацію нечіткого характеру. Як інструмент управління оцінювання ставить певні вимоги до якості аналітичної інформації. Основними властивостями показників, які мають бути використаними під час побудови ЗСП для оцінки діяльності, є такі: наявність зв'язку зі стратегією, можливість відображення цінності, можливість кількісного вимірювання, цілісність охоплення, доступність, доречність, наочність, легкість розуміння, збалансованість, орієнтація на дію, релевантність, наявність

визначення, повнота, універсальність, своєчасність, достовірність, адитивність, неперервність, перспективність.

Оцінка діяльності підприємства на основі ЗСП передбачає використання такого економіко-математичного інструментарію, як: теоретико-логічний аналіз; методи експертного оцінювання; описова статистика; факторний аналіз; багатовимірний регресійний аналіз; кореляційний аналіз; метод канонічних кореляцій; побудова узагальнювального показника; оптимізаційні методи; багатокритеріальні оптимізаційні методи; методи нечіткої логіки.

Ці аналітичними методи забезпечують збалансовану систему показників такими результатами:

- 1) скорочення багатовимірного простору ознак об'єктів;
- 2) статистична оцінка взаємозв'язку елементарних, нових виділених ознак і взаємозв'язку в системі складних ознак;
- 3) статистична оцінка значущості виділених пар складних ознак;
- 4) визначення значень виокремлених складних ознак у системі;
- 5) побудова ієрархічної системи складних та елементарних ознак, що дозволяє визначити комплексну оцінку рівня діяльності підприємства за допомогою інтегрального показника на основі частинних показників;
- 6) урахування багатокритеріальності в оцінці діяльності;
- 7) розроблення алгоритму обчислення оцінки діяльності підприємства.

Уточнення змісту методологічних принципів у моделюванні збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства дозволило сформулювати відповідні методичні положення, зміст яких слід розглянути детально.

Структурно-функціональна модель діяльності підприємства. Господарська діяльність промислових підприємств складається з основних видів діяльності, а саме фінансової, виробничої, маркетингової, кадрової, інноваційно-інвестиційної, які відображають господарсько-виробничі, організаційно-господарські та внутрішньогосподарські відносини сучасного вітчизняного промислового підприємства.

Для об'єктивної оцінки діяльності на основі моделі збалансованої системи показників у загальному вигляді її слід подавати так:

$$ДПП = \langle \Phi, B, M, K, II \rangle,$$

де ДПП – діяльність промислового підприємства;

Φ – фінансова діяльність;

- B* – виробнича діяльність;
- M* – маркетингова діяльність;
- K* – кадрова діяльність;
- I* – інноваційно-інвестиційна діяльність.

Категоріальний базис моделювання збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства. Збалансована система показників у сучасних економічних умовах діяльності підприємств, по-перше, є системою показників, яка адекватно відображає діяльність підприємства, що зумовлює об'єктивність її оцінювання, по-друге, є методом управління, який погоджує інтереси підприємства та його працівників, по-третє, є інструментом стратегічного управління, у якому конкретизують місію, бачення, стратегії, стратегічну карту, на основі якого здійснюють контролінг, моніторинг, діагностику, мотивацію.

Розглядаючи оцінку в економіці, слід зазначити, що вона є величиною, що вимірюють у шкалах, є процесом порівняння з еталоном, нормативом, планом, складовою системи управління, основою для ухвалення управлінського рішення [9]. Під час здійснення оцінювання в економіці слід урахувати основні методологічні підходи: системний, процесний, ресурсний, стратегічний, ситуаційний.

Моделювання збалансованої системи показників є процесом розроблення моделі, який передбачає послідовність етапів, а також має методичне забезпечення, яке, своєю чергою, містить частинні показники, комплекс математичних методів, сукупність моделей, послідовність задач та завдань.

Модель збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства є формалізоване подання за допомогою математичної символіки та співвідношень і є математичним виразом характеристик, явищ, процесів, які визначають діяльність на основі системи показників.

Комплекс моделей збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства подають як сукупність моделей, які системно описують діяльність у статичній й динамічній та визначають її оптимальні величини.

Ієрархічна структура збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства. Комплексність, повномасштабність та адекватність оцінки діяльності промислового підприємства забезпечують ієрархічною системою показників, яка містить частинні (фізичні величини

й коефіцієнти) та інтегральні показники, які визначають елементарні та складні ознаки діяльності.

Відомо, що носієм інформації в економіці є показник. Призначення показника в економіці є визначальним та пояснено сутністю цієї величини. Показник – визначена числом характеристика деякої властивості економічного об'єкта, процесу чи рішення. До економічних показників зараховують абсолютні (у натуральних одиницях вимірювання), відносні, вартісні, трудові показники. Найчастіше абсолютні показники відображають фізичні властивості об'єктів. Якщо фізичну величину перевести у вартісну, то будуть вартісні показники.

Відносні величини, визначені як відношення двох однорідних величин, мають нульову розмірність, тобто є безрозмірними. Часто безрозмірні одиниці називають коефіцієнтами. В економіці дуже багато показників, що подають у вигляді коефіцієнтів. Зазначмо ще одну особливість відносних показників – найчастіше це результативні показники або показники ефективності, тобто побудовані як співвідношення величин результатів діяльності до величин витрат.

Для визначення складних характеристик явищ, процесів в економіці використовують системи показників, які цілісно їх описують. Щодо складу системи частинних показників, які визначають діяльність підприємства з урахуванням її видів, то не має однозначної думки серед провідних учених і відомих практиків із проблем управління й аналізу діяльності підприємства. Доцільно до системи показників додавати такі, що функціонально не дублюють один одного, але кількісно відображають різні характеристики діяльності. Інакше кажучи, показники в системі слід формувати так, щоб їхні величини функціонально не розкладалися на ті самі складові. Саме такий підхід забезпечує точність інформації, якою володіють показники, характеризуючи властивості діяльності.

Ієрархічна система показників завжди містить узагальнювальні або інтегральні показники. Відомо, що в економіці побудувати інтегральний показник можна різними аналітичними методами [9]. Найбільш простими й поширеними є методи агрегації числової інформації у вигляді суми, середньозваженого, а також дослідники застосовують адитивне та мультиплікативне згортання частинних показників. Складнішими методами визначення інтегральних показників є застосування математичних методів, серед яких за своїми явними перевагами виокремлюють такі методи, як таксономічного показника розвитку та показника якості. Основною

перевагою цих методів є можливість змістовної інтерпретації обчислювальних етапів із погляду економіки. Завдяки системі частинних показників детально можна визначити елементарні характеристики діяльності підприємства, а визначення рівня її стану та розвитку здійснюють на основі значення інтегрального показника. В узагальненому вигляді ієрархічну структуру збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства показано на рис. 8.2 [6].

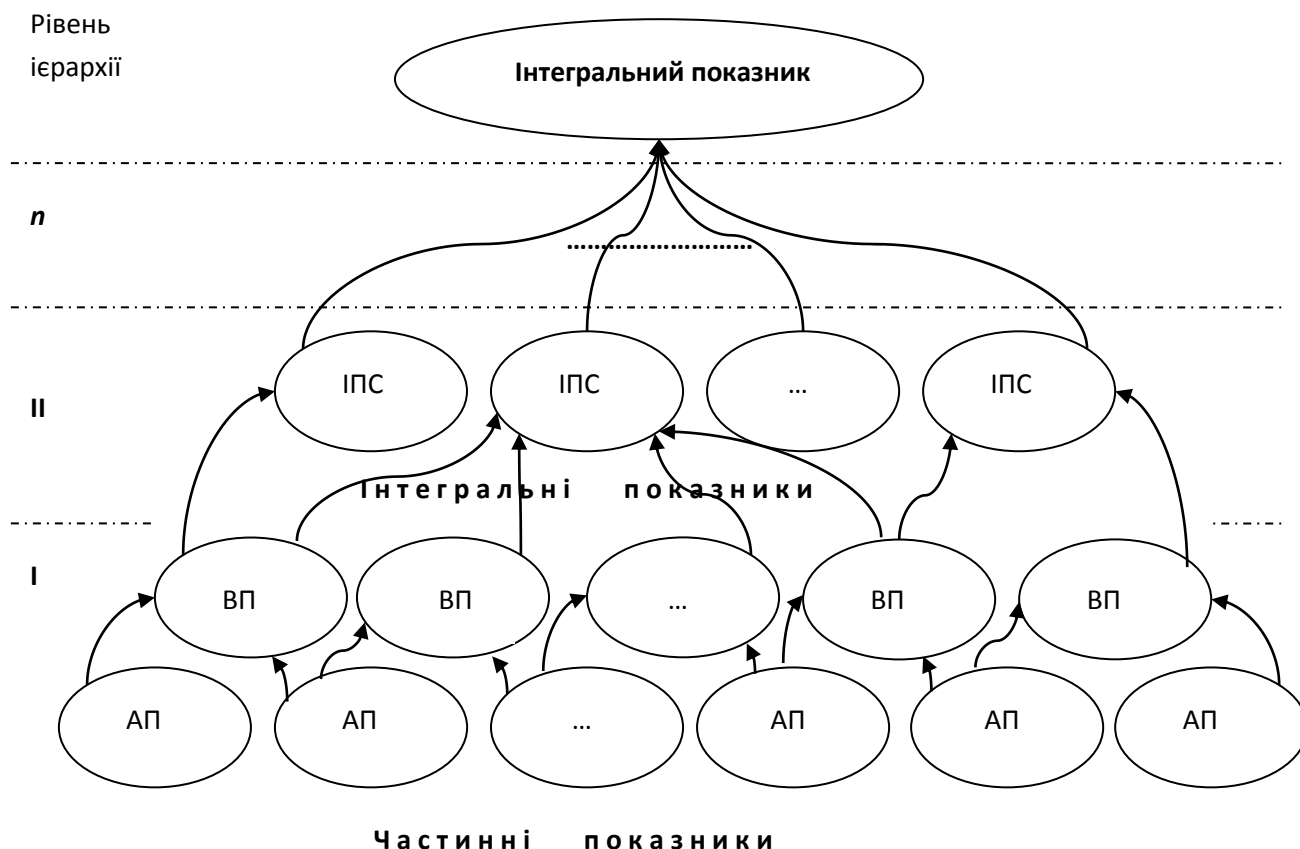


Рис. 8.2. Ієрархія в збалансованій системі показників, де АП – абсолютні показники, ВП – відносні показники, ІПС – інтегральні показники складових

Для того щоб ЗСП не була громіздкою, кількість частинних показників має бути достатньою. Рекомендовано використовувати за кожною складовою ЗСП у середньому по 5 – 6 частинних показників. Під час формування набору частинних показників слід дотримуватися таких вимог, а саме: 1) адекватності системи показників завданням дослідження; 2) урахування критеріїв діяльності ефективності підприємства; 3) чіткості й однозначності в обчисленні; 4) наявності їхнього відображення

в бухгалтерській, фінансовій, управлінській звітності; 5) наявності нормативних значень показника; 6) погодженості показників між собою; 7) адаптивності, тобто гнучким пристосуванням і налаштуванням на зміни в зовнішньому середовищі та внутрішніх умовах [6; 8].

З огляду на умови визначення величин в економіці, слід урахувати невизначеність і неточності даних, зумовлених різними причинами, а саме: невизначеність, яка призводить до значних труднощів під час моделювання завдань ухвалення рішень, що породжується такими факторами: неповнотою, суперечністю, низькою точністю інформації, яку використовують для ухвалення рішення; наявністю об'єктивних випадкових явищ і процесів із невідомою функцією розподілу; мінливістю, нечіткістю, багатозначністю та множинністю критеріїв оптимальності; потребою у врахуванні великої кількості показників під час оцінювання та раціональному виборі альтернатив; нечіткістю параметрів майбутніх подій, явищ, проєктів, факторів; залежністю цілей, критеріїв від суб'єктивної поведінки об'єктів ринку; невизначеністю дій учасників ринку; нестабільністю зовнішнього та внутрішнього середовища функціонування підприємства; недосконалістю методів прогнозування; важкістю визначення вихідних даних, потрібних для вирішення завдання; складністю соціально-економічних явищ, які досліджують; впливом природних умов; можливістю зміни в ступені доступності ресурсів [9].

Ознаковий простір, індикатори та критерії в моделюванні збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства. Побудована модель тільки тоді має високу статистичну якість, якщо її сформовано у якісному ознаковому просторі. Це обґрунтовували й доводили як теоретично, так і практично велика кількість провідних фахівців з економіко-математичного моделювання як в Україні, так і за кордоном. Моделювання збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства здійснюють у її ознаковому просторі, який складається з елементарних, складних і латентних ознак діяльності, які визначають за допомогою математичних методів і моделей. Елементарна ознака діяльності підприємства – це її характерна властивість, яку структурно визначають не більше ніж двома ознаками, що елементарно не визначають іншими. Складну ознаку діяльності підприємства структурно визначають елементарними або іншими складними ознаками, тобто вона є багатовимірною й зазнає сукупного впливу інших ознак. Елементарні ознаки вимірюють у метричних і неметричних шкалах.

У моделюванні збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства важливо виділяти індикатори як особливі показники. Індикаторами сталого розвитку є система показників, які характеризують стан, динаміку й тенденції економіки, навколишнього середовища, населення, соціальної сфери країни, регіонів і світу загалом [9]. Відмінності показників та індикаторів полягають у тому, що останні також є показниками, але особливими, оскільки відображають зміни в динаміці або відхилення від нормативних значень. За допомогою індикаторів на підприємстві здійснюють моніторинг і діагностику поточного стану діяльності. Зазвичай, індикаторами є або показники ефективності діяльності, або відносні показники, індекси результативності діяльності. Не всі показники діяльності підприємства можуть бути індикаторами. Часто індикатори діяльності підприємства є критеріями. Критерій визначають як ознаку, на основі якої формують оцінку якості об'єкта, процесу та є мірилом самої оцінки. Критерій надає основу, правило ухвалення рішення з оцінкою об'єкта на відповідність поставленим вимогам. Критерієм у кваліметрії є умова, яку ставлять на показник властивості об'єкта дослідження.

Багатокритеріальність в оцінці діяльності підприємства. Об'єктивність оцінки діяльності промислового підприємства зумовлено врахуванням декількох її критеріїв. В управлінні всіма видами діяльності підприємства найчастіше ухвалюють управлінські рішення з урахуванням одночасно декількох критеріїв. Відомо, що збалансована система показників класично складається із чотирьох складових: фінансової, клієнтської, внутрішніх бізнес-процесів і навчання та розвитку. Іноді додатково до складових ЗСП додають інші, по-перше, для акцентування важливості оцінки відповідної характеристики діяльності підприємства і, по-друге, урахування особливостей діяльності конкретного підприємства. Тому як частинні критерії доцільно розглядати функції ефективності, а саме: ефективності фінансової, маркетингової діяльності, внутрішніх бізнес-процесів і навчання та розвитку персоналу. Максимум ефективності всієї діяльності підприємства досягають з урахуванням частинних критеріїв ефективності. Під час розв'язання багатокритеріальної оптимізаційної задачі визначають оптимальні значення частинних показників діяльності підприємства.

Багатокритеріальні оптимізаційні задачі можуть бути як лінійними, так і нелінійними. Потребу в розв'язанні цього типу задач в економіці зумовлено декількома цілями, які не можуть бути відображеними одним

критерієм і слід визначити таку точку множини допустимих розв'язків, яка мінімізує або максимізує всі такі критерії. Якщо йдеться не про різнорідні критерії однієї системи, а про зіставлення однорідних критеріїв різних її підсистем, то такі задачі є задачами векторної оптимізації.

Порівняльний аналіз в оцінці діяльності підприємства. Оцінка діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників ґрунтується на порівнянні величин у статичі (у сукупності підприємств) і динаміці в різні періоди часу. Процедура порівняння передбачає кількісне та якісне зіставлення різних властивостей, які виявляють в подібності, відмінностях, перевагах, недоліках на двох і більше об'єктах або динаміці на одному об'єкті.

Порівняння рівнів значень показників в економічному аналізі є однією з обов'язкових процедур, оскільки в процесі порівняння визначають кращі результати та виявляють резерви, потрібні для успішного здійснення економічної стратегії на підприємстві. Саме своєчасне порівняння рівнів величин у статичі й динаміці дозволяє вчасно моніторити та діагностувати негативні відхилення рівнів значень показників.

Порівняння величин ознак здійснюють за обсягами, формою, рівнем та періодичністю.

За обсягами порівняння величин ознак розрізняють загальні й частинні, що зумовлено наявністю загальних результативних показників, які характеризують загальні результати діяльності підприємства та частинних показників, що визначають різні окремі характеристики як усієї діяльності підприємства, так і кожного окремого виду діяльності та їхніх окремих характеристик.

Порівняння величин ознак *за формою* передбачає порівняння з плановими або бажаними значеннями показників у стратегіях підприємства.

Порівняння *за рівнем* значень показників здійснюють у статичі в сукупності однотипових підприємств та динаміці для виявлення тенденції до розвитку діяльності. Практика економічного аналізу свідчить про доцільність здійснення комбінованих порівнянь – у статичі й динаміці, що надає можливості глибоко розкрити тенденції розвитку підприємства та правильно врахувати вплив випадкових факторів на показники. Порівняння *за рівнями* значень показників здійснюють в однорідних сукупностях підприємств, середніх значень показників – у різних сукупностях підприємств, середніх значень – у галузі, Україні, світі.

Порівняння величин ознак діяльності підприємства можна здійснювати періодично й неперіодично. Періодичність порівняння величин ознак пов'язано з періодичністю здійснення облікової, фінансової звітності; постійним моніторингом, діагностикою та контролінгом діяльності підприємства. Неперіодичні порівняння здійснюють під час різних видів аналізу за запитом, зумовленим ситуаційними потребами в управлінні підприємством.

Специфікація моделі збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства. Важливою умовою моделювання є вибір математичних методів побудови моделей та складу системи показників. Склад і зміст математичних інструментів у моделюванні залежить від цілей дослідження й особливостей концептуальної моделі об'єкта. Під час формування специфікації моделі слід урахувати мету моделювання, а саме оцінку діяльності підприємства за допомогою збалансованої системи показників. Тому вона має передбачати опис стану характеристик, процесів діяльності підприємства, а отже, до складу математичних інструментів слід додати інструменти описової статистики в умовах визначеності та невизначеності.

Оскільки управління діяльністю підприємства здійснюють на основі дії механізмів, які, своєю чергою, ґрунтуються на причинно-наслідкових взаємозв'язках, то для моделювання збалансованої системи показників потрібно використовувати методи багатовимірного статистичного аналізу, як-от багатofакторний регресійний аналіз, факторний аналіз, канонічний аналіз. Фахівці з проблем економіко-математичного моделювання визначили перелік практичних задач в економіці підприємства, які розв'язують математичними методами багатовимірного статистичного аналізу [8]. Так, завдяки застосуванню інструментів описової статистики (розвідувального аналізу), розв'язують такі задачі: планування збирання даних для аналізу характеристик підприємства як об'єкта; дослідження якості зібраних даних для аналізу; перевірку статистичних гіпотез в аналізі характеристик підприємства, оцінка їхньої невизначеності; наочне зображення наявних тенденцій до змін характеристик підприємств, що посилює висновки, зроблені, завдяки аналізу результатів аналітичних обчислень; виявлення закономірностей, тенденцій у змінах значень показників, що характеризують підприємство, зокрема, розвитку загалом; перевірку гіпотези функціонування типів підприємств за окремими ознаками; сучасне підтримання ухвалення рішень в управлінні (перший

рівень, що передбачає використання інструментів описової статистики елементарних ознак об'єкта). Застосування кластерного аналізу дає змогу вирішити такі завдання в управлінні діяльністю підприємства: визначення типів підприємств за критерієм установленої множини кількісних їхніх характеристик, типів розвитку підприємств у регіоні та країні за встановленим комплексним критерієм; визначення груп однорідних, типових підприємств у сукупності за заданими характеристиками, що описують еталонний стан підприємства та об'єднують за значеннями показників економіки, згідно із заданими нормативами чи еталонами в регіоні та країні, відповідно до їхніх рівнів розвитку; визначення характеристик складних явищ, процесів в економіці підприємств, регіоні та країні. Факторний аналіз дозволяє вирішити такі завдання, як: визначення внутрішніх неявних складних факторів розвитку підприємства, внутрішніх неявних складних факторів розвитку підприємств у регіоні, внутрішніх неявних складних факторів розвитку об'єктів і суб'єктів економіки в країні; діагностувати ступінь інформативності показників, що визначають фактори розвитку підприємств та оцінити ступінь інформативності системи основних показників діяльності підприємств; науково обґрунтувати виявлені фактори розвитку підприємств; визначити типи розвитку підприємств за критерієм системи факторів, що формують цей розвиток; визначити й оцінити ієрархічну структуру факторів, що зумовлюють розвиток підприємств, регіону, країни; здійснити комплексний економічний аналіз з урахуванням різних рівнів управління. Завдяки багатфакторному регресійному аналізу можна також розв'язати деякі проблеми в управлінні діяльністю підприємства, а саме: визначення причинно-наслідкових взаємозв'язків між факторами, що впливають на результат функціонування підприємства, виражений одним показником; виявити основні фактори, що впливають на результати діяльності підприємства (вони є керувальними параметрами результатів діяльності); визначити ключові фактори, що дієво впливають на результати діяльності підприємства; визначити вплив окремих факторів під час закріплення решти на середньому рівні на результати діяльності; прогнозувати різні ситуації в діяльності підприємств та їхніх наслідків у результатах; прогнозувати різні зміни результатів діяльності підприємств, зважаючи на реальний стан функціонування та зміну основних факторів діяльності. Застосування канонічного аналізу в оцінці діяльності підприємства дозволяє вирішити такі завдання: визначити внутрішні неявні складні фактори

розвитку підприємства в аспекті «витрати – результати» або «причина – наслідок» та внутрішні неявні складні фактори економічного розвитку підприємств у регіоні, внутрішні неявні складні економічні фактори розвитку об'єктів і суб'єктів економіки в країні; діагностувати ступеня інформативності показників, що визначають економічні фактори розвитку підприємств, та оцінити ступінь інформативності підсистем основних показників економічної діяльності підприємств; визначити типи економічного розвитку підприємств за критерієм ієрархічної системи факторів, що формують цей розвиток; здійснити комплексний економічний аналіз з урахуванням різних рівнів управління.

Завдяки розробленню інтегрального показника на основі математичних методів, як-от метод побудови таксономічного показника розвитку або математичного методу побудови показника якості, можна вирішити такі завдання: розробити методіку узагальнювального показника функціонування, розвитку підприємства; визначити порівняльну оцінку функціонування, розвитку підприємств у регіоні, країні та порівняльну оцінку функціонування, розвитку підприємства в динаміці; порівняльну оцінку функціонування, розвитку підприємства щодо його стратегії; порівняльну оцінку функціонування, розвитку підприємств у регіоні, країні щодо умов зовнішнього середовища (щодо програм розвитку); порівняльну оцінку функціонування, розвитку підприємства в динаміці щодо умов зовнішнього середовища (щодо програм розвитку); розробити методичний підхід до комплексного оцінювання функціонування, розвитку підприємства за допомогою ієрархічної системи показників і комплексного аналізу й управління функціонуванням і розвитком підприємства.

Наведені переваги математичних методів спонукають доцільність їхнього застосування в моделюванні збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства. Вибір частинних показників, які слід зарахувати до збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства доцільно обґрунтовувати за рекомендаціями провідних фахівців з економічного аналізу й економіки підприємства.

Розроблення стратегій на основі результатів моделювання збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства. Стратегічне управління – це динамічний процес, який вирішує такі завдання: визначення місії, перетворення стратегічного сценарію й місії на вимірні цілі та завдання виконання, розроблення стратегії для досягнення бажаних цільових результатів, реалізацію та виконання вибраної стратегії, оцінка рівня досягнення поставлених цілей і коригування. ЗСП

є спроможною реалізувати всі етапи стратегічного управління та вирішити його відповідні завдання.

Практика впровадження ЗСП у країнах далекого та близького зарубіжжя свідчить, що на основі цієї системи показників на підприємстві, зазвичай, успішно розв'язують дві основні проблеми – оцінити результати діяльності й реалізувати стратегію.

1. Частинні показники в системі є інструментом, завдяки якому керівництво підприємства демонструє всьому персоналу результати та фактори діяльності, за допомогою яких підприємство виконує свою місію і стратегічні завдання. Часто збалансовану систему показників розглядають як інструмент, який має три напрями реалізації, а саме: як оцінну систему, як систему стратегічного управління, як інформаційне забезпечення управління на підприємстві.

2. Як *оцінна система* ЗСП є спроможною комплексно визначати діяльність підприємства за її видами: фінансову, виробничу, маркетингову, кадрову, інноваційно-інвестиційну в аспекті таких складових: фінансів, клієнтів, внутрішніх бізнес-процесів, навчання й розвитку.

3. Як *система стратегічного управління* ЗСП є засобом переведення стратегії підприємства на цілі, показники, норми й завдання кожному працівнику, що реалізують у процедурі каскадування системи показників і складанні стратегічних карт. На основі ЗСП об'єднують два важливі процеси стратегічного управління: бюджетування та стратегічне планування, а також здійснюють удосконалення матеріального стимулювання.

4. Як *інформаційне забезпечення управління на підприємстві* ЗСП на основі змісту, а саме ієрархічної структури та значень показників, наочно відображає стан діяльності підприємства загалом, так і внесок кожного працівника в загальні результати. Це надає можливість вдосконалення документообігу та всієї інформаційної системи на підприємстві.

Удосконалення розроблення управлінського рішення на основі результатів моделювання збалансованої системи показників для оцінювання діяльності підприємства. Процес моделювання є закінченим, якщо на основі обчисленої математичної моделі можна обґрунтувати та ухвалити дієве управлінське рішення. Зважаючи на це, моделювання збалансованої системи показників для оцінки діяльності передбачає кінцевим етапом етап розроблення управлінського рішення щодо підвищення ефективності діяльності підприємства та удосконалення управління нею. Результати моделювання ЗСП доцільно використати практично

на всіх етапах розроблення управлінського рішення щодо підвищення ефективності діяльності підприємства на основі її оцінки, а саме на етапах здобуття інформації про ситуацію, визначення цілі, розроблення оцінної системи, аналізу ситуації, діагностики ситуації, розроблення прогнозу ситуації, генерування альтернативних варіантів рішень, вибору основних варіантів управлінських дій, розроблення сценаріїв розвитку ситуації, експертній оцінці основних варіантів управлінських дій, колективній експертній оцінці, ухвалення рішення відповідальною особою, розроблення плану дій, контролю за реалізацією плану, аналізу результатів розвитку ситуації після управлінських дій. Усі означені етапи розроблення управлінського рішення щодо підвищення ефективності діяльності підприємства на основі її оцінювання потребують відповідного інформаційного забезпечення, основою якого можуть бути складові та результати моделювання ЗСП.

Пропоновані методичні положення дозволяють як реалізувати методологічні принципи в моделюванні збалансованої системи показників для оцінки діяльності, так і вдосконалити аналітичне забезпечення економічного аналізу діяльності підприємства в сучасних умовах.

Організація моделювання збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства є процес, який потребує відповідного теоретико-методичного забезпечення, окремі складові якого наведено в табл. 8.2.

Таблиця 8.2

**Складові теоретико-методичного забезпечення
моделювання збалансованої системи показників
для оцінки діяльності підприємства**

Методичні положення	Завдання оцінювання діяльності на основі ЗСП	Економіко-математичні моделі	Математичні методи та інструменти
1	2	3	4
1. Про змістовну сутність, структурно-функціональну модель діяльності підприємства	Уточнення змістовної сутності оцінки діяльності підприємства, її структури та характеристик	Концептуальна модель ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Теоретико-логічний аналіз

1	2	3	4
2. Про категоріальний базис моделювання збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства	Уточнення базису понять оцінки діяльності підприємства		Теоретико-логічний аналіз
3. Про ієрархічну структуру ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Формування складу ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Інформаційна модель ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Теоретико-логічний аналіз, інструменти описової статистики
4. Про ознаковий простір, індикатори та критерії в моделюванні ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Формування ознакового простору, визначення індикаторів та критеріїв оцінки діяльності підприємства	Модель вибору найбільш інформативних показників у ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Багатофакторний і регресійний аналіз, факторний аналіз, канонічний аналіз
5. Про багатокритеріальність в оцінці діяльності підприємства	Визначення оптимальних значень показників у ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Багатокритеріальна оптимізаційна модель ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Методи багатокритеріальної оптимізації
6. Про порівняльний аналіз в оцінці діяльності підприємства	Порівняльний аналіз діяльності підприємств	Модель оцінки діяльності підприємства на основі ЗСП	Математичні методи побудови інтегрального показника якості
7. Про специфікацію моделей ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Теоретико-логічний аналіз доцільності частинних показників у ЗСП для оцінки діяльності	Специфікації економіко-математичних моделей ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Теоретико-логічний аналіз
8. Про розроблення стратегій на основі результатів моделювання ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Формування економічних стратегій на основі ЗСП	Модель бажаних значень частинних показників у ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Методи прогнозування, методи багатокритеріальної оптимізації

1	2	3	4
9. Про удосконалення розроблення управлінського рішення на основі результатів моделювання ЗСП для оцінки діяльності підприємства	Удосконалення етапів розроблення управлінського рішення на основі ЗСП	Модель діагностики, моніторингу та контролінгу оцінки діяльності на основі ЗСП	Методи прогнозування, методи багатокритеріальної оптимізації

Методичні положення є основою запропонованого теоретико-методичного підходу до моделювання збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства. Це сукупність методів, способів та інструментів, що дозволяють оцінити ступінь стану й розвитку діяльності підприємства, виявити фактори підвищення її ефективності, сформулювати рішення щодо стратегічного управління в кожному виді діяльності.

Завдяки математичним методам та використанню якісної аналітичної інформації можливе розроблення досконалого обчислювального алгоритму з використанням спеціальних програмних середовищ. Розгляньмо в табл. 8.3 деякі з наявних програмних продуктів [1], які забезпечують послідовне й адекватне використання ЗСП для швидкого та ефективного впровадження стратегії.

Таблиця 8.3

Характеристики деяких програмних продуктів упровадження ЗСП

Програмні продукти	Характеристика програмних продуктів
1	2
Інталев: Навігатор	Функціонал системи дозволяє проєктувати й описувати систему стратегії, розробляти стратегічні карти, моделювати оргструктури, оптимізувати бізнес-процеси, забезпечувати інформаційне підтримування взаємодії з клієнтами

1	2
Hyperion Performance Scorecard	Спеціалізований програмний продукт, що дозволяє пов'язати стратегічні цілі й оперативні завдання компанії та організувати комплексний моніторинг процесу реалізації стратегії. Функціональні можливості цієї системи дозволяють трансформувати стратегічні цілі компанії в ряд фінансових і нефінансових цільових показників оперативної діяльності, довести ці показники до підпорядкованих ланок і забезпечити концентрацію зусиль усіх підрозділів для досягнення генеральних цілей компанії. Відображає набутки концепції BSC
Cognos Metrics Manager	Збалансовану систему показників у цьому продукті розроблено як динамічне рішення, що дозволяє організаціям контролювати, аналізувати й описувати кожен рівень бізнесу. Має такі функціональні можливості: спрощене, гнучке створення показників; спрощений доступ до даних; убудовані аналітичні інструменти; можливість контролю за роботою системи; у разі зміни показника користувач отримує повідомлення; можливість налаштування виду BSC кожним користувачем; п'ятиступінчата градація індикаторів показників
Geac Performance Management	Система бюджетування, планування й управлінського аналізу, однією з функцій якої є Strategy Management, що реалізує збалансовану систему показників
Pbviews	Інформаційно-аналітична система підтримання ухвалень рішень та управління продуктивністю. Належить до класу систем бізнес-аналітики й разом з іншими управлінськими методиками реалізує збалансовану систему показників. Цей програмний продукт має такий функціонал: можливість оцінювання діяльності компанії з використанням кольорових індикаторів; можливості розширеного аналізу даних; можливість перегляду й роздрукування звітів прямо з інтерфейсу програми; інтегровану систему електронної пошти; систему оповіщення відповідальних осіб; можливість перегляду й порівняння фактичних даних із планованими та галузевими показниками; можливість відображення даних у режимі презентації; автоматичну модернізацію програмного забезпечення; необмежену кількість підтримуваних об'єктів

1	2
Aris BSC	Управлінська система, призначена для керівників, аналітиків, співробітників відділів фінансового контролю й ІТ-фахівців. Програмний модуль призначено для швидкого й оптимального моделювання стратегічної системи управління діяльністю підприємства. Забезпечує деталізацію й інтеграцію всіх стратегічних цілей, критичних факторів, ключових показників результативності роботи підприємства, а також їхній аналіз і формування звітної документації. Прозорість причинно-наслідкових зав'язків між стратегічними цілями дозволяє реалізувати стратегію підприємства на всіх рівнях управління
SAP Strategic Enterprise Management	Складається з п'яти компонентів, інтегрованих один з одним за допомогою метаданих: SEM-BPS – зв'язок стратегічного планування й моделювання з оперативним плануванням і бюджетуванням; SEM-BIC – автоматичне збирання зовнішньої й внутрішньої інформації, потрібної для ухвалення рішень; SEM-BCS – прискорення зовнішньої та внутрішньої консолідації; SEM-CPM – збалансована система оцінок і пульт управління для моніторингу реалізації стратегій на основі KPI; SEM-SRM – система зв'язку з акціонерами, інтегрована в програмне забезпечення стратегічного управління підприємством. Система дозволяє здійснювати передавання даних і розсилання звітів. Завдяки використовуваній SAP прикладної архітектури є можливість заміни компонентів один одним

Розглянувши особливості тільки декількох програмних продуктів можна стверджувати, що всі вони дозволяють розв'язати більшість проблем, пов'язаних із впровадженням і подальшим використанням ЗСП. Саме використання різних економіко-математичних методів і спеціальних програмних середовищ робить оцінювання діяльності підприємства всеохопною та точною, що дає можливість для ухвалення дієвих управлінських рішень.

Для вдалого впровадження системи збалансованих показників на підприємстві слід ретельно розробити кожний з її етапів:

1. До *першого етапу* можна зарахувати формування цілі та переведення її у стратегію підприємства. Це дає змогу управлінцям найбільш

чітко розуміти організацію та її стратегію, яку вони безперешкодно та чітко зможуть довести до відома працівників підпорядкованих рівнів. Для них така інформація має бути поданою у вигляді конкретної інтегрованої системи цілей і показників, яка вказує на довгострокові фактори успіху.

2. На *другому етапі* потрібно звернути увагу на комунікацію та зв'язок. Це дозволить керівникам поширити стратегію на всіх рівнях організації, тобто від вищого до нижчого, та пов'язати її з особистими цілями окремих підрозділів і конкретними цілями кожного співробітника. Тому кожен підрозділ оцінюють за своїми фінансовими показниками, а цілі працівників пов'язано з короткостроковими фінансовими винагородами. Система збалансованих показників мотивує всіх працівників підприємства, незалежно від рівня, до досягнення корпоративних цілей. Кожен працівник має розуміти як взаємодіють окремі підрозділи та як їхня робота впливає на роботу підприємства. Саме система мотивації надає найбільшій ефективності кожному працівникові, який рухається в зазначеному напрямі.

3. На *третьому етапі* відбувається планування та формулювання цілі, яка дає змогу підприємствам об'єднувати бізнес і фінансові плани. Сьогодні багато компаній здійснюють різні організаційні зміни та програми, сконцентровані на підвищенні ефективності функціонування підприємства або окремих його процесів. Інколи управлінцям важко поєднати різні ініціативи, щоб досягти поставлених стратегічних цілей, що призводить до непорозумінь і негативних очікувань у разі впровадження таких програм.

4. На *четвертому етапі* важливим є стратегічний зв'язок і навчання. Підприємство дає змогу для стратегічного навчання. За допомогою системи збалансованих показників підприємство може стежити за досягненням результатів, а саме: відносинах із клієнтами, внутрішніх процесах підприємства, навчанні та розвитку працівників.

5. На *п'ятому етапі* практичне застосування системи збалансованих показників відбувається за чіткого дотримання корпоративної стратегії та етапів її реалізації. До таких із них можна зарахувати: розроблення показників, які відображають найважливішу ефективність діяльності підприємства; цінності причинно-наслідкових відносин; ті, що сто-

суються як усього підприємства, так і кожного його підрозділу. Також вважаємо за доцільне розробити системи винагород для працівників, хто має успіхи в системі збалансованих показників; перевірити інфраструктуру інформаційних технологій.

Система збалансованих показників дозволяє:

пов'язати стратегічне управління з поточним і оперативним на основі ключових показників ефективності та причинно-наслідкових зв'язків між ними й підвищити ефективність функціонування підприємства;

ураховувати основні аспекти діяльності підприємства, а саме: фінансовий, споживчий, господарський та інноваційний;

перевести цілі, поставлені перед підприємством, у кількісні показники, тобто зробити їх більш зрозумілими для всіх працівників;

виявити бізнес-процеси, які здійснюють позитивний або негативний вплив на результати діяльності підприємства;

графічно інтерпретувати фінансові та нефінансові сторони діяльності підприємства;

ініціювати позитивні процеси на підприємстві в процесі розроблення та впровадження *BSC*;

забезпечити прив'язування механізму заохочення як до фінансових, так і до інших показників діяльності підприємства.

Система збалансованих показників має цілу низку переваг, які дозволяють керівництву підприємства не лише результативно управляти ним, але й підвищувати його ефективності функціонування. Огляд основних переваг системи збалансованих показників показав, що загалом вона становить інтерес для вітчизняних підприємств, оскільки забезпечує вирішення основного завдання: комплексне ув'язування стратегії підприємства з оперативним і поточним управлінням та підвищення його ефективності функціонування.

Тільки після ґрунтовного співвіднесення плюсів і мінусів упровадження ЗСП можна ухвалювати рішення про доречність його практичного застосування. Узагальнені переваги та певні недоліки й обмеження концепції ЗСП показано на рис. 8.3 [1; 3].



Рис. 8.3. Переваги та недоліки впровадження ЗСП на підприємстві

Узагальнюючи викладене, можна сказати, що ЗСП надає підприємствам зовсім новий аналітичний інструмент управління, який дає змогу переводити бачення організації та її стратегію в набір взаємопов'язаних збалансованих показників, що оцінюють фактори не тільки поточного, а й майбутнього розвитку організації. Також вона дає змогу в повному обсязі оцінити всі фактори, які визначають успіх діяльності підприємства, і дозволяє розв'язувати багато проблем, що виникають на підприємстві. Аналітичні можливості цієї концепції: використання показників та індикаторів розвитку, формування причинно-наслідкових взаємозв'язків між ними, використання математичних методів, – переконливо свідчать про доцільність вибору ЗСП як нового методу управління для вирішення оперативних, тактичних і стратегічних завдань на вітчизняних підприємствах у сучасних трансформаційних умовах розвитку економіки України. Саме такий підхід в управлінні підприємствами змістовно, спрямовано

й організаційно зумовлює розроблення об'єктивної основи оцінки їхньої діяльності.

Система збалансованих показників є загальною моделлю функціонування бізнесу як системи, що дозволяє таке: розробити стратегію розвитку організації; довести розроблену стратегію до відома кожного рівня компанії; адаптувати або трансформувати під неї систему організації бізнесу; спроєктувати стратегічні цілі; забезпечити систему контролю за досягненням стратегічних цілей.

Отже, проведені дослідження дають змогу дійти таких висновків: методологічний рівень моделювання ЗСП для оцінки діяльності підприємства дозволив уточнити відповідні принципи моделювання; концептуальний рівень моделювання ЗСП для оцінки діяльності підприємства подано як комплекс методичних положень, що формують теоретичні основи моделювання; операційно-методичний рівень подано як комплекс задач, економіко-математичних моделей і математичних методів, аналітико-пізнавальних інструментів.

Використана література

1. Кизим М. О. Збалансована система показників : монографія / М. О. Кизим, А. А. Пилипенко, В. А. Зінченко. – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2007. – 192 с.

2. Кизим М. О. Оцінка діяльності підприємства з використанням збалансованої системи показників: аналітично-інформаційний аспект / М. О. Кизим // Моделювання регіональної економіки. – 2017. – № 29 (1). – С. 67–75.

3. Малярець Л. М. Збалансована система показників в оцінці діяльності підприємства : монографія / Л. М. Малярець, А. В. Штереверя. – Харків : ХНЕУ, 2008. – 180 с.

4. Малярець Л. М. Збалансована система показників як інструмент визначення стратегії підприємства в умовах кризи : монографія / Л. М. Малярець, О. В. Ачкасова. – Харків : ХНЕУ, 2012. – 304 с.

5. Мартинова О. В. Основні принципи та положення моделювання оцінки діяльності підприємства з використанням збалансованої системи

показників / О. В. Мартинова // Молодий вчений. – 2018. – № 11 (63). – С. 1158–1165.

6. Міненкова О. В. Концептуальні положення моделювання збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства / О. В. Міненкова // Сучасні проблеми управління підприємствами: теорія та практика : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 26 – 27 березня 2015 року) / ХНЕУ ім. С. Кузнеця. – Дніпропетровськ : Середня Т. К., 2015. – С. 337–340.

7. Нівен П. Р. Діагностика збалансованої системи показників: Підтримуючи максимальну ефективність / П. Р. Нівен [за наук. ред. М. Горського] ; пер. з англ. – Дніпропетровськ : Баланс Бізнес Букс, 2006. – 256 с.

8. Отенко І. П. Аналіз та оцінка стратегічного потенціалу підприємства / І. П. Отенко, Л. М. Малярець, Г. А. Іващенко. – Харків : ХНЕУ, 2007. – 348 с.

9. Пономаренко В. С. Аналіз даних у дослідженнях соціально-економічних систем : монографія / В. С. Пономаренко, Л. М. Малярець. – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2009. – 432 с.

10. Kaplan R. S. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action / R. S. Kaplan, D. P. Norton. – Boston (Ma., USA) : Harvard Business School Press, 1996. – 304 p.

Розділ 9

Цифрова платформа як інструмент цифрової трансформації соціально-економічних систем

9.1. Аналіз сучасного стану цифрових платформ в умовах цифровізації

Цифровізація охопила всі сфери суспільного життя. У світі умови ведення бізнесу стрімко змінюють. Ці зміни впливають на всі наявні бізнес-моделі та процес відносин між основними учасниками ринку. Наявні технологічні можливості міжособистісних і ділових комунікацій, зростаючі вимоги до рівня сервісу та швидкості надання необхідних послуг диктують потребу в кардинальних змінах підходів до побудови бізнесу. Тому все більше компаній приходять до розуміння потреби у впровадженні цифрових технологій і трансформації наявних бізнес-моделей.

Цифровізація є одним із головних факторів зростання світової економіки. У процесі цифровізації, що полягає в досягненні цифрової трансформації наявних та створенні нових галузей економіки, а також у перетворенні сфер життя в нові, більш ефективні та сучасні [29], також важливу роль має системи освіти.

Сьогодні українською владою анонсовано цифрові проекти у сферах освіти, бізнесу, соціальної сфери, медицини, державного управління та промисловості. Використання цифрових платформ є одним із шляхів цифровізації економіки. Цей напрям дозволяє створити ефективну комунікацію між користувачами, усунути тимчасові, територіальні та мовні бар'єри, підвищити ефективність бізнес-процесів і конкурентоспроможність бізнесу та освітньої діяльності. Функціонування цифрових платформ не обмежено кордонами, не засновано на територіальному принципі, вони можуть працювати з будь-якої точки світу. Фізичне розташування серверів і програмного забезпечення, потрібного для роботи цифрової платформи, не має значення для цифрового суспільства, оскільки завдяки інтернету вона може працювати будь-де. Появу цифрових платформ пов'язано з розвитком шерингової економіки – економіки спільного користування, яка змінила підхід до споживання товарів і послуг, із переходом від надспоживання до економіки ресурсів співспоживання.

У шеринговій економіці, на відміну від традиційної, споживач не визначає, а підлаштовується під надавача послуг. Шерингова економіка як модель «спільної участі» має такі характерні риси: характер поведінки клієнтів, застосування засобів комунікації соціальних мереж та онлайн-вих майданчиків, інтеграція виробників товарів і послуг та споживачів, поширення інформаційних і телекомунікаційних технологій, мобільних застосунків [42, с. 2–3].

Цифрова трансформація всіх сфер життя суспільства потребує своєчасної та якісної підготовки фахівців для вирішення викликів розвитку цифрової економіки. У Національній економічній стратегії України до 2030 року наголошено, що «освіта – це один із базових елементів екосистеми цифрових інновацій та цифрової економіки загалом. Створення, залучення й утримання достатньої кількості спеціалістів, які володіють новими технологіями, потрібне для досягнення конкурентної переваги в цифровому світі» [17]. Під впливом цифрової трансформації, яка полягає в оцифруванні різних сфер людського життя, виникає новий технологічний феномен – цифрова платформа.

Цифрова платформа є одним із найважливіших елементів процесу цифровізації, яку розглядають як перспективну бізнес-модель, що складається з технологічних і комунікативних елементів. Вони становлять інструменти цифрової трансформації соціально-економічних систем на всіх рівнях, які здійснюють управління мережею. Саме завдяки цифровим платформам забезпечують цифровізацію діяльності державних органів, бізнесу, закладів освіти. В умовах розвитку економіки, швидкої зміни інформаційних технологій, нової якості соціуму сучасна освіта ґрунтується на високотехнологічних навчальних засобах, які є мобільними, універсальними. Одним із завдань сучасної освіти є потреба в підготовці висококваліфікованих фахівців до життєдіяльності в цифровому світі, що неможливо без розвитку самосвідомості та вміння оцінити якість наданої інформації. Пропонують різні шляхи для його вирішення. Цифровізація освіти є одним із пріоритетів Міністерства освіти і науки України, що наведено в проєкті Концепції цифрової трансформації освіти і науки на період до 2026 року [20]. Цифровізація освіти є невід’ємною частиною цифрового світу загалом, де відбувається наповнення реального світу електронно-цифровими пристроями, засобами, системами та встановленням електронного обміну інформацією між ними. Своєю чергою, цифровізація освіти дозволяє ефективно розвивати таку форму освіти,

як дистанційне навчання, за умови використання цифрових платформ у навчанні. Дистанційне навчання як форму навчання активно розвивають. На сучасному етапі воно може бути реалізовано засобами інтернет-технологій, зокрема цифрових платформ, що передбачають інтерактивність, і його розглядають як взаємодію викладача і здобувачів вищої освіти на відстані, що відображає всі компоненти навчального процесу (цілі, зміст, методи, організаційні форми, засоби навчання). Цифрове суспільство постійно підвищує вимоги до освітнього потенціалу майбутнього фахівця. Особливе значення в цифровому суспільстві для підвищення конкурентоспроможності фахівців є володіння навичками з роботи на будь-яких цифрових платформах за умови володіння певним рівнем цифрової культури особистості в умовах цифровізації.

Питання теоретичних і практичних аспектів використання цифрових платформ залишається в центрі уваги наукових досліджень. Цифрові платформи є продуктом передових технологій і результатом проривних технологічних інновацій. Роль цього аспекту в цифровому суспільстві постійно зростає. В умовах переходу до цифрового суспільства майбутній фахівець має володіти: умінням швидко сприймати й опрацьовувати великі обсяги інформації та певним рівнем цифрової культури; сучасними засобами та методами роботи з цифровими технологіями, зокрема цифровими платформами; використовувати інформаційно-комунікаційні технології для інтерактивної взаємодії. Усе це неможливо без певного рівня навичок з роботи на будь-якій із цифрових платформ, які поступово стають одним із факторів розвитку сучасного інноваційного цифрового суспільства.

У сучасних дослідженнях вітчизняних і закордонних науковців приділяють увагу проблемі використання цифрових платформ у будь-якій сфері діяльності людства за умови володіння особою цифровою культурою в цифровому суспільстві.

Процес цифровізації в умовах цифрового суспільства розглядали у своїх працях Н. Негропonte (N. Negroponte) [7], О. Савченко [31], С. Карплюк [19], Дж. Скотт Бреннен і Д. Крейс (J. Scott Brennen and D. Kreiss) [48], М. Руденко [30], А. Гриценко, Т. Бурлай [11].

Сучасне суспільство з кожним днем стає все більш залежним від цифрових технологій. Відбувається «цифровий перехід» від систем і процесів індустриальної економіки й інформаційного суспільства до «цифрової» економіки та «цифрового» суспільства. Така трансформація приводить

до появи нових, унікальних систем і процесів, які становлять їхню нову ціннісну сутність. Сьогодні цифрові технології відіграють провідну роль у нашому житті, адже без різноманітних гаджетів, мобільних застосунків, соціальних мереж важко уявити сучасну людину, особливо молоду. Цифрові технології значно спрощують повсякденні справи, економлять час та інші ресурси. Із розвитком цифрових технологій підвищується рівень цифрової компетентності громадян.

Під впливом цифрової трансформації, яка полягає в цифровізації різних сфер життя людини виникає новий тип соціальної культури – цифрова культура.

Поняття цифрової культури як сучасний культурологічний феномен аналізували відомі закордонні науковці, зокрема: Д. Белшоу (D. Belshaw) [46], Т. Браун і Д. Роулз (T. Brown and D. Rowles) [49], М. Девз (M. Deuze) [57], В. Міллер (V. Miller) [6], Прадана М. (Pradana M.) [78], Д. Райт (D. Wright) [82], К. Руттен (K. Rutten) [76], А. Фотопулу та Г. Торнгам (A. Fotopoulou and H. Thornham) [60], Ганд М. (Hand M.) [23] та ін., які обґрунтували понятійний апарат і запропонували власні інтерпретації багатьох ключових визначень цього питання.

Найвідомішим елементом масової цифрової культури, яка виникла з поширенням інтернету серед широких верств населення, є посмішка – схематичне зображення людського обличчя, яке використовують для передавання емоцій. Першу посмішку запропонував 1982 року американський інформатик Скотт Фалман. Як відомо, посмішка може складатися з різноманітних символів, як-от літери алфавіту, знаки пунктуації, різноманітні службові символи. Особливого розвитку смайли набули з поширенням смартфонів, які широко використовують користувачі для обміну повідомленнями. Сьогодні смайли є незамінним засобом передавання емоцій у віртуальному спілкуванні, оскільки співрозмовник сприймає посмішку як реальне усміхнене обличчя. За допомогою смайлів співрозмовники сприяють правильному оцінюванню інформації.

Gif-анімація, стикери, емодзі – усе це сучасні вияви перших смайлів під впливом попиту користувачів інтернету. Варто також зазначити, що користувачі часто вдаються до смайлів, щоб заощадити місце, коли кількість символів у текстовому повідомленні є обмеженою.

Розвиток цифрових технологій дає поштовх для появи нових можливостей у різних культурних сферах. Сучасні гаджети дозволяють

переводити книги в електронний чи звуковий формат. Оцифрування є причиною стрімкого розвитку мистецтва фотографії.

Значні поліпшення також зроблені в кінематографії та створенні відеокліпів. Знову ж таки йдеться не лише про професійну діяльність. Сьогодні в соцмережах користувачі мають можливість викладати відеознімання з гаджетів чи смартфонів, вести так звані «стріми» чи прямі репортажі з місця події. Наукова новизна полягає в аналізі поняття «цифрова культура» як масового явища.

Значний внесок у вивчення означеного питання здійснили й такі вітчизняні науковці, як: Л. Гаврілова та Я. Топольник [10], А. Гуменчук [12], Н. Дащенко [13], М. Кириченко [2], О. Струтинська [34], Н. Трушкіна та Д. Чернух [35], О. Яценко [44] та ін. Ними запропоновано тлумачення понять «цифрова грамотність», «цифрова компетентність», «цифрова культура», визначено їхню структуру та специфічні особливості, які пов'язано зі стрімким розвитком сучасних цифрових технологій. Сучасна цифрова культура стає фактором, який дедалі більше впливає на соціальну та професійну мобільність і, як наслідок, суттєво змінює модель поведінки сучасного покоління. Розвиток цифрових технологій зумовлює трансформації традиційних культурних сфер, що приводить до зміни суспільного світогляду та переоцінювання цінностей. Такі трансформації часто дискусійні з погляду морально-етичних підходів, але вони є виявом сучасного культурного сьогодення, яке не можна ігнорувати. Отже, *цифрову культуру* можна визначити як спосіб і манеру індивідуальної поведінки, що є сформованими під впливом трансформацій цифрового суспільства, що виявляють в усіх аспектах життя, змінюючи світогляд, трансформуючи основні соціально-економічні, політичні, духовні та культурні уявлення, що перетворюють людей на активних учасників процесів розвитку, трансформації й обміну інформацією.

Проблематика теоретичних та практичних аспектів застосування в будь-яких сферах діяльності **цифрових платформ** через їхній стрімкий розвиток і трансформацію завжди залишається у фокусі наукових досліджень та актуальність дослідження цього явища постійно зростає. Це питання було досліджено в роботах багатьох закордонних та вітчизняних науковців: Ш. Мішра та А. Тріпаті (S. Mishra and A. Tripathi) [70]; Н. Йі (N. Yee) [79]; П. Вардарлієр та М. Озсагін (P. Vardarlier and M. Ozsahin) [80]; Й. Клауссен та М. Галбінґер (J. Claussen and M. Halbinger) [50]; А. Гавер (A. Gawer) [61]; Д. Джо (Y. Yoo) [74];

Ж. Г. К. Гомес та М. Т. Окано (J. G. C. Gomes and M. T. Okano) [62]; Р. Манча, С. Гордон та Б. Ієр (R. Mancha, S. Gordon and B. Iyer) [69]; К. Боніна, К. Коскінен, Б. Ітон, А. Гавер (С. Bonina, K. Koskinen, B. Eaton, A. Gawer) [55]; Г. Паркер і М. В. Алстайн (G. Parker and M. V. Alstyne) [75]; В. Кохан [21]; А. Семеног [32]; К. Січкаренко [33]. Дослідження показують, що цифрові платформи опосередковано технологією, забезпечуючи взаємодію між групами користувачів і дозволяючи цим групам користувачів виконувати визначені завдання, а їхнє визначення залежить від сфери діяльності. Практичні рішення швидко адаптують під реалії цифровізації суспільства, тоді як теоретичні засади потребують переосмислення для відображення об'єктивної дійсності.

Однак немає єдиної думки про сутність такого поняття, як «цифрова платформа» в умовах процесу цифрової трансформації соціально-економічних систем, тому виникає потреба в подальшому дослідженні цього питання.

9.2. Цифровізація суспільства, цифрова культура. Нормативно-правове підґрунтя процесу цифровізації

Сучасне суспільство відзначається швидким розвитком комунікаційних та інформаційних ресурсів, тому його часто називають інформаційним. Тож протягом останніх кількох десятиліть наше суспільство називали по-різному: «інформаційне суспільство», «суспільство знань», «мережеве суспільство», «цифрове суспільство», так підкреслюючи важливість інформації та інформаційно-комунікаційних технологій сьогодення. Сучасний світ змінюється під впливом цифровізації. Перетворення інформації на цифрову форму охоплює безліч сфер, як-от: виробництво, бізнес, наука, соціальна сфера та освіта. Цифрові технології стають невід'ємною частиною життя сучасної людини, змінюють суспільні відносини. Отже, наше суспільство стає цифровим. Цифровізацію всіх сфер суспільного життя в більшості країн світу вважають одним із головних факторів конкурентоспроможного та інноваційного розвитку країни.

Поняття цифровізації стало актуальним для сучасного суспільства. *Цифровізація бізнесу* – це використання цифрових технологій для зміни бізнес-моделі та створення нових можливостей для отримання прибутку, це процес переходу до цифрового бізнесу. Цифровізація означає вико-

ристання цифрових технологій і даних для створення доходів, удосконалення бізнесу, заміни чи перетворення бізнес-процесів (а не просто їхнього оцифрування) та створення середовища для цифрового бізнесу, де цифрова інформація є ядром усіх процесів [56].

У широкому розумінні цифровізація означає процес трансформації господарських систем, за якого зростає використання цифрових (інформаційно-комунікаційних) технологій у господарській діяльності як окремих домогосподарств і підприємств, так і національної економіки загалом [39]. Зазначену трансформацію можна також назвати переходом до цифрової економіки. Як своєрідні синоніми цифрової економіки вживають також терміни: «нова економіка» (new economy), «електронна економіка» (e-economy), «мережева економіка» (network economy).

Цифрову економіку можна визначити як економічну систему, засновану на переважному використанні цифрових технологій. Своєю чергою, технології, засновані на опрацюванні інформації, вважають цифровими технологіями. Д. Гармон (J. Harmon), водночас додає у визначення більш чіткий критерій. Під цифровими він розуміє технології, що використовують інформацію у формі числового коду (numeric code) [65]. Цифрові технології виконують дуже важливу функцію – формують віртуальну (інформаційну) копію фізичного (матеріального) об'єкта, що дає змогу контролювати матеріальні процеси через віртуальний простір, зокрема через електронні інтернет-пристрої. Цифрові технології стають усе більш важливою частиною економічного, політичного та культурного життя людей, суб'єктів господарювання та суспільства загалом. Вони дають змогу для створення нових та модернізації наявних галузей, підвищення рівня взаємодії суспільства та державних органів на основі інформаційно-комунікаційних технологій, формують інноваційні бізнес-моделі, посилюють конкурентоспроможність національних ринків.

Цифрова економіка – це тип економіки, де ключовими факторами та засобами виробництва є цифрові дані (бінарні, інформаційні, тощо) і мережеві трансакції, а також їхнє використання як ресурсу. Усе це дає змогу істотно підвищити ефективність діяльності, продуктивність діяльності та цінність для отриманих продуктів і послуг [17].

Цифрова трансформація (цифровізація) – це перетворення наявних аналогових (іноді електронних) продуктів, процесів і бізнес-моделей організації, в основі якої лежить ефективне використання цифрових технологій [17].

Цифрові технології (згідно з аналітичними звітами Давоського економічного форуму): інтернет речей, роботизація та кіберсистеми, штучний інтелект, великі дані, безпаперові технології, адитивні технології (3D-друкування), хмарні та туманні обчислення, безпілотні й мобільні технології, біометричні технології, квантові технології, технології ідентифікації, блокчейн (перелік не є вичерпним і його доповнюють) [17].

Під час здійснення цифровізації основним елементом ключових цифрових трансформацій є цифрові технології, що показано на рис. 9.1. Варто зазначити, що саме функціонування технологій усіх наведених видів дозволить ефективно здійснювати цифровізацію будь-якої галузі, суспільства й економіки країни.



Рис. 9.1. **Цифрові технології** [17]

Слід зазначити, що цифрова економіка – це не окрема галузь економіки, а нова економічна модель, побудована на принципово нових технологічних підходах і цифрових платформах. Можна сказати, що процес цифровізації економіки широко відбувається в усіх сферах національної економіки, серед них промисловість, енергетика, транспорт, зв'язок, будівництво, агропромисловість, освіта, медицина тощо.

Як і будь-яке складне багатогранне явище, цифрова економіка характеризується різними аспектами її реалізації, як-от: технологія, економіка, суспільство, політика, освіта тощо. На рис. 9.2 [39] показано лише основні ознаки, що характеризують цифрову економіку в зазначених вимірах.



Рис. 9.2. Основні ознаки цифрової економіки [39]

Так звана «цифрова ера» запровадила глибокі важливі зміни до світової економіки: **цифрова інфраструктура** стала основним елементом критичної інфраструктури. Зростаюча залежність майже кожного сектору економіки від цифрових можливостей країн робить значний вплив на економічну безпеку, бізнес-середовище та, зрештою, конкуренцію. Використання цифрових технологій навколо нас – виробництво,

комунікація зі споживачами, державні послуги, банківська справа, освіта, розумні міста та багато іншого – стає все більш популярним. Цифрові технології забезпечують базову бізнес-діяльність, освітню діяльність – це стає стратегічним, а не лише оперативним питанням.

У процесі цифровізації важливу роль відіграє цифрова інфраструктура. *Цифрові інфраструктури* – це комплекс технологій, продуктів і процесів, що забезпечують обчислювальні, телекомунікаційні та мережеві можливості електронної взаємодії, обміну даними, сигналами тощо [17]. Компоненти цифрової інфраструктури є основою цифрової економіки. Їх розподіляють на опорні (тверді – hard) та сервісні (м'які – soft).

Опорні (тверді) інфраструктури [17]:

1) фіксована інфраструктура широкосмугового доступу до інтернету (ШСД): магістральні, дистрибуційні та локальні мережі, точки обміну трафіком тощо;

2) мобільна інфраструктура зв'язку та широкосмугового доступу (3G, 4G, 5G);

3) радіоінфраструктура (LoRaWan тощо) для проєктів інтернету речей (сенсори, датчики тощо);

4) радіоінфраструктура (насамперед Wi-Fi на рівні міст, селищ, різних закладів, туристичних об'єктів тощо);

5) інфраструктура супутникового зв'язку;

6) обчислювальна інфраструктура (т. зв. хмарна, або віртуалізована, інфраструктура);

7) інфраструктура кібербезпеки.

Сервісна (м'яка) інфраструктура [17]:

1) інфраструктура ідентифікації та довіри (citizen ID, Bank ID, mobile ID);

2) інфраструктура відкритих даних;

3) інфраструктура державних послуг (e-government);

4) інфраструктура інтероперабельності (API, стандарти європейської ISA);

5) інфраструктура е-комерції та е-бізнесу (e-contract, e-invoicing, e-logistics);

6) транзакційно-процесингова інфраструктура (онлайн-платежі, інструменти cashless, сервіси fintech);

7) інфраструктура життєзабезпечення (цифрові медичні, освітня, транспортні, логістичні та інші системи, системи громадської безпеки);

8) геоінформаційна інфраструктура (прив'язування цифрових даних до просторових об'єктів);

9) промислові цифрові інфраструктури (Індустрія 4.0).

Отже, опорні (тверді) компоненти інфраструктури формують із матеріальних засобів, що забезпечують дію цифрових технологій. До них належать: магістральні, дистрибуційні та локальні мережі, точки обміну трафіком, засоби супутникового зв'язку, обчислювальна техніка тощо.

Сервісні (м'які) компоненти інфраструктури містять будь-які інформаційні продукти, що є потрібними для функціонування цифрових технологій, а саме: програми, стандарти, дані, алгоритми, хмарні сервіси, цифрові платформи тощо.

Розгляньмо поняття цифровізації.

Уперше термін «цифровізація» ввів 1995 року Н. Неґропонтє (N. Negroponte) – американський дослідник, один із засновників медіа-лабораторії Массачусетського технологічного інституту. У своїй книзі Being Digital Н. Неґропонтє [7] порівнює атоми та біти як найдрібніші частинки матеріального та цифрового світу, відповідно. На його думку, те, що складено з атомів, рано чи пізно можна буде скласти й з бітів, а сучасний світ змінюють під впливом цифровізації.

Аналізуючи наукові підходи до поняття «цифровізація» в публічному управлінні [31, с. 73], це поняття можна розглядати у вузькому та широкому розумінні. Так, цифровізація у вузькому сенсі – це перетворення інформації на цифрову форму, а в широкому – тенденція до ефективного світового розвитку.

Цифровізація – це інтеграція цифрових технологій у повсякденне життя суспільства шляхом оцифрування всього, що можна оцифрувати. Цифровізація означає комп'ютеризацію систем і робочих місць для більшої легкості та доступності [4].

Цифровізація є визнаним механізмом економічного зростання, завдяки здатності технологій позитивно впливати на ефективність, результативність, вартість і якість економічної, громадської та особистої діяльності [29].

Термін «цифровізація» сьогодні має тенденцію до використання для опису трансформації, яка йде далі, ніж просто заміна аналогового або фізичного ресурсу на цифровий. Наприклад, книги не просто перетворюють на електронні книги, а вони надають цілий спектр інтерактивних і мультимедійних ресурсів. Відповідно, процеси можуть стати вже онлайн-діалогами між різними боками освітнього процесу. Цифровізація – це своєрідна зміна парадигми того, як ми думаємо, як ми діємо, як ми спілкуємося із зовнішнім середовищем та один з одним, а технологія тут – скоріше інструмент, аніж мета [19]. Крім того, є різні підходи до визначення «цифровізація», розгляньмо деякі з них.

Зокрема, поняття цифровізації – це:

1) насичення фізичного світу електронно-цифровими пристроями, засобами, системами й налагодження електронно-комунікаційного обміну між ними, що фактично уможливорює інтегральну взаємодію віртуального та фізичного, тобто створює кіберфізичний простір [29];

2) використання можливостей онлайн та інноваційних цифрових технологій усіма учасниками економічної системи – від окремих людей до великих компаній і держав [37];

3) забезпечення, поліпшення й перетворення бізнес-процесів через використання цифрових технологій та оцифрованих даних. Загалом, цифровізацію розглядають як шлях до цифрового бізнесу та цифрових трансформацій, але значення цифровізації виходить за межі бізнесу та належить до постійного втілення цифрових технологій у всі види суспільного життя [47];

4) спосіб, у якому багато доменів соціального життя перебудовано навколо інфраструктури цифрових комунікацій і медіа [48];

5) процес еволюції економічних, соціальних, виробничих, техніко-технологічних, організаційних, управлінських та інших відносин усередині суспільства, зміна їхньої суб'єктивно-об'єктивної орієнтованості, викликаної розвитком інформаційно-комунікаційних (цифрових) технологій [30];

6) зміна парадигми того, як ми думаємо, як ми діємо, як ми спілкуємося із зовнішнім середовищем та один з одним. Технологія тут – скоріше інструмент, а не ціль [24].

Цифровізацію слід розглядати як інструмент, а не як самоціль. У межах системного державного підходу цифрові технології будуть

сприяти створенню робочих місць, зростанню продуктивності, економічному зростанню та якості життя українців. Цифровізація – це нова правова та соціально-політична реальність, у якій живе суспільство. Це найважливіший фактор зростання економіки будь-якої країни. Головною метою цифровізації є досягнення цифрової трансформації наявних і створення нових секторів економіки, а також трансформація сфер життя в нові, ефективніші та сучасніші форми. Розвиток країни можливий, коли ідеї, дії, ініціативи та програми, пов'язані з цифровізацією, інтегрують у національні й регіональні стратегії та програми розвитку. Саме цю ідеологію закладено в процеси цифровізації через її ключові принципи, на основі яких будуть відбуватися трансформації в Україні. В Економічній стратегії України 2030 [17], яку ухвалено 14 травня 2019 року, сформульовано основні принципи цифровізації України, на основі яких мають відбуватися трансформаційні процеси:

Принцип 1. Цифровізація має забезпечувати кожному громадянину однаковий доступ до послуг, інформації та знань, який надають на основі інформаційно-комунікаційних і цифрових технологій (ІКТ).

Принцип 2. Цифровізацію має бути спрямовано на створення переваг у різних сферах повсякденного життя.

Принцип 3. Цифровізація є інструментом економічного зростання через підвищення ефективності, продуктивності та конкурентоспроможності, завдяки використанню цифрових технологій.

Принцип 4. Цифровізація має сприяти розвитку інформаційного суспільства, засобів масової інформації, креативного середовища, креативного ринку тощо.

Принцип 5. Цифровізація має орієнтуватися на міжнародне, європейське та регіональне співробітництво, із метою інтеграції України до ЄС, виходу на європейський і світовий ринок.

Принцип 6. **Стандартизація** є основою цифровізації, одним із головних факторів її успішної реалізації. Стандарти посилюють конкуренцію, дозволяють знизити витрати та вартість продукції, гарантують сумісність, підтримування якості, збільшують ВВП країни.

Принцип 7. Цифровізацію мають супроводжувати підвищенням рівня довіри й безпеки під час використання ІКТ.

Принцип 8. Цифровізація має стати об'єктом фокусного та комплексного державного управління.

Дотримання цих принципів є визначальним для створення, реалізації та користування перевагами, що надають цифрові технології.

Відповідно до Економічної стратегії України – 2030, Україні до 2030 року було поставлено такі цілі щодо цифровізації країни (Україна 2030E) [17]:

1) 99 % українського бізнесу має використовувати цифрові платформи господарської взаємодії (e-business): електронні рахунки та електронні (смайт) контракти, електронні податкові та митні документи, електронні можливості кредитування тощо. Паперовий документообіг між суб'єктами бізнесу мають знизити до 2 – 3 % від загального;

2) має бути впроваджено принаймні вісім дорожніх карт цифрової трансформації ключових індустрій: в агросекторі, машинобудуванні, туризмі, легкій промисловості, харчовій і переробній промисловості, енергетиці, гірничодобувній промисловості, оборонній сфері;

3) частка високотехнологічного експорту у випуску промислової продукції має досягти 50 %;

4) вплив інженерних кадрів промислового спрямування має бути знижено вдесятеро;

5) 100 % промислових стандартів Індустрії 4.0. має бути гармонізовано з ЄС;

6) має відбутися 20-кратне зростання кількості підприємств, що випускають цифрову продукцію – smart (digital) products (станом на 2018 рік кількість таких становила 30 – 40 підприємств);

7) 200 українських міст мають перейти на цифрові платформи управління містом, інфраструктурою та обслуговуванням громадян;

8) 100 % ключових вузлів транспортної інфраструктури, туристичних маршрутів, природних заповідників, об'єктів культури та історії, дозвілля та відпочинку має бути покрито бездротовими мережами Wi-Fi;

9) 100 % українських шкіл мають повноцінно використовувати інтернет і цифрові технології в навчальному процесі;

10) має бути запроваджено інтелектуальні системи громадської безпеки та відповідні цифрові системи координації діяльності оперативних, чергових, диспетчерських і муніципальних служб. Кількість нещасних випадків потрібно зменшити в 15 разів;

11) 70 % працівників бізнесу та державного сектору мають використовувати технології цифрових робочих місць;

12) на 80 % мають знизити вранішні та вечірні автомобільні затори у великих містах, завдяки технологіям цифрових робочих місць разом з інтелектуальними системами управління дорожнім рухом;

13) 99 % селищ мусять мати змогу використання телемедичних та інтелектуальних систем взаємодії та отримання медичних послуг.

Цифровізацію об'єктивно визнано одним із глобальних трендів, що визначальним чином впливають на формування сучасного глобалізованого світу [11].

Процес використання оцифрованої інформації, із метою спрощення та підвищення ефективності традиційних способів роботи, називають цифровізацією. Отже, цифровізація не є зміною способів ведення бізнесу чи створення нових типів бізнесу. Ідеться про те, що загалом бізнес продовжує працювати як і раніше, але швидше та краще, тому що будь-які дані є доступними оперативно. Їх не потрібно шукати десь у картотеці, архівах тощо. Суттєві зміни відбуваються й у суспільному житті. Через виникнення нових інструментів, зокрема цифрових платформ, завдяки цифровізації спрощують і прискорюють багато таких процесів, як: подання документів онлайн, навчання, оброблення продажів, ведення та аналітика компанії тощо.

Цифровізацію спрямовано на суспільство, запроваджено цифрові технології, цифрову трансформацію для полегшення та поліпшення економічної ситуації в країнах. У процесі оцифрування фізичний світ насичують електронними та цифровими пристроями, медіа та системами, між якими встановлюють електронні комунікаційні обміни. Це забезпечує інтегральну взаємодію між віртуальним і фізичним, тобто створює кіберфізичний простір.

Отже, цифровізація, оцифрування є лише передумовами до цифрової трансформації [14], цифровізація країни – не самоціль, а інструмент радикального підвищення ефективності функціонування національної економіки, якості життя людей і розв'язання комплексу соціальних проблем.

Цифрову трансформацію спричиняють три взаємопов'язані сили: нові технології, нові бізнес-моделі, зміни поведінки користувачів [9].

Сферами цифрової трансформації є [81]:

1) ділова діяльність, функції: маркетинг, операції, людські ресурси, адміністрація, обслуговування споживачів тощо;

2) бізнес-процеси: одна або кілька пов'язаних операцій, видів діяльності та наборів для досягнення конкретної бізнес-мети;

3) бізнес-моделі: як бізнес функціонує, від підходу до ринку та позиції вартості до способів заробляти гроші, трансформувати свою основну діяльність, використовуючи нові джерела доходу та підходи, іноді навіть відмовляючись від традиційного основного бізнесу зовсім.

Багато компаній сьогодні діють не за правилами, повністю змінюючи принципи функціонування бізнесу. Наприклад, служби таксі, що працюють як платформи (Uklon, Uber), які навіть не мають власного автопарку, працівників, диспетчерів, тобто того, що є характерним для традиційного уявлення про таксі;

1) бізнес-екосистеми: мережі партнерів і зацікавлених сторін, а також контекстуальні фактори, що впливають на бізнес, як-от регулятивні чи економічні пріоритети й еволюція;

2) управління діловими активами: основну увагу приділяють як традиційним активам, так і менш матеріальним, як-от інформація та клієнти;

3) організаційна культура: має бути чітко орієнтованою на споживача, усвідомлюваною меті, яку досягають набуттям базових компетентностей у всіх сферах, як-от цифрова зрілість, лідерство, бази знань для працівників тощо;

4) екосистемні та партнерські моделі: зростання кооперативних, спільних, співтворчих та повністю нових бізнес-екосистемних підходів;

5) клієнт, працівник і партнер: клієнти, працівники, партнери: орієнтованість на споживача, досвід користувачів, розширення можливостей працівників, нові моделі робочого місця, зміна динаміки партнерів каналу тощо.

Оскільки цифрова трансформація передбачає глибинні зміни, то її об'єктом можна вважати спосіб ведення бізнесу, а предметом – бізнес-процеси, бізнес-моделі та їхні елементи, цифрову культуру. **Цифрова трансформація** – це радикальне переосмислення того, як організація працює з технологіями, людьми та процесами, щоб докорінно змінити ефективність свого бізнесу й задовольнити потребу клієнтів.

Цифрова трансформація – це не тільки технології. Бути цифровою організацією означає не лише використовувати цифрові продукти, послуги та взаємодію із клієнтами. Технології – інструмент, який дозволяє співробітникам, зокрема, працювати ефективніше та в кращих умовах,

а бізнесу загалом посилювати основні операції. Але цифрова трансформація може закінчитися так і не розпочавшись, якщо співробітники компанії не розуміють, навіщо, як і що відбувається. Тому під час трансформації компанії в цифрову є потрібними й великі зміни в діях співробітників, їхній власній поведінці та взаємодії з іншими людьми, усередині та поза організацією. Інакше кажучи, успішна цифрова трансформація починається з **культурної трансформації**.

Сучасна освіта також залежить від цифрових технологій. Цифрові технології є головною тенденцією технологічного розвитку, що трансформує освіту. Цифрове суспільство розвивається на основі цифрових технологій, які запроваджують зміни та сприяють не тільки успішному підприємництву та бізнесу, а й розвитку нової сутності цифрової людини [1, с. 12]. Ці зміни є неможливими без формування **цифрової культури особистості**. Свідомий підхід до епохи цифрової трансформації потребує від суспільства нового бачення цифрової культури.

Цифрова культура є новим і складним поняттям. Сьогодні цифрові тенденції все більше перетинаються зі світом культури та мистецтва, охоплюючи різні аспекти процесу зближення культур, медіа й інформаційних технологій, впливаючи на нові форми комунікації та взаємодії. Нові можливості інформаційно-комунікаційних технологій, розвиток глобальних зв'язків і мереж кидають виклик нашому традиційному розумінню культури та поширюють його також на цифрову культуру.

Поняття «цифрова культура» характеризує одну зі складових загальної культури, пов'язаної з інформаційним аспектом життя людини, який ґрунтується на інтерактивному спілкуванні в інформаційному просторі. У зв'язку зі збільшенням інформаційних потоків та їхньою різноманітністю в інформаційному суспільстві, зростає попит на цифрову культуру, що потребує від людини вміння сприймати й аналізувати великі обсяги інформації, а також критично мислити. Для вільної орієнтації в інформаційному просторі людина має володіти цифровою культурою, що є складовою культури як загального поняття.

Культури складаються з людей, а культура є результатом людської взаємодії та сукупністю матеріальних і духовних цінностей, створених людством протягом історії людства й сукупністю історично сформованих у суспільстві правил їхнього збереження та гармонії [63].

У сучасному світі людині потрібно навчитися розрізняти недостовірну інформацію, аналізуючи та порівнюючи її з іншими джерелами, а вже потім формувати власну думку, тому інформаційну культуру вважають обов'язковою складовою загальної культури фахівця будь-якого профілю. Також інформаційну культуру потрібно формувати у здобувачів вищої освіти під час навчання з урахуванням специфіки відповідного фаху [41]. Цю думку можна поширити безпосередньо й на процес формування цифрової культури в умовах дистанційного навчання. Здібності людини сприймати, опрацьовувати та аналізувати інформацію, характеризують рівень її цифрової культури. На формування стилю життя та зразків поведінки сучасної людини, передусім, впливає порядок комунікативних взаємодій і змін їхніх соціально-психологічних форм в умовах розвитку інформаційно-технічного світу. Цифрову культуру пов'язано із соціалізацією людини, тому критичне мислення допомагає проаналізувати інформацію.

Щоб досягти успіху в будь-якій сфері з погляду цифровізації, потрібно нове покоління професіоналів із високим рівнем цифрової культури. Сьогодні є велика кількість визначень поняття «цифрова культура». Розгляньмо деякі з них.

Уперше поняття «цифрова культура» введено до наукового обігу в 2000-х рр., у зв'язку з виникненням технології другого покоління мережесервісів Інтернету – Web 2.0 [73] із якісно новим підходом до організації, реалізації та підтримання Web-ресурсів, де визначальним фактором є людина, його соціальні комунікації й особисті переваги.

В Аналітичній записці відділу гуманітарної політики Національного інституту стратегічних досліджень [23] зазначено, що цифрова культура є базовою основою сучасної світової культури, невід'ємною складовою всіх суспільних процесів, зокрема й освітніх; явище цифрової культури є знаковим, оскільки вказує на провідну форму соціалізації сучасного суспільства – інформаційно-віртуальну.

Корпорація Microsoft у виданні «Цифрова культура: ваша конкурентна перевага» дає досліджуваному поняттю таке визначення: «Цифрова культура – це загальні, основоположні базові припущення, цінності, переконання й норми, що характеризують те, як організація заохочує та підтримує використання технологій для найбільш ефективного виконання роботи» [53]. У цьому визначенні головний акцент зроблено на аксіологічній складовій цифрової культури, тоді як практичні вміння

й навички із кваліфікованого застосування цифрових технологій залишилися за межами визначення.

Закордонні науковці досліджували процес побудови цифрової культури співробітників компанії та розглянули як вона може досягти успіху, завдяки розвинутій їхній цифровій культурі в умовах сучасного швидко мінливого цифрового світу та середовища, у якому вони працюють. Співробітники компаній, які не мають певного досвіду у використанні цифрових технологій призведуть роботу підприємства до певних збитків, а згодом до повного банкрутства. Отже, в умовах цифрової трансформації на розвиток компанії, що використовує цифрові технології для опрацювання, зберігання, виведення даних, впливає розвинена цифрова культура [49].

Вітчизняні науковці досліджували цифрову культуру як освітній феномен. Вони стверджують, що поняття «цифрова компетентність» є узагальнювальним для понять «цифрова грамотність» і «цифрова культура» [10]. Під цифровою культурою спеціаліста науковець М. О. Кириченко розуміє цінності цифрової технологізації, які не суперечать загальним гуманістичним цінностям, а означають цифрову компетентність спеціаліста, володіння технологіями оптимального орієнтування в цифровій реальності й, передусім, продуктивного спілкування у віртуальному просторі [2].

Дослідниця розвитку цифрового суспільства К. Литвинова, у своєму професійному DigitleBlog [28] висвітлює інші аспекти цифрової культури, розуміючи цифрову культуру як систему правил поведінки людини, яких вона дотримується під час використання інформаційно-комунікаційних технологій. До компонентів цифрової культури К. Литвинова зараховує такі фактори: раціональне використання інформації; критичне мислення, що стосується обсягу і якості сприйнятої інформації та її подальшого аналізу (вибір достовірних і надійних інформаційних джерел), інтерпретації (віддання переваги фактам, ніж думкам), дослідження (глибокий аналіз інформації для формування висновків) й оцінювання (погляд на інформаційне повідомлення з різних аспектів); цифрову грамотність, тобто вміння користуватися сучасними інформаційними технологіями (ІТ) та програмним забезпеченням, особливо в професійній діяльності; ІТ-волонтерство – використання інформаційно-комунікаційних технологій не лише для власних потреб, а й для вдосконалення навколишнього світу; «зелене» використання інформаційних технологій («Greening IT»),

участь у розв'язанні екологічних проблем, спричинених інформаційним прогресом.

Важливою складовою цифрової культури, вважає Д. Белшоу, є цифрова грамотність [46], оскільки швидкість розвитку цифрової цивілізації спричиняє трансформацію технологічної інфраструктури, не тільки впливаючи на життєдіяльність суспільства, а й на окрему людину як особистість. Зростання темпу життя, обсяг інформації, оперування великими інформаційними потоками зумовлює потребу інтерпретувати, оцінювати та визначати достовірність інформації, потребуючи водночас кардинальної трансформації парадигми освіти, базових комунікативних навичок і нових компетентностей у цифровому суспільстві.

Для життя в сучасному цифровому світі людині потрібно нові знання, навички та перспективи. У сукупності все це входить до такого всеосяжного поняття, як компетентність. «Цифрову» грамотність (або «цифрову» компетентність) 2018 року визнано Європейським Союзом однією з восьми ключових компетентностей для повноцінного життя та діяльності, яка є потрібною сучасній людині впродовж життя, на рівні з такими традиційними компетентностями, як грамотність, мова, можливість самовиявлення, здатність до навчання, комунікативність, здатність до підприємницької діяльності та ін.

Міністерством цифрової трансформації України 2021 року було оприлюднено «Опис рамки цифрової компетентності для громадян України», де наведено, що цифрова компетентність охоплює такі поняття, як інформаційна грамотність і медіаграмотність, комунікація та співпраця, створення цифрового контенту (включно із програмуванням), безпека (включно із захистом персональних даних у цифровому середовищі та кібербезпекою), а також розв'язання різнопланових проблем і навчання впродовж життя. Цифрова компетентність є ключовою компетентністю в умовах Четвертої промислової революції. Цей термін містить упевнене, критичне та відповідальне використання та взаємодію із цифровими технологіями для навчання, працевлаштування, роботи, дозвілля й участі в суспільному житті [22, с. 5–6].

Цифрова компетентність охоплює відповідні знання, навички та ставлення, зокрема:

- 1) інформаційну грамотність;
- 2) здатність сприймати дані, спілкуватися та співпрацювати з іншими учасниками суспільних процесів;

- 3) можливість створення цифрового контенту;
- 4) організацію безпеки (включно із цифровим благополуччям і вирішенням питань кібербезпеки).

Цифрова компетентність має три рівні [17]:

1) *базовий рівень* забезпечує використання цифрових технологій у повсякденному житті для спілкування та взаємодії один з одним, перегляду цифрового контенту тощо;

2) *середній рівень* забезпечує цифрову творчість, тобто використання цифрових технологій для створення контенту та застосування в різних сферах діяльності тощо;

3) *просунутий рівень* забезпечує цифрове підприємництво, тобто використання цифрових технологій для бізнесу, професійної діяльності, де цифровий контент перетворено на предмет праці.

Використання цифрових технологій потребує наявності підготовлених фахівців, які володіють відповідними знаннями, навичками та цифровою культурою. Відповідно до реалій цифрового суспільства, майбутній спеціаліст має володіти: сучасною системою поглядів, теоретичних знань і практичним досвідом використання цифрових технологій для доступу, організації, аналізу та оцінювання цифрової інформації; відповідною соціальною поведінкою в цифровому середовищі, цифровою культурою як складовими глобального цифрового суспільства України в умовах цифрової трансформації, що дає змогу бути конкурентоспроможним на сучасному ринку праці. В інформаційному суспільстві основною складовою є суспільне виробництво, де істотно підвищують вимоги до рівня підготовки всіх його учасників, тому особливу увагу слід приділити цифровізації освіти як напряму, пов'язаному з розвитком цифрової культури людини. Отже, рушійною силою цифрової трансформації суспільства є саме людина, а успішна цифрова трансформація починається із цифрової культури особистості. З огляду на це, зміст підготовки фахівця потрібно змінити так, щоб забезпечити майбутньому фахівцеві не тільки загальноосвітні та професійні знання, але й потрібний рівень цифрової культури.

Важливою особливістю інформаційної цивілізації є її орієнтація на майбутнє. Процес визначення рівня практичного досягнення в будь-якій сфері діяльності, пов'язаний із проблемою вибору відповідних особливостей і показників. Це передбачає контроль за використанням технологій, розроблення моделей технологічного прогнозування, що залежить

від рівня культури й освіти. Тому, якщо говорити про вищу освіту, то основною особливістю формування цифрової культури в здобувача вищої освіти можна вважати спроможність використовувати в різних виявах своєї майбутньої професії сучасні цифрові технології. Зважаючи на це, основними показниками будуть певні знання, уміння й навички, потрібні для збирання інформації та подальшого аналізу, а також уміння застосовувати засоби комп'ютерної техніки й інформаційно-комунікаційні технології. Цифрова культура – це основна базова складова сучасної світової культури, яка є невід'ємною складовою всіх без винятку суспільних процесів. Отже, поняття «цифрової культури» можна розглядати як один з аспектів загальної культури, пов'язаний з інформаційною діяльністю індивіда в конкретному цифровому середовищі.

Сучасний світ – це світ інтерактивних обмінів, взаємодій, трансформацій, які формують нові мобільні та гнучкі віртуальні спільноти, тому можна стверджувати, що цифрова культура містить певний набір знань, навичок і правил поведінки людини, які дозволяють їй правильно використовувати інформаційно-комунікаційні технології як у професійній діяльності, так і в особистому житті.

Варто також приділити увагу **концепціям цифрової трансформації**, зокрема [26]:

- а) концепції платформ;
- б) концепції кіберфізичної системи;
- в) концепції нової промислової революції Індустрія 4.0;
- г) концепції трансформації Суспільство 5.0.

Цифрові тренди – це напрями розвитку цифрових технологій. Аналіз цифрових трендів дає змогу прогнозувати розвиток конкретного економічного, технологічного та навіть соціального явища в майбутньому [17]. Протягом останніх років «цифрові» технології зазнали величезної трансформації, їхнє застосування створило нові перспективи для формування наявних «аналогових» секторів економіки та нових галузей, вони роблять значний вплив на нові бізнес-моделі та місцеву й глобальну економіку. Оскільки цифрова економіка, особливо інтернет, є глобальним явищем, тобто не обмеженим національними кордонами, цифрові тенденції також роблять значний вплив на економіку.

Початок Четвертої промислової революції (Industry 4.0) створює можливість значно розширити арсенал цифрових технологій. Цифровізація – це динамічний процес, який усе ще розвивається із часом. У ньому

постійно мають змінювати цілі та завдання трансформації соціально-економічної системи, чергувати групи трендів (тенденцій) соціально-економічного розвитку, що показано на рис. 9.3.

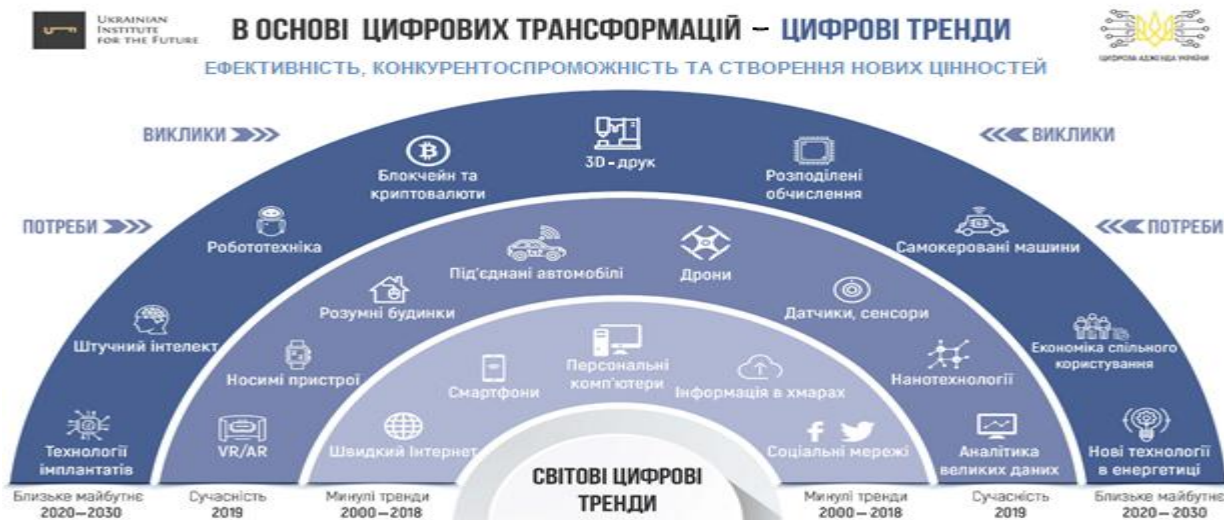


Рис. 9.3. Ключові тренди цифровізації України [17]

Трендами цифрової трансформації є такі [17]:

1. Дані стають головним джерелом конкурентоспроможності, тобто активом.
2. Розвиток сфери інтернету речей (Internet of things, IoT, IIoT), тобто мережі, що складається із взаємопов'язаних фізичних об'єктів (речей) або пристроїв, які мають убудовані датчики та сенсори, а також програмне забезпечення, що дає змогу здійснювати взаємодію фізичних речей із комп'ютерними системами та мережами, зокрема інтернетом.
3. Цифровізація або цифрові трансформації бізнесу та галузей економіки.
4. Поширення бізнес-моделей, що належать до ідеології економіки спільного користування (sharing economy).
5. Зміни моделей спілкування та взаємодії. Зміна поведінки користувачів.
6. Намагання формувати стійкі до негативних впливів бізнес-моделі. Перехід до мережевої взаємодії та створення екосистем постачальників, партнерів, споживачів і конкурентів навколо компаній.

7. Віртуалізація фізичних інфраструктурних ІТ-систем та перехід до сервісних моделей.

8. Штучний інтелект (ШІ, з англ. artificial intelligence, або AI).

9. «Екологічно чистий» маркетинг.

10. Цифрові платформи як джерела формування цінності в цифровій економіці.

Отже, тенденції цифрової трансформації в економіці – це цифровізація, перенесення виробництва із країни з дешевою робочою силою до країни-лідера за технологіями (через розвиток технологій, що оптимізують виробництво та витрати), створення спільних інновацій, зокрема в межах цифрових платформ та екосистем.

Дослідження процесу цифровізації суспільства має нормативно-правове підґрунтя: європейські та вітчизняні державні документи. Цифровізація у світі ґрунтується на загальних принципах трансформації цифрової економіки, тому важливо створити законодавчу базу, яка підтримує стратегічні напрями реформи та спрямовує бізнес на її застосування з використанням найсучасніших технічних інновацій і технологічних рішень, зокрема цифрових платформ. Україна також підтримала європейську ініціативу із цифровізації суспільства. У вересні 2022 року підписано угоду про участь України в програмі Європейського Союзу «Цифрова Європа» (The Digital Europe Programme) із 2021 до 2027 року [77], яка має на меті підтримувати проекти в п'яти ключових сферах, як-от: суперкомп'ютери, штучний інтелект, кібербезпека, передові цифрові навички та забезпечення широкого використання цифрових технологій в економіці та суспільстві, зокрема через цифрові технології. Участь у цьому проекті дозволить пришвидшити цифрову трансформацію суспільства та відновлення економіки. У зв'язку із цим основні цілі розвитку інформаційного суспільства в Україні поступово погоджують з орієнтирами європейського розвитку. Серед них – ініціатива «Цифровий порядок денний Європи» (Digital agenda for Europe) [52] на десятиліття 2020 – 2030 рр.; політична програма «Цифрове десятиліття Європи: цифрові цілі до 2030 року» (Europe's Digital Decade: digital targets for 2030) [58] із конкретними цілями та завданнями для управління цифровою трансформацією Європи за такими напрямками: населення із цифровими навичками та висококваліфіковані цифрові професіонали; захищені та стійкі цифрові інфраструктури; цифрова трансформація бізнесу; цифровізація державних послуг.

Європейська комісія 9 березня 2021 року оголосила про своє бачення та цілі досягнення цифрової трансформації Європи до 2030 року та запропонувала погодити «Цифровий компас» [58], у якому висвітлено набір цифрових принципів, що дозволять швидко розпочати важливі багатонаціональні проєкти та підготувати законодавчу пропозицію, яка визначає надійну структуру управління для моніторингу реалізації цих проєктів. Європа прагне розширити можливості для бізнесу та громадян у цифровому майбутньому, орієнтованому на людей. Оголошуючи пакет, президент комісії пані Урсула фон дер Ляєн зазначила: «Пандемія виявила, наскільки важливими є цифрові технології та навички для роботи, навчання та спілкування, і де нам потрібно поліпшуватися. Зараз ми маємо зробити це «цифрове десятиліття» Європи таким, щоб усі громадяни та підприємства мали доступ до найкращого, що може запропонувати цифровий світ. Сьогоднішній «цифровий компас» дає нам чітке уявлення про те, як цього досягнути». Цифрові технології зараз потрібні для роботи, навчання, розваг, спілкування, купівель і доступу до всього – від охорони здоров'я до культури.

Передбачають, що до 2030 року Євросоюз буде розвиватися за чотирма основними напрямками «цифрового компаса», що показано на рис. 9.4.

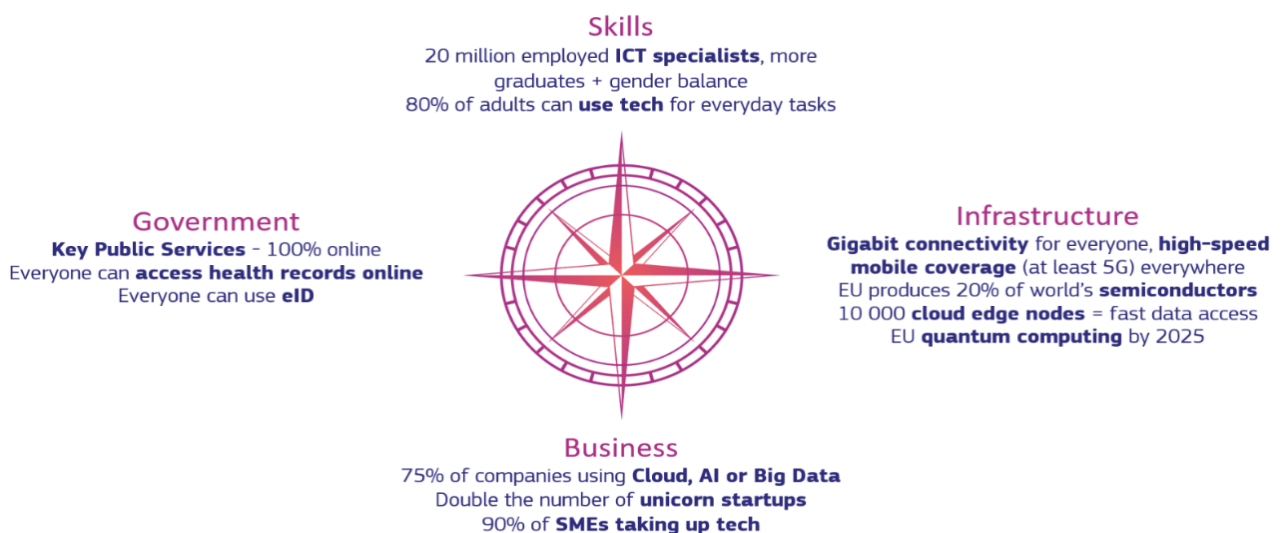


Рис. 9.4. «Цифровий компас» Європи [58]

Отже, можна зробити висновок, що основні напрями «цифрового компаса» такі:

1. Цифрові навички громадян і висококваліфіковані цифрові професіонали: до 2030 року принаймні 80 % дорослих мають використовувати базові цифрові навички у своєму повсякденному житті; у ЄС мають працювати 20 млн фахівців у галузі ІКТ і підготовляти нові (гендерна конвергенція).

2. Безпечна та стійка цифрова інфраструктура: до 2030 року всі домогосподарства у ЄС мусять мати гігабітне під'єднання до інтернету; усі населені пункти – мобільний зв'язок (мінімум 5G); ЄС має виробляти 20 % від світового виробництва напівпровідників; 10 000 хмарних кінцевих вузлів (серверів) має бути розміщено на території ЄС; програма розвитку квантових обчислень до 2025 року.

3. Цифрова трансформація бізнесу: 75 % компаній ЄС будуть використовувати хмарні технології, великі дані та системи штучного інтелекту; подвоїти кількість «компаній-єдинорогів» (*unicorn startup*) в економіці (тобто компаній-стартапів, які здобули ринкову оцінку вартості в розмірі понад 1 млрд дол. США); 90 % малих і середніх компаній мають зайнятися технологіями.

4. Цифровізація державних послуг: ключові публічні сервіси – 100 % онлайн; 100 % онлайн-доступ громадян до медичних карток; усі громадяни мають використовувати електронне посвідчення особи (eID).

ЄС планує просувати свій цифровий порядок денний у глобальному масштабі, а також буде заохочувати інші країни до гармонізації або зближення із правилами та стандартами ЄС.

Із метою інтеграції у світові процеси «цифровізації» Україна підтримала європейську ініціативу із цифровізації суспільства. Так, 2019 року було створено Міністерство цифрової трансформації України для формування та реалізації державної політики України у сфері цифровізації суспільства. Про це свідчать документи «Цифрова адженда України – 2020» (Digital Agenda for Ukraine 2020) [52] та Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки [29].

Процеси цифровізації набули особливої актуальності в умовах пандемії COVID-19 та запровадження воєнного стану. У «Цифровій адженді України – 2020» широко вживають поняття «цифрова грамотність», «цифрова компетентність», «цифровий інтелект», зокрема вказано на актуальність формування наскрізної (кросплатформної) цифрової компетентності,

коли вивчення предметів відбувається через використання «цифрових технологій» [37, с. 22].

Серед пріоритетних сфер та ініціатив цифровізації України є цифровізація освіти. Сьогодні традиційна освіта зазнає значних змін на всіх етапах освітнього процесу: підготовці курсів, проведенні занять, виконанні домашніх завдань, підготовці проєктів та магістерських дисертацій. Значною мірою зміни в методах навчання ініціюють новітні інформаційні технології, нові джерела інформації. Нові технології не тільки надають викладачам і здобувачам вищої освіти нові інструменти та ресурси, але й змінюють сам спосіб комунікації між ними. Упровадження нових технологій має бути спрямованим на підвищення якості освіти, а отже, підвищення конкурентоспроможності закладів освіти. Тільки в цьому разі нові технології є виправданими.

Міністерством освіти і науки України в січні 2021 року створено Директорат цифрової трансформації освіти і науки. Одним з основних завдань директорату є розроблення та затвердження змісту Концепції цифрової трансформації освіти і науки на період до 2026 року за такими напрямками: ефективним використанням цифрових технологій в освітньому процесі; оптимізацією процесів управління, регулювання та моніторингу [20].

9.3. Використання цифрових платформ у процесі цифрової трансформації як фактор розвитку цифрової економіки

Цифрову трансформацію не обмежують і не визначають упровадженням цифрових технологій у діяльність підприємства, вона передбачає набагато глибші зміни, що зачіпають не лише окремі бізнес-процеси. Цифровізація змінює розвиток усіх сфер економіки й суспільного життя та робить можливою їхню цифрову трансформацію.

Сучасне суспільство перебуває на інформаційній стадії свого розвитку, що приводить до цифровізації всіх сфер життєдіяльності людей – виробництва товарів, наукових досліджень, освіти, охорони здоров'я, культури тощо. Сучасні тенденції цифровізації суспільства в глобальному контексті охоплюють розвиток штучного інтелекту, доповненої реальності, цифрових платформ, мобільних технологій, хмарних технологій, систем захисту баз даних і боротьби з кіберзлочинністю, розроблення та впровадження чат-ботів і баз даних тощо.

Використання цифрових платформ, ступінь володіння їхніми можливостями є одним із факторів глобальної конкурентоспроможності національних економік і бізнесу сьогодні. Цифрові платформи є ключовими інструментами для цифрової трансформації бізнес-процесів і формування нових бізнес-моделей та моделей функціонування суб'єктів господарювання в контексті умов цифровізації економіки в межах підходу до цифрової трансформації суспільства. Саме тому вони поступово стають провідною організаційною формою цифрової економіки. Цифрові платформи формують основні тенденції розвитку та його взаємодії з різними економічними суб'єктами, є фундаментальними для багатьох цифрових бізнес-моделей.

Цифрові платформи є одним з елементів цифрової трансформації. Основні елементи цифрової трансформації показано на рис. 9.5.



Рис. 9.5. Елементи цифрової трансформації [17]

Заощаджуючи на відсутності виробничих потужностей, цифрові платформи активно інвестують у розроблення алгоритмів для аналізу даних про вподобання та бажання клієнтів. Разом із мережевим ефектом це дозволяє досягати експоненційного зростання, рівень якого протягом останніх років провокує серйозні ризики для функціонування класичних бізнесів та компаній, що зумовлює актуальність дослідження факторів і способів впливу цифрових платформ на трансформацію економічних відносин у країні. Підвищення швидкості та поширення широкомовного

доступу до інтернет-зв'язку, мобільних пристроїв і застосунків формують нові види бізнесу, які прийнято називати віртуальними, інформаційними, цифровими та мережевими.

Однак протягом останніх десяти років тенденції до віртуального бізнесу змінилися від часткового подовження бізнес-моделі у внутрішній підприємницькій мережі до повного охоплення бізнес-моделей світовою інтернет-мережею. Бузумовно, упровадженню цифрової економіки як у світі, так і в Україні, передувала інформаційна економіка, яка підготувала інформаційно-телекомунікаційну інфраструктуру, забезпечила доступ до навчання інформаційним технологіям та впровадження їх у всі сфери життєдіяльності (освіту, економіку, торгівлю, бізнес, управління тощо).

Феномен «цифрової платформи», явища «платформізації» став можливим, завдяки появі нових бізнес-моделей, транскордонних процесів, мережових ефектів, моделей спільного споживання; потенціалу фінансових технологій; скороченню циклів інвестування; трансформації торговельних, виробничих і логістичних ланцюжків, життєвого циклу цифрових активів та відкритих інновацій. Сучасна цифрова платформа може містити безліч сервісів, що може надавати послуги як одному користувачеві, так і групі осіб. Цифрова платформа надає послуги зберігання даних, білінгу, автентифікації, захисту інформації, освітні послуги тощо.

Передумовами платформізації є такі: зниження вартості технологій і витрат на ІТ-технології; швидке створення нових застосунків чи програмних продуктів; розвиток великих даних та аналітики великих даних, що дає змогу накопичувати інформацію й оперативно її опрацьовувати та використовувати всіма зацікавленими сторонами. Також до передумов платформізації зараховують цінності, що створюють платформи та їхні переваги.

До факторів, що сприяють платформізації, належать такі [32]:

1. Активне використання великих даних.
2. Розроблення алгоритмів.
3. Мережеві ефекти.
4. Великий грошовий потік від малих операцій.
5. Ухиляння від правил та умов.
6. Усунення зайвих дій і посередництва.
7. Бездоганний клієнтський досвід.
8. Використання ефекту левериджу мережі.

Термін «платформа» є широко відомим і його використовують у різноманітних науках: географії, геології, політології; застосовують у промисловості (нафтова платформа), транспорті (залізнична платформа) тощо. Зміст поняття «платформа» походить із французької та означає «плоску форму». Узагальнення змісту вживання цього поняття в різних науках і сферах зведено до одного: основа (поверхня, положення, вагома частина сукупності різних частин). *Платформа* – це бізнес-етап, де люди та технології обмінюються інформацією та створюють бізнес-екосистему через ефект мережі. Це найсучасніша технологія для бізнесу. *Платформний бізнес* – це взаємодія мережевих ефектів, яка створює багатовимірний прибуток. Це заохочує зростання й ефективність бізнесу, які є як експоненціальними, так і асимптотичними. Платформа – це створення, яке допомагає та розширює можливості інших продуктів і зручностей. Цифрові платформи спостерігають на багатьох рівнях в інтернет-бізнесі та бізнес-моделях із технологією блокчейн. Вони варіюються від платформ високого рівня, щоб створити бізнес-модель платформи, до платформи низького рівня, яка забезпечує складальний конвеєр бізнес- і технологічних вимірів, які споживають інші продукти чи послуги для забезпечення власних бізнес-можливостей.

Як уже було зазначено раніше, появу цифрових платформ зумовлено розвитком шерингової економіки (Sharing economy) – економіки спільного користування, яка змінила підходи до споживання товарів та послуг. Вона передбачає відхід від надспоживання до ощадного спільного споживання ресурсів. Шерингова економіка (з англ. *to share* – «ділитися») – це новий тренд в економіці, який формує нову модель споживання та швидкими темпами підкорює сучасність. Це нове економічне явище становить собою соціоекономічну систему, основу на шерингу або спільному користуванні людськими та фізичними ресурсами [42, с. 2–4].

Платформи та мережі співпраці лежать в основі нової цифрової економіки: 60 – 70 % нової вартості, створеної в найближчі десять років, очікують на основі цифрових платформ. До платформ належать не тільки соціальні мережі, а й платформні середовища в освіті, промисловості, ланцюгах постачання, зайнятості, фінансових послугах та охороні здоров'я тощо. Зростання ролі та впливу платформ створює низку компромісних питань, які кидають виклик традиційному розумінню бізнесу та політики. Це змінило правила організації бізнесу та привело до впровадження нових

форм організації бізнесу: технологічних цифрових платформ (зокрема мережових платформ на засадах економіки спільного користування – шерингової економіки), що поширені в багатьох сферах господарства та зумовили зміну парадигми споживання, а відтак і регулювання загалом. Шерингова економіка дає змогу створити надійні зв'язки між будь-якою кількістю людей, знизити трансакційні витрати, зменшити час і відстань майже до нуля, створюючи комунікаційний простір, який є миттєво доступним зі смартфона чи комп'ютера в будь-якому місці та будь-який час. І головними гравцями на цьому «полі» є шерингові інтернет-платформи. Завдяки таким інтернет-майданчикам, що з'єднують величезну кількість однодумців і дозволяють створювати довіру в режимі онлайн, люди все частіше діляться товарами, знаннями, грошима, навичками, мережами, контентом та іншими споживчими цінностями. За допомогою таких платформ повертається здатність людей робити ще більш значний внесок у суспільство та економіку. У шеринговій економіці, на відміну від традиційної, споживач не визначає, а підлаштовується під надавача послуг [42, с. 2–4]. В основу шерингової економіки покладено принцип Win Win [45], коли виграють обидві сторони-учасниці економічної діяльності. Через те що поява економіки спільного споживання є відносно новою, ще не всі способи монетизації випробувано.

Отже, можна стверджувати, що шерингова економіка як сучасне трендове явище виникло разом із розвитком комунікаційних технологій та цифровізації суспільства, а поширення цифрових платформ зумовило появу економіки спільного користування – шерингової економіки.

У науковій літературі немає консенсусу щодо визначення цифрової платформи, причиною цього є багатоаспектність поняття. Наразі цифрову платформу розглядають як: 1) бізнес-модель цифрової економіки [69]; 2) технологічну конструкцію [61; 74]; 3) платформну екосистему [32].

Основні бізнес-одиниці й бізнес-моделі цифрової економіки (особливо економіки спільного використання) – це технологічні платформи, які наявні в більшості секторів економіки та виконують багато різних функцій. Більшість служб спільної економіки використовують цифрові платформи для більш ефективного використання ресурсів, забезпечуючи відповідність пропозиції та попиту в значних масштабах.

Іноді в науковій літературі під поняттям цифрової платформи розуміють інформаційно-комунікаційну платформу для спілкування, обміну думками й ідеями, розміщену на одній сторінці web. Така платформа

містить інформаційно-насичений контент, який сприяє консультаціям і координації зацікавлених сторін у вирішенні різноманітних питань (бізнес-платформа, наукова платформа, освітня платформа, платформа стратегії smart-спеціалізації тощо).

В епоху промислового виробництва домінувала *модель лінійного виробництва*. У ній процес створення вартості відбувається поетапно й має чіткий напрям – від виробника до споживача. Компанії використовували власні виробничі потужності, технології та ресурси. На відміну від лінійного бізнесу, платформи створюють цінність, використовуючи ресурси, якими вони не володіють. Вони залучають до взаємодії велику кількість виробників і споживачів, установлюють ефективну комунікацію між ними, забезпечують їх інноваційними інструментами та контролюють якість їхньої роботи.

Відмінною рисою цифрової платформи як бізнес-моделі є її фундаментальний характер – здатність спільно використовувати базові активи великої кількості учасників одночасно, що забезпечує ефект масштабу в цифровій економіці.

На основі зазначеного раніше можна сформулювати **основні відмінності** цифрової платформи від традиційної:

а) традиційна бізнес-модель має на меті виробництво та/або продаж товарів чи послуг, платформенна – організовує взаємодію між продавцем і покупцем;

б) цінність традиційної бізнес-моделі – у її продуктах чи послугах (продукт цінний сам по собі), цінність платформенної бізнес-моделі – у кількості учасників, із її збільшенням зростає цінність платформи (потреба у створенні мережевого ефекту);

в) платформенну бізнес-модель сконцентровано на підтриманні її функціонування та просування;

г) у традиційних бізнес-моделях чітко визначено ролі «виробник – споживач», у платформенній – ці ролі можуть змінювати.

Цифрову платформу як технологічний феномен визначають поєднанням таких **критеріїв**:

а) алгоритмізації взаємодії учасників платформи;

б) взаємовигідному характері відносин учасників платформи (стратегія win-win);

в) питомій вазі кількості учасників діяльності (масштабі), які використовують платформу;

г) наявності єдиного інформаційного середовища, у якому відбувається взаємодія учасників і відповідної інформаційно-технологічної інфраструктури;

г) наявності ефекту діяльності у вигляді зниження трансакційних витрат під час взаємодії учасників платформи, порівняно з такою самою взаємодією без платформ.

Варто зауважити, що цифрова платформа відрізняється від інших програмних продуктів тим, що її дизайн орієнтовано на принципово більш широкий спектр послуг. У тих сферах споживання, де можна створити єдиний інформаційний простір, а сама послуга (або товар) є уніфікованими, конкурувати із цифровими платформами та структурами, побудованими за мережевим принципом, дуже складно. Усе, що не ґрунтується на складній технології, більш вигідно організовувати на основі платформ [33].

Генеруючи навколо себе нові бізнеси та проекти, цифрові платформи формують так звану **цифрову екосистему** – спільноту, що виникає в результаті поєднання повсякденного використання цифрової платформи та її застосувань своїми клієнтами, розробниками застосунків, торговцями й агентами, які володіють навичками та процедурами, набутими завдяки цим звичаям. Сутність екосистеми полягає у якісному поєднанні продуктових платформ, які займаються випуском лінійки продуктів і послуг ринковими посередниками, які є основою продуктових інтегрованих платформ.

Екосистема об'єднує дві групи учасників: *виробників*, серед яких ключові виробники продукту чи послуги та додаткові учасники – суб'єкти, що забезпечують створення додаткової продукції за допомогою платформної технології, а також *споживачів*, які купують послуги та додаткові продукти через платформу [67].

Успіх «екосистеми» залежить від потенціалу технології створення цінності, яка є основою бізнес-моделі компанії.

Виокремлюють чотири основні типи платформних учасників: 1) власників платформи; 2) провайдерів (менеджерів); 3) комплементорів (розробників ядра та периферійних елементів цифрової платформи); 4) кінцевих незалежних користувачів (споживачів, постачальників) [8].

Якщо говорити про **сутність поняття «цифрова платформа»**, то єдиного підходу до визначення цифрової платформи немає. Загалом

цифрова платформа становить простір, екосистему, яка забезпечує формування системи взаємозв'язків між учасниками платформи.

Цифрова платформа – це вебцентрична платформа для доставлення контенту (наприклад, фейсбук, твіттер, блоги, вебсайти та іноді SMS) [70], де значна частина населення світу проводить час в інтернеті, щоразу використовуючи ці цифрові платформи [79]. Цифрова трансформація управління людськими ресурсами можлива за допомогою цифрових платформ – сучасних комунікаційних інструментів (LinkedIn, Workplace, Microsoft teams тощо) [80], цифрового зв'язку між роботодавцями та майбутніми працівниками в процесі наймання. Крім того, цифрові платформи також допомагають поширювати інновації [50].

З іншого боку, цифрова технологічна платформа є «будівельним блоком, що забезпечує важливу функцію для технологічної системи, яка діє як основа, на якій інші компанії можуть розробляти додаткові продукти, технології чи послуги» [61; 74]. Цифрові бізнес-платформи розробляють, із метою догодити користувачам і бути зручними [62].

Науковці [69] вважають, що цифрова платформа – це бізнес-модель із технологією, яка дозволяє виробникам і споживачам обмінюватися цінною інформацією. На рис. 9.6 показано схему бізнес-моделі платформи, за допомогою якої виробники та споживачі створюють і обмінюються інформацією (наприклад, аналіз даних) продукцією або послугами (наприклад, користування транспортною, освітньою або будь-якою послугою).

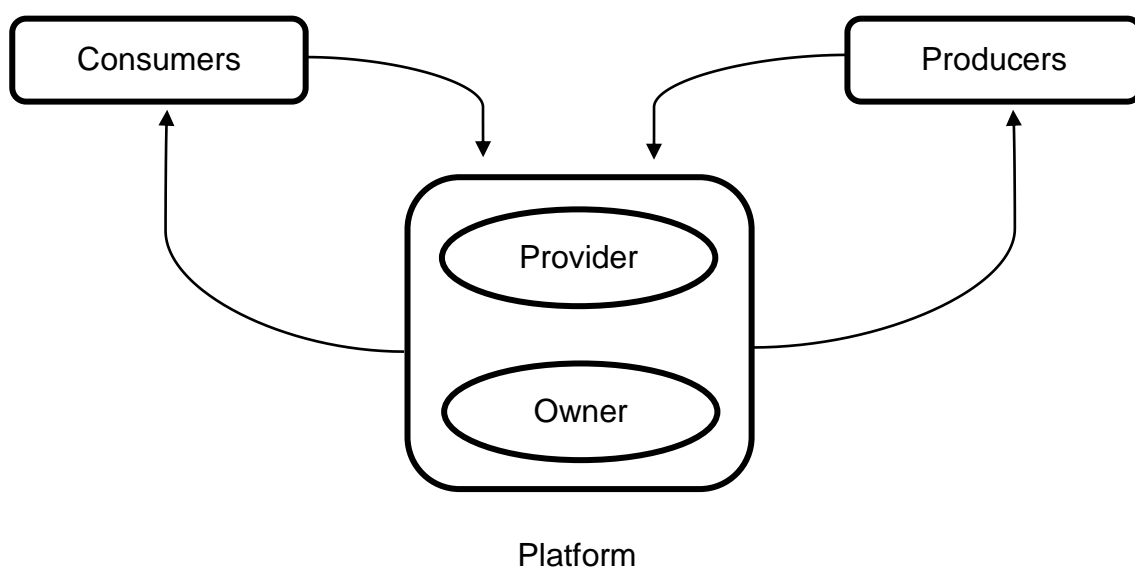


Рис. 9.6. Елементи бізнес-моделі платформи [69]

Цифрові платформи мають три головні **характеристики** [55]:

1) вони є технологічно опосередкованими;

2) вони забезпечують взаємодію між групами користувачів і дозволяють цим групам виконувати визначені завдання;

3) їхні визначення залежить від галузі.

Зокрема, в економіці важливими зазначають функції попиту та пропозиції на цих платформах і те, як вони відрізняються від інших типів ринкових законів.

Як набір цифрових ресурсів науковці [8] визначають цифрові платформи, включно з послугами й контентом, які забезпечують взаємодію між зовнішніми виробниками та споживачами, що створює їхню цінність.

Європейська комісія також визначає онлайн-платформи через призму їхнього функціонального призначення як «пошукові системи, соціальні мережі, платформи для електронної комерції, магазини купівлі застосунків, сайти порівняння цін тощо». Європейська комісія визначила цифрову платформу як підприємство, яке працює на двосторонніх та багатосторонніх ринках і використовує інтернет для забезпечення взаємодії між двома та більше окремими, однак взаємозалежними групами користувачів [68]. У дослідженні Європейського парламенту запропоновано ширше визначення, згідно з яким цифрова платформа забезпечує (технологічну) основу для надання або агрегації послуг (контенту) від постачальників послуг (контенту) до кінцевих користувачів [54].

Отже, на основі розглянутих підходів до визначення цифрових платформ можна згрупувати їх так: по-перше, це переважне акцентування на комунікаційних властивостях цифрових платформ, що містять можливості найрізноманітнішої взаємодії учасників, зокрема, наскільки можна з координації продавців та покупців; по-друге, це акцентування на властивостях платформ, пов'язаних з агрегуванням, зберіганням і наданням найрізноманітнішої інформації та забезпеченням інформаційного обміну.

Отже, цифрові платформи відіграють роль своєрідного механізму, що забезпечує трансформацію сучасних соціально-економічних відносин у межах процесу цифровізації. Ця теза є правильною і щодо сфери освіти.

Структура цифрових платформ є досить складною, вона налічує кілька основних складових і сукупність багатосторонніх зв'язків між ними, а також низку взаємопов'язаних факторів їхньої діяльності.

Схематично структуру показано на рис. 9.7.

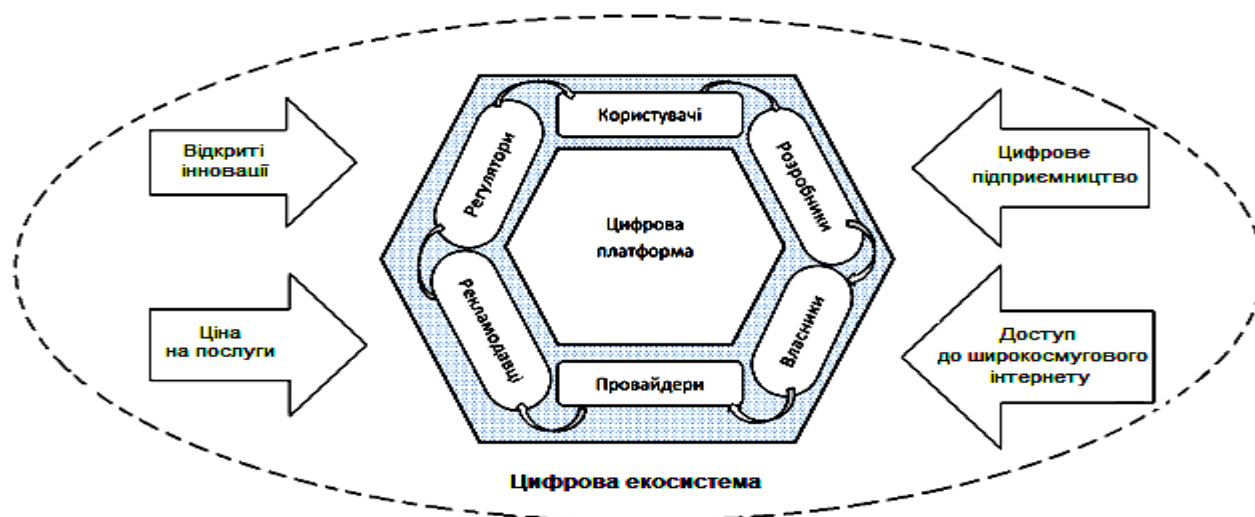


Рис. 9.7. Структура цифрової платформи – екосистеми [42]

Отже, цифрові платформи для бізнесу можна розглядати як тип цифрової екосистеми.

Основними характеристиками цифрових платформ є такі [71]:

1. Це зовнішні платформи, основані на програмному та апаратному забезпеченні.
2. Програми пропонують послуги або системи кінцевим користувачам.
3. Через інтернет вони дозволяють взаємодіяти між різними групами людей, компаніями та організаціями.
4. Вони впроваджують інновації за допомогою нових бізнес-моделей, які за своєю сутністю ґрунтуються на інформаційних і технологічних особливостях.
5. Вони створюють цінність, дозволяючи пряме спілкування та взаємодію між групами.

Платформа за своїм **технічним змістом** – це система алгоритмізованих взаємовигідних відносин значної кількості незалежних учасників галузі економіки (або сфери діяльності), які здійснюють у єдиному інформаційному середовищі, що приводить до зниження трансакційних

витрат через застосування пакета цифрових технологій роботи з даними та зміни системи поділу праці. Наявність поліфункційних цифрових платформ та постійне вдосконалення зумовило таку їхню типологію: трансакційну, інтегровану, інноваційну, інвестиційну. Отже, інакше кажучи, до основних типів платформ належать такі творці: продуктів, послуг, технологій, мережевої взаємодії.

Класифікація цифрових платформ [61]:

1. **Платформа трансакційна** – це технологія, продукт або послуга, що діє як канал (або посередник), який полегшує обмін чи операції між різними користувачами, покупцями або постачальниками. Платформа трансакцій, яку іноді називають багатосторонніми ринками або торговельними платформами. Його основна мета полягає в тому, щоб полегшити трансакції між різними організаціями, юридичними та фізичними особами, наприклад зв'язати покупців із продавцями, водіїв із пасажирами, композиторів із музичними компаніями тощо.

2. **Інноваційна платформа** – це технологія, продукт або послуга, що є фундаментом, на якому інші фірми (вільно організовані в інноваційну екосистему) розробляють додаткові технології, продукти чи послуги. Інноваційні платформи утворюють технологічні блоки, які забезпечують основу для розвитку послуг і продуктів. Типовим прикладом інноваційної платформи є мобільна операційна система Android, яка дозволяє стороннім розробникам створювати програми на основі операційної системи. Інноваційні платформи надають стороннім розробникам власний набір інструментів і ресурсів, які розробники комбінують та використовують для створення нових програм для комерційного чи іншого використання.

3. **Інтегрована платформа** – це технологія, продукт або послуга, що є одночасно платформою трансакцій та інноваційною платформою. До цієї категорії належать такі компанії, як Apple. Вона має обидві відповідні платформи: App Store та велику екосистему розробників третьої сторони, яка підтримує створення контенту (інформаційного наповнення) на платформі. Інтеграційні платформи поєднують аспекти двох основних типів платформ: трансакційних та інноваційних.

4. **Інвестиційні платформи** складаються з компаній, які розробили стратегію портфеля платформ як холдингова компанія, активний інвестор платформи або поєднують обидві функції.

З економічних, підприємницьких і управлінських поглядів, виділяють такі типи платформ [42]:

1) *відкриті*, доступні всім учасникам ринку, та *корпоративні*, орієнтовані на ефективність внутрішньої взаємодії;

2) *вільного доступу* (із безкоштовною реєстрацією) і *монетизовані*, тобто такі, які мають дохід від надання доступу учасникам;

3) такі, чия прибутковість забезпечено видами діяльності, не пов'язаними із предметом обміну; і незалежні від непрофільних доходів, включно із благодійністю;

4) *однорангові* (рівних учасників) та *ієрархічні*, у яких, крім ієрархії споживачів, також виділяють інституційне середовище, саму платформу і її користувачів;

5) *загальногалузеві* та *спеціалізовані* за предметом обміну.

Загальний успіх цифрової платформи залежить від низки умов:

по-перше, це розумне управління позитивними мережевими ефектами (одночасне зростання постачальників і споживачів, товарів та послуг);

по-друге, максимальне спрощення основних процедур взаємодії на платформі та скорочення витрат усіх зацікавлених учасників. Як показує практичний досвід успішних цифрових платформ, чим більше учасників залучено до взаємодії, вищий позитивний мережевий ефект, тим вища вигода для всіх учасників платформи й тим нижчі витрати оператора платформи.

Тому **платформа цифрової трансформації** – це складна інформаційна система, що забезпечує специфічний спосіб виконання певної функції та є відкритою для використання клієнтів і партнерів, включно з розробниками застосунків, мерчантів (програм для оплати послуг онлайн) та агентами. Така платформа охоплює користувачів, розробників, власників, провайдерів, рекламодавців, регуляторів і є базою для цифрової екосистеми. Можна використовувати цю платформу прямо чи за допомогою застосунків, створених на її основі власниками чи третіми особами. Під платформою розуміймо віртуальний майданчик, і всю сукупність його користувачів, і програмний, апаратний та мережевий комплекси, бізнес-модель і підприємство, що її реалізує.

Отже, ключовими елементами платформи є такі:

- а) спільнота (учасники, тобто виробники та споживачі);
- б) дані (забезпечення взаємодії учасників);
- в) інфраструктура (сервіси, інструменти, правила в межах платформи).

Для будь-якого бізнесу, освітньої діяльності цифрова платформа може бути інформаційно-комунікаційним простором, що забезпечує комунікацію та взаємодію працівників, керівництва, контрагентів, будь-яких осіб. Крім того, цифрову платформу слід визначити як програмно-технічні засоби, що забезпечують доступ до цифрового середовища окремих осіб, у якому відбувається взаємодія та інша діяльність цих осіб, де вони здійснюють розроблення, або функціонує їхнє програмне забезпечення, або реалізують їхні товари, зокрема освітні. Безумовно, ключовими факторами, які визначають ефективність цих платформ, є високошвидкісний інтернет, цифрова культура користувачів і цифрова готовність бізнесу до впровадження інноваційних технологій і бізнес-моделей.

Якщо розглядати цінності цифрових платформ, то руйнівну силу платформ забезпечено їхньою здатністю створювати три види цінностей, використовуючи різні типи бізнес-моделей [32, с. 39–50]:

1. **Цінність економії на витратах** (cost value). Реалізують, завдяки таким бізнес-підходам:

- А. Майже безкоштовним послугам (free lunch).
- Б. Розподілом багатства (share the wealth).
- В. Зміною ролей (turn the tables).
- Г. Поступовою оплатою (pay as you go).

2. **Цінність досвіду** (experience value). Передбачає конкурентну перевагу в пропозиції клієнту нового якісного досвіду:

- А. Передавання влади клієнтам (power to the people).
- Б. Тільки для тебе (just 4 you).
- В. Робозавдання (robo-tasking).

3. **Цінність співучасті** (platform value). Передбачає конкурентну перевагу в пропозиції клієнту переваг мережі та спільноти:

- А. Цифрової карми (digital karma).
- Б. Переповненого дому (crowded house).
- В. Ланцюга банди (chain gang).
- Г. Під'єднаних точок (connect dots).

Розгляньмо переваги та недоліки цифрових платформ.

До **переваг діяльності** цифрових платформ зараховують [42]:

- 1) стимулювання інновацій (диверсифікацію товарів, інноваційні бізнес-моделі, гнучку організаційну структуру);
- 2) формування споживчої цінності (збільшення вибору, зручність, прозорість ринку, розподіл ресурсів і фінансових активів);
- 3) відкриття ринків (можливість доступу до ринку суб'єктів малого та середнього бізнесу, розширення експортної можливості);
- 4) скорочення трансакційних витрат (низькі інформаційні, комунікаційні, логістичні витрати);
- 5) поліпшення добробуту (алокаційну ефективність, стандартизацію, довіру, ефективне використання технологій; генерування якісних інформаційних даних, які можуть бути додатковою цінністю);
- 6) трансформацію інституту посередників, завдяки інтеграції та уніфікації процесів взаємодій, протягом усього ланцюга створення вартості;
- 7) зростання продуктивності праці й ефективності підприємницької діяльності;
- 8) підвищення щільності різнорідних економічних агентів, інтенсифікації взаємодій, завдяки цифровим технологіям у великих містах;
- 9) трансформацію ролі та значення держави, зміну відносин суспільства, бізнесу, науки й держави.

Серед **проблем упровадження** цифрових платформ [42] у світі та Україні основними є такі:

- 1) нерозвиненість інформаційної й телекомунікаційної інфраструктури за відповідними європейськими та світовими стандартами;
- 2) непідготовленість України до впровадження цифрових платформ, що зафіксовано в «Індексі готовності до переходу на цифрові платформи» компанії Accenture (до його розрахунку входять такі індикатори: кількість і підготовленість користувачів; культура відкритих інновацій; регуляторне середовище; цифрове підприємництво (онлайн-бізнес), технологічна готовність);
- 3) уповільнений процес інтернетизації територій України та доступу до широкосмугового інтернету, повільне впровадження стандартів 4G та 5G мобільного інтернет-зв'язку тощо;

4) наявність цифрового розриву в суспільстві за регіонами (місто – село);

5) ризики маніпуляції громадською думкою щодо пріоритетів цифровізації економіки України;

6) немає можливості ухвалення альтернативних координаційних рішень під час користування певною платформою, а відтак зростання конкуренції та стимулів формування інших платформ є суттєво зниженими;

7) немає кореляції та координації дій держави, бізнесу та громадянського суспільства щодо напрямів і заходів цифровізації економіки;

8) недостатнє регулювання діяльністю операторів платформ, із метою запобігання платформному капіталізму та монополізму;

9) неефективність фінансування заходів національних програм з інформатизації суспільства та непрозорість інформування про стан реалізації заходів Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки впродовж 2018 року;

10) немає доступних статистичних даних щодо розвитку інформатизації економіки, оперування недостовірними статистичними даними в процесі розроблення заходів стратегічного характеру; використання різних методологічних основ для збирання та опрацювання статистичної й адміністративної інформації, що унеможлиблює об'єктивний аналіз і бенчмаркінг;

11) конфлікт стандартів (протоколів даних та інших параметрів) функціонування цифрових платформ і блокування на практиці впровадження технології блокчейн;

12) розпорошеність і дублювання функцій регулювання сфери інформаційної економіки між органами влади, відставання законодавчого забезпечення від темпів розвитку цифровізації державного управління, бізнесу, освіти та громадянського суспільства;

13) повільний процес погодження заходів вітчизняної політики у сфері цифровізації економіки з імплементацією положень ключових положень документів ЄС, зокрема й Угоди про асоціацію з ЄС.

Недоліки платформ можуть виявляти в негативних мережевих ефектах.

Мережевий ефект – це економічний ефект, який описує продукт або послугу, якщо додаткові користувачі підвищують цінність мережі [43]. Відповідно до цього ефекту, цінність платформи зростає пропорційно

до зростання кількості учасників на ній (як продавців, так і покупців). Для платформ цінність підлягає закону Меткалфа, який припустив, що тоді як вартість мережі зростала лінійно з кількістю під'єднань, її цінність зростає пропорційно квадрату кількості користувачів [66].

Негативний мережевий ефект виявляють у тому, що зі зростанням кількості учасників ускладнюється можливість установаження контактів між виробником та споживачем. У такому разі потрібною стає модерція («просіювання») учасників, наприклад через установаження плати за реєстрацію, диференціацію рівнів доступу до платформи за допомогою встановлення тарифів на підписку чи реєстрацію тощо. Також негативні ефекти платформ виявляють, якщо стає більше продавців, ніж покупців, або навпаки – таким способом може змінюватися кон'юнктура, сформована на платформі.

Отже, цифрова платформа має переваги й недоліки.

Узагалі до переваг діяльності онлайн-платформ на базі шерингу зараховують такі: нижчу ціну на послугу, високу швидкість, зручний і якісний сервіс, захист інтересів учасників проекту.

Недоліки ж полягають у наявності певних ризиків: незахищеності даних учасників трансакцій, зростанні конкуренції, залежності від власників платформи тощо.

Отже, цифрові платформи стрімко набирають популярності, оскільки вони дають користь усім учасникам:

а) постачальники послуг (провайдери на платформі) мають багато потенційних споживачів, кількість яких збільшується зі збільшенням кількості провайдерів. Водночас не потрібно зазнавати витрат на оплату доменного імені, розроблення власного вебсайту та витратити час і зусилля на його просування;

б) споживачі можуть вибрати одного або кількох постачальників в одному місці, проаналізувати ціни, дістати відгуки про товари чи продавців, зв'язатися з постачальниками безпосередньо;

в) платформа формує свою комбінацію, тому що чим більше учасників-постачальників, тим сильніша конкуренція та за цих умов рівень цін може вирівнюватися;

г) споживач має персоналізовані пропозиції, оскільки платформа може аналізувати інформацію про нього, його досвід роботи на платформі, його поведінку, що впливає на надання подібних послуг;

г) вартість користування послугою платформи для споживачів є відсутньою або дуже низькою. Так само постачальник витрачає мінімум грошей на просування свого товару.

9.4. Цифровізація освіти

Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та їхня інтеграція в усі сфери діяльності людини й суспільства впливає на особистість, виробництво, наукові дослідження, освіту, культура, побут, соціальні відносини та інші процеси. Так відбувається цифрова трансформація суспільного розвитку, зокрема цифровізація освіти стає неодмінною вимогою реформи освітньої галузі, головним завданням ефективного розвитку інформаційного суспільства в Україні. Головна мета цього процесу – якісна освіта на всіх рівнях.

Цифрова трансформація у сфері освіти й науки – це комплексна робота над побудовою екосистеми цифрових рішень у сфері освіти та науки, включно зі створенням безпечного електронного освітнього середовища, забезпеченням потрібної цифрової інфраструктури закладів та установ освіти й науки, підвищенням рівня цифрової компетентності, цифровою трансформацією процесів і послуг, а також автоматизацією збирання й аналізу даних [38].

Освіта відіграє надзвичайно важливу роль у забезпеченні цифрових векторів для відтворення сучасної людини. Оскільки в сучасному світі умови суспільного життя постійно змінюють, освіта особистості постійно стає об'єктивною потребою. Сьогодні можна виділити такі основні напрями освітнього процесу: а) традиційну формальну освіту (від дитячого садка до закладів вищої освіти); б) неформальну освіту, зокрема через літературу, засоби масової інформації та цифрові платформи; в) підвищення кваліфікації та перепідготовку спеціалістів.

Виклики часу стали передумовою для реалізації цифровізації освіти в Україні. Спочатку навчання в умовах «ковідної» кризи (2020 – 2022 рр.), коли вимога ізоляції змусила реформувати навчальний процес у бік дистанціювання, потім уторгнення росії, що призвело до психологічного тиску та зниження мотивації, рівень підготовки в бойових умовах, за повітряного попередження, відсутності технічного й енергетичного забезпечення.

Окрім відсутності досконалої цифрової інфраструктури в зонах бойових дій, особливо інтернету, проблеми з енергоресурсами унеможливають

тренування в екстремальних умовах. Нестача чіткої інформації про організацію навчального процесу за відсутності енергетичних і технологічних ресурсів призвела до ускладнення навчального процесу для різних учасників. Через ці фактори його організовано в трьох форматах – онлайн, офлайн і змішаному.

І це відразу виявляє освітні й економічні проблеми, спричинені, особливо через недостатнє охоплення (для дистанційної освіти), нестачу електронних підручників окремих авторів, відсутність викладачів, навчальних та просвітницьких ресурсів закладів освіти із цифровими технологіями, особливо в сільській місцевості, тощо. І лише завдяки швидкій реакції на виклики часу та досить успішному впровадженню цифрових трансформацій, Україна поступово вирівнює освітній процес. Звичайно, є ще багато недоліків, але не можна забувати, що все це ми робимо в надзвичайно важких умовах війни.

Україна є членом Європейського простору вищої освіти, учасником відповідних міжнародних угод та активно реформує сектор вищої освіти, відповідно до європейських рамок. У межах запровадження дистанційного навчання заклади вищої освіти зіткнулися із проблемами, пов'язаними з підтриманням якості навчання, запровадженням електронного оцінювання (е-оцінювання), доступом до інструментів і пристроїв (застосунків, онлайн-платформ), а також забезпеченням приватності та захистом персональних даних усіх учасників освітнього процесу за нових умов.

Із 21 січня 2020 року Уряд запустив Національну програму цифрової грамотності. Тому першочерговим завданням стратегічного проєкту є створення цифрового освітнього середовища, зокрема забезпечення шкіл та інших закладів освіти комп'ютерним обладнанням і швидкісним доступом до інтернету. Друге завдання пов'язано із цифровими навичками. Із цією метою спільно з партнерами Google та Microsoft було організовано низку заходів і тренінгів для викладачів.

Сьогодні відбувається тісна співпраця Мінцифри та Міністерства освіти і науки України, у межах цієї співпраці здійснюють новий підхід до управління системою освіти.

Одним із головних засобів цифровізації освіти є розроблення Національної платформи цифрової освіти (НПЦО) [18], що дозволило:

а) створити спеціалізований підрозділ (департамент) цифрової освіти, функцією якого є формування державної освітньої політики за відповідними напрямками для ефективної модернізації освітньої системи;

б) забезпечити умови для оптимальної взаємодії між основними сторонами процесу створення й застосування електронного освітнього контенту – освітянами, видавцями, ІТ-професіоналами;

в) розробити й ухвалити Концепцію розвитку цифрової освіти в Україні, нове Положення про Національну платформу цифрової освіти з урахуванням недоліків, виявлених на попередньому етапі;

г) забезпечити користувачів Національної платформи якісним і сучасним цифровим освітнім контентом, розпочати ліквідацію наявної нині суперечності між відносно високим рівнем цифрової матеріальної бази в освіті та браком якісного й сучасного цифрового освітнього контенту.

Цифровізація освіти є одним із пріоритетів МОН України щодо розвитку можливості дистанційного навчання. І реальним кроком у цьому напрямі є затвердження Концепції цифрової трансформації освіти і науки, яка оснащує заклади освіти цифровою інфраструктурою. Це глобальна робота зі створення екосистеми цифрових рішень у сфері освіти та науки, включно з безпечним середовищем електронної освіти; забезпечення технічної інфраструктури, потрібної для освітніх і наукових закладів та установ; підвищення рівня цифрової компетентності, цифрового перетворення процесів і послуг, а також автоматизації збирання й аналізу даних. Найбільш логічний спосіб трансформації освітньої програми з погляду цифровізації – це під'єднання її до цифрової платформи. Освітні програми – цифрові платформи, що можуть забезпечити освітній процес, включно з відбором здобувачів вищої освіти, наданням їм інтерфейсу для завантаження, зберігання та доступністю; завантаження цифрового освітнього контенту на персональні пристрої учасників навчання в галузі, взаємодію на відстані, здійснення планового контролю за знаннями і сертифікатами, діагностування їхньої успішності.

Завдяки досягнутим домовленостям між EdX і МОН України, заклади вищої освіти мають можливість дістати безкоштовний доступ для своїх здобувачів вищої освіти до платформи EdX, подавши відповідну заявку.

Щоб допомогти університетам освоїти цифрову освіту та сервіси цифрового навчання, за сприяння Міжнародного фонду «Відродження» створено групу підтримання та популяризації дистанційної освіти в закладах вищої освіти. Спільно з Міністерством освіти і науки України група надає технічну допомогу університетам щодо доступу до різних платформ,

організовує вебінари для представників закладів вищої освіти, відповідальних за їхню успішність, цифрової частина освіти.

У співпраці з Tech To The Rescue та SoftServe команда розробляє вебпортал для збирання інформації про можливості використання онлайн-платформ, а також успішні приклади використання й адаптації контенту в процесі навчання українськими університетами.

В Україні триває воєнний стан, у зв'язку зі вторгненням РФ на територію нашої країни. Команда Міністерства освіти і науки України доповнює перелік корисних ресурсів для дорослих і дітей щодо психологічного підтримання, навчання та інформування [25].

Українські здобувачі вищої освіти мають можливість безплатно проходити онлайн-курси на платформі Coursera. Вони та викладачі можуть слухати курси від Google, Microsoft, Meta, IBM, Amazon Web Services, Yale University, Duke University, California Institute of the Arts, Erasmus University Rotterdam. До основних онлайн-платформ, до яких відкрито вільний доступ, належать такі:

1. www.coursera.org. На цій онлайн-платформі розміщено більше ніж дві тис. курсів із понад 180 спеціалізацій на чотирьох освітніх рівнях, зареєстровано близько 25 млн слухачів – тут можна навчатися та набирати кредити 149 провідних університетів світу, які є партнерами Coursera. У разі успішного закінчення курсу користувач здобуває сертифікат. Протягом навчання здобувач вищої освіти має переглядати лекції, які надсилають йому щотижня, читати рекомендовані статті та виконувати домашні завдання. Деякі курси мають українські субтитри.

2. www.khanacademy.org. На сайті є кілька тисяч безкоштовних мікролекцій із математики, фізики, хімії, історії, фінансів, економіки, біології, мистецтва, комп'ютерних наук тощо.

3. www.edx.org. Заснований Гарвардським університетом і Массачусетським технологічним університетом 2012 року, EdX є центром онлайн-навчання та надає послуги МВОК на відкритій безкоштовній платформі OpenEdX, пропонуючи слухачам високоякісні курси за 24 напрямками, серед яких комп'ютерні технології, статистика, література та ін. Онлайн-курси повторюють реальні лекції, які викладають у Гарварді, університеті Корнуелла та інших відомих закладах освіти. Курси є безоплатними, проте здобуття сертифіката потребує оплати.

4. www.udacity.com. Більшість курсів Udacity – технічного напрямку. В окремі розділи винесено матеріали з математики, бізнесу, дизайну, інших наук (фізика, біологія). Усього Udacity пропонує близько 30 курсів, які розподіляють за рівнем складності: новачок, досвідчений, профі. У кожному курсі є кілька уроків, які містять відео. У кінці заняття є завдання, яке допоможе перевірити засвоєння матеріалу. Кожен курс триває близько двох місяців, а щотижня на навчання треба витратити орієнтовно шість годин. За допомогою Udacity можна навіть здобути роботу, адже інформацію про здобувачів вищої освіти (за згодою) передають роботодавцям, які уклали договір із компанією. Наразі платформа співпрацює з корпорацією Google, фінансовим гігантом Bank of America, соціальною мережею Facebook та ін.

5. www.canvas.net. Проєкт Canvas Network відрізняється великою різноманітністю курсів, які проводять різні за рівнем підготовки та напрямом діяльності особи: доктори наук, менеджери, письменники. Курси не мають єдиного підходу до викладання. З особливостями кожного курсу можна ознайомитися в описі. Вони тривають два-три тижні, їх анонсують за місяць і раніше, що дозволяє охочим попередньо записатися. Canvas Network пропонує безоплатні, умовно безоплатні та платні курси. Умовно безоплатні передбачають придбання додаткових навчальних матеріалів (посібників, літератури), а платні дозволяють набрати кредити в системі безперервної освіти.

6. www.udemy.com. Udemy – платформа, що пропонує освітні проєкти, розподілені на 16 категорій, які викладають практики. Тут подано найрізноманітніші курси, серед яких продуктивність, стиль життя чи музика. Є як безоплатні курси, так і платні. Навчальні матеріали подано у формі відео, аудіо, презентацій і тексту. Udemy також пропонує можливість організаціям створювати власні навчальні проєкти для корпоративного навчання. Після закінчення курсів слухачі можуть здобути сертифікат таких відомих компаній, як Cisco Systems, Microsoft Corporation, Financial Industry Regulatory Authority та ін.

7. www.prometheus.org.ua. Prometheus – українська безоплатна платформа онлайн-освіти, створена 2014 року. Серед її партнерів найкращі заклади вищої освіти країни. Має 2 500 000 слухачів, містить 350+ онлайн-курсів. Prometheus надає безкоштовну можливість університетам, провідним викладачам і компаніям-лідерам публікувати та поширювати курси. Кожен курс складається з відеолекцій, інтерактивних завдань, а також форуму, на якому здобувачі вищої освіти мають змогу

поставити запитання викладачу та спілкуватися. Успішне завершення курсу дасть змогу мати електронний сертифікат, який буде підтверджувати здобуті знання. Курси на Prometheus є доступними в мережі в будь-який час, платформа також пропонує мобільний застосунок для Android та iOS.

8. www.ed-era.com. EdEra (Education Era) – освітній проєкт, що має на меті зробити навчання в Україні якісним і доступним. Усі курси тут є безоплатними, проте після закінчення кожен охочий може віддячити проєкту. До кожної лекції (коротких відео, запитань і завдань для кращого засвоєння матеріалу) додано супровідний матеріал – конспект з ілюстраціями та поясненнями. Кожного тижня здобувачі вищої освіти виконують домашнє завдання, а в кінці курсу складають іспит. Навчатися можна в будь-який зручний час, а успішність підтверджують сертифікатом.

9. www.futurelearn.com. Future Learn – освітня платформа Відкритого університету, що має 40-річний досвід дистанційного навчання та онлайн-освіти.

10. www.openuped.eu. OpenupEd – перша й наразі єдина загальноєвропейська МВОК-ініціатива, заснована 2013 року Європейською комісією та Європейською асоціацією університетів дистанційного навчання (EADTU). Завдяки співпраці партнерів OpenupEd із країнами Азії та Африки за посередництвом ЮНЕСКО, на сучасному етапі здобувачі вищої освіти можуть вибрати понад 200 МВОКів 13 мовами.

11. www.iversity.org. Iversity – європейський освітній онлайн-ресурс, що від 2011 року спеціалізується на проведенні інтерактивних курсів і лекцій для закладів вищої освіти, а від 2012 року розміщує на своїй платформі відкриті масові онлайн-курси. Наразі Iversity налічує понад 750 тис. зареєстрованих користувачів і більше ніж млн здобувачів вищої освіти, а також є однією з небагатьох платформ, завдяки якій за проходження онлайн-курсів здобувачі вищої освіти з усього світу можуть набрати ECTS-кредити.

12. www.online.stanford.edu. Stanford Open Edx – платформа, що пропонує різноманітний доступ до професійного освітнього контенту від численних шкіл та університетських кафедр, а також дає змогу безкоштовно брати участь в онлайн-курсах, які організовують викладачі Стенфордського університету.

13. www.codecademy.com. Codecademy – заснована 2011 року інтерактивна онлайн-платформа, де вивчають сім мов програмування –

Python, PHP, jQuery, JavaScript, Ruby, а також описові мови зовнішнього розмічання сторінок HTML і CSS. Сайт дозволяє кожному створювати та публікувати нові курси, використовуючи Course Creator, а для деяких курсів є «пісочниці», у яких користувачі можуть тестувати свої програмні коди. Codecademy також запустила iOS-застосунок Hour of Code для тих, хто прагне вивчати програмування в ігровій формі. Станом на січень 2014 року 24 млн користувачів виконали більше ніж 100 млн вправ.

14. www.apple.com/education/itunes-u. Ця платформа містить великий перелік запропонованих навчальних дисциплін, як і список закладів освіти, що надають лекції. Часто в уроці є допоміжні файли, у яких пояснюють деякі аспекти лекцій або ж наводять приклади застосування пройденого уроку.

15. www.uk.duolingo.com. Безоплатну платформу Duolingo, яка має український інтерфейс, призначено для вивчення іноземних мов. Навчання проходить в ігровій формі, із кожним рівнем завдання стають складнішими, а за їхнє виконання користувач здобуває «гроші» – лінготи. За них можна дістати перехід на вищий рівень. Більше уваги приділяють письмовим урокам і диктантам, розмовній мові – менше. Користувачі цієї онлайн-платформи можуть додавати друзів і змагатися з ними у вивченні іноземної мови.

16. www.ted.com. Некомерційний проєкт, який щороку збирає в Единбурзі та Лонг-Біч науковців, бізнесменів, політиків та активістів зі всього світу. Мета конференції – поширити серед суспільства унікальні та цікаві ідеї. Після конференції їхні промови публікують на сайті TED. На сайті також можна переглянути більше ніж дві тисячі відео, до більшої частини з яких є субтитри українською мовою, а деякі навіть озвучено українською.

17. www.vumonline.ua. ВУМ (Відкритий університет Майдану) – дистанційна платформа громадянської освіти. Онлайн-проєкт пропонує понад 30 тем для безоплатного навчання. Курси сформовано з відеолекцій, практичних завдань і контрольних запитань. Наявність форуму дає змогу спілкуватися з іншими здобувачами вищої освіти та викладачами. Лекції читають провідні викладачі бізнес-шкіл, громадянського сектору, практики бізнесу та соціальної сфери. Курси пов'язано з такими напрямками, як: персональний розвиток, реалізація потенціалу, підприємництво, формування відкритого суспільства в Україні. За умови успішного проходження вибраного курсу, слухач може завантажити сертифікат.

Крім того, для організації процесу цифрової освіти в закладах освіти потрібно високопідготовлені та кваліфіковані кадри. Науковиці Г. Пешкова та А. Самаріна зазначають, що саме кадровий потенціал, який володіє потрібними компетентностями в умовах постійно зростаючої цифровізації всіх сфер суспільства, може стати головним джерелом зростання його конкурентоспроможності. Для підготовки такого персоналу слід належним чином модернізувати систему вищої освіти, привести освітньо-професійні програми у відповідність до потреб цифрової економіки, широко впровадити цифрові технології в освітній процес закладів освіти, забезпечити можливість навчання громадян протягом усього життя [3].

Цифровізація освіти – це впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес на всіх рівнях, із метою розвитку в молоді навичок з аналізу достовірності здобутої інформації, застосування критичного мислення, максимального використання різноманітного мультимедійного контенту з освітніми цілями. Має на меті активізацію освітнього процесу через використання інтерактивних методів навчання. Функціонування світового цифрового суспільства веде до потреби кожної людини будь-якого віку адаптуватися до нових технологій цифрового середовища, створює умови для активізації розуміння навчання упродовж життя як форми підвищення власної цифрової компетентності, саморозвитку, професійної та життєвої самореалізації.

Цифрова реальність зумовлює визначення педагогічних пріоритетів, перегляд форм, методів, засобів і технологій навчання, виховання та розвиток здобувача освіти. На часі бачення й аналіз проблем організації виховного впливу на дітей і молодь у цифровому просторі та засобів їхнього розв'язання. Цифровізація освіти в Україні потребує об'єднання зусиль учених і практиків педагогічної та психологічної наук, фахівців цифрових технологій для міждисциплінарного розв'язання сучасних проблем організації цифрового освітнього процесу [40].

Отже, освітня програма – цифрова платформа може інтегрувати цифрові технології для більш ефективного надання значущого змісту навчальному процесові, незалежно від виду освітньої програми, та за умов цифровізації стає головним елементом в архітектурі управління сферою освіти.

9.5. Сучасні платформні компанії та їхні бізнес-моделі

Компанії, які активно використовують платформні рішення, є найбільшими у світі за показником ринкової капіталізації.

Ринкова капіталізація – показник нематеріальний. Він дуже опосередковано залежить від вартості товарів, що виготовила компанія, доходів чи прибутків, хоча зрозуміло, що акції компанії, яка виробляє товари лише на декілька мільйонів доларів, не можуть коштувати трильйони. Ринкова капіталізація акціонерної компанії – це поточна вартість усіх її акцій, перемножена кількість акцій в обороті на їхню вартість на фондовому ринку в конкретний момент часу [15]. На ринкову капіталізацію впливає багато факторів, але одним із головних є очікування інвесторів, переважно їхня довіра до компанії, майбутні прибутки, стабільність менеджменту, правильність вибраної стратегії розвитку тощо.

Зростання цифрових платформ відображають у рейтингах компаній за рівнем капіталізації. Експерти зазначають, що сукупна ринкова капіталізація десяти найбільших світових платформних компаній становить понад 10,8 трлн дол. США. У табл. 9.1 наведено відомості щодо ринкової капіталізації 10 компаній станом на 2015 та 2023 рр.

Таблиця 9.1

10 найбільших компаній за рівнем ринкової капіталізації

Місця в рейтингу	2023 рік [15]		2015 рік [14]	
	Компанії	Ринкова капіталізація, \$	Компанії	Ринкова капіталізація, \$
1	2	3	4	5
1	Apple (AAPL)	3,022 трлн	Apple Inc	725,000 млрд
2	Microsoft (MSFT)	2,534 трлн	Google Inc	375,000 млрд
3	Saudi Aramco (2222.SR)	2,087 трлн	Exxon Mobil Corp	357,000 млрд
4	Alphabet (GOOG)	1,554 трлн	Berkshire Hathaway Inc	357,000 млрд

1	2	3	4	5
5	Amazon (AMZN)	1,337 трлн	Microsoft Corp	334,000 млрд
6	NVIDIA (NVDA)	1,052 трлн	PetroChina Co Ltd	330,000 млрд
7	Tesla (TSLA)	885,910 млрд	Wells Fargo & Co	280,000 млрд
8	Meta Platforms (META)	759,780 млрд	Johnson	280,000 млрд
9	Berkshire Hathaway (BRK-B)	743,080 млрд	ICBC Ltd	275,000 млрд
10	TSMC (TSM)	526,210 млрд	Novartis AG	267,000 млрд

Отже, у різні часи інвестори прагнуть укласти кошти в галузі з перспективами зростання. У XIX ст. це були залізниці, у XX ст. – видобуток сталі, вугілля та нафти. В інформаційну епоху все залежить від високих технологій. Тому не дивно, що зі списку 10 найбільших компаній світу за ринковою капіталізацією вісім є IT-компаніями, а дві інші інвестують в інформаційні технології та диверсифікують свій бізнес.

Закордонний досвід діяльності цифрових платформ [42, с. 5–8]. Щодо просторового розподілу цифрових платформ, то зі 176 аналізованих платформ 2015 року найбільшу їхню кількість зосереджено в Азії – 82 (у Китаї – 64, в Індії – вісім, у Японії – п'ять. Інші азійські платформи розподілено між Південною Кореєю, Австралією, Малайзією та Сінгапуром). У Північній Америці 63 платформи розташовано в США й одна в Канаді. У Європі є 27 платформних компаній у 10 країнах. У Великій Британії зосереджено найбільшу їхню кількість – дев'ять, у Німеччині – п'ять; у Франції, Нідерландах та Швеції – по дві. Інші чотири європейські платформи розміщено в Ірландії, Ізраїлі, Люксембурзі та Норвегії. Головні офіси платформних компаній розташовано у великих містах. Зокрема, найбільша концентрація штаб-квартир міститься в районі затоки Сан-Франциско – одна четверта з аналізованих платформ. Другим містом за концентрацією платформ є Пекін із загальною кількістю 30 одиниць. У Шанхаї їх 15, у Лондоні та Нью-Йорку – по вісім платформ. Китайські міста розмістили шість платформних компаній. Інші міста мають кілька платформ: від трьох до п'яти – Токіо, Берлін, Нью-Делі, Сіетл, Бенгалуру

і Нанкін. П'ять міст мають по дві платформи: Амстердам, Гуанчжоу, Париж, Сеул і Стокгольм. Решта 22 міста розміщують штаб-квартиру однієї цифрової платформи [59, с. 11]. Геопросторову концентрацію сучасних платформ зумовлено низкою факторів: економічним піднесенням, інвестиціями в людський капітал та інформаційну інфраструктуру, підприємницькими інноваціями, рівнем культури споживання та працевлаштування тощо. Піднесення платформ створює різні можливості та виклики для регіонів, країн, галузей, компаній та індивідуальних новаторів. На рівні галузі спостерігають зростальну конкуренцію між платформами. Наприклад, платформи, які не конкурували в минулому, усе частіше починають це робити, наприклад, як це можна бачити з Google та Amazon. Сильні стимули консолідувати платформи через злиття та поглинання є в таких секторах, як: подорожі, райдшеринг, доставляння їжі, оголошення тощо. Очікують посилення таких тенденцій: до конкуренції та кооперації між платформами через злиття та поглинання [59, с. 22].

Зростання платформ у світі викликає реакцію урядів як на міжнародному, так і національному рівнях, які розглядають платформи як засоби для позитивних змін, оскільки вони стимулюють інновації, підвищують продуктивність праці, забезпечуючи краще використання активів та ідеї економіки спільного використання. Водночас поширення у ЄС занепокоєння щодо домінування американських платформ, які мають справу із приватними особистими даними, що, імовірно, призведе до посилення регуляторного контролю або, можливо, нових регулювань на цифрових платформах і в цифровому просторі загалом.

Отже, зростальна економіка платформ, що формує новий глобальний бізнес-ландшафт і впливає на життя громадян у всьому світі, сприяла розвитку нової форми організації підприємницької діяльності, яка стає провідною в цифровій економіці. Управління платформними екосистемами, у поєднанні з розробленням технологій і бізнес-моделей, які використовують переваги мережевих ефектів і дозволяють масштабування, мають вирішальне значення для успіху платформ. Тоді як значні можливості, які відкривають платформи, є величезними, вони використовують безпрецедентний рівень глобального під'єднання до інтернету, а також великий обсяг умінь і навичок програмного забезпечення, які можна використовувати для розвитку майбутніх платформ [59, с. 23].

В Україні цифрові платформи набули значного поширення, переважно, завдяки значній кількості користувачів інтернету. На практиці до реалій національної економіки та ментальності адаптовано лише деякі іноземні шерингові моделі. Є думки що спонтанність і неконтрольованість розвитку таких економічних відносин, попри їхній високий потенціал, завдає загрозу для традиційних бізнес-моделей і потребує розроблення чітких правил гри. Водночас в Україні розвинено електронне урядування на базі цифрових платформ, спрямованих на надання державних і муніципальних послуг онлайн. Досвід діяльності вітчизняних шерингових платформ (райдшеринг «Подорожники», «Підвезу», easy2go) доводить значні перспективи та можливості розробників реагувати на потреби локального ринку й бізнес-інновації та нижчу конкурентоспроможність, порівняно із глобальними закордонними платформами. На глобальному ринку в Україні наявні такі шерингові компанії, як Uber (2016), BlaBlaCar (2014), OLX (2014), Airbnb та ін. Окрім них, також популярності набули платформи електронної торгівлі. 2014 року на ринок України вийшов BlaBlaCar, замінивши успішний український стартап «Подорожники» з аналогічним сервісом. Організаційні бізнес-інновації економіки спільної участі у вітчизняному бізнес-середовищі зазнають деяких видозмін, зумовлених ментальністю населення, рівнем платоспроможності, розвиненості інститутів, що визначають правила гри та доступом до інтернету. В Україні (а саме в містах Київ, Одеса, Львів, Дніпро, Харків, Запоріжжя, Вінниця) Uber працює не безпосередньо з водіями, а через компанії-посередники [42, с. 8–9].

Багато платформ можна охарактеризувати як технологічні рішення (застосунок, сайт), агрегатори, спрямовані на задоволення попиту та пропозиції через формування можливості контакту замовника та споживача й діяльність, наповнення та правила функціонування яких регулює власник і розробник. Роль платформ важко переоцінити хоча б з огляду на те, що до компаній-лідерів за рівнем ринкової капіталізації належать, зокрема й цифрові платформи, – Microsoft, Apple, Amazon, Facebook. Протягом останніх років інтерес до цифрових платформ зростає. Деякі з найбільш цінних компаній, зокрема Alibaba, Amazon, Facebook і Google, є компаніями-платформами з напроцуд короткою історією. Водночас багато компаній-довгожителів розглядають, як вони можуть застосувати

платформне мислення для підвищення продуктивності. Наприклад, General Electric, американська транснаціональна компанія, зареєстрована в Dow Jones Industrial Average приблизно 120 років тому, зробила значні інвестиції в платформи для промислового інтернету речей. Дійсно, такі сфери, як видобуток нафти, виробництво електроенергії та важке машинобудування, проходять через так звану платформізацію [51].

На найвищому рівні цифрові екосистеми складаються з компаній, капіталу, мереж і спільнот людей, даних, процесів та речей, пов'язаних спільним використанням цифрових платформ. Екосистеми-партнери створено для того, щоб забезпечити співпрацю та досягти взаємовигідних результатів для всіх зацікавлених сторін. Ідея полягає у створенні колекції гнучких сервісів, які зможуть змінювати та швидко адаптувати до постійно мінливих потреб бізнесу [64]. Наприклад, екосистема Apple базується на сімействі продуктів, серед яких комп'ютер, смартфон, планшет, годинник, плеєр. Усі вони використовують операційну систему iOS та онлайн-магазин застосунків AppStore, який наповнюють зовнішні виробники. Вони є зацікавленими в розробленні програм під продукцію платформи через великі обсяги продажу продукції Apple. Водночас продукцію цієї компанії добре продають тому, що споживачі дістають доступ до великої кількості програм та застосунків. Отже, маємо замкнене коло екосистеми.

Зробімо огляд сучасних успішних платформних компаній та визначмо, які бізнес-моделі вони використовують. Компанії, що є виробниками та не можуть докорінно змінити свою бізнес-модель намагаються підвищувати конкурентоспроможність через трансформацію комбінування традиційних бізнес-моделей – наприклад, творця продукту і творця послуг; творця продукту, творця технологій (інновацій) та творця послуг. Однак є компанії, що розширюють свої традиційні бізнес-моделі через платформізацію. Прикладом може бути General Electric, яка розробила платформу для виконання контролю за постаченням власним обладнанням споживачам і згодом почала надавати цю послугу в оренду. Як приклад успішної практики гібридного підходу до трансформації моделі бізнесу можна навести такі п'ять відомих світових компаній, як Apple, Alphabet, Microsoft, Amazon і Facebook. Одна зі складових їхнього успіху – поєднання основної бізнес-моделі з моделлю бізнесу мережевої взаємодії

на основі цифрової платформи, що дозволило цим компаніям домогтися ефекту синергії в межах своєї моделі, диференціювати ключові елементи послуг за параметрами зростання, прибутковості та ринкової вартості, стати цифровими суперкомпаніями.

Огляд наявних **технологічних платформ** різних країн світу й розподіл їх за сферами, функціями, масштабом поширення та типом платформи наведено в табл. 9.2 [42, с. 5].

Таблиця 9.2

Глобальні та локальні технологічні цифрові платформи

Сфери	Назви платформ	Функції	Масштаби та країни походження	Типи платформ
1	2	3	4	5
Освіта	Coursera	Інформаційна, освітня	Глобальний, США	Трансакційна
	Udacity	Інформаційна, освітня	Глобальний, США	Трансакційна
	Khan Academy	Інформаційна, освітня	Глобальний, США	Трансакційна
	Edx	Інформаційна, освітня	Глобальний, США	Трансакційна
	Preply	Освітня, репетиторство	Глобальний, США	Трансакційна
	Prometheus	Інформаційна, освітня	Державний, Україна	Трансакційна
Нерухомість	Mushroom	Добова та погодинна оренда житла	Локальний, Україна (Львів)	Трансакційна
	Airbnb	Короткострокова оренда приватного житла	Глобальний, США	Трансакційна
	WeWork	Оренда коворкінгів	Глобальний, США	Трансакційна
	LiquidSpace	Оренда офісного простору	Глобальний, США	Трансакційна

1	2	3	4	5
Торівля	OLX	Інформування про продаж-купівлю та надання послуг	Глобальний, США	Трансакційна
	Salesforce	Самостійне розроблення ІТ-застосунків	Глобальний, США	Інноваційна
	Amazon	Торівля	Глобальний, США	Інтегрована
	AliExpress	Торівля	Глобальний, Китай	Інтегрована
Їжа	Feastly	Частування домашньою їжею	Державний, США	Трансакційна
Фінанси	M-Pesa	Мобільне фінансування	Державний, Кенія	Трансакційна
	Zopa	Кредитування	Глобальний, Велика Британія	Трансакційна
Урбаністика	Smart CityPlatform	Пошук рішень для розвитку міст, сервісні рішення	Державний, Іспанія	Трансакційна
Краудфандінг	Спільнокошт	Залучення спільних коштів	Державний, Україна	Трансакційна
	Велика ідея	Залучення спільних коштів	Державний, Україна	Трансакційна
	Kickstarter	Залучення спільних коштів	Державний, США	Трансакційна
Благочинність	Таблеточки	Фінансове та інформаційне підтримання онкохворих дітей України	Державний, Україна	Трансакційна
	Крила Фенікса	Підтримання Збройних сил України	Державний, Україна	Трансакційна
Спорт	Hudl	Аналіз відео і навчання спортивних команд, коучинг	Глобальний, США	Трансакційна
	Smartsports	Бронювання стадіонів, басейнів, готелів та авіаквитків для трансферу спортивної команди	Державний, Україна	Трансакційна

1	2	3	4	5
Транспорт	Uber	Перевезення пасажирів	Глобальний, США	Трансакційна
	BlaBlaCar	Спільні поїздки з подорожніми за компенсацію витрат	Глобальний, Франція	Трансакційна
	Uklon	Перевезення пасажирів	Державний, Україна	Трансакційна
	Sizecar	Оренда транспорту	Державний, Україна	Трансакційна

Для України перехід до цифрової трансформації не буде легким. Усі підприємства стикаються з небажанням протистояти виклику пандемії та військового вторгнення. Але попри це бізнес Української держави не припиняється. Деякі приклади впровадження цифровізації – застосунок «Дія», цифрова реформа охорони здоров'я, дистанційне навчання, перехід на цифровий документообіг, цифровий гаманець, цифровий підпис, цифрові послуги.

9.6. Дія. Цифрова держава

Міністерством цифрової трансформації було запроваджено та активно підтримується проєкт **Дія. Цифрова держава**. Реалізацією проєкту займається Міністерство цифрової трансформації. Мінцифри є новим міністерством в Уряді України з новим підходом, баченням і методами досягнення цілей до 2024 року: 100 % послуг, які надає держава онлайн, 10 % ІТ-галузі у ВВП країни та 95 % транспортної інфраструктури з високошвидкісним, якісним інтернетом. На проєкт **Дія** державні кошти не витрачають. Портал **Дія** створено в співпраці Міністерства цифрової трансформації за підтримання проєкту *USAID/UK aid* «Прозорість і підзвітність у державному управлінні та послугах / *TAPAS*», програми *EGAP*, що фінансує Швейцарська агенція з розвитку та співробітництва й реалізує Фонд Східна Європа та *Innovabridge*, проєкту *USAID* «Взаємодія!» (*SACCI*) проєкту *EGOV4UKRAINE*. Створюють окремі підрозділи, які будуть займатися розробленням стратегій цифрової трансформації в компаніях, у результаті чого створюють нові робочі

місця та виникає попит на нові професії. Це може значно підвищити конкурентоспроможність компаній.

Що таке Дія? [16]

Держава має стати сервісом, а не страшним монстром. Допомогати одним швидко діставати послуги, а іншим – чесно виконувати свою роботу. Проєкт «Цифрова держава» згодом об'єднає всі відомства у єдину зручну й дієву онлайн-систему.

Дія – це портал. Онлайн-сервіс державних послуг, де все швидко, чітко та зрозуміло. Тут можна дістати послугу там і тоді, коли потрібно.

Дія – це застосунок. Мобільний застосунок з електронними документами та даними про людину з реєстрів.

Дія – це освіта. Портал з онлайн-курсами: базовий із цифрової грамотності, для вчителів і для батьків. «Онлайн-безпека дітей».

Дія – це бізнес. Портал із допомоги малому та середньому бізнесу.

Дія – це ЦНАПи. Центри надання адміністративних послуг у кожному куточку України. У майбутньому центри Дії.

Дія – це Дія. City. Спеціальний правовий режим для IT-індустрії.

Дія – проєкт Цифрова держава.

Основними складниками цифрової держави є такі:

1. *Електронне урядування.* Це коли внутрішні процеси управління в державі здійснюють за допомогою інформаційних технологій. Так процеси стають ефективними та прозорими, а кожен громадянин буде мати доступ до будь-якої інформації про державу. Державні послуги стануть зрозумілими й доступними в електронній формі, а органи влади завжди будуть мати правдиві дані для ухвалення ефективних рішень.

2. *Кібербезпека.* Це безпека в електронному просторі. Усю державну і приватну інформацію та її носіїв має бути захищено від несанкціонованого використання. Для цього вживають спеціальних заходів, що забезпечують конфіденційність і цілісність даних, їхню доступність там і тоді, коли це потрібно.

3. *Електронна демократія.* Громадяни також будуть управляти державою за допомогою інформаційних технологій. Це означає, що референдуми, голосування, громадські бюджети, консультації й опитування теж будуть здійснювати в електронній формі.

4. *Електронний бізнес.* Це коли бізнес організовано так, щоб працювати взагалі без паперів і лише за безготівковими розрахунками.

Увесь документообіг із підрядниками й державою: контракти, інвойси, накладні – усе є електронним. Так усі процеси стають швидшими, ефективнішими та сприяють зростанню, а не створюють додаткових бар'єрів.

5. *Електронний суд*. Повністю електронний документообіг: онлайн-подання процесуальних документів, обмін документами між судами, установами й учасниками судового процесу, розгляд окремих справ онлайн. Учасники процесу будуть мати постійний доступ до всіх відкритих документів, а повідомлення й результати вони будуть отримувати в електронній формі.

6. *Електронна охорона здоров'я*. Кожен пацієнт буде мати власну електронну медичну картку. Усі лікарі будуть під'єднаними до відповідних медичних онлайн-платформ, а кожна лікарня буде мати повністю цифрову інфраструктуру: Wi-Fi, електронний обмін медичними даними пацієнта між різними установами (телемедицину) та систему дистанційного моніторингу стану пацієнта.

7. *Електронна освіта*. Процес навчання також стає електронним, щоб нинішні діти могли працювати в завтрашньому світі. Навчальні планшети для учнів і ноутбуки для вчителів. Замість паперових журналів виникають електронні, до яких батьки завжди будуть мати доступ. Замість зошитів – електронні документи, замість одинарних папірців на контрольній – електронні тести та форми, замість підручників – навчальний контент на різних носіях, Wi-Fi у кожному класі.

8. *Електронна транспортна система*. У громадському транспорті впроваджують електронний квиток, а в кожному місті створюють проєкти мобільного паркування й управління трафіком. Усі значні авто- й залізничні магістралі, вокзали та станції має бути забезпечено широкопasmовим мобільним інтернет-покриттям.

9. *Розумні міста*. Створюють електронну модель, що допомагає розв'язувати нагальні проблеми кожного міста: інтегровані інформаційні системи розв'язують проблеми із транспортом, упроваджують «зелені» технології, у кожного міста є доступний план забудови, розвитку промислового та природного капіталу. Це означає, що міста стануть більш продуманими та зручними й кожен містянин буде знати що й чому роблять у його місті.

10. *Цифрові навички*. Щоб усі задумані зміни відбулися, створюють програму навчання загальних і професійних цифрових навичок. Вона

надасть змогу всім громадянам опанувати базову цифрову грамотність, щоб вільно користуватися електронними інструментами управління державою, а надалі – навіть опановувати нові професії та мови.

11. *Повсюдний інтернет*. Щоб електронними послугами могли користуватися по всій країні, розробляють національний план розвитку широкосмугового доступу до інтернету. Особливу увагу приділено покриттю в сільській місцевості, щоб подолати цифровий розрив, створити нові робочі місця та знизити міграцію сільських мешканців до міст.

Проекти Міністерства цифрової трансформації України, пов'язані з проектом «Дія» [27]:

1. **Дія.Цифрова освіта**. Мета проекту – за три роки навчити цифрової грамотності 6 млн українців. Проект має онлайн-складову – платформу, де розміщено безкоштовні курси із цифрової грамотності, і офлайн-складову – мережу партнерських хабів цифрової освіти по всій країні, де можна дістати доступ до інтернету та цифрових гаджетів.

2. **Дія.Бізнес** – це масштабна ініціатива з розвитку підприємництва, яка має дві складові: онлайн-складову – платформу та офлайн-складову – у різних регіонах України буде відкрито консалтингові зони для підприємців. Там можна буде діставати фахові консультації з розвитку бізнесу.

3. **Дія.Центр** – це мережа модернізованих ЦНАПів, у яких запроваджено єдині стандарти щодо якості надання послуг – зручно, швидко, просто та людяно. Місце, де можна діставати всі потрібні адміністративні послуги. Без черг. Без біганини. Без зайвих довідок.

4. **Дія.City** – унікальний простір, який поєднує комплекс інструментів для розвитку та масштабування ІТ-бізнесу. Тут діє одна з найкращих у Європі податкових систем, нова гнучка форма співпраці компаній і спеціалістів – GIG-контракти, ефективні та значно поширені у світі інструменти для залучення інвестицій. Компанії з України та різних куточків світу вже є резидентами Дія.City та продовжують долучатися.

Розвиток цифрових платформ – один із пріоритетних напрямів цифровізації української економіки. Тому інструменти стимулювання зростання цифрових технологій в економіці та освіті мають: гармонізувати стандарти та правила захисту даних; спрощувати транскордонний обмін даними; сприяти просуванню міжнародної електронної комерції; інвестувати в цифрову інфраструктуру.

Можна виділити кілька напрямів розвитку національних платформних рішень:

1. Розширення спектра онлайн-послуг великими цифровими платформами, що мають значну та стабільну споживчу базу. Водночас виникає високий шанс захопити нові ринки послуг і займати позиції лідера на наявних ринках.

2. Створення українських платформних рішень для базових галузей економіки, як-от промисловість і сільське господарство, а також для соціальної сфери, будівництва, державного управління та сфери надання державних послуг, освіти.

3. Інтеграція власних і сторонніх цифрових платформ для залучення та використання додаткових ресурсів та реалізації окремих цільових напрямів. Водночас максимально ефективно реалізують нові бізнес-моделі, підвищують рівень компетентностей через повторно використувані системи, елементи та шаблони.

4. Інтеграція на платформі малих і середніх підприємств із можливістю передавання на платформу бізнес-процесів бухгалтерського, кадрового, податкового обліку. Цим забезпечують звільнення такими підприємствами ресурсів для розвитку бізнесу та доступом до інформації про стан ринку.

Отже, розглянуті особливості розвитку цифрових платформ із погляду цифровізації дозволили систематизувати підходи до визначення сутності цифрових платформ як середовища, для співробітництва між більш ніж двома сторонами, виділити загальні типи цифрових платформ за сферою використання, переваги й недоліки функціонування цифрових платформ на основі економіки спільного споживання (шерингової економіки) та комерційних платформ, які формують нове економічне підґрунтя цифрової економіки, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності будь-якого бізнесу.

Використана література

1. Воронкова В. Г. Філософія цифрової людини і цифрового суспільства : монографія / В. Г. Воронкова, В. О. Нікітенко. – Львів ; Торунь : Liha-Pres, 2022. – 460 с.

2. Кириченко М. О. Цифрова культура як результат розвитку культури інформаційного суспільства / М. О. Кириченко // Гілея: науковий вісник. – 2017. – Вип. 124. – С. 179–182.

3. Пешкова Г. Ю. Цифрова економіка і кадровий потенціал: стратегічний взаємозв'язок і перспективи / Г. Ю. Пешкова, А. Ю. Самаріна // Освіта і наука. – 2018. – Вип. 20 (10). – С. 50–75.
4. Encyclopedia of Information Science and Technology. – 4th ed. (10 Volumes). – S. I. : IGI Global, 2017. – 8104 p.
5. Hand M. Making Digital Cultures: Access, Interactivity, and Authenticity / M. Hand. – S. I. : Ashgate Publishing, 2008. – 198 p.
6. Miller V. Understanding digital culture / Miller V. – S. I. : SAGE Publishing Ltd, 2011. – 345 p.
7. Negroponte N. Being Digital / N. Negroponte. – New York : Knopf, 1995. – 256 p.
8. Parker G. G. Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy and How to Make Them Work for You / G. G. Parker, M. W. V. Alstynе, S. P. Choudary // W. W. Norton & Company. – 2016. – 352 p.
9. Верховодов А. Цифрова трансформація та інновації: що це насправді? [Електронний ресурс] / А. Верховодов. – 2018. – Режим доступу : <https://medium.com/@untone/цифрова-трансформація-та-інновації-що-це-насправді-f323e11927fe>.
10. Гаврілова Л. Г. Цифрова культура, цифрова грамотність, цифрова компетентність як сучасні освітні феномени [Електронний ресурс] / Л. Г. Гаврілова, Я. В. Топольник // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2017. – Т. 61, № 5. – С. 1–14. – Режим доступу : <https://doi.org/10.33407/itlt.v61i5.1744>.
11. Гриценко А. Вплив цифровізації на соціальний розвиток [Електронний ресурс] / А. Гриценко, Т. Бурлай // Економічна теорія. – 2020. – № 3. – С. 24–51. – Режим доступу : <https://doi.org/10.15407/etet2020.03.024>.
12. Гуменчук А. Складові цифрової культури бібліотечного фахівця [Електронний ресурс] / А. Гуменчук // Український журнал з бібліотекознавства та інформаційних наук. – 2020. – Вип. 5. – С. 96–105. – Режим доступу : <https://doi.org/10.31866/2616-7654.5.2020.205733>.
13. Дащенко Н. М. Соціально відповідальне управління персоналом підприємства в умовах цифровізації економіки [Електронний ресурс] / Н. М. Дащенко // Бізнес Інформ. – 2020. – № 4. – С. 424–432. – Режим доступу : <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-4-424-432>.

14. Дергачова Г. М. Цифрова трансформація бізнесу: сутність, ознаки, вимоги та технології [Електронний ресурс] / Г. М. Дергачова, Я. О. Колешня // Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – 2020. – № 17. – С. 280–290. – Режим доступу : <https://doi.org/10.20535/2307-5651.17.2020.216367>.

15. Десять найбільших компаній світу [за капіталізацією] [Електронний ресурс] // Mezha.Media. – 2023.– Режим доступу : <https://mezha.media/articles/top-10-biggest-companies-of-the-world/>.

16. Дія. Цифрова держава [Електронний ресурс] / Державні послуги онлайн. – Режим доступу : <https://plan2.dii.gov.ua/>.

17. Економічна стратегія України 2030. Україна 2030Е – країна з розвинутою цифровою економікою [Електронний ресурс] / Український інститут майбутнього. – 2019. – Режим доступу : <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html>.

18. Іщенко А. Ю. Національна платформа цифрової освіти як пріоритетний інструмент оновлення вітчизняної освітньої системи [Електронний ресурс] : аналітична записка / А. Ю. Іщенко / Національний інститут стратегічних досліджень. – Режим доступу : <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-05/cyfrova-osvita.pdf>.

19. Карплюк С. О. Особливості цифровізації освітнього процесу у вищій школі [Електронний ресурс] / С. О. Карплюк // Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку : матеріали методологічного семінару НАПН України, м. Київ, 4 квітня 2019 року / за ред. В. Г. Кременя, О. І. Ляшенка ; уклад. А. В. Яцишин, О. М. Соколюк. – Київ, 2019. – С. 188–197. – Режим доступу : <https://cutt.ly/0wgrTQcw>.

20. Концепція цифрової трансформації освіти і науки: МОН запрошує до громадського обговорення [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – 2021. – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/ua/news/konceptsiya-cifrovoyi-transformaciyi-osviti-i-nauki-mon-zaprosnuye-do-gromadsk-ogo-obgovorennya>.

21. Кохан В. П. Цифрова платформа як інструмент цифрової економіки [Електронний ресурс] / В. П. Кохан // Право та інновації. – 2021. – №1 (33). – С. 29–34. – Режим доступу : [https://doi.org/10.37772/2518-1718-2021-1\(33\)-4](https://doi.org/10.37772/2518-1718-2021-1(33)-4).

22. Опис рамки цифрової компетентності для громадян України [Електронний ресурс] / Дія. Цифрова освіта. – 2021. – Режим доступу : <https://cutt.ly/KwgEbWrх>.

23. Питання розвитку цифрової культури українського соціуму [Електронний ресурс] : аналітична записка / Національний інститут стратегічних досліджень. – 2014. – Режим доступу : <http://www.niss.gov.ua/articles/1631>.

24. Піжук О. І. Цифровізація як зміна парадигми розвитку економічних систем [Електронний ресурс] / О. І. Піжук // Науковий вісник Ужгородського університету. – 2018. – № 2. – С. 84–91. – Режим доступу : <http://visnyk-ekon.uzhnu.edu.ua/article/view/149424>.

25. Платформи для вдосконалення навичок і саморозвитку [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – 2022. – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/ua/news/platformi-dlya-vdoskonalennya-navichok-i-samorozvitku>.

26. Проєкт Концепції цифрової трансформації освіти і науки на період до 2026 року: МОН запрошує до громадського обговорення [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/ua/news/koncepciya-cifrovoyi-transformaciyi-osviti-i-nauki-mon-zaprosnyue-do-gromadskogo-obgovorennya>.

27. Проєкти [Електронний ресурс] / Міністерство цифрової трансформації України. – Режим доступу : <https://thedigital.gov.ua/projects>.

28. Про компоненти цифрової культури [Електронний ресурс] : блог про розвиток цифрового суспільства. – Режим доступу : <https://digitle.wordpress.com/2016/10/04/12499875/>.

29. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації / Офіційний вебпортал Парламенту України : розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 року. – № 67-р. – 2018. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018>.

30. Руденко М. В. Цифровізація економіки: нові можливості та перспективи [Електронний ресурс] / М. В. Руденко // Економіка та держава. – 2018. – № 11. – С. 61–65. – Режим доступу : <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2018.11.61>.

31. Савченко О. С. Систематизація наукових підходів до поняття «цифровізація у публічному управлінні» [Електронний ресурс] / О. С. Савченко // Держава та регіони. – 2022. – № 2 (76). – С. 72–76. – Серія:

Публічне управління і адміністрування. – Режим доступу : <https://doi.org/10.32840/1813-3401.2022.2.12>.

32. Семенов А. Ю. Екосистеми цифрових платформ як фактор трансформації бізнесу в умовах цифрової економіки [Електронний ресурс] / А. Ю. Семенов // Вісник КНУТД. – 2019. – № 4 (137). – С. 39–50. – Серія: Економічні науки. – Режим доступу : <https://doi.org/10.30857/2413-0117.2019.4.4>.

33. Січкаренко К. О. Цифрові платформи: підходи до класифікації та визначення ролі в економічному розвитку [Електронний ресурс] / К. О. Січкаренко // Причорноморські економічні студії. – 2018. – Вип. 35 (2). – С. 28–32. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses_2018_35\(2\)__7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses_2018_35(2)__7).

34. Струтинська О. В. Цифрові навички і цифрова компетентність: зарубіжний досвід країн ЄС і перспективи для України [Електронний ресурс] / О. В. Струтинська // Фізико-математична освіта. – 2020. – № 25 (3). – С. 94–102. – Режим доступу : <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-015>.

35. Трушкіна Н. Цифрова культура компаній: уточнення термінології [Electronic resource] / Н. Трушкіна, Д. Чернух // International Science Journal of Management, Economics & Finance. – 2023. – № 2 (1). – С. 19–33. – Access mode : <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20230201.03>.

36. Формування концептуальних засад цифрової трансформації освіти та науки України [Електронний ресурс] / О. Новікова, В. Антонюк, В. Ляшенко та ін. // Вісник економічної науки України. – 2021. – № 1 (40). – С. 190–198. – Режим доступу : [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2021.1\(40\).190-198](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2021.1(40).190-198).

37. Цифрова адженда України – 2020 («Цифровий порядок денний» – 2020). Концептуальні засади (версія 1.0). Першочергові сфери, ініціативи, проекти «цифровізації» України до 2020 року [Електронний ресурс] / ХАЙ-ТЕК ОФІС УКРАЇНА. – 2016. – Режим доступу : <https://uccr.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf>.

38. Цифрова трансформація освіти і науки [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/ua/tag/cifrova-transformaciya-osviti-ta-nauki>.

39. Цифровізація економічних систем та людський капітал: підприємство, регіон, народне господарство [Електронний ресурс] / Л. Г. Мельник, О. І. Карінцева, О. В. Кубатко та ін. // Механізм регулювання еконо-

міки. – 2020. – № 2. – С. 9–28. – Режим доступу : <https://doi.org/10.21272/mer.2020.88.01>.

40. Цифровізація української освіти: реалізація, проблеми і перспективи / Педрада : портал освітян України. – 2023. – Режим доступу : <https://oplatforma.com.ua/article/16004-tsifrovizatsiya-ukrainskoi-osviti-realizatsiya-problemi-i-perspektivi>.

41. Шиман О. І. Формування основ інформаційної культури майбутніх учителів початкової школи [Електронний ресурс] : дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (біологія)» / О. І. Шиман ; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 2005. – 257 с. – Режим доступу : <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/5999>.

42. Щеглюк С. Морфологія цифрової економіки: особливості розвитку та регулювання цифрових технологічних платформ [Електронний ресурс] : науково-аналітична записка / С. Щеглюк. – 2019. – 18 с. – Режим доступу : <https://ird.gov.ua/irdp/e20190301.pdf>.

43. Що таке мережевий ефект? [Електронний ресурс] // Binance Academy. – 2021. – Режим доступу : <https://academy.binance.com/uk/articles/what-is-a-network-effect>.

44. Яценко. О. Д. Цифрова культура: шляхи концептуалізації [Електронний ресурс] / О. Д. Яценко // Культурологічний альманах. – 2022. – № 2. – С. 48–50. – Режим доступу: <https://doi.org/10.31392/cult.alm.2022.2.14>.

45. A comparative assessment of win-win and win-lose negotiation strategy use on supply chain relational outcomes [Electronic resource] / S. Thomas, J. Eastman, C. Shepherd et al. // The International Journal of Logistics Management. – 2017. – No. 29 (1). – Access mode : 10.1108/IJLM-10-2016-0238.

46. Belshaw D. The Essential Elements of Digital Literacies [Electronic resource] / D. Belshaw // Retrieved from. – 2014. – Access mode : <http://digitalliteraci.es/>.

47. Bouza A. What is Digital Transformation, Digitalization, and Digitization [Electronic resource] / A. Bouza // API Product Management. – 2018. – Access mode : <https://medium.com/api-product-management/what-is-digital-transformationdigitalization-and-digitization-c76277ffbdd6>.

48. Brennen J. S. Digitalization / J. S. Brennen, D. Kreiss // Wiley. Online Library. – 2016. – Access mode : <https://doi.org/10.1002/9781118766804.wbiect111>.

49. Brown T. Building Digital Culture: A Practical Guide to Successful Digital Transformation [Electronic resource] / T. Brown, D. Rowles. – 2017. – Kogan Page, Limited. – Access mode : <https://www.perlego.com/book/1015323/building-digital-culture-a-practical-guide-to-successful-digital-transformation-pdf>.

50. Claussen J. The role of pre-innovation platform activity for diffusion success: Evidence from consumer innovations on a 3D printing platform. [Electronic resource] / J. Claussen, M. Halbinger // Research Policy. – 2021. – No. 50. – 8: 103943. – Access mode : <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103943>.

51. Constantinides P. Platforms and Infrastructures in the Digital Age [Electronic resource] / P. Constantinides, O. Henfridsson, G. G. Parker // Informs Pubs Online. – 2018. – Access mode : <https://doi.org/10.1287/isre.2018.0794>.

52. Digital Agenda for Europe [Electronic resource] // Fact Sheets on the European Union. European Parliament. – 2020. – Access mode : <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/64/digital-agenda-for-europe>.

53. Digital culture: Your competitive advantage [Electronic resource] // Microsoft Corporation. – 2017. – Access mode : <https://news.microsoft.com/uploads/2018/02/EEE-Insights-Report.pdf>.

54. Digital platforms: an analytical framework for identifying and evaluating policy options [Electronic resource] / N. van Eijk, R. Fahy, H. van Til et al. // TNO report. – 2015. – No. R11271. – TNO. – 2015. – Access mode : <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2015/11/09/digital-platforms-an-analyticalframework-for-identifying-and-evaluating-policy-options>.

55. Digital platforms for development: Foundations and research agenda [Electronic resource] / B. Carla, K. Kari, E. Ben et al. // Information Systems Journal. – 2021. – Vol. 31, issue 6. – P. 869–902. – Access mode : <https://doi.org/10.1111/isj.12326>.

56. Digitization, Digitalization and Digital Transformation: the differences [Electronic resource] // I-scoop. – 2018. – Access mode : <https://www.i-scoop.eu/digital-transformation/digitization-digitalization-digital-transformation-disruption/>.

57. Deuze M. Participation, Remediation, Bricolage: Considering Principal Components of a Digital Culture [Electronic resource] / M. Deuze // The

Information Society. An International Journal. – 2006. – No. 22 (2). – P. 63–75. – Access mode : <https://doi.org/10.1080/01972240600567170>.

58. Europe's digital decade: 2030 targets [Electronic resource] // European Commission. – Access mode : https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en.

59. Evans P. The Rise of the Platform Enterprise: A Global Survey [Electronic resource] / P. Evans, A. Gawer // The Emerging Platform Economy Series. The Center for Global Enterprise. – New York, NY, USA. – 2016. – No. 1. – Access mode : <https://cutt.ly/cwgY0WIW>.

60. Fotopoulou A. Digital culture meets data: Critical perspectives [Electronic resource] / A. Fotopoulou, H. Thornham // Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies. – 2020. – No. 26 (5–6). – Access mode : <https://doi.org/10.1177/1354856520962694>.

61. Gawer A. Bridging differing perspectives on technological platforms: Toward an integrative framework [Electronic resource] / A. Gawer // Research Policy. – 2014. – No. 43 (7) – P. 1239–1249. – Access mode : <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.006>.

62. Gomes J. G. C. Plataformas digitais como modelos de negocio: Uma pesquisa exploratoria [Electronic resource] / J. G. C. Gomes, M. T. Okano // South American Development Society Journal. – 2019. – No. 5 (13). – P. 232–254. – Access mode : <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v5i13p232-254>.

63. Groh A. Theories of Culture [Electronic resource] / A. Groh // Routledge. – 2019. – 342 p. – Access mode : <https://doi.org/10.4324/9781315618562>.

64. Hardin T. Digital Platform Trends: The Digital Ecosystem [Electronic resource] / T. Hardin // G2: Digital Trends. – 2018. – Access mode : <https://learn.g2.com/trends/digital-ecosystem>.

65. Harmon J. What are digital technologies? [Electronic resource] / J. Harmon // Quora. – 2018. – Access mode : <https://www.quora.com/What-are-digital-technologies>.

66. Hendler J. Metcalfe's law, Web 2.0, and the Semantic Web [Electronic resource] / J. Hendler, J. Golbeck // Journal of Web Semantics. – 2008. – No. 6 (1). – P. 14–20. – Access mode : <https://doi.org/10.1016/j.websem.2007.11.008>.

67. Inoue Y. New market development of platform ecosystems: A case study of the NintendoWii [Electronic resource] / Y. Inoue, M. Tsujimoto // Technological Forecasting & Social Change. – 2018. – No. 136. – P. 235–253. – Access mode : [10.1016/j.techfore.2018.11.022](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.11.022).

68. Key competences for lifelong learning [Electronic resource] // European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. – 2019. – Access mode : <https://data.europa.eu/doi/10.2766/569540>.

69. Mancha R. Figayou pursues a platform strategy: A case study of digital platform entrepreneurship [Electronic resource] / R. Mancha, S. Gordon, B. Iyer // Journal of Information Technology Case and Application Research. – 2018. – No. 20 (2). – P. 55–70. – Access mode : <https://doi.org/10.1080/15228053.2018.1479207>.

70. Mishra S. Literature review on business prototypes for digital platform [Electronic resource] / S. Mishra, A. R. Tripathi // Journal of Innovation and Entrepreneurship. – 2020. – No. 23 (9). – Access mode : <https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-020-00126-4>.

71. Okano M. T. The Digital Platform as Digital Innovation: A Study from the Perspective of Dynamic Capabilities [Electronic resource] / M. T. Okano, H. C. Lobo dos Santos, E. L. Ursini // International Journal of Innovation and Technology Management. – 2022. – Vol. 19. – No. 03, 2140014. – Access mode : <https://doi.org/10.1142/S0219877021400149>.

72. Online Platforms and the Digital Single Market [Electronic resource] // European Commission. – 2016. – House of Lords. – 129 p. – Access mode : <https://publications.parliament.uk/pa/ld201516/ldselect/ldeucom/129/129.pdf>.

73. O'Reilly T. What Is Web 2.0 [Electronic resource] / T. O'Reilly // Media – Technology and Business Training. – 2005.– Access mode : <https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>.

74. Organizing for innovation in the digitized world [Electronic resource] / Y. Yoo, R. Boland, Jr. Lyytinen et al. // InformsPubsOnline. Organ Science. – 2012. – No. 23 (5). – Access mode : <https://doi.org/10.1287/orsc.1120.0771>.

75. Parker G. G. Innovation, openness, and platform control [Electronic resource] / G. G. Parker, V. M. W. Alstynne // Management Science. – 2017. – No. 64 (7). – Access mode : <https://doi.org/10.1287/mnsc.2017.2757>.

76. Rutten K. Participation, Art and Digital Culture [Electronic resource] / K. Rutten // Critical Arts. South-North Cultural and Media Studies. – 2018. –

No. 32 (3). – P. 1–8. – Access mode : <https://doi.org/10.1080/02560046.2018.1493055>.

77. The Digital Europe Programme [Electronic resource] // Shaping Europe's digital future. – 2021. – Access mode : <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>.

78. The Implication of Digital Organisational Culture on Firm Performance [Electronic resource] / M. Pradana , A. Silvianita , S. Syarifuddin et al. // *Frontiers in Psychology*. – 2022. – No. 13. – Access mode : <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.840699>.

79. The unbearable likeness of being digital: The persistence of nonverbal social norms in online virtual environments [Electronic resource] / N. Yee, J. N. Bailenson, M. Urbanek et al. // *CyberPsychology & Behavior*. – 2007. – No. 10. – P. 115–121. – Access mode : <https://doi.org/10.1089/cpb.2006.9984>.

80. Vardarlier P. Digital transformation of human resource management: Social media's performance effect [Electronic resource] / P. Vardarlier, M. Ozsahin // *International Journal of Innovation and Technology Management*. – 2021. – No. 18. – 3: 2150005. – Access mode : <https://doi.org/10.1142/S021987702150005X>.

81. What is digital business transformation? The essential guide to DX [Electronic resource] // I-scoop. – Access mode : <https://www.i-scoop.eu/digital-transformation>.

82. Wright D. How culture became digital: editor's introduction [Electronic resource] / D. Wright // *International Journal of Cultural Policy*. – 2022. – No. 28 (7). – P. 777–785. – Access mode : <https://doi.org/10.1080/10286632.2022.2137160>.

Розділ 10

Інноваційний розвиток методики розрахунку міцності за різного виду навантажень багат шарового скління спецтехніки МНС

Одним із найважливіших і гострих питань сучасності є збільшення кількості надзвичайних ситуацій (НС). Вони можуть бути викликаними різними видами факторів, а саме: соціального, природнього та техногенного походження. НС спричиняються аварією, катастрофою, епідемією, стихійним лихом, великою пожежею або застосуванням засобів ураження, що призводять або можуть призвести до людських і матеріальних утрат, а також великого зараження людей і тварин. Їхніми наслідками можуть бути пожежі, вибухи, викиди в атмосферу й на прилеглу територію небезпечних речовин, створюючи високу небезпеку для довкілля та населення з людськими та матеріальними втратами.

Для локалізації й гасіння пожеж та їхніх наслідків застосовують спеціальну техніку Міністерства надзвичайних ситуацій (МНС), яка запобігає виникненню пожеж, обмеженню їхнього розвитку, убезпеченню людей, захисту матеріальних цінностей, довкілля від впливу небезпечних факторів пожежі, а також створенню умов для пожежогасіння.

Збереження життя людей, захист довкілля, ефективність гасіння пожеж і ліквідація наслідків НС залежить від вимог, яким має відповідати спецтехніка МНС. Найголовнішою проблемою для визначення міцності конструкцій спецтехніки є її скління як найменш захищеного елемента конструкції.

Важливим і актуальним завданням є забезпечення ефективною, надійною та безпечною роботи всіх видів спецтехніки. Однією із ключових складових проблеми є збереження міцності, захисних властивостей і прозорості скла в механічній кабіні під впливом різноманітних сил у широкому діапазоні температур.

Скління має відповідати вимогам щодо ударної міцності, вогнестійкості та надійності за збереження своїх експлуатаційних характеристик. Тому актуальним є розрахунок і проєктування деталей скління спецтехніки, що відповідають зазначеним раніше вимогам надійності та безпеки.

До скління спецтехніки, яке є відповідальним елементом конструкції, ставлять цілий ряд різноманітних вимог, в основі яких лежать умови безпечної, надійної та тривалої експлуатації. Скління має витримувати статичні та динамічні навантаження, які виникають в умовах експлуатації.

Елементи скління сучасної спецтехніки становлять багатошарові структури, що містять шари з різними механічними та фізичними властивостями. Конструкція скла складається із захисного, носійного та сполучних шарів. Завдяки багатошаровій структурі, можна забезпечити потрібні експлуатаційні характеристики конструкції.

Слід зазначити, що використання багатошарових скляних структур є більш перспективним, оскільки дозволяє здобути такі властивості, які неможливо (або неефективно) здобути за одношарових структур. Тому, окрім високої міцності, через додавання в упаковку спеціальних шарів забезпечують відповідний рівень захисту від крихкого впливу сміття та радіації, а також належну теплоізоляцію тощо. Крім того, багатошарове скло не розлетиться на окремі шматки під час удару, оскільки полівінілбутиралева плівка міцно утримує їх на місці, що робить скло більш травматичним і, отже, відповідає технічним вимогам до скління кабіни пожежної машини.

Елементи скління кабін спецтехніки МНС мають зберігати цілісність за нормальних умов експлуатації та дії повітряної ударної хвилі, що утворюється під час вибуху.

Тому розроблення методів розрахунку термопружності скління спецтехніки МНС за впливу теплових навантажень під час гасіння пожеж є найактуальнішою проблемою.

Для визначення нестационарного напружено-деформованого стану (НДС) скління спецтехніки МНС за впливу нестационарних навантажень розробляють аналітико-чисельний метод для чисельного дослідження температури та напруження в шарах багатошарового скління спецтехніки МНС за підвищених температурних навантажень.

За результатами досліджень розробляють рекомендації щодо вибору багатошарового скління з найкращими експлуатаційними характеристиками та методику раціонального проектування скління спецтехніки МНС.

Основними вимогами до спецтехніки МНС під час гасіння пожеж є визначення передбаченої відстані, за якої кожен тип спецтехніки загалом витримує теплове навантаження, та відстань від вибухонебезпечних предметів для безпечної роботи бойових підрозділів.

10.1. Аналіз наявного стану проєктування та методів розрахунку скління спецтехніки МНС. Визначення питань, що потребують наукового пророблення

У 50-ті рр. минулого століття було здійснено перші спроби використовувати гусеничну техніку для гасіння пожеж. Перший пожежний танк було створено на базі шасі танку Т-34А.

Створений пожежний танк утілював всі кращі технічні досягнення, які вже було реалізовано Н. Кошкіним і А. Морозовим у дітищі Харківських конструкторів Т-34. Це дизельний двигун замість бензинового, зварний броньовий корпус (за неперевершеною до нині технологією Є. Патона), порівняно малі габарити та вага, а також багато іншого. Але найголовнішим, що зумовило розвиток ідеї пожежного танка, була його висока маневреність і прохідність у поєднанні з достатнім захистом екіпажу.

У зв'язку з тим, що перший пожежний танк мав деякі недоліки, було здійснено подальше вдосконалення його тактико-технічних характеристик (ТТХ), що привело до зростання ефективності гасіння пожеж та ліквідацій наслідків аварій.

Надалі створюють підйомну пінно-лафетну установку на гусеничному ході, здатна подавати повітряно-механічну, хімічну піну і воду в резервуари вертикальні сталеві (РВР), що використовують для зберігання нафтопродуктів [2].

Установку було змонтовано на шасі легкого тягача, вона мала підвищену прохідність через використання гусеничного ходу, що дозволило працювати з нею в обвалуванні резервуарів вертикальних сталевих (РВС). Разом із цим був недолік, зумовлений самою конструкцією тягача, екіпаж практично не був захищеним від можливих викидів гарячих нафтопродуктів, обвалення конструкцій, токсичних продуктів горіння і т. ін.

На стадії зародження та розвитку ідей використання гусеничних машин для гасіння різних типів пожеж зазначмо період 1964 – 1970 рр. Тоді фахівці-конструктори Прилуцького ОКБ пожежних машин сформулювали технічні вимоги до пожежного всюдихода ПВ-120, призначеного для гасіння пожеж на складах пиломатеріалів зі штабелями до 12 м.

До 1977 року виникає вже усталена конструкція пожежного танка, яку втілюють на Львівському танкоремонтному заводі на шасі танка Т-54, що здобуває визнання як гусенична пожежна машина (ГПМ-54).

Така пожежна машина є здатною гасити пожежі в умовах теплового впливу вогню, під час обвалення конструкцій, поодиноких вибухів із розлітанням осколків та ін. ГПМ-54 призначали для захисту спецоб'єктів у військових частинах і застосування на складах зберігання вибухових речовин, порохів, боєприпасів та озброєння.

Машини, подібні пожежному танку, виникають на підприємствах у різних галузях господарствах: у паливній промисловості – це пожежний агрегат ОКА-5П, причеплений до гусеничного трактора ДТ-75 і призначений для водно-пінного гасіння великих площ займання торфу; на лісобіржах – це пересувні лафетні вишки ПЛВ6-17 зі значно збільшеною ємністю водобака, призначені для гасіння штабелів лісу та пиломатеріалів (розробка 70-х рр. ХХ ст. ПКТБ м. Ігарка); у нафтовій та газовій промисловості – це турбінні агрегати газоводяного гасіння АГВТ, призначені для гасіння нафтових і газових фонтанів (розробка 60-х рр. ХХ ст. Харківського авіаційного заводу та інституту); на залізничному транспорті – це ремонтно-евакуаційна машина на шасі середнього тягача АТС-712 та лісопожежний всюдихід на шасі важкого танка ІС-2, які перевозили до місця проведення пожежно-відновлювальних робіт на залізничних платформах (розробка кінця 80-х рр. ХХ ст.); для використання на інших народногосподарських об'єктах: пожежний лісовий всюдихід ВПЛ-149; лісопожежна машина на Т-54М; смугопрокладач ПФ-1 із запальним апаратом АЗ для пуску зустрічного вогню; самохідний лафетний ствол СПС-100 для гасіння великих пожеж у складних умовах; рукавна гусенична машина із запасом рукавів до двох кілометрів та інші машини.

На початку 80-х рр. ХХ ст., за оцінками фахівців [3], сформувалася потенційно небезпечна техносфера, що перевищувала допустимий рівень техногенного навантаження. Причини цього: інтенсифікація всіх

промислових виробництв, підвищення обсягу перевезень в авіації, автомобільному, залізничному і водному транспорті, розширення масштабів видобутку, перероблення нафти, вугілля, газу та багато іншого. Як приклад прорахунку в технічній політиці уряду колишнього Радянського Союзу слід уважати трагедію на Чорнобильській АЕС, вибух установки з воднем на ВО «Азот» у м. Рівне, найбільшу пожежу на ВО «КамАЗ» та інші аварії й катастрофи, слідом за якими виникали найбільші пожежі. Досвід їхньої ліквідації зайвий раз підтвердив, що збільшується розрив між розвитком промисловості та відставанням у створенні пожежної техніки, здатної ефективно використовувати в НС.

Для усунення цього розриву створюють нову техніку. Перша з них ГПМ-1 – це машина створена в 482-му конструкторсько-технологічному центрі в Києві в середині 80-х рр. ХХ ст. на базі танка Т-54. Це броньована пожежна машина, призначена для гасіння пожеж різних класів водою або ВМП, так само на ній можна доставляти на місце пожежі розрахунок із чотирьох осіб та пожежно-технічне обладнання, вогнегасні засоби. У цієї машини броню корпусу зберегли на рівні Т-54 (кабіна не є броньованою), так само майже не відрізняються від базової машини силова установка, трансмісія, ходова частина та електрообладнання.

Наступний зразок установки «Імпульс-1» – 40 стволів на базі танкового шасі Т-55 – було виготовлено на Україні Львівським танкоремонтним заводом 1990 року.

Установку успішно випробовували під час гасіння складних осередків горіння. Створена на базі танкового шасі машина імпульсного пожежогасіння забезпечувала безпрецедентні можливості для швидкого маневрування навколо пожежі, короткочасного заходу в небезпечні зони, недоступні для звичайної пожежної техніки.

Наступним розвитком теми стало створення багатоствольних установок «Імпульс-Шторм» на базі танка Т-62 на Київському танкоремонтному заводі. П'ятдесятиствольна установка має низьку посадку і посилене кріплення, що забезпечує її надійність під час залпів і швидке транспортування на залізничному транспорті та трейлерах на великі відстані без розбирання установки. У критичних ситуаціях можна здійснювати залпи, не розвантажуючи установку з платформи або трейлера.

Слідом за київськими машинами в КБ ім. А. Морозова заводу ім. Малишева (м. Харків) на базі важкого гусеничного тягача створюють дві установки порошкового пожежогасіння (УПГ) імпульсної дії, призначені для гасіння пожеж класу А (твердих речовин), В (рідких речовин), С (газоподібних речовин) та електрообладнання, що розміщено під напругою. В основу цієї розробки покладено принцип однорядного комплектування пакета стовбурів із п'яти установок типу ППП-200, змонтованих на гусеничному шасі теж конверсійної машини.

Очевидно, що поєднання мобільних високоманеврових гусеничних машин з установками імпульсного порошкового пожежогасіння дозволило українським фахівцям зробити якісний стрибок на більш високий рівень створення пожежної техніки.

На сьогодні виникла потреба у створенні багатоцільових, полегшених ГПМ, що володіють раніше вже досягнутими перевагами, до того ж недорогих під час виготовлення та експлуатації й, найголовніше, здатних вирішувати завдання на основі сучасних досягнень теорії припинення горіння.

Зокрема, «Прилуцький завод протипожежного і спеціального машинобудування «Пожспецмаш» випускає пересувну самохідну установку газоводяного гасіння ПСУГВГ-200, призначену для гасіння газових, нафтових і газонафтових фонтанів великих розмірів, для гасіння яких застосування звичайних засобів пожежогасіння неефективно [1].

Харківські конструктори 2010 року закінчили розроблення нового «розумного» пожежного танка ГПМ-64 (гусеничної пожежної машини), який може гасити полум'я заввишки з дев'ятиповерховий будинок.

Цей танк складений на основі агрегатів танка Т-64, його пожежного нащадка наділено високими «розумовими здібностями». На сьогодні у світі ще немає аналогів ГПМ-64. На відміну від своїх попередників, які просто виконували роль бочки на гусеницях, ця машина – справжній пожежний комплекс, створений, щоб ліквідувати полум'я, а не просто доставити воду до місця загоряння.

Використовувати пожежний танк збираються, насамперед, для ліквідації пожеж на військових складах. Старі танки не справлялися із завданням: не могли під'їхати близько до епіцентра вибухів, іноді закопувалися в ґрунт. ГПМ-64 є з усіх боків захищеною від потрапляння осколків, це означає, що захищеним є не тільки екіпаж, але і ємності для води. Передбачено й систему зрошення гусениць на той випадок, якщо

машину розміщено дуже близько від джерела вогню. На відміну від своїх попередніх моделей, ГПМ-64 зможе потрапити в епіцентр вогню. У разі загоряння на арсеналах головне завдання пожежників – локалізувати вогонь протягом перших 10 хв.

Основна сфера застосування пожежних танків – ліквідація полум'я в місцях з утрудненим доступом і на складах боєприпасів. Цю техніку можна застосовувати для гасіння як верхових, так і низових пожеж, її було використано під час пожеж у м. Ізюмі Харківської області 2008 року.

Однак є й недоліки в машини: її транспортування до місця пожежі займає багато часу й потребує чималих коштів. Але навіть за цих мінусів такі танки-вогнеборці потрібні в лісах, куди іноді не можуть доїхати рятувальники із-за складної прохідності.

Розгляньмо ще один приклад техніки спеціального призначення – багатоцільовий тягач легкий броньований (МТ-ЛБ). Ця машина стала основою для більш ніж 80 її модифікацій. Батьківщиною цієї унікальної машини є м. Харків. Техзавдання на його розроблення було видано в кінці 1950-х рр., у зв'язку з появою нових артилерійських систем і зміною концепції їхнього бойового використання. У той час випускали такі гусеничні артилерійські тягачі, що були легко вразливими від вогню стрілецької зброї й осколків снарядів, мали високий силует і не могли долати глибокі броди. Створена на ХТЗ машина виявилася настільки вдалою, що за її вихідним призначенням незабаром побачили й багато інших. Тягач перетворився на універсальну базу, на якій було побудовано ціле сімейство бойових і допоміжних броньованих машин. На базі МТ-ЛБ було створено машини управління для різних родів військ, самохідно-артилерійські установки й установки самохідних зенітних і протитанкових ракетних комплексів та навіть авіатранспортабельні дорожньо-землерийні машини.

На базі МТ-ЛБ створено гусеничний тягач ТГМ-126, який призначено для: ліквідації наслідків аварій і надзвичайних ситуацій у важкодоступних районах; використання як шасі під монтаж різного технологічного обладнання; обслуговування транспортних і технологічних магістралей; транспортування людей і вантажів у закритому опалюваному кузові, буксирування причепів; використання в геологорозвідувальних і пошукових партіях; облаштування зимових доріг.

Спеціальна пожежна техніка МНС за своїми концептуальними характеристиками має відповідати таким основним параметрам:

- броньований корпус (для забезпечення захисту особового складу), основних робочих агрегатів і ємностей (із засобами для гасіння пожеж від осколків снарядів та куль);
- стійкість до роботи в зонах із підвищеним рівнем радіації й концентрації отруйних речовин з установленням фільтрувального агрегату, що дозволяє особовому складу працювати всередині пожежного автомобіля без засобів індивідуального захисту;
- висока прохідність в умовах бездоріжжя, вільне подолання невеликих водних перешкод без заповнення цистерни водою;
- внутрішня теплоізоляція й захист поверхні автомобіля від підвищених температурних впливів за допомогою зовнішньої системи охолодження поверхні водою;
- броньовані ємності для зберігання комплекту боєприпасів і забирання води із джерел водопостачання без виходу особового складу назовні автомобіля.

Споживачами пожежних автомобілів зі вказаними характеристиками є силові міністерства та відомства, а також специфічні об'єкти, наприклад, підприємства нафтової, хімічної, атомної промисловості, лісового господарства тощо.

Захисне багат шарове скло становить багат шаровий блок, який має захисні властивості. Склоблок містить склеєні між собою полімерними матеріалами в різному сполученні пластини силікатного скла, силікатного з органічним склом, полікарбонатом або зміцнювальними плівками. Скло має бути тепло- і вологостійким, витримувати температуру 60 °С, вологість 95 %, має протистояти наскрізному пробиттю кулями або їхніми фрагментами під час обстрілу зі зброї. Захисне скло має витримувати багаторазовий удар тіла, що вільно падає, із нормованими показниками.

Конструкція пожежних автомобілів має забезпечувати можливість установлення системи теплозахисту основних агрегатів, насамперед паливних баків, для захисту автомобіля від дії підвищених теплових потоків під час гасіння великих пожеж у відкритих і закритих просторах.

Отже, розроблення методів розрахунку термопружності скління спецтехніки МНС за впливу теплових навантажень під час гасіння пожеж є актуальною проблемою.

Методи дослідження міцності скління, засновані на емпіричних даних і спрощених моделях, викладено в роботах [4; 5].

Створення захисного скла для спецтехніки потребує комплексного підходу й не передбачає спрощеного вирішення завдання за допомогою звичайного наклеювання багат шарової полімерної плівки на раніше встановлене скло в рамі. Показано, що на сьогодні триплекс (тобто багат шаровий склоблок) є дешевшим від скла з багат шаровою полімерною плівкою.

Методи теоретичного й експериментального дослідження однорідних і шаруватих конструкцій під час удару в різних діапазонах швидкостей докладно висвітлено в роботах [7; 11].

У статті [15] чисельно й експериментально досліджено динамічний відгук затиснених кругових монолітних і багат шарових пластин під час удару снарядами. Установлено, що багат шарові пластини мають більш високий опір удару, ніж монолітні пластини однакової маси. Результати скінченно-елементного моделювання добре погоджено з експериментальними даними.

Аналіз наведених робіт дозволяє зробити висновок проте, що для розрахунку нестаціонарних коливань багат шарових конструкцій під впливом ударних навантажень широко застосовують чисельні методи [1; 8]. Найбільш часто використовують метод скінченних елементів. Тому є важливим обчислити розв'язки цих задач в аналітичному вигляді [13; 16].

Однією з важливих задач під час вивчення експлуатаційних впливів на спецтехніку МНС є достовірне визначення температурних полів і напружень у її складових елементах. Огляд моделей і методів розв'язання задач теплопровідності й термопружності в елементах конструкцій наведено в публікації [10].

Якщо багат шаровий елемент конструкції має неканонічну форму в плані, для розрахунку в більшості робіт застосовують такі чисельні методи: скінченних різниць, скінченних і граничних елементів [9; 14].

Водночас застосування аналітичних методів пов'язано з подоланням значних математичних труднощів під час опису геометричних параметрів багат шарових тіл неканонічної конфігурації, умов сполучення шарів з урахуванням внутрішніх джерел тепла, наявності шарів із різними властивостями. Тому найчастіше розглядають пластини й оболонки канонічної форми.

Отже, розроблення ефективних методів, що дозволяють подати розв'язання задачі в аналітичному вигляді, залишається актуальною проблемою [12].

На основі аналізу розглянутих робіт можна зробити такі висновки:

немає чітких критеріїв дослідження безпечного скління пожежної спецтехніки МНС через те, що ДСТУ розроблено для склопакетів наземного транспорту загалом;

наявні оцінки безпечності скління засновано на емпіричних даних та інженерних розрахунках;

ДСТУ регламентують вибір вогнезахисних протипожежних стекол винятково в будівництві;

найбільш досліджено нестационарні коливання й термопружність однорідних конструкцій за ударних та температурних навантажень;

найчастіше для розрахунку параметрів напружено-деформованого стану багат шарових елементів конструкцій застосовують чисельні методи;

потребують наукового пророблення й обґрунтування аналітичні методи розрахунку нестационарних коливань та термопружного стану скління спецтехніки МНС.

10.2. Математична модель розрахунку параметрів напружено-деформованого стану багат шарового скління спецтехніки МНС за теплових та силових навантажень

Установлено, що багат шарове скління спецтехніки МНС поєднує в загальному випадку шари різної товщини, що мають неоднакові механічні характеристики. Найбільш точно напружено-деформований стан (НДС) будь-якої такої конструкції описано в межах тривимірної теорії пружності, однак розв'язання цієї задачі пов'язано з подоланням значних математичних труднощів.

Є інший шлях, коли використовують деяку двовимірну, більш просту в реалізації теорію, яка із заданою точністю описує більш вузький клас конструкцій, ніж тривимірна [12]. Достовірно описати поведінку багат шарових пластин та оболонок за допомогою двовимірних теорій можна лише тоді, коли відомі межі їхньої застосовності, де похибки, що виникають під час зведення тривимірної задачі до двовимірної, не перевищують припустимих значень.

На основі аналізу композицій скління, тобто товщин шарів та їхніх пружних характеристик, можна зробити висновок про те, що вірогідно описати поведінку багат шарового скління, яке розглядають у проекті, можна за допомогою двовимірної уточненої теорії першого порядку [13].

Розгляньмо скління як багат шарову пластину, що складається з I шарів постійної товщини h_i . Пластина займає на координатній поверхні xOy однозв'язну область Ω , обмежену контуром Γ : $x_\Gamma = x(\phi)$, $y_\Gamma = y(\phi)$, $\phi_0 \leq \phi \leq \phi_1$.

У вибраній теорії вважаймо, що в межах кожного шару враховують деформації поперечного зсуву й інерції обертання нормального елемента. Контакт між шарами виключає їхнє розшаровування та взаємне проковзування. Для пакета шарів є справедливою гіпотеза ламаної лінії. З урахуванням цих кінематичних гіпотез переміщення точки i -го шару мають такий вигляд:

$$\begin{aligned} u^i &= u + \sum_{j=1}^{i-1} h_j \psi_x^j + (z - \delta_{i-1}) \psi_x^i; \\ v^i &= v + \sum_{j=1}^{i-1} h_j \psi_y^j + (z - \delta_{i-1}) \psi_y^i; \\ w^i &= w, \quad \delta_i = \sum_{j=1}^i h_j, \quad \delta_{i-1} \leq z \leq \delta_i, \quad i = \overline{1, I}, \end{aligned} \quad (10.1)$$

де $u = u(x, y, t)$, $v = v(x, y, t)$, $w = w(x, y, t)$ – переміщення точки координатної площини в напрямку координатних осей;

$\psi_x^i = \psi_x^i(x, y, t)$, $\psi_y^i = \psi_y^i(x, y, t)$ – кути повороту нормального елемента в i -му шарі навколо осей Ox і Oy ;

h_i – товщина i -го шару;

I – кількість шарів.

Деформації шарів визначають, відповідно до формул Коші. Напруження й деформації в i -му шарі пов'язано законом Гука:

$$\begin{aligned} \sigma_x^i &= \frac{E_i}{1 - \nu_i^2} (\varepsilon_x^i + \nu_i \varepsilon_y^i), \quad \sigma_y^i = \frac{E_i}{1 - \nu_i^2} (\varepsilon_y^i + \nu_i \varepsilon_x^i); \\ \tau_{xy}^i &= \tau_{yx}^i = \frac{E_i}{2(1 + \nu_i)} \gamma_{xy}^i, \quad \tau_{xz}^i = \tau_{zx}^i = \frac{E_i}{2(1 + \nu_i)} \gamma_{xz}^i; \\ \tau_{yz}^i &= \tau_{zy}^i = \frac{E_i}{2(1 + \nu_i)} \gamma_{yz}^i, \quad i = \overline{1, I}, \end{aligned} \quad (10.2)$$

де E_i – модуль Юнга;

ν_i – коефіцієнт Пуассона i -го шару.

Під час дослідження відгуку багат шарових конструкцій на ударний вплив систему рівнянь, що описує поведінку пластини, інтегровано одночасно з рівнянням руху індентора й умовою сумісності переміщень, яка враховує контактне зближення індентора та пластини. Через те що удар, який завдають уламки конструкцій або каміння, можна вважати низькошвидкісним, контактне зближення можна визначати на основі розв'язання задачі Герца про вдавнення кулі в пружний півпростір. Цей висновок про застосовність залежності Герца до задачі про удар зроблено на основі аналізу робіт [4; 7].

Нехай багат шарову пластину розташовано горизонтально. Удар завдають кульовим індентором радіуса R і масою M по зовнішній поверхні першого шару пластини. Індентор у момент зіткнення із пластиною має швидкість V_z .

Якщо індентор скидають на пластину з висоти H , швидкість зіткнення може бути визначено за такою формулою:

$$V_z = \sqrt{2gH},$$

де g – прискорення вільного падіння.

Рівняння руху індентора має такий вигляд:

$$Mz_{,tt} = Mg - F, \quad z(0) = 0, \quad z_{,t}(0) = V_z,$$

де $z = z(t)$ – переміщення індентора;

F – сила контактної взаємодії індентора й пластини.

Умову сумісності переміщень записують так:

$$w_0 + \alpha - z \geq 0,$$

де $w_0 = w(x_0, y_0, t)$ – прогин пластини в точці (x_0, y_0) ;

α – контактне зближення індентора та пластини в центрі площі контакту (x_0, y_0) .

Контакт індентора та пластини відбувається за перетворення цієї нерівності на рівність:

$$w_0 + \alpha - z = 0.$$

Контактне зближення α вираховують на основі розв'язання задачі Герца про вдавнення кулі в пружний півпростір:

$$\alpha = \kappa_1 F^{2/3},$$

$$\text{де } \kappa_1 = \left[\frac{9(\theta_1 + \theta)}{256R} \right]^{1/3}; \quad \theta_1 = \frac{4(1-\nu_1^2)}{E_1}; \quad \theta = \frac{4(1-\nu^2)}{E};$$

E, ν – модуль Юнга й коефіцієнт Пуассона матеріалу, із якого виготовлений індентор;

E_1, ν_1 – аналогічні характеристики матеріалу першого шару пластини.

Уважаймо, що контактний тиск розподілено по круговій площинці з радіусом $a(t)$ за таким законом:

$$p_3(x, y, t) = F_0(t) \left[1 - \frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{a^2(t)} \right]^{1/2},$$

де x_0, y_0 – координати точки дотику індентора та пластини.

Функція $p_3(x, y, t)$ має задовольняти таку умову:

$$F = \iint_S p_3 dS = \frac{2}{3} F_0 \pi a^2,$$

звідки:

$$F_0 = \frac{3}{2} \frac{F}{\pi a^2}.$$

Радіус області контакту $a(t)$ обчислюють за такою формулою:

$$a(t) = \left[\frac{3}{16} F(t) R (\theta + \theta_1) \right]^{1/3}.$$

Крім силових навантажень, на скління діють теплові навантаження, викликані впливом обігрівних елементів або зміною температури навколишнього середовища. Це потребує розв'язання задач теплопровідності та термопружності в шарах багат шарового скління.

Багат шарове скління спецтехніки МНС розглядають як багат шарову пластину неканонічної форми в плані, зібрану з I шарів постійної товщини $h_i, i = \overline{1, I}$. Пластина є віднесеною до декартової системи координат, пов'язаною із зовнішньою поверхнею першого шару (рис. 10.1).

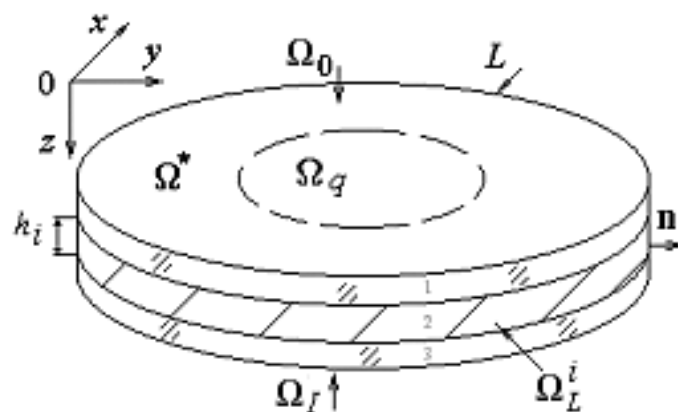


Рис. 10.1. Багатошарова пластина

Координатну площину xOy пов'язано із зовнішньою поверхнею першого шару. У цій площині пластина займає область Ω^* , обмежену

$$L: x_L = x(s), y_L = y(s), \quad (10.3)$$

де s – поточна довжина дуги.

Верхня і нижня поверхні пластини позначено як Ω_0 і Ω_I , бічна поверхня – Ω_L , причому $\Omega = \Omega_0$, $\Omega_L = \sum_{i=1}^I \Omega_L^i$, $i = \overline{1, I}$. На поверхнях пластини відбувається конвективний теплообмін. Пластина містить плівкові джерела тепла $q_\Omega^i = q_\Omega^i(x, y, \tau)$, які займають область Ω_q^i .

Рівняння теплопровідності та граничні умови на зовнішніх поверхнях багатошарової пластини впливають із варіаційного рівняння теплового балансу:

$$\frac{\partial T^i}{\partial \tau} = \nu_i \Delta T^i + \frac{q^i}{c_i \rho_i}, \quad i = \overline{1, I}; \quad (10.4)$$

$$-\chi_1^1 k_1 \frac{\partial T^1}{\partial z} + \chi_2^1 H_1 (T^1 - T_B) = 0, \quad (x, y, z) \in \Omega_0; \quad (10.5)$$

$$\chi_1^I k_I \frac{\partial T^I}{\partial z} + \chi_2^I H_I (T^I - T_H) = 0, \quad (x, y, z) \in \Omega_I. \quad (10.6)$$

де $T^i = T^i(x, y, z, \tau)$ – температура;

τ – час;

$\nu_i = k_i / (\rho_i c_i)$ – коефіцієнт температуропровідності i -го шару;

k_i – коефіцієнт теплопровідності матеріалу;

ρ_i – щільність матеріалу шару;

c_i – теплоємність шару;

H_1 і H_I – коефіцієнти конвективного теплообміну на верхній і нижній поверхнях пластини, відповідно;

T_B і T_H – температура середовища на межі з бічною, верхньою та нижньою поверхнями;

$q^i = q^i(x, y, z, \tau)$ – інтенсивність i -го внутрішнього джерела тепла.

Коефіцієнти χ_1^1 , χ_2^1 , χ_1^I і χ_2^I дозволяють моделювати задані граничні умови.

На межі контакту шарів $z = \delta_i$ ($\delta_i = \sum_{j=1}^i h_j$, $i = \overline{1, I-1}$) виконують такі умови:

$$k_i \frac{\partial T^i}{\partial z} - k_{i+1} \frac{\partial T^{i+1}}{\partial z} - q_{\Omega}^i = 0, T^i = T^{i+1}, \quad i = \overline{1, I-1}, \quad (10.7)$$

де $q_{\Omega}^i = q_{\Omega}^i(x, y, \tau)$ – інтенсивність i -го плівкового джерела тепла, розташованого на межі контакту сусідніх шарів.

10.3. Розв'язання задач теплопровідності та міцності багат шарового скління спецтехніки МНС

Для того щоб тривимірну задачу теплопровідності звести до двовимірної задачі, температура в шарах T^i і на бічній поверхні T_L^i , а також питомі потужності q^i внутрішніх джерел тепла подають у вигляді розкладу у ряди по поліномах Лежандра [9; 14]:

$$T^i(x, y, z, \tau) = \sum_{r=0}^{\infty} T_r^i(x, y, \tau) f_r^i(z), \quad (x, y) \in \Omega, z \in [\delta_{i-1}, \delta_i]; \quad (10.8)$$

$$T_L^i(x, y, z, \tau) = \sum_{r=0}^{\infty} T_{Lr}^i(x, y, \tau) f_r^i(z), \quad (x, y) \in L; \quad (10.9)$$

$$q^i(x, y, z, \tau) = \sum_{r=0}^{\infty} q_r^i(x, y, \tau) f_r^i(z), \quad (x, y) \in \Omega_L^i, \quad (10.10)$$

де $T_r^i = \int_{\delta_{i-1}}^{\delta_i} T^i f_r^i dz$; $T_{Lr}^i = \int_{\delta_{i-1}}^{\delta_i} T_L^i f_r^i dz$; $q_r^i = \int_{\delta_{i-1}}^{\delta_i} q^i f_r^i dz$;

$f_r^i(z)$ – поліном Лежандра степеня r , $r = \overline{1, r^*}$;

r^* – кількість членів ряду, утримуваних у розкладаннях.

З урахуванням розкладання (10.8) умови (10.5) і (10.6) утворюють систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$[A]\bar{T} = [B]\tilde{T} + D, \quad (10.11)$$

$$\begin{aligned} \text{де } A_{11} &= -\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{h_1}}(\chi_1^1 \frac{2k_1}{h_1} + \chi_2^1 H_1), \quad A_{12} = \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{h_1}}(\chi_1^1 \frac{6k_1}{h_1} + \chi_2^1 H_1), \quad A_{2i-12i-1} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{h_i}} \frac{2k_i}{h_i}, \\ A_{2i-12i} &= \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{h_i}} \frac{6k_i}{h_i}, \quad A_{2i-12i+1} = -\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{h_{i+1}}} \frac{2k_{i+1}}{h_{i+1}}, \quad A_{2i-12i+2} = \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{h_{i+1}}} \frac{6k_{i+1}}{h_{i+1}}, \quad A_{2i2i-1} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{h_i}}, \\ A_{2i2i} &= \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{h_i}}, \quad A_{2i2i+1} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{h_{i+1}}}, \quad A_{2i2i+2} = -\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{h_{i+1}}}, \quad A_{2I2I-1} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{h_I}}(\chi_1^I \frac{2k_I}{h_I} + \chi_2^I H_I), \\ A_{2I2I} &= \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{h_I}}(\chi_1^I \frac{6k_I}{h_I} + \chi_2^I H_I); \quad B_{11} = -\frac{1}{\sqrt{h_1}}\chi_2^1 H_1, \quad B_{2ii} = -\frac{1}{\sqrt{h_i}}, \quad B_{2ii+1} = \frac{1}{\sqrt{h_{i+1}}}, \\ B_{2II} &= -\frac{1}{\sqrt{h_I}}\chi_2^I H_I; \end{aligned}$$

$$D_1 = \chi_2^1 H_1 T_B, \quad D_{2i-1} = q_\Omega^i, \quad D_{2I} = \chi_2^I H_I T_H;$$

$$\bar{T} = \{T_1^1, T_2^1, \dots, T_1^i, T_2^i, \dots, T_1^I, T_2^I\}^T; \quad \tilde{T} = \{T_0^1, \dots, T_0^i, \dots, T_0^I\}^T.$$

Система (10.11) дозволяє обчислити коефіцієнти T_1^i і T_2^i через коефіцієнти T_0^i :

$$\bar{T} = [A]^{-1}([B]\tilde{T} + D). \quad (10.12)$$

Звідси:

$$T_1^i = \sum_{j=1}^I \xi_j^{2i-1} T_0^j + \psi^{2i-1}; \quad T_2^i = \sum_{j=1}^I \xi_j^{2i} T_0^j + \psi^{2i}, \quad (10.13)$$

де ξ_j^{2i-1} , ξ_j^{2i} , ψ^{2i-1} і ψ^{2i} – константи, обчислені в результаті чисельних перетворень (10.12);

$$[\xi] = [A]^{-1}[B], \quad \psi = [A]^{-1}D.$$

З урахуванням рівностей (10.13) розподіл температури в шарах пластини (10.17) можна записати в такому вигляді:

$$\begin{aligned} T^i(x, y, z, t) &= \sum_{j=1}^I [(\delta_{ij} f_0^i + \xi_j^{2i-1} f_1^i + \xi_j^{2i} f_2^i) T_0^j] + \\ &+ (\psi^{2i-1} f_1^i + \psi^{2i} f_2^i). \end{aligned} \quad (10.14)$$

Метод розв'язання системи (10.4) – (10.7) є аналогічним до методу, що описано в роботах [12; 13]. Вихідну багат шарову пластину довільної форми в плані занурюють у допоміжну багат шарову прямокутну охоплювальну пластину з нульовими умовами на контурі й тією самою композицією шарів. Щоб забезпечити виконання реальних граничних умов, до допоміжної пластини по сліду границі L додають додаткові компенсуювальні джерела, які входять до рівняння теплопровідності (10.4) в інтегральному вигляді. Задоволення граничних умов на сліді контура L приводить до системи інтегральних рівнянь для визначення розподілів компенсуювальних джерел. Далі функції температури (10.14) і внутрішніх джерел (10.10) розкладаються в тригонометричні ряди по функціях, що задовольняють граничні умови прямокутної пластини, а також функції температури (10.9), що входять до граничних умов вихідної пластини, розкладаються в ряд уздовж сліду контуру L . Після визначення інтенсивностей компенсуювальних джерел обчислюють значення температур у шарах пластини. Далі розв'язують задачу термопружності багат шарових пластин під дією визначених температурних полів.

Термонапружений стан багат шарового скління також розглядають на основі уточненої теорії пластин (10.1) [10; 16].

Розглядають багат шарову пластину, складену із шарів постійної товщини та віднесену до декартової системи координат, пов'язану із зовнішньою поверхнею першого шару (див. рис. 10.1). На пластину діє розподілене навантаження $Q = Q(x, y)$, прикладене по площинці $\Omega_q \subset \Omega$.

Деформації шарів визначають, відповідно до формул Коші:

$$\varepsilon_x^i = u_{,x} + \sum_{j=1}^{i-1} h_j \psi_{x,x}^j + (z - \delta_{i-1}) \psi_{x,x}^i;$$

$$\varepsilon_y^i = v_{,y} + \sum_{j=1}^{i-1} h_j \psi_{y,y}^j + (z - \delta_{i-1}) \psi_{y,y}^i;$$

$$\gamma_{xy}^i = u_{,y} + v_{,x} + \sum_{j=1}^{i-1} h_j (\psi_{x,y}^j + \psi_{y,x}^j) + (z - \delta_{i-1}) (\psi_{x,y}^i + \psi_{y,x}^i);$$

$$\gamma_{xz}^i = \psi_x^i + w_{,x}, \quad \gamma_{yz}^i = \psi_y^i + w_{,y}, \quad i = \overline{1, I}.$$

Напруження й деформації в i -му шарі пов'язано законом Гука:

$$\sigma_x^i = \frac{E_i}{1-\nu_i^2} (\varepsilon_x^i + \nu_i \varepsilon_y^i) - \frac{E_i}{1-\nu_i} \alpha_T^i T_i;$$

$$\sigma_y^i = \frac{E_i}{1-\nu_i^2} (\varepsilon_y^i + \nu_i \varepsilon_x^i) - \frac{E_i}{1-\nu_i} \alpha_T^i T_i;$$

$$\tau_{xy}^i = \tau_{yx}^i = \frac{E_i}{2(1+\nu_i)} \gamma_{xy}^i;$$

$$\tau_{xz}^i = \tau_{zx}^i = \frac{E_i}{2(1+\nu_i)} \gamma_{xz}^i;$$

$$\tau_{yz}^i = \tau_{zy}^i = \frac{E_i}{2(1+\nu_i)} \gamma_{yz}^i, \quad i = \overline{1, I},$$

де $T_i = T_i(x, y, z)$ – функція приросту температури відносно початку відліку;

α_T^i – коефіцієнт лінійного температурного розширення матеріалу i -го шару.

Інтегральні характеристики тензора напружень в i -му шарі визначають за такими формулами:

$$\begin{bmatrix} \widehat{N}_x^i & \widehat{N}_{xy}^i \\ \widehat{M}_x^i & \widehat{M}_{xy}^i \end{bmatrix} = \int_{\delta_{i-1}}^{\delta_i} \left\{ z - \delta_{i-1} \right\} [\sigma_x^i \tau_{xy}^i] dz;$$

$$\begin{bmatrix} \widehat{N}_y^i & \widehat{N}_{yx}^i \\ \widehat{M}_y^i & \widehat{M}_{yx}^i \end{bmatrix} = \int_{\delta_{i-1}}^{\delta_i} \left\{ z - \delta_{i-1} \right\} [\sigma_y^i \tau_{xy}^i] dz;$$

$$[\widehat{N}_z^i \quad \widehat{Q}_x^i] = \int_{\delta_{i-1}}^{\delta_i} [\sigma_z^i \tau_{xz}^i] dz;$$

$$\widehat{Q}_y^i = \int_{\delta_{i-1}}^{\delta_i} \tau_{yz}^i dz;$$

$$\widehat{M}_{xz}^i = \int_{\delta_{i-1}}^{\delta_i} \tau_{xz}^i (z - \delta_{i-1}) dz;$$

$$\widehat{M}_{yz}^i = \int_{\delta_{i-1}}^{\delta_i} \tau_{yz}^i (z - \delta_{i-1}) dz, \quad i = \overline{1, I};$$

де

$$\widehat{N}_x^i = N_x^i - N_T^i, \quad \widehat{N}_y^i = N_y^i - N_T^i, \quad \widehat{N}_z^i = N_z^i - N_T^i;$$

$$\widehat{M}_x^i = M_x^i - M_T^i, \quad \widehat{M}_y^i = M_y^i - M_T^i;$$

$$\widehat{Q}_x^i = Q_x^i, \quad \widehat{Q}_y^i = Q_y^i;$$

$$\widehat{M}_{xz}^i = M_{xz}^i, \quad \widehat{M}_{yz}^i = M_{yz}^i;$$

$$N_T^i = \frac{E_i \alpha_T^i}{1-\nu_i} \int_{\delta_{i-1}}^{\delta_i} T_i dz;$$

$$M_T^i = \frac{E_i \alpha_T^i}{1-\nu_i} \int_{\delta_{i-1}}^{\delta_i} T_i (z - \delta_{i-1}) dz, \quad i = \overline{1, I}.$$

Рівняння рівноваги багат шарової пластини, а також відповідні граничні умови визначено на основі варіаційного принципу Лагранжа:

$$\delta \Pi - \delta' F = 0.$$

Система рівнянь рівноваги має такий вигляд:

$$\sum_{i=1}^I (N_{x,x}^i + N_{yx,y}^i - N_{T,x}^i) + q_1 = 0;$$

$$\sum_{i=1}^I (N_{xy,x}^i + N_{y,y}^i - N_{T,y}^i) + q_2 = 0;$$

$$\sum_{i=1}^I (Q_{x,x}^i + Q_{y,y}^i) + q_3 = 0; \quad (10.15)$$

$$h_i \sum_{j=i}^{I-1} (N_{x,x}^{j+1} + N_{yx,y}^{j+1} - N_{T,x}^{j+1}) + M_{x,x}^i + M_{yx,y}^i - Q_x^i - M_{T,x}^i + q_{3+i} = 0;$$

$$h_i \sum_{j=i}^{I-1} (N_{y,y}^{j+1} + N_{xy,x}^{j+1} - N_{T,y}^{j+1}) + M_{y,y}^i + M_{xy,x}^i - Q_y^i - M_{T,y}^i + q_{3+I+i} = 0.$$

Граничні умови на границі L записують у такий спосіб:

$$\varsigma_{11} N_n + \varsigma_{21} u_n = 0;$$

$$\varsigma_{12} N_s + \varsigma_{22} u_s = 0;$$

$$\zeta_{13}Q_n + \zeta_{23}w = 0; \quad (10.16)$$

$$\zeta_{13+i}\tilde{M}_n^i + \zeta_{23+i}\psi_n^i = 0;$$

$$\zeta_{13+l+i}M_s^i + \zeta_{23+l+i}\psi_s^i = 0, i = \overline{1, I}, x, y \in L,$$

де u_n, u_s – переміщення точок контуру координатної площини в напрямку нормалі й дотичної до границі L , відповідно;

ψ_n^i, ψ_s^i – кути повороту нормального елемента в i -му шарі щодо дотичної й нормалі до границі L , відповідно.

Коефіцієнти $\zeta_{lk}(k = \overline{1, 2I+3}, l = 1, 2)$ дозволяють моделювати конкретні граничні умови на границі L . Наприклад, у разі шарнірного опирання:

$$\zeta_{11} = \zeta_{22} = \zeta_{23} = \zeta_{13+i} = \zeta_{23+l+i} = 1;$$

$$\zeta_{21} = \zeta_{12} = \zeta_{13} = \zeta_{23+i} = \zeta_{13+l+i} = 0, i = \overline{1, I}.$$

Систему рівнянь (10.15) може бути подано в переміщеннях у такій формі:

$$[A]U = Q^T - Q. \quad (10.17)$$

Тут U – вектор, компоненти якого визначають у такий спосіб:

$$u_1 = u^0, u_2 = v^0, u_3 = w^0, u_{3+i} = \psi_x^i, u_{3+l+i} = \psi_y^i, i = \overline{1, I};$$

$$q_1^T = \sum_{i=1}^I N_{T,x}^i;$$

$$q_2^T = \sum_{i=1}^I N_{T,y}^i;$$

$$q_3^T = 0;$$

$$q_{3+i}^T = h_i \sum_{j=i}^{I-1} N_{T,x}^{j+1} + M_{T,x}^i;$$

$$q_{3+I+i}^T = h_i \sum_{j=i}^{I-1} N_{T,y}^{j+1} + M_{T,y}^i,$$

де $u^0 = u^0(x, y)$, $v^0 = v^0(x, y)$, $w^0 = w^0(x, y)$ – переміщення точки координатної площини в напрямку координатних осей;

$\psi_x^i = \psi_x^i(x, y)$, $\psi_y^i = \psi_y^i(x, y)$ – кути повороту нормального елемента в i -му шарі навколо координатних осей.

Елементи матриці $[\Lambda]$ визначають такими співвідношеннями:

$$\Lambda_{11} = C_1^I \frac{\partial^2}{\partial x^2} + C_3^I \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad \Lambda_{12} = \Lambda_{21} = (C_2^I + C_3^I) \frac{\partial^2}{\partial x \partial y}, \quad \Lambda_{13} = \Lambda_{31} = 0;$$

$$\Lambda_{13+i} = \Lambda_{3+i1} = D_1^i \frac{\partial^2}{\partial x^2} + D_3^i \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad \Lambda_{13+I+i} = \Lambda_{3+I+i1} = (D_2^i + D_3^i) \frac{\partial^2}{\partial x \partial y};$$

$$\Lambda_{22} = C_3^I \frac{\partial^2}{\partial x^2} + C_1^I \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad \Lambda_{23} = \Lambda_{32} = 0;$$

$$\Lambda_{23+i} = \Lambda_{3+i2} = (D_2^i + D_3^i) \frac{\partial^2}{\partial x \partial y}, \quad \Lambda_{23+I+i} = \Lambda_{3+I+i2} = D_3^i \frac{\partial^2}{\partial x^2} + D_1^i \frac{\partial^2}{\partial y^2};$$

$$\Lambda_{33} = C_3^I \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right), \quad \Lambda_{33+i} = -\Lambda_{3+i3} = -\alpha_3^i \frac{\partial}{\partial x};$$

$$\Lambda_{33+I+i} = -\Lambda_{3+I+i3} = -\alpha_3^i \frac{\partial}{\partial y}, \quad \Lambda_{3+i3+j} = \eta_{1ij} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \eta_{3ij} \frac{\partial^2}{\partial y^2} - \delta_{ij} \alpha_3^i;$$

$$\Lambda_{3+i3+I+j} = \Lambda_{3+I+j3+i} = (\eta_{2ij} + \eta_{3ij}) \frac{\partial^2}{\partial x \partial y};$$

$$\Lambda_{3+I+i3+I+j} = \eta_{3ij} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \eta_{1ij} \frac{\partial^2}{\partial y^2} - \delta_{ij} \alpha_3^i, \quad i, j = \overline{1, I},$$

де

$${}^i_k = \sum_{j=1}^i \alpha_k^j; \quad D_k^i = h_i (C_k^I - C_k^i) + \frac{\beta_k^i}{2};$$

$$K_k^i = h_i^2 (C_k^I - C_k^i) + \frac{\gamma_k^i}{3}; \quad C_\rho^i = \sum_{j=1}^i h_j \rho_j;$$

$$\eta_{kij} = \begin{cases} D_k^i h_j, & j < i \\ K_k^i, & j = i \\ D_k^j h_i, & j > i \end{cases}; \quad \delta_{ij} = \begin{cases} 1, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases};$$

$$\alpha_1^i = \frac{E_i h_i}{1 - \nu_i^2}; \quad \alpha_2^i = \alpha_1^i \nu_i; \quad \alpha_3^i = \frac{E_i h_i}{2(1 + \nu_i)};$$

$$\beta_k^i = \alpha_k^i h_i, \quad \gamma_k^i = \beta_k^i h_i; \quad i, j = \overline{1, I}, \quad k = 1, 2, 3;$$

$$\alpha_1^i = \frac{E_i h_i}{1 - \nu_i^2}; \quad \alpha_2^i = \alpha_1^i \nu_i; \quad \alpha_3^i = \alpha_1^i \frac{1 - \nu_i}{2}; \quad \beta_k^i = \alpha_k^i h_i; \quad \gamma_k^i = \beta_k^i h_i; \quad k = 1, 2, 3.$$

Граничні умови (10.16) у переміщеннях запишуть так:

$$[B^L] \bar{U} = \bar{Q}^L, \quad x, y \in L, \quad (10.18)$$

де $B_{ij}^L = \varsigma_{1i} A_{ij}^1 + \varsigma_{2i} A_{ij}^2$, $i, j = \overline{1, 2I+3}$.

Тут $[A^1], [A^2]$ – матриці, елементи яких мають такий вигляд:

$$A_{11}^1 = (C_1^I n_x^2 + C_2^I n_y^2) \frac{\partial}{\partial x} + 2C_3^I n_x n_y \frac{\partial}{\partial y};$$

$$A_{12}^1 = 2C_3^I n_x n_y \frac{\partial}{\partial x} + (C_2^I n_x^2 + C_1^I n_y^2) \frac{\partial}{\partial y};$$

$$A_{13}^1 = A_{31}^1 = 0, A_{13+i}^1 = A_{3+i1}^1 = (D_1^i n_x^2 + D_2^i n_y^2) \frac{\partial}{\partial x} + 2D_3^i n_x n_y \frac{\partial}{\partial y};$$

$$A_{13+I+i}^1 = A_{3+I+i2}^1 = 2D_3^i n_x n_y \frac{\partial}{\partial x} + (D_2^i n_x^2 + D_1^i n_y^2) \frac{\partial}{\partial y};$$

$$A_{21}^1 = (C_2^I - C_1^I) n_x n_y \frac{\partial}{\partial x} + C_3^I (n_x^2 - n_y^2) \frac{\partial}{\partial y};$$

$$A_{22}^1 = C_3^I (n_x^2 - n_y^2) \frac{\partial}{\partial x} - (C_2^I - C_1^I) n_x n_y \frac{\partial}{\partial y}, \quad A_{23}^1 = A_{32}^1 = 0;$$

$$A_{23+i}^1 = A_{3+I+i1}^1 = (D_2^i - D_1^i) n_x n_y \frac{\partial}{\partial x} + D_3^i (n_x^2 - n_y^2) \frac{\partial}{\partial y};$$

$$A_{23+I+i}^1 = A_{3+I+i2}^1 = D_3^i (n_x^2 - n_y^2) \frac{\partial}{\partial x} - (D_2^i + D_1^i) n_x n_y \frac{\partial}{\partial y};$$

$$A_{33}^1 = C_3^I (n_x \frac{\partial}{\partial x} + n_y \frac{\partial}{\partial y}), \quad A_{33+i}^1 = \alpha_3^i n_x, \quad A_{33+I+i}^1 = \alpha_3^i n_y;$$

$$A_{3+i3}^1 = 0, \quad A_{3+i3+j}^1 = (\eta_{1ij} n_x^2 + \eta_{2ij} n_y^2) \frac{\partial}{\partial x} + 2\eta_{3ij} n_x n_y \frac{\partial}{\partial y};$$

$$A_{3+i3+I+j}^1 = 2\eta_{3ij} n_x n_y \frac{\partial}{\partial x} + (\eta_{2ij} n_x^2 + \eta_{1ij} n_y^2) \frac{\partial}{\partial y};$$

$$A_{3+I+i3}^1 = 0, A_{3+I+i3+j}^1 = (\eta_{2ij} - \eta_{1ij})n_x n_y \frac{\partial}{\partial x} + \eta_{3ij}(n_x^2 - n_y^2) \frac{\partial}{\partial y};$$

$$A_{3+I+i3+I+j}^1 = \eta_{3ij}(n_x^2 - n_y^2) \frac{\partial}{\partial x} - (\eta_{2ij} - \eta_{1ij})n_x n_y \frac{\partial}{\partial y};$$

$$A_{11}^2 = A_{22}^2 = A_{3+i3+j}^2 = A_{3+I+i3+I+j}^2 = n_x;$$

$$A_{33}^2 = 1; A_{12}^2 = -A_{21}^2 = A_{3+i3+I+j}^2 = -A_{3+I+i3+j}^2 = n_y, \quad i, j = \overline{1, I};$$

$$q_1^L = \zeta_{21} \sum_{i=1}^I N_T^i, \quad q_{3+i}^L = \zeta_{23+i}(h_i \sum_{j=i}^{I-1} N_T^{j+1} + M_T^i);$$

$$q_2^L = q_3^L = q_{3+I+i}^L = 0, \quad i = \overline{1, I}.$$

Інші елементи матриці $[A^2]$ дорівнюють нулю.

Розв'язання поставленої задачі (10.15) – (10.18) аналогічно розв'язанню задачі теплопровідності. Вихідну пластину занурюють у допоміжну прямокутну шарнірно оперту пластину.

Щоб забезпечити виконання реальних граничних умов на контурі L заданої пластини Ω^* , до допоміжної пластини по сліду контуру L вихідної пластини додають додаткові розподілені компенсувальні зусилля і моменти: $P^{комп.} = P^{комп.}(x, y), x, y \in L$.

Отже, вихідну задачу про деформування заданої пластини Ω^* під дією силового Q і теплового Q^T навантаження зведено до задачі про деформування допоміжної пластини під дією навантажень Q і Q^T , а також компенсувальних зусиль і моментів $P^{комп.}$:

$$Q^{комп.}(x, y) = \oint_L P^{комп.}(x_L, y_L) \delta(x - x_L, y - y_L) ds. \quad (10.19)$$

Невідомі значення компенсувальних навантажень $Q^{комп.}$ визначають шляхом задоволення умов опирання заданої пластини на границі L .

Крайову задачу про деформування допоміжної пластини під дією навантажень Q і Q^T (10.19) описують такою системою рівнянь:

$$[A]U = Q^T - Q - Q^{комп.} \quad (10.20)$$

граничними умовами на контурі допоміжної пластини (10.17)

$$[B^E]U = Q^E, \quad x = \overline{0, A}; \quad x = \overline{0, B}, \quad (10.21)$$

й умовами на сліді контуру L пластини Ω^*

$$[B^L]U = Q^L, \quad x, y \in L. \quad (10.22)$$

Тут A і B довжини сторін прямокутної допоміжної пластини, що охоплює, у напрямку осей $0x$ і $0y$, відповідно.

Система рівнянь (10.20) і граничні умови на контурі прямокутної пластини (10.21) дозволяють визначити такий вираз:

$$U = U[P^{комп.}(x, y)].$$

З умови (10.22) на сліді контуру L формують систему $2I + 3$ рівнянь для визначення невідомих компенсуючі зусиль і моментів

$$[B^L]U[P^{комп.}(x, y)] = P^L, \quad x, y \in L. \quad (10.23)$$

Зусилля і моменти $P^{комп.}$ входять до цієї системи у вигляді інтегральних співвідношень (10.19).

Далі переміщення U , задані й компенсувальні навантаження Q , Q^T , $P^{комп.}$, які входять до системи (10.20) – (10.22), розкладаються в тригонометричні ряди по функціях, що задовольняють умови шарнірного опирання прямокутної пластини:

$$u_i = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \Phi_{imn} B_{imn}(x, y);$$

$$Q_i = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} q_{imn} B_{imn}(x, y);$$

$$q_i^T = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} q_{imn}^T B_{imn}(x, y), \quad (10.24)$$

$$P_i^{комп.} = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} q_{imn}^{комп.} B_{imn}(x, y), \quad i = \overline{1, 2I + 3}.$$

Коефіцієнти розвинення заданих навантажень мають такий вигляд:

$$q_{imn} = \frac{4}{AB} \int_0^A \int_0^B Q_i(x, y) B_{imn}(x, y) dx dy;$$

$$q_{imn}^T = \frac{4}{AB} \int_0^A \int_0^B q_i^T(x, y) B_{imn}(x, y) dx dy, \quad i = \overline{1, 2I+3}.$$

Аналогічні коефіцієнти для компенсувальних зусиль і моментів впливають із (10.19) у такій формі:

$$q_{imn}^{комн.} = \frac{4}{AB} \int_0^A \int_0^B P_i^{комн.}(s) B_{imn}(x_L, y_L) ds.$$

У результаті для кожної пари значень m і n система (10.20) має такий вигляд:

$$[\Lambda^{mn}] \bar{\Phi}_{mn} = \bar{Q}_{mn} - \bar{Q}_{mn}^T + \bar{Q}_{mn}^{комн.}, \quad (10.25)$$

де $\bar{Q}_{mn} = \{q_{imn}\}$, $\bar{Q}_{mn}^T = \{q_{imn}^T\}$, $\bar{Q}_{mn}^{комн.} = \{q_{imn}^{комн.}\}$;

$[\Lambda^{mn}]$ – квадратна матриця (див. ф-лу (10.17)).

Розв'язуючи (10.25), визначаємо

$$\Phi_{jmn} = \sum_{k=1}^{2I+3} \tilde{\Lambda}_{jk}^{mn} (q_{jmn} - q_{jmn}^T + q_{jmn}^{комн.}), \quad j = \overline{1, 2I+3}, \quad (10.26)$$

де елементи матриці $\tilde{\Lambda}_{jk}^{mn}$ є елементами матриці, зворотної до $[\Lambda^{mn}]$, $[\tilde{\Lambda}^{mn}] = [\Lambda^{mn}]^{-1}$.

Компенсувальні зусилля і моменти $P_i^{комн.}$, що входять до виразу (10.19) подають у вигляді розкладань уздовж границі L :

$$P_i^{комн.}(s) = \sum_{\alpha=1,2} \sum_{\mu=0}^{\mu^*} f_{i\alpha\mu} d_{\alpha\mu}(s), \quad i = \overline{1, 2I+3}, \quad (10.27)$$

де $d_{1\mu} = \sin[\mu\gamma(s)]$; $d_{2\mu} = \cos[\mu\gamma(s)]$; $\mu = \overline{0, \mu^*}$.

Якщо розкладання в ряд (10.27) відбувається вздовж дуги s , то функція $\gamma(s)$ має такий вигляд:

$$\gamma(s) = 2\pi \frac{\int_0^s ds}{\oint_T ds},$$

якщо по параметру ϕ –

$$\gamma(\phi) = 2\pi \frac{\phi - \phi_1}{\phi_2 - \phi_1}.$$

Коефіцієнти (10.26) з урахуванням розкладання (10.27) перетворюють у такий спосіб:

$$\Phi_{jmn} = \sum_{k=1}^{2I+3} \tilde{\lambda}_{jk}^{mn} [q_{jmn} - q_{jmn}^T + \frac{4}{AB} \sum_{l=1}^{2I+3} \sum_{\alpha=1,2} \sum_{\mu=0}^{\infty} f_{l\alpha\mu} \theta_{jl\alpha\mu}^{mn}], \quad j = \overline{1, 2I+3},$$

де $\theta_{jl\alpha\mu}^{mn} = \oint_L L_{jl}(s) B_{jmn}(x_L, y_L) d_{\alpha\mu}(s) ds$.

Граничні функції, що входять до вихідних граничних умов на контурі L , також розкладаються в ряд уздовж сліду контуру:

$$\sum_{\alpha=1,2} \sum_{\nu=0}^{\nu^*} \xi_{j\beta\nu} d_{\beta\nu}(s) = 0, \quad (10.28)$$

де $\xi_{j\beta\nu} = \frac{1}{\lambda_\nu} \oint_L \sum_{j=1}^{2I+3} \oint_\Gamma [B_{ij}^L u_j(x_L, y_L) - q_i^L] d_{\beta\nu} ds; \quad j = \overline{1, 2I+3}; \quad \beta = 1, 2; \nu = \overline{0, \nu^*}; \lambda_0 = 2\pi; \lambda_\nu = \pi; \nu = \overline{1, \nu^*}.$

Умови (10.28) виконують за $\xi_{j\beta\nu} = 0, \quad i = \overline{1, 2I+3}, \beta=1, 2, \nu = \overline{0, \nu^*}$, що дозволяє звести систему рівнянь (10.23) щодо інтегральних співвідношень, які містять компенсувальні зусилля і моменти, до системи алгебраїчних рівнянь щодо невідомих коефіцієнтів розвинень у ряди цих навантажень (10.27):

$$\sum_{j=1}^{2I+3} \sum_{\alpha=1,2} \sum_{\mu=0}^{\mu^*} T_{ij\alpha\mu\beta\nu} q_{j\alpha\mu} = R_{i\beta\nu}, \quad i = \overline{1, 2I+3}, \beta=1, 2, \nu = \overline{0, \nu^*}, \quad (10.29)$$

де $T_{ij\alpha\mu\beta\nu} = \sum_{m=1}^{m^*} \sum_{n=1}^{n^*} \sum_{l=1}^{3I+3} \overline{\theta}_{il\beta\nu}^{mn} \sum_{k=1}^{3I+3} \pi_{lk}^{mn} \theta_{kj\alpha\mu}^{mn} + \frac{\chi_i^{1AB}}{8} \delta_{ij};$

$$j = \overline{1, 2I+3}, \alpha = 1, 2, \mu = \overline{0, \mu^*};$$

$$R_{i\beta\nu} = -\frac{AB}{4} \sum_{m=1}^{m^*} \sum_{n=1}^{n^*} \sum_{l=1}^{3I+3} \overline{\theta}_{il\beta\nu}^{mn} \eta_{lmn} + \sum_{m=1}^{m^*} \sum_{n=1}^{n^*} q_i^L \bar{\zeta}_{i\beta\nu}^{mn};$$

$$\overline{\theta}_{il\beta\nu}^{mn} = \frac{1}{\lambda_\nu} \oint_L (\zeta_{1i} A_{il}^1 + \zeta_{2i} A_{il}^2) B_{lmn}(x_L, y_L) d_{\beta\nu}(s) ds;$$

$$\eta_{lmn} = \sum_{k=1}^{2I+3} \Delta_{lk}^{mn} (q_k^{mn} - q_{kmn}^T), \quad l = \overline{1, 2I+3};$$

$$\bar{\zeta}_{i\beta\nu}^{mn} = \frac{1}{\lambda_\nu} \oint_L B_{imn}(x_L, y_L) d_{\alpha\mu}(s) ds, \quad i = \overline{1, 2I+3};$$

δ_{ij} – символ Кронекера.

Порядок визначеної системи (10.29) залежить від кількості шарів у пластині й членів ряду, утримуваних у розкладі (10.27), і дорівнює $(2I + 3) \times (2\mu^* + 1)$.

Після визначення компенсувальних навантажень обчислюють переміщення, деформації та напруження в шарах вихідної пластини.

Метод розв'язання задачі про деформування багатошарового скління спецтехніки МНС за ударного навантаження є аналогічним методу розв'язання задач про термопружне деформування скління.

Розглядаймо багатошарову пластину, яку складено із шарів постійної товщини (див. рис. 10.1). На пластину діє ударне навантаження $P = P(x, y, t)$. Поведінку пластини описано в межах уточненої теорії Григолюка – Чулкова [12].

Із варіаційного принципу Остроградського – Гамільтона визначаймо рівняння руху:

$$[\Omega^\rho]U_{,tt} - [A]U = P, (x, y) \in \Omega \quad (10.30)$$

та граничні умови:

$$[B^L]U = 0, (x, y) \in L.$$

Ненульові елементи матриці $[\Omega^\rho]$ мають такий вигляд:

$$\Omega_{11}^\rho = \Omega_{22}^\rho = \Omega_{33}^\rho = C_\rho^I, \Omega_{13+i}^\rho = \Omega_{3+i1}^\rho = \Omega_{23+I+i}^\rho = \Omega_{3+I+i2}^\rho = D_\rho^i;$$

$$\Omega_{3+i3+j}^\rho = \Omega_{3+I+i3+I+j}^\rho = \eta_{\rho}^{ij}, i, j = \overline{1, I};$$

$$C_\rho^i = \sum_{j=1}^i \alpha_\rho^j; D_\rho^i = h_i(C_\rho^I - C_\rho^i) + \beta_\rho^i; K_\rho^i = h_i^2(C_\rho^I - C_\rho^i) + \gamma_\rho^i;$$

$$\eta_\rho^{ij} = \begin{cases} h_j D_\rho^i, & j < i \\ K_\rho^i, & j = i; \alpha_\rho^i = \rho_i h_i, \beta_\rho^i = \rho_i h_i^2/2, \gamma_\rho^i = \rho_i h_i^3/3, i, j = \overline{1, I}; \\ h_i D_\rho^j, & j > i \end{cases}$$

де ρ_i – густина матеріалу i -го шару.

Елементами матриці $[A]$ збігаються з елементами такої самої матриці у системі (10.17).

Шукані функції та навантаження розкладаються в тригонометричні ряди (10.24) та (10.27), що зводить для кожного зі значень m і n до системи звичайних диференціальних рівнянь:

$$[\Omega^{mn}]\Phi_{mn}'' + [\Lambda^{mn}]\Phi_{mn} = P_{mn}, \quad (10.31)$$

де Φ_{mn} й P_{mn} – вектори, компонентами яких є коефіцієнти розкладу (10.24):

$$\Phi_{mn} = \{\Phi_{jmn}(t)\}, \quad P_{mn} = \{p_{jmn}(t)\}, \quad j = \overline{1, 2I + 3};$$

$[\Omega^{mn}]$ і $[\Lambda^{mn}]$ – квадратні матриці.

Систему (10.31) інтегровано методом розкладання розв'язку в ряд Тейлора.

Розв'язок рівняння руху індентора обчислюємо на основі інтегрального перетворення Лапласа в такому вигляді:

$$z(t) = z(t_0) + z'(t_0)(t - t_0) + \frac{g}{2}(t - t_0)^2 - \frac{1}{M} \int_{t_0}^t F(\tau)(t - \tau)d\tau,$$

де $z = z(t)$ – переміщення індентора;

t_0 визначає початковий момент часу;

g – прискорення вільного падіння;

F – сила контактної взаємодії індентора та пластини.

Далі ділянку інтегрування $[0, t]$ розподілено на S відрізків так, щоб $t = S\Delta t$. Уведемо такі позначення:

$$t_s = s\Delta t;$$

$$z(t_s) = z_s,$$

де s – номер кроку за часом.

Уважають, що контактна сила постійна $F(\tau) = F_s$ у межах кожного відрізка $t_s \leq \tau \leq t_{s+1}$. Значення F_s виносять за знак інтеграла з урахуванням того, що $t_0 = s\Delta t$, визначають остаточний вираз для переміщення індентора в такому вигляді рекурентних співвідношень [12]:

$$z_{s+1} = z_s + z'_s \Delta t + \frac{1}{2} \left(g - \frac{1}{M} F_{s+1} \right) \Delta t^2;$$

$$z'_{s+1} = z'_s + (g - \frac{1}{M} F_{s+1}) \Delta t,$$

де $z_s = 0$, $z'_s = V_z$, V_z – швидкість зіткнення пластини з індентором.

Контактний тиск $p_3(x, y, t)$, розподілений по круговій площинці, за удару кульовим індентором по прямокутній шарнірно опертій пластині подають у вигляді розкладання в такий тригонометричний ряд (10.24):

$$p_3(x, y, t) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} p_{3mn}(t) B_{3mn}(x, y), \quad (10.32)$$

де
$$p_{3mn} = \frac{12F(t)}{AB\rho_{mn}^2} \sin \frac{m\pi x_0}{A} \sin \frac{n\pi y_0}{B} \left(\frac{\sin \rho_{mn}}{\rho_{mn}} - \cos \rho_{mn} \right);$$

$$\rho_{mn} = \pi a(t) \sqrt{\frac{m^2}{A^2} + \frac{n^2}{B^2}};$$

$$a(t) = \left[\frac{3}{16} F(t) R(\theta + \theta_1) \right]^{1/3};$$

$$\theta_1 = \frac{4(1-\nu_1^2)}{E_1}; \quad \theta = \frac{4(1-\nu^2)}{E};$$

E, ν – модуль Юнга й коефіцієнт Пуассона матеріалу, із якого виготовлений індентор;

E_1, ν_1 – аналогічні характеристики матеріалу першого шару пластини.

Значення контактної сили F_{s+1} визначають з умови спільності переміщень індентора та пластини, що становить нелінійне рівняння відносно F_{s+1} . З урахуванням виразів для коефіцієнтів розкладання (10.32) рівняння має такий вигляд:

$$\kappa_2 F_{s+1} + \kappa_1 F_{s+1}^{2/3} + \kappa_3 = 0,$$

де
$$\kappa_2 = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} D_{mn} \pi_{33}^{mn} B_{3mn}(x_0, y_0) + \frac{\Delta t^2}{2M};$$

$$\kappa_3 = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{k=1}^{3l+3} \Delta_{3k}^{mn} \Phi_{kmn}^s B_{3mn}(x_0, y_0) - z_s - z'_s \Delta t - \frac{g \Delta t^2}{2};$$

$$D_{mn} = \frac{12}{AB\rho_{mn}^2} \sin \frac{m\pi x_0}{A} \sin \frac{n\pi y_0}{B} \left(\frac{\sin \rho_{mn}}{\rho_{mn}} - \cos \rho_{mn} \right).$$

Розв'язок рівняння визначено методом Ньютона [12].

Остаточно розв'язок задачі про удар має такий вигляд:

$$u_j^{s+1} = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{4}{AB} \sum_{k=1}^{3I+3} \pi_{jk}^{mn} \sum_{l=1}^{3I+3} \sum_{\alpha=1,2} \sum_{\mu=0}^{\infty} q_{l\alpha\mu}^{s+1} \theta_{kla\mu}^{mn} + \varepsilon_{jmn}^{s+1} \right) B_{jmn}(x, y),$$
$$j = \overline{1, 2I+3}.$$

10.4. Чисельні дослідження параметрів напружено-деформованого стану скління спецтехніки МНС під час силових та температурних навантажень

Теплове випромінювання лісової пожежі – це електромагнітне випромінювання інфрачервоного діапазону, яке виділяється полум'ям і вугіллям, що горить. Під час падіння на поверхню предмета випромінювання поглинається його поверхнею та перетворюється на теплову енергію, унаслідок чого температура предмета підвищується [10].

Частка теплового випромінювання в тепловому балансі лісової пожежі, залежно від його виду та інтенсивності, містяться в межах 10 – 40 %. Під час верхових пожеж на частку теплового випромінювання припадає до 90 % від загального тепла пожежі.

Вплив теплового випромінювання від крайки пожежі стає болючим для незахищеної шкіри за інтенсивності випромінювання понад 2 кВт/м². Рівень випромінювання 12 кВт/м² заподіює опік моментально. Якщо пожежний є повністю одягненим у спецодяг із тканини щільністю 200 г/м², він може дістати опік другого ступеня приблизно через 90 с. Вимірювання потоку теплового випромінювання на пожежах є дуже складним і більшу частину експериментальних даних становлять розрахункові та лабораторні дослідження.

Зокрема, за слабкої інтенсивності горіння з висотою полум'я 0,3 м теплове випромінювання на відстані 0,6 м від крайки, що палає, становить 0,4 кВт/м². Із підвищенням полум'я до 1,2 м інтенсивність випромінювання на відстані 1,8 м становить 4,6 кВт/м², а це вже є суттєвою перешкодою для пожежних. За деякими розрахунками, полум'я лісової пожежі заввишки 2 м має створювати радіаційний потік на відстані 6 м від крайки 60 кВт/м².

За даними експериментальних досліджень параметрів верхової пожежі було встановлено, що інтенсивність випромінювання на відстані 10 м від пожежі може досягати 80 кВт/м², а на відстані 40 м інтенсивність знижується до 20 кВт/м².

Високу інтенсивність радіаційного потоку на верхових пожежах пояснено тим, що на їхню частку припадає до 90 % тепла загального теплового потоку пожежі [5].

Деякі автори вважають, що за відсутності вітру випромінювання факела полум'я не відіграє суттєвої ролі в теплообміні й домінує лише випромінювання гарячого вугілля. Разом із тим за поширення полум'я по шару соснової хвої у вітровому тунелі роль випромінювання факела полум'я зростає. Це дало можливість припустити, що зростання швидкості горіння під час вітру залежить від підвищення теплового випромінювання полум'я.

Потік теплового випромінювання під час верхових пожеж у всіх випадках запалює крони дерев і є основним фактором поширення горіння по кронах. Процес цей є дуже інтенсивним і яких-небудь заходів для його припинення ще не знайдено.

У роботі [6] наводять результати досліджень теплового випромінювання під час лісових пожеж різного виду і вплив його на крони та стовбури хвойних порід. Установлено відстань, на якій теплове випромінювання призводить до загибелі бруньок у кронах хвойних і вражає прикамбіальну зону стовбурів. Деякі експериментальні дані наведеної роботи зведено в табл. 10.1.

Таблиця 10.1

Результати досліджень теплового випромінювання під час лісових пожеж різного виду

Типи лісів	Висота полум'я (max), м	Температура полум'я, °С	Ширина крайки, м	Швидкість поширення, м/хв	Максимальна потужність випромінювання, кВт/м ²
Сосняк лишайниково-зеленомошний	1,5	600 – 700	0,5 – 1,0	0,3 – 1,7	28
Поруб	3,5	800 – 1 000	4 – 5	1,0 – 1,5	130
Шовкопрядний	6,0	700 – 1 000	3 – 6	1,5 – 1,8	208

Резервуари та резервуарні парки, як основні споруди складів нафти і нафтопродуктів, значно поширено в різних галузях промисловості.

Зберігання на нафтобазах і хімічних підприємствах великих об'ємів ЛЗР (легкозаймистих рідин) та ГР (горючих рідин) створюють потенційну небезпеку виникнення різних видів аварійних ситуацій під час різних видів розгерметизації обладнання, його переповнення, порушення правил експлуатації, виконання ремонтних робіт.

Пожежну небезпеку резервуарного парку може бути охарактеризовано такими типовими видами пожеж:

пожежею резервуара зберігання палива по всій поверхні;

пожежею розливу палива в обвалуванні резервуарного парку;

вибухом пароповітряної суміші, що утворилася в результаті випаровування з поверхні розливу палива в обвалуванні резервуарного парку;

горінням пароповітряної суміші, що утворилася в результаті випаровування з поверхні розливу палива в обвалуванні резервуарного парку, у режимі «пожежа – спалах».

Найбільш небезпечними факторами зазначених пожеж є такі:

теплове випромінювання полум'я і безпосередній вплив полум'я та високотемпературних продуктів горіння під час пожежі розливу й пожежі резервуара по всій поверхні;

надлишковий тиск та імпульс хвилі стиснення, що утворюються під час вибуху пароповітряної суміші;

тепловий вплив високотемпературних продуктів горіння пароповітряної суміші під час виникнення пожежі-спалаху.

Під час пожежі в резервуарі по всій поверхні та пожежі розливу бензину в обвалуванні інтенсивність теплового випромінювання полум'я вже на відстані 33 м від крайки резервуара, що палає, за наявності вітру у вимірюваному напрямку, може досягати 10 кВт/м^2 під час пожежі резервуара і 21 кВт/м^2 – пожежі в обвалуванні парку, що перевищує критичну щільність променистих потоків для таких матеріалів, як пластик, деревина, деревно-стружкові плити ($15,3$; $13,9$; $8,3 \text{ кВт/м}^2$) і безпечну для людини величину інтенсивності теплового випромінювання (4 кВт/м^2).

Отже, під час пожежі резервуара зберігання бензину по всій поверхні та пожежі розливу в обвалуванні резервуарного парку небезпечні фактори пожежі роблять вплив на людей.

Пожежостійке скло, залежно від властивостей опору пожежі, розрізняють за часом настання одного або послідовно декількох, нормованих ознак граничних станів: утрати цілісності, утрати теплоізолювальної здатності із прогріву, утрати теплоізолювальної здатності з теплового випромінювання.

Основні пожежні автомобілі цільового застосування такі: пожежні автомобілі, призначені для гасіння пожеж на нафтобазах, підприємствах лісопереробної, хімічної, нафтохімічної промисловості, в аеропортах і на інших спеціальних об'єктах.

Площа скління займає значну поверхню кабін – 1,8 – 2,6 м². На багатоцільових автомобілях, зазвичай, наявні по два великі вітрові вікна, розділені центральною стійкою віконного прорізу; від одного до трьох вікон задньої панелі, два опускні стекла вікон дверей і кватирки дверей.

Найбільше застосовують у кабінах плоскі стекла. Виняток становить кабіна автомобіля ЗІЛ-131, на якій застосовано гнуті назовні стекла вітрових вікон. Скління кабін, зазвичай, виконано із загартованих одношарових стекел (сталініту) чи тришарових (триплексу). Товщина всіх стекел кабін багатоцільових автомобілів міститься в межах 5,0 – 6,5 мм.

Закріплення вітрових стекел і стекел задньої панелі в прорізах здійснюють за допомогою гумового ущільнювача, що фіксують по периметру, закладення замком із полімерного матеріалу чи гуми.

Огляд конструкцій скління кабін показує, що на всіх багатоцільових автомобілях закладення вітрових стекел і стекел задньої панелі практично є однотипним і виконаним через гумовий ущільнювач, що дозволяє розглядати їх у першому наближенні як шарнірно оперті пластини. Скління дверцят мають вільне опирання на елементи прорізу.

Ряд моделей спеціальних колісних шасі (СКШ) і гусеничних транспортерів-тягачів мають конструкцію скління, аналогічну багатоцільовим автомобілям, але з меншими розмірами вікон і більш твердими прорізами через збільшену товщину обшивань корпусу кабіни.

Багат шарове скління спецтехніки МНС розглядають як багат шарову пластину, яку складено з I шарів постійної товщини $h_i (i = \overline{1, I})$ (рис. 10.2).

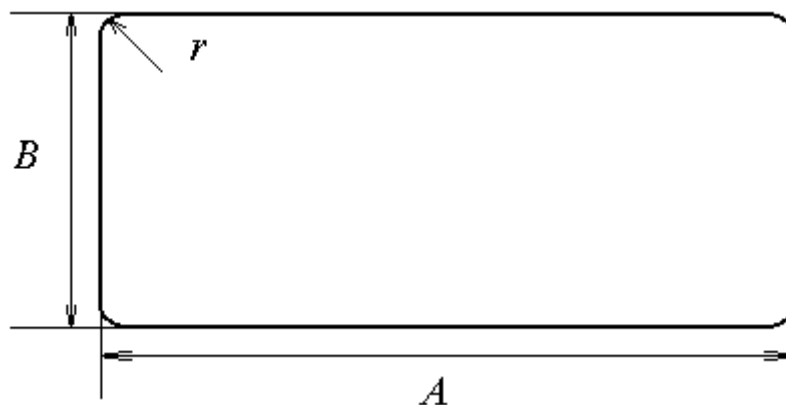


Рис. 10.2. Елемент скління

Температура, яка виникає під час лісових пожеж, становить 100 – 930 °С [6]. Під час пожеж на нафтобазах, підприємствах хімічної та нафтохімічної промисловості вона підвищується до 2 000 °С.

Установлено, що температура руйнування багатошарового скління становить 350 °С. Якщо температура є вищою, то треба застосовувати спеціальні пожежні танки або багатоцільові легкі броньовані тягачі, у яких склоблоки обладнано броньовими кришками. Водночас спостереження за дорогою механік-водій веде через оглядові пристрої.

Розрахунок температурних полів виконано на прикладі вітрових стекол деяких типів спецтехніки (табл. 10.2). У цій таблиці наведено геометричні характеристики стекол (див. рис. 10.2).

Таблиця 10.2

Геометричні характеристики стекол деяких типів спецтехніки

Типи автомобілів	$A \times B$, мм
КамАЗ-5320 КамАЗ-4310	1 024 × 662
Урал-375 Урал-432	788 × 384
КрАЗ-260	855 × 563

Розглянуті тришарові композиції $h_1^*(2)h_3^*$. Шари мають такі теплофізичні характеристики: $k_i = 1,61$ Вт/(м·°С), $c_i = 750$ Дж/(кг·°С), $\rho_i = 2\,500$ кг/м³ ($i = 1,3$), $k_i = 0,17$ Вт/(м·°С), $c_i = 1\,500$ Дж/(кг·°С), $\rho_i = 1\,200$ кг/м³ ($i = 2$).

Коефіцієнти конвективного теплообміну та температура зовнішнього середовища: $H_1 = 80$ Вт/(м²·°С), $H_3 = 25$ Вт/(м²·°С), $T_3 = 350$ °С, $T_B = 20$ °С.

Результати розрахунку температури на зовнішніх поверхнях скління наведено в табл. 10.3.

Таблиця 10.3

Розрахунок температури на зовнішніх поверхнях скління

Типи спецтехніки	Композиція $h_1^*(2)h_3^*$, мм	Температура на поверхнях скління, °С
КамАЗ-5320	5 (2) 5	296 / 190
Урал-432	3 (2) 3	294 / 198
КрАЗ-260	3 (2) 5	295 / 196

Із табл. 10.3 видно, що температура у склі для всіх типів спецтехніки за розглянутих умов не перевищує температури руйнування. Тобто скління не буде руйнуватися за таких умов, але інші вузли машин можуть вийти з ладу за значно нижчих температур. Тому під час гасіння пожеж потрібно встановлювати безпечну відстань, за якої кожен тип спецтехніки загалом витримає теплове навантаження.

Температурні навантаження у склінні обчислювали для вітрових стекол деяких типів спецтехніки, наведених у табл. 10.1.

Шари мають такі характеристики: $E_i = 6,8 \cdot 10^4$ МПа, $\nu_i = 0,22$; $\alpha_T^i = 9 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ($i = 1,3$); $E_i = 2,8 \cdot 10^2$ МПа, $\nu_i = 0,38$; $\alpha_T^i = 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ($i = 2$).

Результати розрахунку наведено в табл. 10.4. Видно, що максимальні значення напружень перевищують допустимі значення. Це підтверджує потребу встановлювати безпечну відстань, за якої скління та інші вузли машин спецтехніки витримують температурні навантаження.

Із десяти випробуваних за кожної температури зразків не менш ніж вісім не мають розбиватися на окремі частини й не менш ніж на вісьмох куля не має проходити через зразок.

Таблиця 10.4

Розрахунок найбільших напружень у шарах

Типи спецтехніки	Композиція $h_1^* (2) h_3^*$, мм	Найбільші напруження в шарах, МПа
КамАЗ-5320	5 (2) 5	145
Урал-432	3 (2) 3	166
КрАЗ-260	3 (2) 5	144

Вітрові стекла мають витримувати удар кулею масою 227 г за температури $+40 \text{ } ^\circ\text{C}$ та $-20 \text{ } ^\circ\text{C}$. Висота падіння кулі й маса уламків, що відокремлюються з боку, протилежного удару, має відповідати табл. 10.5.

**Висота падіння кулі й маса уламків,
залежно від фактичної товщини скла**

Фактична товщина скла, мм	Висота падіння, м	Маса уламків, г
До 4,5 включно	8,5 – 9,0	12
4,5 – 5,5	9,0 – 10,0	16
5,5 – 6,5	9,5 – 11,0	20
6,5	10,0 – 12,0	25

Вітрові стекла мають бути стійкими до пробивання кулею масою $(2\ 260 \pm 20)$ г, діаметром приблизно 82 мм із висоти 4 м. Куля не має проходити крізь скло протягом 5 с після удару. Такі умови відповідають швидкості кулі 8,7 м/с або 32 км/год.

Розрахунок напружень, що виникають у шарах виконували для композицій спецтехніки, наведених у табл. 10.4. Оцінювання міцності скління здійснювали на основі першої теорії міцності. Допустиме значення розтягувальних напружень $[\sigma] = 120$ МПа.

Досліджено вплив швидкості зіткнення під час удару сталеву кулею масою 227 г і радіусом 20 мм на максимальні розтягувальні напруження на прикладі вітрового скла КамАЗ-5320 (див. табл. 10.1). На рис. 10.3 показано залежності напружень на зовнішній поверхні третього шару скла. За $V = 10$ м/с напруження наближаються до допустимих значень, а за $V = 13$ м/с відбувається руйнування скла.

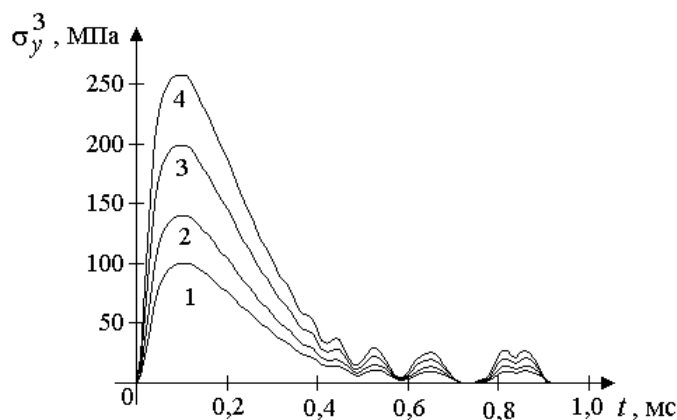


Рис. 10.3. Залежність напружень у склінні від часу за різних швидкостей зіткнення:

1 – $V = 5$ м/с, 2 – $V = 7$ м/с, 3 – $V = 10$ м/с, 4 – $V = 13$ м/с

Також досліджено вплив маси кулі на максимальні розтягувальні напруження за швидкості зіткнення $V = 5$ м/с. На рис. 10.4 показано залежності напружень на зовнішній поверхні третього шару скла.

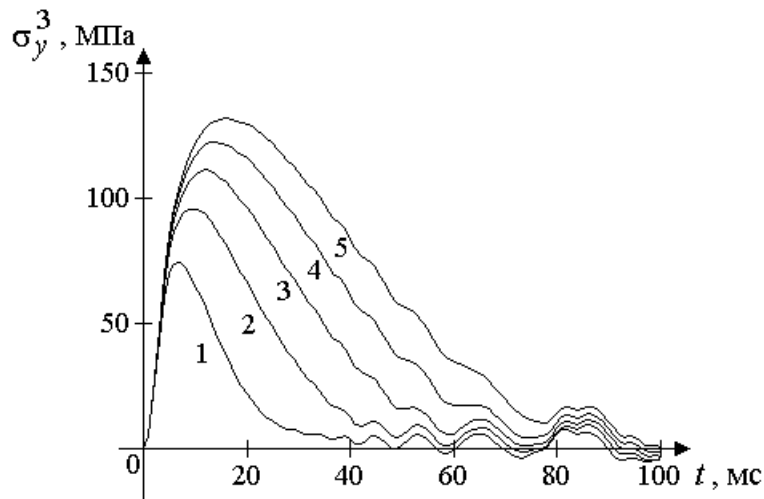


Рис. 10.4. Залежність напружень у склінні від часу за удару кулею різної маси:

1 – $m = 100$ г, 2 – $m = 200$ г, 3 – $m = 300$ г, 4 – $m = 400$ г, 5 – $m = 500$ г

Якщо маса кулі дорівнює 400 г, напруження наближаються до своїх допустимих значень, за маси 500 г скління руйнується.

10.5. Методика раціонального проєктування скління спецтехніки МНС

На основі огляду сучасних видів рятувальної техніки МНС, які застосовують для ліквідації наслідків техногенних аварій, встановлено, що основні конструктивні елементи скління кабін спецтехніки можна звести до двох видів розрахункових моделей: багат шарові пластини та панелі.

Кінцевою метою проєктування є визначення таких параметрів конструкції, за яких вона найкращим чином відповідає поставленим до неї вимогам.

Запропоновано підхід до оптимального проєктування конструкцій на основі методів нелінійного програмування [8; 16].

У загальному випадку задача нелінійного програмування полягає у визначенні екстремальної точки:

$$\bar{X}^* = \arg \underset{\bar{X} \in G}{\text{extr}} F(\bar{X}), \quad (10.33)$$

$$G_i(\bar{X}) = 0, \quad i = \overline{1, m_1} \quad (10.34)$$

і (або) нерівностей

$$G_j(\bar{X}) \geq 0, \quad j = \overline{1, m_2}. \quad (10.35)$$

Обмеження подано такими виразами:

$$G_i = \sigma_i^+ - \sigma_i^{max} \geq 0; \quad (10.36)$$

$$G_{I+i} = h_i - h_i^- \geq 0, \quad i = \overline{1, I}; \quad (10.37)$$

$$G_{2I+1} = h^+ - \sum_{i=1}^I h_i \geq 0, \quad (10.38)$$

де σ_i^+ – допустимі значення розтягувальних напружень у шарах;

$$\sigma_i^{max} = \max_{x,y \in \Omega} \max_{t \in [0, T]} [\sigma_x^i(x, y, t), \sigma_y^i(x, y, t)];$$

Ω – область, обмежена контуром скління;

σ_x^i і σ_y^i – розтягувальні напруження вздовж осей x і y , відповідно.

Для визначення напружень розв'язують задачу аналізу нестационарного деформування багат шарового скління, яке розглядають як багат шарову циліндричну панель, під дією динамічного навантаження, яке рівномірно розподілено по прямокутній площинці.

За оптимального проектування складних багатопараметричних об'єктів типу, що розглядають, зручно скористатися автоматичним гібридним пошуковим методом оптимізації [8; 16], призначеним для визначення локального оптимального вектора \bar{X}^* у задачі на умовний екстремум (10.33) і (10.34).

Здійснений аналіз оптимізаційних процедур та особливостей розв'язання задач оптимального проектування показує, що просте накопичення ефективних методів у бібліотеці математичного забезпечення й навіть запровадження діалогового режиму розв'язання не може забезпечити потрібних умов оптимізації. Пов'язано це з тим, що задачі, що реалізують, заздалегідь не забезпечено відповідним набором ознак, за якими керівна метапрограма зуміла б ідентифікувати задачу та призначити потрібний метод.

Сутність запропонованого методу полягає загалом у такому. Є низка методів-гібридентів, які становлять гібридну коаліцію $\{M_i\}$. Задано критерій $Q(\sigma)$, який з'ясовує в процесі розв'язання, що з гібридентів у цій ситуації σ найефективніше можна використовувати задля досягнення поставленої мети. Уводять функцію управління $u = u(Q(\sigma))$, що встановлює адаптивну стратегію введення в дію конкретного гібридента $M_k \in \{M_i\}$, $i = 1, \dots, k, \dots, s$ (або групи гібридентів).

Спільні дії гібридентів забезпечують більш ефективно досягнення мети, ніж кожен із гібридентів коаліції окремо. Цього досягають через уведення спеціального адаптивного управління, яке здійснює визначення векторів мінімізувальної послідовності $\{X_k^r\}$, напрямів пошуку $DirX_k^r$ та пошукових адаптованих кроків h_k^r , відповідно до ситуації σ . У загальному випадку адаптивне управління u можна подати у такому вигляді:

$$\begin{pmatrix} X_k^r \\ DirX_k^r \\ h_k^r \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^s u_i(Q(\sigma_k)) \begin{pmatrix} X_k^{M_i} \\ DirX_k^{M_i} \\ h_{ki} \end{pmatrix}, \quad \sum_{i=1}^s u_i(Q(\sigma_k)) = 1,$$

де $u_i(Q(\sigma_k))$ – керувальні невід'ємні функції, задані на множині ситуацій $\{\sigma_k\}$;

$X_k^{M_i}$, $DirX_k^{M_i}$ і h_{ki} – точки, напрямки, що виходять із цих точок, і крок пошуку, що адаптується, генеровані методом M_i , відповідно;

k – номер ітерації.

Як гібриденти M_i для цього варіанта гібридного методу оптимізації вибрано такі модифікації методів [12]: адаптивний покроковий спуск, схема Абрамова, яружна модифікація, метод паралельних дотичних, січний рух уздовж границі області G .

Гібридний метод може вирішувати широкий клас завдань більш ефективно, ніж кожен із згаданих гібридентів. Особливо ефективним є застосування гібридного методу в тих випадках, якщо обмеження або функції мети задано алгоритмічно й заздалегідь невідоме розташування меж і ліній рівня, а також якщо обмеження або функції мети становлять функції, що важко обчислювати, оскільки гібридний метод забезпечує мінімальну кількість перевірок виконання обмежень.

Розглянуто задачу про мінімізацію маси вільно обпертих тришарових панелей із такими композиціями шарів:

композиція I – 1-й і 3-й шари із силікатного скла, 2-й – із полімерного матеріалу, $h_1(h_2)h_3$;

композиція II – 1-й шар зі скла органічного, 2-й – із полімерного матеріалу, 3-й – із силікатного скла, $[h_1](h_2)h_3$.

Розміри панелі в плані $A = B = 0,5$ м. Товщина другого шару у всіх композиціях є фіксованою $h_2 = 3$ мм, змінними параметрами є товщини h_1 і h_3 . Обмеження накладають на мінімальну товщину кожного шару (10.37) і товщину пакета (10.38). Допустимі значення товщин $h_i = 3$ мм, $h^+ = 0,03$ м. Допустимі розтягувальні напруження в шарах мають такі значення: силікатне скло – $\sigma_i^+ = 120$ МПа, скло органічне – $\sigma_i^+ = 50$ МПа, полімерний матеріал – $\sigma_i^+ = 30$ МПа. Інтенсивність навантаження змінювалася в межах $\hat{P} \leq P_0 \leq 2,5\hat{P}$ із кроком $\Delta P_0 = 0,5\hat{P}$, де $\hat{P} = 10$ МПа.

Досліджено вплив інтенсивності навантаження на оптимальний проект.

Для тришарових циліндричних панелей побудовано область допустимих значень змінних параметрів h_1 і h_3 .

На рис. 10.5 показано область допустимих значень змінних параметрів h_1 і h_3 за інтенсивності навантаження $P_0 = 2,5\hat{P}$ для панелі з композицією I.

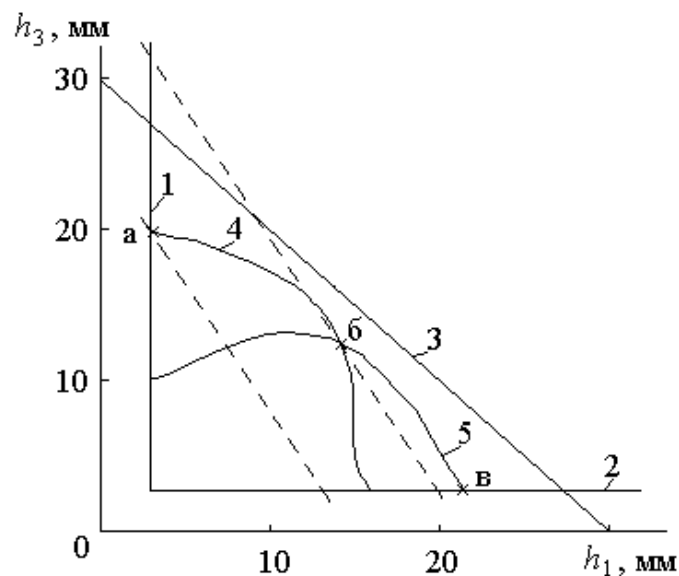


Рис. 10.5. Область допустимих значень параметрів h_1 і h_3 за $P_0 = 2,5\hat{P}$ циліндричної панелі з композицією I

На рис. 10.6 показано область допустимих значень змінних параметрів h_1 і h_3 за інтенсивності навантаження $P_0 = 1,5\hat{P}$ для панелі з композицією II. Тут по осі абсцис розташовано значення h_1 , по осі ординат – значення h_3 .

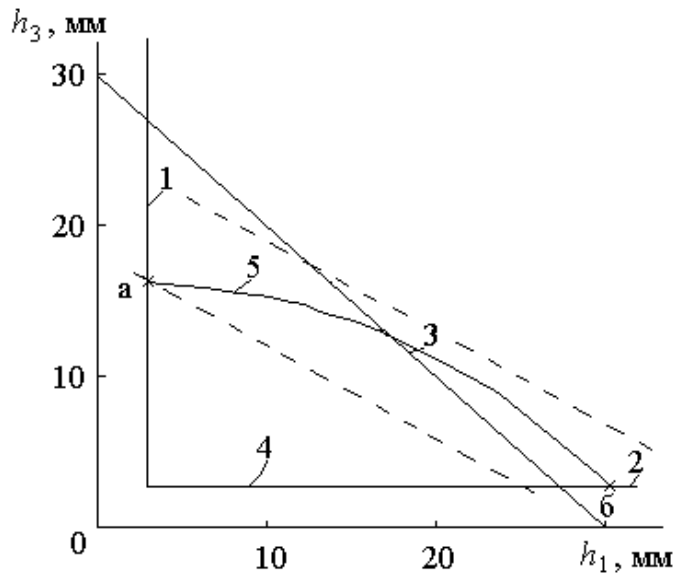


Рис. 10.6. Область допустимих значень параметрів h_1 і h_3 за $P_0 = 1,5\hat{P}$ циліндричної панелі з композицією II

Прямі 1 і 2 відповідають обмеженням, що накладають на мінімальні значення товщин шарів; пряма 3 відповідає обмеженню (10.38); криві 4 і 5 – геометричний образ обмеження на максимальні напруження в першому та третьому шарах, відповідно. Аналогічні межі для другого шару не показано, оскільки рівень напружень у них є значно нижчим й не досягає допустимих значень. Похилі штрихові лінії є лініями рівня функції мети. Шуканим оптимальним проектам відповідають точки а, б та в.

Під час розв'язання задачі для тришарової циліндричної панелі з композицією I за будь-якого фіксованого значення інтенсивності навантаження з розглянутого відрізка відповідають три екстремуми – а, б та в (див. рис. 10.6). Кожному з них відповідає оптимальний проєкт, зумовлений товщинами шарів h_i^* ($i = 1,3$) і значенням мінімальної маси F^* . Глобальному екстремуму водночас відповідають графічні залежності б.

Оптимізацію здійснюють з урахуванням обмеження (10.38) на товщину пакета й під час розв'язання задачі за будь-якого значення інтенсивності навантаження з розглянутого відрізка $\hat{P} \leq P_0 \leq 2,5\hat{P}$ оптимальний проєкт б забезпечує допустимий рівень напружень у шарах, залишаючись у межах обмеження.

Як видно з рис. 10.7, оптимальний проєкт, який зумовлений залежностями екстремуму б, становить несиметричну тришарову циліндричну панель. Проєкти з екстремумами а і в визначають несиметричні тришарові панелі, що відрізняються тільки порядком розташування шарів.

Причому в проєктів з екстремумами *a* й *в*: $h_1^{mina} = h_3^{minB}$, $h_3^{mina} = h_1^{minB}$, а мінімальна маса для них збігається.

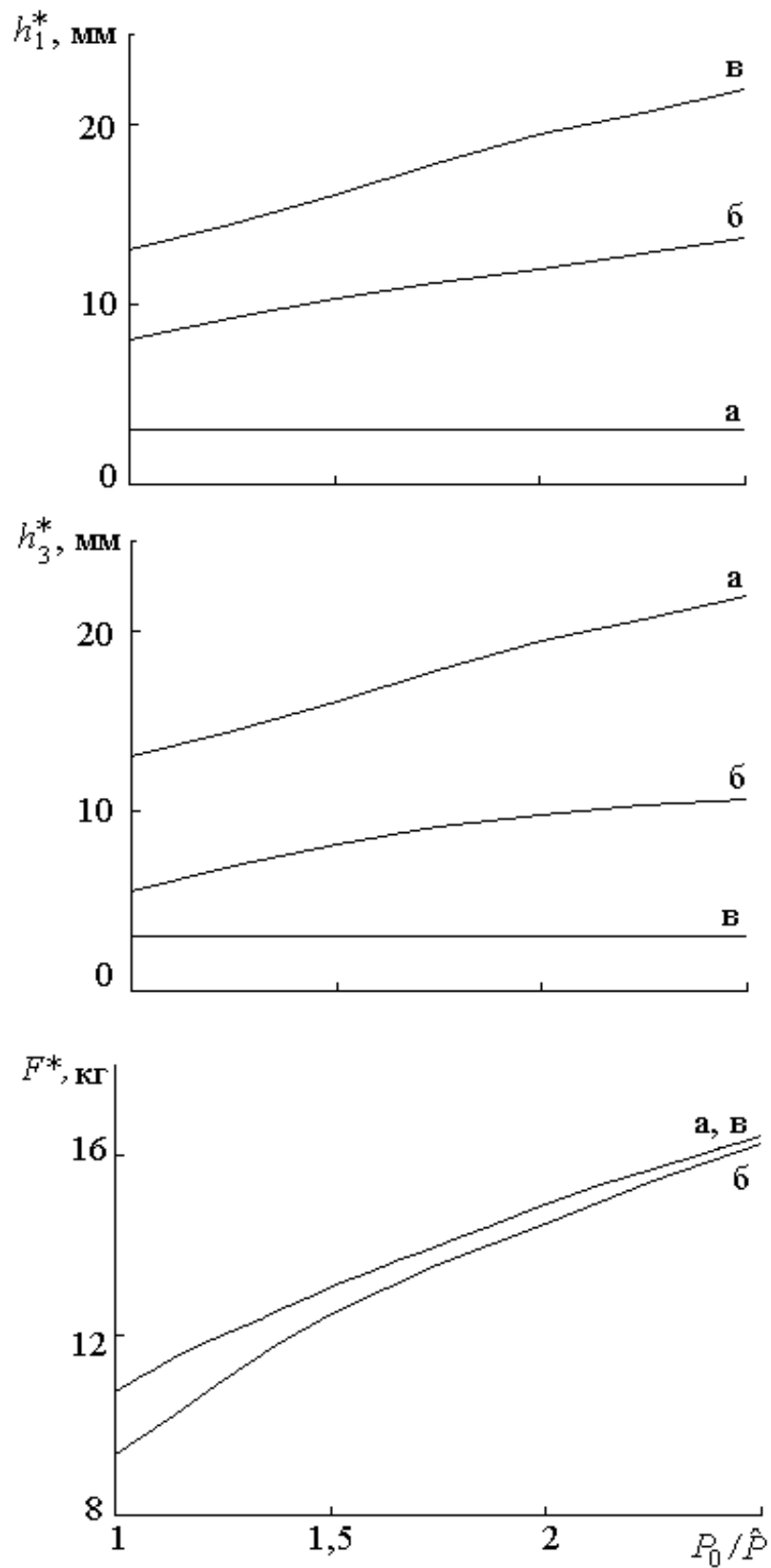


Рис. 10.7. Результати оптимізації циліндричної панелі з композицією I

Для тришарової циліндричної панелі з композицією II в результаті мінімізації маси визначено два екстремуми – а й б (рис. 10.8).

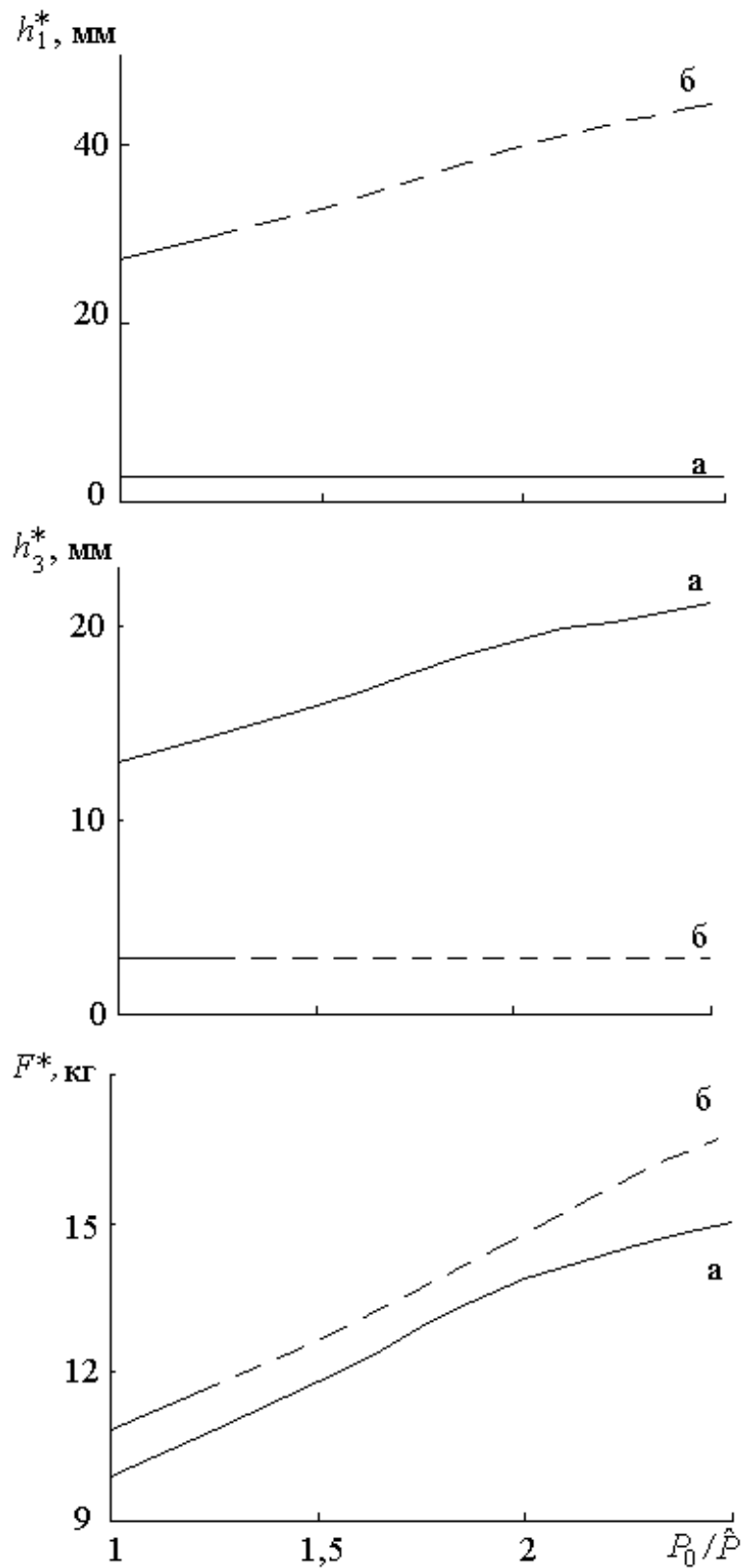


Рис. 10.8. Результати оптимізації циліндричної панелі з композицією II

Оскільки оптимізацію здійснюють з обмеженням на товщину пакета, то в цьому разі на інтервалі $\hat{P} \leq P_0 \leq 1,25 \{\hat{P}$ точка b ще належить допустимій області, а за подальшого підвищення інтенсивності навантаження виявляють поза цією областю (штрихова лінія).

Досліджено вплив співвідношення радіуса кривизни на мінімальну масу панелі. Для цього розв'язували серію задач мінімізації маси циліндричної панелі із заданими значеннями довжин твірної й дуги $A = B = 0,5$ м за різних фіксованих значень R .

Розглядали такі композиції шарів:

композиція I – 1-й шар зі скла органічного, 2-й шар із силікатного скла, $[h_1]h_2$;

композиція II – 1-й шар зі скла силікатного, 2-й шар зі скла органічного, $h_1[h_2]$;

композиція III – 1-й шар зі скла силікатного, 2-й шар зі скла органічного, 3-й шар зі скла силікатного, $h_1[h_2] h_3$.

Під час розв'язання задачі оптимізації для кожного фіксованого значення радіуса кривизни виявлено: у двошарових панелей наявність двох, а в тришарових – трьох екстремумів.

На основі запропонованого методу оптимізації розв'язано задачу мінімізації рівня максимальних напружень у багатошаровому склінні, яке розглядають як багатошарові пластини. Для цього здійснюють оптимальний вибір пружних характеристик клейових шарів (заповнювачів). Така задача має практичне значення під час вибору композиції шарів скління транспортних засобів.

Як функцію мети вибирають максимальне значення компонентів тензора напружень $\sigma_x^i(x, y, t), \sigma_y^i(x, y, t), i = \overline{1, I}$ у шарах пластини, що виникають протягом відрізка часу $[0, T]$:

$$F_\sigma = \max_{i=\overline{1, I}} \max_{x, y \in \Omega} \max_{t \in [0, T]} [\sigma_x^i(x, y, t), \sigma_y^i(x, y, t)]. \quad (10.39)$$

Змінними параметрами задачі є модулі пружності заповнювачів $E_k (k = \overline{1, J})$.

Обмеження накладають на область змінення змінних параметрів. Обмежують також максимальні значення розтягувальних і стискальних напружень у шарах:

$$G_k = E_k - E_k^- \geq 0; \quad (10.40)$$

$$G_{J+k} = E_k^+ - E_k \geq 0; \quad (10.41)$$

$$G_{2J+i} = \sigma_i^{min} - \sigma_i^- \geq 0; \quad (10.42)$$

$$G_{2J+I+i} = \sigma_i^+ - \sigma_i^{max} \geq 0, \quad k = \overline{1, J}, i = \overline{1, I}, \quad (10.43)$$

де E_k^- та E_k^+ – допустимі мінімальне й максимальне значення модуля пружності в k -му шарі.

За змінення модулів пружності заповнювачів не враховують змінення густини та коефіцієнта Пуассона матеріалу. Таку можливість зустрічають досить часто. Наприклад, є досить широкий спектр полімерів, які використовують під час склеювання елементів багатошарового скління, що мають різні модулі пружності та практично однакові коефіцієнти Пуассона й густину.

Можливості підходу ілюструють на прикладі мінімізації рівня напружень у п'ятишаровій і семишаровій вільно опертих пластинах під впливом імпульсного рівномірно розподіленого навантаження $P = P_0 H(t)$, яке рівномірно розподілено по всій області пластини ($H(t)$ – функція Гевісайда, $P_0 = 0,2$ МПа) та прикладають до зовнішньої поверхні першого шару. Тривалість характерного відрізка часу дорівнює 2,5 мс.

Розглядають п'ятишарову квадратну пластину з геометричними розмірами в плані $A = B = 0,5$ м. Параметри пластини в стартовій точці наведено в табл. 10.6.

Таблиця 10.6

Параметри пластини в стартовій точці

i	$h_i, \text{мм}$	$E_i, \text{МПа}$	n_i	$\rho_i, \text{кг/м}^3$
1	5,0	$6,8 \cdot 10^4$	0,22	$2,5 \cdot 10^3$
2	3,0	1,0	0,39	$1,2 \cdot 10^3$
3	5,0	$6,8 \cdot 10^4$	0,22	$2,5 \cdot 10^3$
4	3,0	$2,8 \cdot 10^2$	0,39	$1,2 \cdot 10^3$
5	5,0	$6,8 \cdot 10^4$	0,22	$2,5 \cdot 10^3$

Варійованими параметрами є значення модулів пружності E_2 і E_4 . Область змінення варійованих параметрів (10.40) – (10.43) обмежено такими значеннями: $E_k^- = 1$ МПа, $E_k^+ = 280$ МПа ($k = 2, 4$). Допустимі

напруження є такими: $\sigma_i^- = -200$ МПа, $\sigma_i^+ = 100$ МПа, $i = 1, 3, 5$; $\sigma_i^- = -60$ МПа, $\sigma_i^+ = 30$ МПа, $i = 2, 4$.

Максимальні значення розтягувальних напружень (10.39) у стартовій точці становили $F_\sigma^0 = 183,3$ МПа і після їхньої мінімізації $F_\sigma^* = 84,54$ МПа. Оптимальний проєкт характеризується такими величинами: $E_2^* = 255,2$ МПа, $E_4^* = 47,5$ МПа.

У задачі мінімізації напружень у квадратній семишаровій пластині варійованими параметрами є E_k ($k = 2, 4, 6$). Довжина сторони $A = B = 0,8$ м, інтенсивність рівномірно розподіленого навантаження $P_0 = 0,1$ МПа.

Область змінення варійованих параметрів обмежено величинами $E_k^- = 1$ МПа, $E_k^+ = 280$ МПа ($k = 2, 4, 6$). Значення допустимих напружень становлять $\sigma_i^- = -200$ МПа, $\sigma_i^+ = 100$ МПа, $i = 1, 3, 5, 7$; $\sigma_i^- = -60$ МПа, $\sigma_i^+ = 30$ МПа, $i = 2, 4, 6$.

Параметри пластини до оптимізації наведено в табл. 10.7. Значення функції мети в стартовій точці становить $F_\sigma^0 = 36,48$ МПа.

Таблица 10.7

Параметри семишарової пластини до оптимізації

i	h_i , мм	E_i , МПа	ν_i	ρ_i , кг/м ³
1	5,0	$6,8 \cdot 10^4$	0,22	$2,5 \cdot 10^3$
2	5,0	1,0	0,39	$1,2 \cdot 10^3$
3	10,0	$6,8 \cdot 10^4$	0,22	$2,5 \cdot 10^3$
4	3,0	$2,8 \cdot 10^2$	0,39	$1,2 \cdot 10^3$
5	10,0	$6,8 \cdot 10^4$	0,22	$2,5 \cdot 10^3$
6	3,0	$2,8 \cdot 10^2$	0,39	$1,2 \cdot 10^3$
7	10,0	$6,8 \cdot 10^4$	0,22	$2,5 \cdot 10^3$

Варійовані параметри в оптимальній точці набувають таких значень: $E_2^* = 279$ МПа, $E_4^* = 276$ МПа, $E_6^* = 133$ МПа, а функція мети $F_2^* = 23,21$ МПа. Водночас енергію деформації розподілено в пакеті так, що всі шари активно сприймають навантаження, а товщина пластини залишається незмінною.

У результаті розв'язання низки задач вироблено відповідні рекомендації.

Отже, на основі уточненої теорії першого порядку розроблено аналітико-чисельний метод визначення нестационарного напружено-деформованого стану скління спецтехніки МНС за впливу нестационарних навантажень.

Рівняння руху і граничні умови визначено за допомогою варіаційного принципу Остроградського – Гамільтона. Кількість рівнянь у системі залежить від кількості шарів і дорівнює $2l + 3$. Розроблено метод розв'язання визначеної системи рівнянь. Переміщення й зовнішні навантаження розвиваються в ряди Фур'є за функціями, які задовольняють граничні умови, у результаті чого задачу зведено до інтегрування системи звичайних диференціальних рівнянь. Для інтегрування цієї системи використовують відомий метод розкладання розв'язку в ряд Тейлора, у якому, із метою уточнення розв'язку, застосовано процедуру дроблення кроку інтегрування.

Чисельно досліджені температури та напруження в шарах багатошарового скління спецтехніки МНС за підвищених температурних навантажень.

Розроблено рекомендації щодо вибору багатошарового скління з найкращими експлуатаційними характеристиками, а також методику раціонального проєктування скління спецтехніки МНС.

Можливості запропонованих методик ілюструють на прикладі вибору композиції шарів вітрових стекол для деяких типів автомобільної техніки МНС.

Установлено, що під час гасіння пожеж потрібно чітко визначити допустиму відстань, за якої кожен тип спецтехніки загалом витримує теплове навантаження, і відстань від вибухонебезпечних предметів для безпечної роботи бойових підрозділів.

Також установлено, що для підвищення стійкості скління кабін потрібно комплексне вирішення питань щодо міцності самого скління, його закріплення та підвищення жорсткості стійок та отворів для вікон.

Наявні типи скління спецтехніки МНС, здебільшого не забезпечують потрібних захисних характеристик за впливу інфрачервоного випромінювання, а також удару уламками, що виникають під час вибуху, навіть на великій відстані від епіцентру пожежі.

У зв'язку з тим пропонуємо:

використовувати більш міцне багатошарове скління й елементи його закріплення;

використовувати захисні покриття скла, що перешкоджають проникненню інфрачервоного випромінювання всередину кабіни;

для кожного типу спецтехніки треба визначити безпечну відстань від межі пожежі, щоб не тільки скло, а й усі вузли й агрегати техніки не були б пошкодженими вражальними факторами: ударною хвилею, інфрачервоним випромінюванням, ударом уламками;

в окремих, особливо небезпечних випадках, доцільно використовувати захисні екрани, які встановлюють на спецтехніку МНС для зниження впливу вражальних факторів пожежі.

Використана література

1. Дослідження напружено-деформованого стану паливного бака вафельної конструкції ракети-носія / П. П. Гонтаровський, Н. В. Сметанкіна, Н. Г. Гармаш та ін. // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій. – Дніпро, 2019. – Вип. 29. – С. 91–102.

2. Розробка науково-технічних основ для створення системи моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру та забезпечення екологічної безпеки / В. Д. Калугін, В. В. Тютюник, Л. Ф. Черногор, Р. І. Шевченко // Системи обробки інформації. – Харків : ХУПС ім. І. Кожедуба, 2013. – Вип. 9 (116). – С. 204–216.

3. Сметанкіна Н. В. Математичне моделювання процесу нестационарного деформування багатощарового скління при розподілених та локалізованих силових навантаженнях / Н. В. Сметанкіна, О. М. Шупіков, С. В. Угримов // Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2016. – Вип. 3 (58). – С. 408–413.

4. Bedon C. Research developments on glass structures under extreme loads / C. Bedon // Modern Trends in Research on Steel, Aluminium and Composite Structures Editor: Proceedings of the XIV International Conference on Metal Structures (Poznań, 16 – 18 June 2021). – Poznań, Poland : Routledge Taylor & Francis Group, 2021. – P. 3–13.

5. Bos F. The integrated approach to structural glass safety applied to glass beams / F. Bos // Challenging Glass 2 : Conference on Architectural and Structural Applications of Glass (Delft, 20 – 21 May 2010). – TU Delft, Nederland, 2010. – P. 297–308.

6. Buts Y. V. Methodology for studying of influence of fire factor on geosystems. Securitologia / Y. V. Buts. – Zeszyty Naukowe EUROPEAN ASSOCIATION for SECURITY. – 2013. – No. 1 (17). – P. 13–16.

7. Calibrated numerical approach for the dynamic analysis of glass curtain walls under sphericoconical bag impact / A. Bez, C. Bedon, G. Manara et. al. // Buildings. – 2021. – No. 11, issue 4. – 154. – 28 p.

8. Misura S. Optimal design of the cyclically symmetrical structure under static load / S. Misura, N. Smetankina, Ie. Misiura // Lecture Notes in Networks and Systems. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering-2020. – S. L. : Springer, Cham, 2021. – Vol. 188. – P. 256–266.

9. Modeling of non-stationary temperature fields in multilayer shells with film heat sources / N. V. Smetankina, O. V. Postnyi, A. I. Merkulova, D. O. Merkulov // 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). – 2020. – P. 242–246.

10. Modelling thermal stresses in laminated aircraft elements of a complex form with account of heat sources / N. Smetankina, A. Merkulova, D. Merkulov et. al. // ICoRSE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – S. L. : Springer, Cham. – 2023. – Vol. 534. – P. 233–246.

11. Schiavonato M. Stress measurement, fragmentation and mechanical strength / M. Schiavonato, E. Mognato, A. S. Redner // Glass Processing Days: 9th International Conference on Architectural and Automotive Glass (Tampere, 17–20 June 2005). – Finland : Tampere, 2005. – P. 92–95.

12. Smetankina N. V. Non-stationary deformation, thermal elasticity and optimization of laminated plates and cylindrical shells / N. V. Smetankina. – Kharkiv : Miskdruk Publishers, 2011. – 376 p.

13. Smetankina N. V. Theoretical and experimental investigation of vibration of multilayer plates under the action of impulse and impact loads / N. V. Smetankina, S. Yu. Sotrikhin, A. N. Shupikov // International Journal of Solids Structures. – 1995. – Vol. 32, No. 8/9. – P. 1247–1258.

14. Stationary problem of heat conductivity for complex-shape multilayer plates / A. I. Malykhina, D. O. Merkulov, O. V. Postnyi, N. V. Smetankina // Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University. – Kharkiv, 2019. – Vol. 41. – P. 46–54. – Series «Mathematical modeling. Information technology. Automated control system».

15. The response of clamped sandwich plates with lattice cores subjected to shock loading / G. J. McShane, D. D. Radford, V. S. Deshpande, N. A. Fleck // European. Journal of Mechanics. – A/Solids. – 2006. – Vol. 25, No. 2. – P. 215–229.

16. Two-stage optimization of laminated composite elements with minimal mass / N. Smetankina, O. Semenets, A. Merkulova et. al. // Smart Technologies in Urban Engineering. STUE-2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – S. L. : Springer, Cham, 2023. – Vol. 536. – P. 456–465.

Розділ 11

Розв'язання деяких задач оптимального управління й ідентифікації для багатокomпонентних систем із розподіленими параметрами

11.1. Актуальність і мета досліджень, формулювання задачі та метод її розв'язання

У сучасному житті в умовах виникнення різноманітних напрямів наукових досліджень увага багатьох учених усе більше є прикутою до проблем управління й ідентифікації в системах із розподіленими параметрами. Ця галузь науки вивчає різноманітні аспекти управління динамічними системами, параметри яких можуть змінювати значення в різних точках простору або часу.

У ряді наукових досліджень, зазначених у роботах [3; 8; 15; 16; 18; 19; 22], розглядають теоретичні аспекти цих проблем, які полягають у визначенні умов оптимальності й умов існування розв'язків задач оптимального управління, розробленні алгоритмів точних і наближених розв'язків, а також дослідженні збіжності та стійкості методів. Також значну увагу приділяють прикладним аспектам задач управління й ідентифікації [2; 4 – 6; 17; 21], спрямованим на реалізацію теоретичних підходів у практичних ситуаціях. Зокрема, у роботах [15; 16; 18; 19] запропоновано формулювання та деякі підходи до розв'язання задач ідентифікації параметрів динамічних систем, стани яких описано параболічними або гіперболічними рівняннями з розривними коефіцієнтами (багатокomпонентних систем). Однак, незважаючи на значний успіх у цих напрямках, багато задач залишаються складними для аналітичного розв'язання. Саме тому деякі дослідники [2; 4; 5; 21] вдаються до використання універсальних чисельних методів для досягнення прийнятних результатів.

Актуальність таких досліджень продиктовано численними практичними застосуваннями в газовій динаміці, теорії нескінченно малих згинань поверхонь, теорії оболонок, магнітної гідродинаміки, теорії електронного розсіювання, прогнозуванні рівня ґрунтових вод, математичній біології, управлінні агроecosystemами.

Крім зазначених питань, особливої уваги заслуговує широкий спектр застосувань економічного характеру, а саме: управління ресурсами (оптимізація використання обмежених ресурсів, як-от робоча сила, сировина або капітал, з урахуванням економічних і фізичних обмежень); управління виробничими процесами (оптимізація виробничих процесів, з огляду на фізичні обмеження й економічні цілі); фінансова економіка (оптимізація інвестиційних портфелів, управління ризиками та інших фінансових рішень, ураховуючи різні динамічні фактори); управління цінами та попитом (допомога компаніям щодо оптимізації стратегії ціноутворення й управління попитом); енергетика й екологія (оптимізація споживання енергії, розподілу ресурсів, управління забрудненням і захист навколишнього середовища); транспортні системи (оптимізація транспортних потоків, розкладу транспортних засобів, управління рухом і ресурсами в транспортних системах); управління інфраструктурою (планування й управління енергетичними мережами, телекомунікаційними системами); управління ризиками та страхування (розроблення стратегій управління ризиками, а також оптимізація страхових портфелів); медицина й охорона здоров'я (оптимізація розподілу медичних ресурсів, управління лікуванням і медичними процесами); агропромисловий сектор (оптимізація процесів управління ресурсами в сільському господарстві, розподіл добрив, урожайність); управління запасами та постачанням (оптимізація рівнів запасів, управління постачанням і прогнозування попиту); технічне обслуговування та ремонт (оптимальне планування технічного обслуговування та ремонтних робіт) – може бути здійснено з урахуванням фізичних та економічних обмежень. Ці приклади становлять лише малу частину можливих застосувань теорії оптимального управління й ідентифікації з використанням рівнянь математичної фізики в економіці, проте кожна конкретна задача потребує адаптації й аналізу в контексті своїх унікальних параметрів і цілей.

У цьому розділі запропоновано конструктивний підхід до розв'язання деяких задач управління й ідентифікації, оснований на використанні аналітичного розв'язку задачі або її напіваналітичного подання. Для його реалізації застосовано метод гібридних власних функцій і гібридних інтегральних перетворень [10; 11]. У результаті проведених досліджень аналітичний розв'язок задачі наведено у вигляді інтеграла від керувальних функцій, що дозволило звести задачі управління й ідентифікації до проблеми мінімуму квадратичних функцій багатьох змінних.

Отже, основною метою проведеного дослідження є розроблення ефективних методів, які поєднують теоретичний аналіз і практичну реалізацію для розв'язання важливих проблем управління й ідентифікації в системах із розподіленими параметрами та визначення їхніх обмежень для різних класів задач.

Формулювання задачі. Нехай стан багатокомпонентної системи S , складеної з підобластей Ω_j ($j = \overline{1, n}$) області Ω (рис. 11.1), визначено функцією $u(x, y)$, яка в кожній із підобластей Ω_j задовольняє рівняння:

$$A_j u = f_j, \quad (11.1)$$

де A_j – лінійний диференціальний оператор у частинних похідних другого порядку, визначений на функціях із Ω_j ;

$f_j(x, y)$ – задані в Ω_j функції.

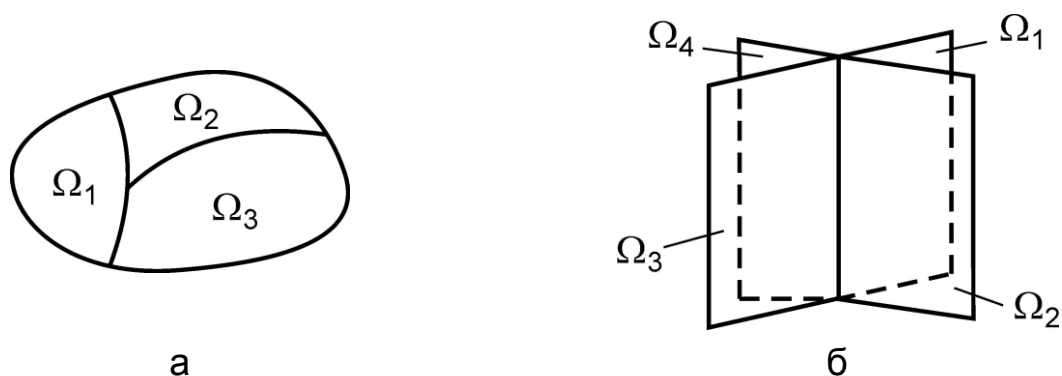


Рис. 11.1. Багатокомпонентні системи

На ділянках межі сусідніх областей функція $u(x, y)$ має задовольняти ті чи ті умови спряження [15; 16; 18; 19]. У нестационарних задачах однією зі змінних є час, тому її будемо позначати через t .

Для стаціонарних задач рівняння (11.1) слід доповнити умовами на межі області Ω . Ними можуть бути як класичні умови основних крайових задач [22], так і мішані умови, якщо на одній ділянці межі задано значення шуканої функції, а на іншій – значення нормальної похідної. У нестационарних задачах, крім крайових умов, має бути задано початкові умови, тобто умови, що визначають стан системи S у початковий момент часу $t = 0$. Природною умовою, що забезпечує єдиність розв'язку задачі, є умова скінченності енергії системи.

У задачах управління й ідентифікації деякі з функцій, що входять до формулювання задачі, може бути не задано. Тоді наводять додаткові умови, які має задовольняти стан системи S . Цими умовами можуть бути умови рівності функції $u(x, y)$ заданим функціям на деяких множинах точок, що належать $\bar{\Omega}$, або диференціальні характеристики стану системи, або цільові функціонали [3; 8; 19; 22].

У будь-якому разі в задачах управління потрібно так вибрати керувальні функції (які входять до формулювання задачі та вважають тепер невідомими), щоб задовольнити задані додаткові умови. У задачах ідентифікації потрібно за результатами вимірювань деяких характеристик стану системи на деякій доступній для такого вимірювання множині точок, що належать $\bar{\Omega}$, розпізнати ті функції, які привели систему в цей стан.

Метод розв'язання задачі. Методом, розглянутим у роботі [13], розв'язання двовимірної крайової або початково-крайової задачі можна подати в одному із двох виглядів:

$$u(x, y) = \sum_{n=1}^m \int_{a_n}^{b_n} v_n(\xi) K_n(x, y; \xi) d\xi, \quad (11.2)$$

$$u(x, y) = \sum_{n=1}^m \int_0^t v_n(\tau) K_n(x, t - \tau) d\tau,$$

де $K_n(x, y, z)$, $K_n(x, t)$ – ядра подання;
 $v_n(x)$ – керувальні функції.

Вирази (11.2) можна здобути методом Фур'є, операційним методом, методом функцій Гріна та ін.

Якщо розв'язок задачі вдається відразу виразити через керувальні функції $v_k(x)$, то метод розв'язання будемо називати аналітичним. Якщо ж попередньо доводиться розв'язувати інтегральні рівняння або системи таких рівнянь щодо деяких допоміжних функцій і виразити ці розв'язки через керувальні функції $v_k(x)$, то в такому разі метод розв'язання задачі будемо називати напіваналітичним. Таку назву можна пояснити тим, що обертання допоміжних інтегральних рівнянь може бути чисельним. Зрештою і той, і інший метод приводять до подання (11.2).

Припустімо, що цільовий функціонал є квадратичним. Розвиваючи керувальні функції в ряд за деякою повною системою функцій $\phi_k(x)$, будемо мати зліченну кількість невідомих – коефіцієнтів розвинення:

$$v_k(x) = \sum_{k=1}^{\infty} x_{nk} \cdot \phi_k(x). \quad (11.3)$$

Підстановка розвинення (11.3) у цільовий функціонал приводить до квадратичної функції від змінних x_{rk} :

$$J(\bar{v}) = \Phi(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_r, \dots), \quad (11.4)$$

де $\bar{v} = (v_1, v_2, \dots, v_m)$ – вектор керувальних функцій;

$\bar{x}_r = (x_{r1}, x_{r2}, \dots)$ – вектор невідомих задачі управління.

Слід зазначити, що на практиці кількість невідомих у розвиненні (11.3) завжди буде скінченною.

Задача про визначення мінімуму такої функції (11.4) за допомогою регуляризованого алгоритму О. М. Тихонова завжди має єдиний розв'язок [23], стійкий до похибок обчислень.

Також слід зазначити, що задача про мінімум функціоналу (11.4) може бути відразу зведеною до задачі про мінімум функції багатьох змінних, оминаючи подання (11.2), якщо невідомі керувальні функції $v_k(x)$ подати на відрізку $[a_k, b_k]$ у вигляді ступінчастих кусково-сталих або кусково-лінійних функцій.

11.2. Вісесиметричне кручення неоднорідного за довжиною пружного циліндра

Будемо вважати, що торець циліндра $z = 0$ вільний від навантаження, на іншому (нескінченно віддаленому) кінці циліндра переміщення берімо таким, що дорівнює нулю, тоді як бічну поверхню циліндра навантажено зусиллями, що крутять:

$$\tau_{r\theta}(R, z) = f(z) \quad (0 \leq z < \infty), \quad (11.5)$$

де R – радіус циліндра.

Модуль зсуву $G(z)$ виберімо так: $G(z) = G_0$, якщо $0 \leq z < a$, і $G(z) = G_1 \operatorname{sh} z$, якщо $z > a$.

Відповідне рівняння кручення має такий вигляд:

$$\Delta u - u \cdot r^{-2} = 0 \quad (0 \leq z < a), \quad (11.6)$$

$$\Delta u - u \cdot r^{-2} + \frac{\partial u}{\partial z} \operatorname{cthz} = 0 \quad (z > a).$$

На межі відокремлення двох компонентів маємо такі умови контакту:

$$\begin{aligned} u(r, a - 0) &= u(r, a + 0), \\ u'_z(r, a - 0) &= \mu \cdot u'_z(r, a + 0), \end{aligned} \quad (11.7)$$

$$\mu = G_1 \cdot G_0^{-1} \cdot sha.$$

До того ж на торці циліндра маємо таку умову:

$$\tau_{\phi z} = G_0 \cdot u'_z(0, r) = 0.$$

Розв'язок задачі будемо визначати в такому вигляді:

$$u = \int_0^\infty B(\lambda) \cdot I_1(r\xi) \cdot Z(z, \lambda) d\lambda,$$

де $\xi^2 = \frac{1}{4} + \lambda^2$.

Із рівняння (11.6) з урахуванням умов (11.7) дістаємо задачу Штурма – Ліувілля для функції $Z(z, \lambda)$:

$$\begin{cases} Z'' + \xi^2 Z = 0 & (0 < z < a), \\ Z'' + Z' \cdot cth z + \xi^2 Z = 0 & (z > a); \end{cases}$$

$$Z'(0, \lambda) = 0, \quad |Z(\infty, r)| < \infty;$$

$$Z(a - 0) = Z(a + 0), \quad Z'(a - 0) = \mu \cdot Z'(a + 0).$$

Власні функції цієї задачі, тобто гібридні власні функції, мають такий вигляд:

$$Z_1(z, \lambda) = \begin{cases} \cos z\xi & (0 < z < a), \\ \frac{2G_0}{\pi G_1} cth\pi\lambda [N(\lambda)Z_1(chz) - M(\lambda)Z_2(chz)] & (z > a); \end{cases}$$

$$\begin{aligned} Z_1(x) &= ReQ_\tau(x), \quad Z_2(x) = ImQ_\tau(x), \\ \tau &= -1/2 + i\lambda, \end{aligned}$$

$$M(\lambda) = -\xi sh\xi a \cdot Z_1(cha) - \mu sha \cdot \cos\xi a \cdot Z_1'(cha),$$

$$N(\lambda) = -\xi sh\xi a \cdot Z_2(cha) - \mu sha \cdot \cos\xi a \cdot Z_2'(cha),$$

$$\mu = \frac{G_1}{G_0} \cdot sha,$$

де $Q_\tau(x)$ – функція Лежандра другого роду.

Щоб задовольнити граничну умову (11.5) на бічній поверхні циліндра, обчислімо напруження $\tau_{r\theta}$ за такою формулою:

$$\tau_{r\theta}|_R = G(z)r \frac{\partial}{\partial r} (r^{-1}u)|_R = \int_0^\infty B(\lambda)\xi \cdot I_2(R\xi) \cdot Z(z, \lambda)d\lambda = f(z) \quad (11.8)$$

$$(0 < z < \infty).$$

Обертаймо рівність (11.8) за формулою обертання гібридного інтегрального перетворення Фур'є – Лежандра [10], у результаті чого дістанемо:

$$B(\lambda) = \frac{p(\lambda)}{G_0 \cdot \xi \cdot I_2(\xi R)} \int_0^\infty f(t) \cdot Z(t, \lambda)dt. \quad (11.9)$$

У ф-лі (11.9) функцію $p(\lambda)$ визначають так:

$$p(\lambda) = \frac{\mu l t h \pi \lambda}{sha \cdot [M^2(\lambda) + N^2(\lambda)]}.$$

У результаті розв'язок прямої задачі має такий вигляд:

$$u(r, z) = \int_0^\infty f(t) \cdot H(r, z; t)dt,$$

у якому ядро подання $H(r, z; t)$ визначають такою рівністю:

$$H(r, z; t) = G_0^{-1} \int_0^\infty \frac{p(\lambda) \cdot I_1(r\xi)}{\xi \cdot I_2(R\xi)} Z(z, \lambda) \cdot Z(t, \lambda)d\lambda.$$

Задачу управління тепер можна сформулювати так: спочатку на бічній поверхні циліндра задаймо (вимірймо) кутове переміщення

$u_0(z)$ уздовж лінії $h_1 \leq z \leq h_2$, після чого підбираймо управління $f(t)$ так, щоб виконувалася умова:

$$J(f) = \int_{h_1}^{h_2} [u(R, z) - u_0(z)]^2 dz \Rightarrow \min. \quad (11.10)$$

Функцію $f(t)$ подаймо частиною ряду за повною системою функцій $\phi_k(x)$ ($k = \overline{1, N}$):

$$f(t) = \sum_{k=1}^N x_k \cdot \phi_k(x).$$

У такому разі умова (11.10) буде квадратичною функцією змінних x_k ($k = \overline{1, N}$):

$$J(x_1, x_2, \dots, x_N) = \int_{h_1}^{h_2} [\sum_{k=1}^N x_k \cdot \psi_k(z) - u_0(z)]^2 dz \Rightarrow \min, \quad (11.11)$$

$$\psi_k(z) = \int_0^\infty \phi_k(t) \cdot H(R, z; t) dt.$$

Зазначмо, що регуляризований розв'язок задачі (11.11) завжди існує і він є єдиним [23].

11.3. Стаціонарна задача теплопровідності в тонкій «склянці»

Розгляньмо задачу про розподіл температури в тонкій «склянці» із дном з іншого матеріалу і зведемо її до розв'язання крайової задачі для двокомпонентної системи:

$$\frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_1}{\partial z^2} = 0, \quad x = R\phi, \quad 0 < z < h \quad \text{на стінках}; \quad (11.12)$$

$$\frac{\partial^2 u_2}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial u_2}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 u_2}{\partial \phi^2} = 0, \quad z = 0, \quad 0 \leq \phi \leq 2\pi, \quad 0 \leq \rho < R \quad \text{на дні}, \quad (11.13)$$

де (ρ, ϕ) – полярні координати;

R (h) – радіус (висота) «склянки».

Систему диференціальних рівнянь (11.12) і (11.13) доповнімо граничною умовою:

$$u_1(\phi, h) = f(\phi) \quad (11.14)$$

та умовами досконалого контакту дна та стінки «склянки»:

$$\begin{aligned} u_1(\phi, 0) &= u_2(\phi, R), \\ k_1 \frac{\partial u_1}{\partial z} \Big|_{z=0} - k_2 \frac{\partial u_2}{\partial \rho} \Big|_{\rho=R} &= 0, \end{aligned} \quad (11.15)$$

де k_1, k_2 – коефіцієнти теплопровідності.

Розв'язок прямої задачі берімо в такому вигляді:

$$\begin{aligned} u_1 &= a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \{ (a_n e^{-\lambda_n(h-z)} + \bar{a}_n e^{-\lambda_n z}) \cos \lambda_n x + \\ &+ (b_n e^{-\lambda_n(h-z)} + \bar{b}_n e^{-\lambda_n z}) \sin \lambda_n x \}, \quad \lambda_n = \frac{n}{R}; \end{aligned}$$

$$u_2 = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (C_n \cos n\phi + D_n \sin n\phi) \left(\frac{\rho}{R}\right)^n, \quad 0 \leq \rho < R.$$

З урахуванням умови (11.14) та умов контакту (11.15) дістанемо:

$$u_1(\phi, z) = \int_0^{2\pi} K_1(z, \phi - t) f(t) dt,$$

$$u_2(\phi, \rho) = \int_0^{2\pi} K_2(\rho, \phi - t) f(t) dt,$$

де ядра $K_1(z, t)$ і $K_2(\rho, t)$ визначають такими формулами:

$$\begin{aligned} K_1(z, t) &= \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1-r_1}{1-2r_1 \cos t + r_1^2} + \frac{1-\mu}{2\pi(1+\mu)} \cdot \frac{1+2q_1 \cos t - 3q_1^2}{1-2q_1 \cos t + q_1^2} - \\ &- \frac{1-\mu}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{-\lambda_n(h-z)} + (1+\mu)^{-1} e^{-\lambda_n(h+z)}}{e^{2\lambda_n h + \nu}} \cos \lambda_n t; \end{aligned}$$

$$K_2(\rho, t) = \frac{1}{\pi(1+\mu)} \left[\frac{1-r_2}{1-2r_2 \cos t + r_2^2} - (1-\mu) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{-\lambda_n h} (\rho/R)^n}{e^{2\lambda_n h + \nu}} \cos \lambda_n t \right],$$

$$r_1 = e^{-(h-z)/R}, \quad \nu = k_2 \cdot k_1^{-1}, \quad r_2 = \frac{\rho}{R} e^{-h/R}, \quad q_1 = e^{-(h+z)/R}.$$

Якщо $\mu = 1$, то здобуваємо більш простий розв'язок для однорідної «склянки», виготовленої так, що стінки та дно володіють однаковими властивостями.

Задачу ідентифікації тепер можна сформулювати так: якщо на ділянці $0 < a < b < R$ лінії $z = 0$, $\phi = 0$ виміряна температура (позначмо її через $u_0(\rho)$), то треба визначити функцію $f(t)$, що задовольняє умову $u_2(0, \rho) = u_0(\rho)$, $a < \rho < b$.

Цю задачу замінімо іншою:

$$J(f) = \int_a^b [u_2(0, \rho) - u_0(\rho)]^2 d\rho \Rightarrow \min.$$

Якщо невідому функцію $f(t)$ подати рядом Фур'є та залишити скінченну кількість членів, то прийдемо до задачі про мінімум квадратичної функції багатьох змінних.

11.4. Періодична трикомпонентна задача теорії пружності з недовизначено-перевизначеними граничними умовами

Розглянемо періодичну мішану задачу про зсув складеної напівплощини із прямокутними виступами (рис. 11.2). Будемо вважати модуль зсуву μ різним у напівплощині, смузі та прямокутниках.

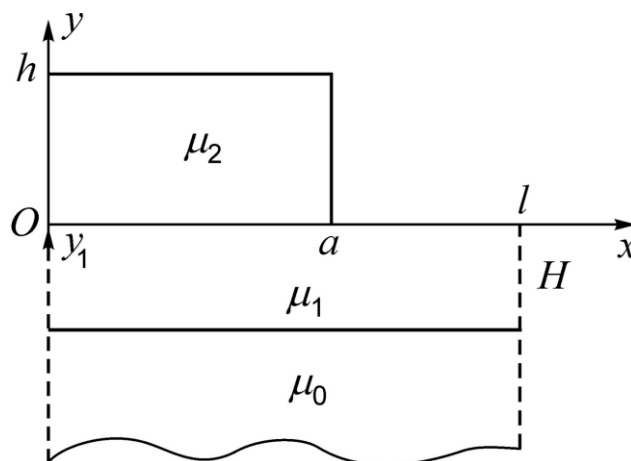


Рис. 11.2. Період задачі

На вертикальних сторонах верхнього прямокутника дотичних зусиль немає, на межах поділу середовищ припускаймо досконалий контакт:

переміщення та напруження є неперервними. На нескінченності переміщення обмежено.

Особливість цієї задачі полягає в тому, що на лінії $y = h$ граничну умову не задано, проте на лінії $y = 0$ ($a \leq x \leq l$) задано надлишкові погоджені граничні умови [21]:

$$u = f(x), \quad \frac{\partial u}{\partial y} = \phi(x).$$

Єдина відмінна від нуля компонента $u(x, y)$ вектора переміщення задовольняє таке рівняння:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \quad (11.16)$$

у кожній з підобластей (рис. 11.2).

Умови спряження на межах поділу середовищ будуть такими:

$$u_2 = u_1, \quad \tau_{zy}^{(2)} = \tau_{zy}^{(1)}, \quad y = 0, \quad (11.17)$$

$$u_1 = u_0, \quad \tau_{zy}^{(1)} = \tau_{zy}^{(0)}, \quad y = -H, \quad \tau_{zy}^{(j)} = \mu_j \frac{\partial u_j}{\partial y} \quad (j = \overline{0,2}),$$

де μ_j ($j = \overline{0,2}$) – модулі зсуву.

За цими даними на лінії $l_1: \{0 < x < a, y = h\}$ періоду задачі потрібно визначити граничну умову (для функції u або похідної $\partial u / \partial y$) так, щоб задача мала єдиний розв'язок, який збігається на ділянці $l_2: \{a < x < l, y = 0\}$ із заданими на ній функціями.

Для розв'язання прямої задачі слід задати будь-яку граничну умову на верхній стороні прямокутника $\Pi_2: \{0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq h\}$. Виберімо, наприклад, умову Неймана:

$$\tau_{zy}^{(2)}(x, h) = \mu_2 \frac{\partial u_2}{\partial y} \Big|_{y=h} = \tau(x), \quad 0 \leq x \leq a.$$

На нижній стороні прямокутника Π_2 введемо допоміжну функцію $g(x)$, завдяки такій умові:

$$\tau_{zy}^{(2)}(x, 0) = \mu_2 \frac{\partial u_2}{\partial y} \Big|_{y=0} = g(x), \quad 0 \leq x \leq a.$$

Слід зазначити, що функції $\tau(x)$ і $g(x)$ є невідомими.

Отже, для прямокутника Π_2 маємо задачу Неймана для рівняння Лапласа (11.16), яка має розв'язок за такої умови:

$$\int_0^a \tau(x) dx = \int_0^a g(x) dx. \quad (11.18)$$

Розв'язок цієї задачі визначають такою формулою:

$$u_2(x, y) = A_0 + b_1 y + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \operatorname{ch} r_n (h - y) + c_n \operatorname{ch} r_n y] \operatorname{cos} r_n x,$$

у якій позначено:

$$b_1 = \frac{\mu_2^{-1}}{a} \int_0^a g(\xi) d\xi;$$

$$a_n = -\frac{2\mu_2^{-1}}{\pi n \operatorname{sh} r_n h} \int_0^a g(\xi) \operatorname{cos} r_n \xi d\xi;$$

$$c_n = -\frac{2\mu_2^{-1}}{\pi n \operatorname{sh} r_n h} \int_0^a \tau(\xi) \operatorname{cos} r_n \xi d\xi, \quad r_n = \frac{n\pi}{a}.$$

Періодичний розв'язок рівняння Лапласа в прямокутнику $\Pi_1: \{0 \leq x \leq l, -H \leq y \leq 0\}$ визначмо таким рядом:

$$u_1(x, y) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} v_n(y) \cdot e^{i\lambda_n x};$$

$$v_n(y) = C_n \operatorname{sh} \lambda_n y + D_n \operatorname{ch} \lambda_n (y + H), \quad \lambda_n = \frac{2n\pi}{l}.$$

З умови:

$$\tau_{zy}^{(1)} = \mu_1 \cdot \frac{\partial u_1}{\partial y} = \begin{cases} g(x), & 0 < x < a, \\ \varphi(x), & a < x < l, \end{cases}$$

на верхній грані прямокутника Π_1 здобудемо:

$$C_n + D_n \operatorname{sh} \lambda_n H = \frac{\mu_1^{-1}}{\lambda_n l} \left(\int_0^a g(\xi) e^{-i\lambda_n \xi} d\xi + \int_a^l \phi(\xi) e^{-i\lambda_n \xi} d\xi \right). \quad (11.19)$$

Розв'язок для напівсмуги $y_1 < 0$, $0 \leq x \leq l$ берімо в такому вигляді:

$$u_0(x, y_1) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} A_n \cdot e^{|\lambda_n| y_1} \cdot e^{i\lambda_n x}, \quad y_1 < 0.$$

Умови спряження (11.17) на лінії $y_1 = 0$ з урахуванням ф-ли (11.19) дають:

$$C_n = \frac{1}{2\pi n \mu_1 \Delta_n} I_n; \quad D_n = \frac{1}{2\pi n \mu_1 \lambda_n \Delta_n} \Delta_n^{(1)};$$

$$I_n = \int_0^a g(\xi) e^{-i\lambda_n \xi} d\xi + \int_a^l \phi(\xi) e^{-i\lambda_n \xi} d\xi;$$

$$\Delta_n = ch^2 \lambda_n H + \nu_{10} \cdot ch \lambda_n H \cdot sh |\lambda_n| H;$$

$$\Delta_n^{(1)} = \lambda_n \cdot sh \lambda_n H + \nu_{10} |\lambda_n| \cdot ch \lambda_n H, \quad \nu_{10} = \nu_1 / \nu_2.$$

Однак залишається невиконаною одна умова для розв'язку прямої задачі: $u_2(x, 0) = u_1(x, 0)$, $0 \leq x \leq a$. Реалізація цієї умови приводить до такого рівняння:

$$\int_0^a g(\xi) [M(x - \xi) + M(x + \xi) - K_0(x - \xi)] d\xi + \int_0^a \tau(\xi) [h(x - \xi) + h(x + \xi)] d\xi = f_1(x), \quad 0 \leq x \leq a; \quad (11.20)$$

$$f_1(x) = \int_a^l \phi(\xi) K_0(x - \xi) d\xi.$$

$$M(x) = \nu_{12} [\ln |2 \sin \frac{\pi x}{2a}| + H(x)], \quad H(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{-r_n h} \cos r_n x}{sh r_n h \cdot n};$$

$$h(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos r_n x}{n sh r_n h}, \quad K_0(x) = -\ln |2 \sin \frac{\pi x}{2l}| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\gamma_n}{n} \cos \lambda_n x;$$

$$\gamma_n = \frac{e^{-\lambda_n H} (\nu_{10} - 1)}{ch \lambda_n H + \nu_{10} sh \lambda_n H}, \quad \nu_{12} = \mu_1 / \mu_2.$$

Друге рівняння дістанемо від реалізації надлишкової умови $u_1(x, 0) = f(x)$, якщо $a \leq x \leq l$:

$$A_0 + \frac{1}{\mu_1 \pi} \int_0^a g(\xi) K_0(x - \xi) d\xi = -\frac{1}{\mu_1 \pi} f_1(x) + f(x), \quad a \leq x \leq l. \quad (11.21)$$

Рівняння (11.20) і (11.21) є розв'язувальними рівняннями задачі граничного управління. Якщо з рівняння (11.20) виразити функцію $g(x)$ через управління $\tau(x)$ (чисельно чи напіваналітично) методом напівобертання або за алгоритмом саморегуляризації й підставити результат у рівняння (11.21), то прийдемо до першого подання (11.2).

Далі слід розв'язати некоректну задачу обертання здобутого інтегрального рівняння. Але можна вчинити по-іншому: розв'язати некоректну задачу обертання рівняння (11.21) щодо функції $g(x)$ і вже потім розв'язати таку саму задачу для рівняння (11.20) щодо функції управління $\tau(x)$. У будь-якому разі функція $g(x)$, а в кінцевому результаті й функція $\tau(x)$, буде містити невідому донині константу A_0 . Для її визначення слід скористатися рівністю (11.18).

11.5. Нестационарна задача теплопровідності для розгалуженого триланкового стрижня

Розгляньмо задачу теплопровідності для триланкового тонкого стрижня (рис. 11.3) за умови, що всі ланки стрижня є однаковими за своїми властивостями та між ланками в точці їхнього з'єднання є досконалий контакт. Позначмо довжину кожної ланки через l і з кожною ланкою зв'яжімо систему координат Ox_j ($j = 1, 2, 3$).

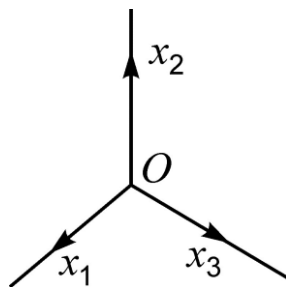


Рис. 11.3. Стрижнева система

Рівняння поширення тепла в стрижневій системі таке:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{1}{a^2} \frac{\partial u}{\partial t},$$

доповнімо крайовими та початковими умовами:

$$u_1(l, t) = u_2(l, t) = 0, \quad u_3(l, t) = v(t), \quad v(0) = 0, \quad t \geq 0;$$

$$u_j(x, 0) = f_j(x), \quad j = 1, 2, 3.$$

У точці з'єднання стрижнів маємо такі умови спряження:

$$\begin{cases} u_1(0, t) = u_2(0, t) = u_3(0, t), \\ \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + \frac{\partial u_3}{\partial x_3} \right) \Big|_{x=0} = 0. \end{cases}$$

Надалі індекс при змінній x будемо опускати й без утрати загальності викладу вважати, що $a = 1$.

До розв'язання задачі застосуємо операційний метод, який ґрунтується на перетворенні Лапласа. У результаті для трансформант $U_j(x, p)$ визначмо (p – параметр перетворення):

$$U_j(x, p) = \frac{1}{\gamma} \int_x^l f_j(\xi) \operatorname{sh} \gamma (x - \xi) d\xi + B_j \operatorname{sh} \gamma (x - l), \quad j = 1, 2,$$

$$B_j = -\frac{1}{3} \left(M^c \frac{1}{\operatorname{ch} z} - \frac{R_j}{\operatorname{sh} z} \right) \frac{1}{\gamma} - \frac{N(p)}{3 \operatorname{sh} z \cdot \operatorname{ch} z}, \quad j = 1, 2, 3,$$

$$\gamma = \sqrt{p}, \quad z = \gamma l, \quad v(t) \div N(p).$$

$$M^c = K_1^c + K_2^c + K_3^c, \quad K_j^c = \int_0^l f_j(\xi) \operatorname{ch} \gamma \xi d\xi,$$

$$R_j = M^s - 3K_j^s,$$

$$M^S = K_1^S + K_2^S + K_3^S, \quad K_j^S = \int_0^l f_j(\xi) sh\gamma\xi d\xi,$$

$$U_3(x, p) = \frac{1}{\gamma} \int_x^l f_3(\xi) sh\gamma(x - \xi) d\xi + B_3 sh\gamma(x - l) + \frac{sh\gamma x}{sh\gamma l} N(p).$$

Неважко переконатися, що граничні умови й умови спряження виконуються.

Повертаймося до оригіналів, використовуючи теорему про згортку:

$$u_j(x, t) = -\frac{1}{3} \int_0^t v'(\tau) k_j(x, t - \tau) d\tau + \frac{2}{l} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n A_n e^{-\lambda_n^2 t} \sin \lambda_n (x - l) + \frac{2}{l} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n B_n^j e^{-\tilde{\lambda}_n^2 t} \sin \frac{n\pi}{l} (x - l), \quad j = 1, 2, 3, \quad (11.22)$$

$$\lambda_n = \frac{\pi}{2l} (2n + 1), \quad \tilde{\lambda}_n = \frac{n\pi}{l},$$

$$A_n = \int_0^l (f_1(\xi) + f_2(\xi) + f_3(\xi)) \cos \lambda_n \xi d\xi,$$

$$B_n^j = \int_0^l [f_1(\xi) + f_2(\xi) + f_3(\xi) - 3f_j(\xi)] \sin \{\bar{\lambda}_n \xi\} d\xi, \quad (11.23)$$

$$k_1(x, t) = k_2(x, t) = \frac{x-l}{l} + \frac{1}{l} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \lambda_n^{-1} e^{-\lambda_n^2 t} \sin \frac{n\pi}{2l} (x - l),$$

$$k_3(x, t) = k_1(x, t) + \frac{1}{l} (x + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \lambda_n^{-1} e^{-\lambda_n^2 t} \sin \frac{n\pi}{l} x).$$

Слід зазначити, що з ф-ли (11.22) за умови, що $t = 0$ впливають формули розвинення довільної функції $f_j(x)$ у ряд Фур'є за гібридними власними функціями спектральної задачі:

$$y_j'' + \lambda^2 y_j = 0, \quad 0 < x < l, \quad y_j(l) = 0,$$

$$y_1(0) = y_2(0) = y_3(0), \quad (11.24)$$

$$y_1'(0) + y_2'(0) + y_3'(0) = 0.$$

Ця задача має спектр, що складається із двох серій чисел: $\tilde{\lambda}_n = n\pi l^{-1}$ і $\lambda_n = \frac{\pi}{2}(2n + 1)l^{-1}$, та, відповідно, дві серії власних функцій:

$$y_n^{(1)}(x) = \sin \{\tilde{\lambda}_n(x - l)\} \text{ і } y_n^{(2)}(x) = \sin \lambda_n(x - l).$$

У такому разі формули розвинення мають такий вигляд:

$$f_j(x) = \frac{2}{l} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n A_n \sin \lambda_n(x - l) + \frac{2}{l} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n B_n^j \sin \{\tilde{\lambda}_n(x - l)\}, \quad (11.25)$$

де величини A_n і B_n^j ($j = 1, 2, 3$) визначають рівностями (11.23).

Будемо вважати, що в точці $x = l/2$ проміжку (t_1, t_2) першої ланки є відомою температура $u_1(l/2, t) = u_1^0(t)$. Виберімо граничне управління $v(t)$, $t \in (0, t_2)$ на межі третьої ланки так, щоб забезпечити збіг функції $u_1(x, t)$ у точці $x = l/2$ з функцією $u_1^0(t)$ на (t_1, t_2) . Цю задачу замінімо на нову:

$$I(v) \equiv \int_{t_1}^{t_2} [u_1(l/2, t) - u_1^0(t)]^2 dt \Rightarrow \min. \quad (11.26)$$

Така задача має єдиний регуляризований розв'язок [23].

11.6. Нестационарна задача теплопровідності для системи, що складається із прямокутних тонких пластин

Розгляньмо систему із трьох прямокутних пластин, які мають однаковий розмір, виготовлені з одного матеріалу, спаяні між собою й перебувають в умові досконалого теплового контакту (рис. 11.4).

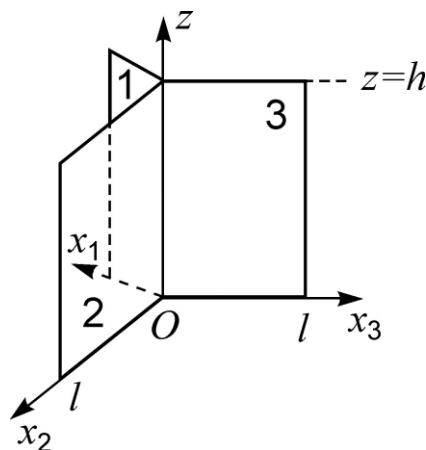


Рис. 11.4. Система тонких пластин

Початкові умови для простоти викладу візьмімо нульовими, а на межі пластин приймімо такі умови:

$$\begin{cases} u_j(x, 0, t) = f_j(x) \cdot \varphi_j(t), \\ u_j(x, h, t) = g_j(x) \cdot \psi_j(t), \end{cases} \quad (j = 1, 2, 3), \quad u_j(l, z, t) = 0.$$

Рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial^2 u_j}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_j}{\partial z^2} = \frac{\partial u_j}{\partial t}$$

на лінії з'єднання пластин доповнімо умовами спряження:

$$\frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + \frac{\partial u_3}{\partial x_3} \Big|_{x_1=x_2=x_3=0} = 0.$$

Для погодженості початкових і граничних даних має бути виконано такі умови: $\phi_j(0) = \psi_j(0) = 0$ ($j = 1, 2, 3$).

Розвинемо функції $u_j(x, z, t)$, $f_j(x)$, $g_j(x)$ в ряди вигляду (11.25) за власними функціями $y_n^{(1)}(x)$ та $y_n^{(2)}(x)$ спектральної задачі (11.24):

$$u_j(x, z, t) = \sum_{n=1}^{\infty} (v_{jn}(z, t) y_n^{(1)}(x) + w_{jn}(z, t) y_n^{(2)}(x)), \quad (11.27)$$

$$\begin{pmatrix} f_j(x) \\ g_j(x) \end{pmatrix} = \sum_{n=1}^{\infty} \begin{pmatrix} \alpha_{jn}^{(1)} \\ \beta_{jn}^{(1)} \end{pmatrix} y_n^{(1)}(x) + \sum_{n=1}^{\infty} \begin{pmatrix} \alpha_{jn}^{(2)} \\ \beta_{jn}^{(2)} \end{pmatrix} y_n^{(2)}(x), \quad 0 \leq x \leq l, \quad (11.28)$$

де числа $\alpha_{jn}^{(1)}$, $\alpha_{jn}^{(2)}$, $\beta_{jn}^{(1)}$, $\beta_{jn}^{(2)}$ визначають ф-лами (11.23).

Для визначення функцій $v_{jn}(z, t)$, $w_{jn}(z, t)$ маємо таке рівняння:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial z^2} - \tilde{\lambda}_n^2 v = \frac{\partial v}{\partial t}, \quad \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} - \lambda_n^2 w = \frac{\partial w}{\partial t} \quad (0 < z < h), \quad (11.29)$$

граничні умови:

$$\begin{cases} v_{jn}(0, t) = \alpha_{jn}^{(1)} \cdot \phi_j(t), & v_{jn}(h, t) = \beta_{jn}^{(1)} \cdot \psi_j(t), \\ w_{jn}(0, t) = \alpha_{jn}^{(2)} \cdot \phi_j(t), & w_{jn}(h, t) = \beta_{jn}^{(2)} \cdot \psi_j(t), \end{cases} \quad (11.30)$$

та нульові початкові дані.

Застосуємо до задачі (11.29), (11.30) операційний метод, у результаті чого дістанемо:

$$V_{jn}(z, p) = \Psi_j(p) \cdot \beta_{jn}^{(1)} \frac{sh \gamma_n z}{sh \gamma_n h} + \Phi_j(p) \cdot \alpha_{jn}^{(1)} \frac{sh \gamma_n (h-z)}{sh \gamma_n h},$$

$$W_{jn}(z, p) = \Psi_j(p) \cdot \beta_{jn}^{(2)} \frac{sh \tilde{\gamma}_n z}{sh \tilde{\gamma}_n h} + \Phi_j(p) \cdot \alpha_{jn}^{(2)} \frac{sh \tilde{\gamma}_n (h-z)}{sh \tilde{\gamma}_n h},$$

$$\gamma_n^2 = \lambda_n^2 + p; \quad \tilde{\gamma}_n^2 = \tilde{\lambda}_n^2 + p; \quad \Phi_j(p) \div \phi_j(t); \quad \Psi_j(p) \div \psi_j(t);$$

$$V_{jn}(z, p) \div v_{jn}(z, t); \quad W_{jn}(z, p) \div w_{jn}(z, t).$$

Повертаймося до шуканих функцій $v_{jn}(z, t)$, $w_{jn}(z, t)$ за теоремою про згортки та лишки:

$$v_{jn}(z, t) = \beta_{jn}^{(1)} \int_0^t \psi_j'(\tau) H_{jn}^{(1)}(z, t - \tau) d\tau + \alpha_{jn}^{(1)} \int_0^t \phi_j'(\tau) K_{jn}^{(1)}(z, t - \tau) d\tau;$$

$$w_{jn}(z, t) = \beta_{jn}^{(2)} \int_0^t \psi_j'(\tau) H_{jn}^{(2)}(z, t - \tau) d\tau + \alpha_{jn}^{(2)} \int_0^t \phi_j'(\tau) K_{jn}^{(2)}(z, t - \tau) d\tau;$$

$$H_{jn}^{(1)}(z, t) = \frac{sh \{\tilde{\lambda}_n z\} h}{sh \{\tilde{\lambda}_n\} h} + 2\pi \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k k e^{\tilde{\rho}_k t} \sin(k\pi h^{-1} z)}{k^2 \pi^2 + \tilde{\lambda}_n^2 h^2},$$

$$K_{jn}^{(1)}(z, t) = H_{jn}^{(1)}(z - h, t).$$

Вирази для ядер $H_{jn}^{(2)}(z, t)$, $K_{jn}^{(2)}(z, t)$ дістанемо заміною в ядрах $H_{jn}^{(1)}(z, t)$, $K_{jn}^{(1)}(z, t)$ параметра $\tilde{\lambda}_n$ на λ_n .

Отже, розв'язок вихідної задачі має такий вигляд:

$$u_j(x, z, t) = \int_0^t \psi_j'(\tau) H_j(x, z, t - \tau) d\tau + \int_0^t \phi_j'(\tau) K_j(x, z, t - \tau) d\tau;$$

$$H_j(x, z, t) = \sum_{n=1}^{\infty} y_n^{(1)}(x) \left[\beta_{jn}^{(1)} H_{jn}^{(1)}(z, t) \right] + \sum_{n=1}^{\infty} y_n^{(2)}(x) \left[\beta_{jn}^{(2)} H_{jn}^{(2)}(z, t) \right]; \quad (11.31)$$

$$K_j(x, z, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left[\alpha_{jn}^{(1)} y_n^{(1)}(x) K_{jn}^{(1)}(z, t) + \alpha_{jn}^{(2)} y_n^{(2)}(x) K_{jn}^{(2)}(z, t) \right].$$

Форма розв'язку (11.31) відповідає поданню (11.2) і дозволяє сформулювати задачу граничного управління для функцій $\phi_j(t)$, $\psi_j(t)$.

Зазначмо, що в цьому та попередньому пунктах було розглянуто трикомпонентну систему, складену з однакових компонентів, що зумовлено лише простотою викладу. Але запропонований метод також може бути застосовано до багатоконпонентної системи з довільним скінченним числом різнорідних компонентів.

11.7. Вимушені коливання чотириланкової струни

Розгляньмо струну, складену із чотирьох однорідних ланок (рис. 11.5).

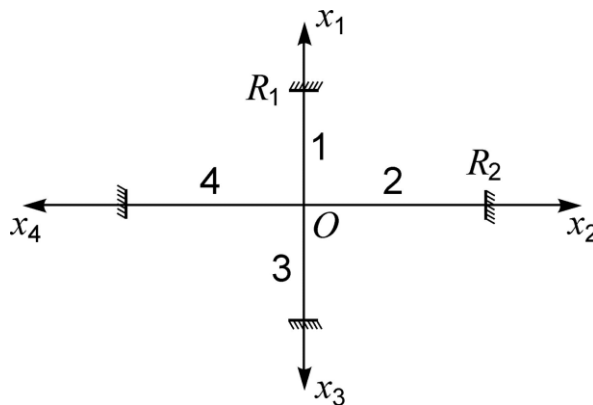


Рис. 11.5. Чотириланкова струна

Деякі кінці ланок закріплено, а інші – спаяно в одній точці. Припустімо, що другу ланку струни навантажено розподіленими за довжиною ланки зусиллями $v(t)$, інші ж три ланки є вільними від навантаження.

Початкові умови візьмімо нульовими, хоча для методу розв'язання це не є обов'язковим.

Колівання струни описують таким рівнянням:

$$\frac{\partial^2 u_j}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2} - \frac{v(t)}{T} \delta_{2j}, \quad j = \overline{1,4},$$

де T – натяг струни;

δ_{2j} – символ Кронекера.

Крім умов закріплення:

$$u_1(R_1, t) = u_2(R_2, t) = u_3(R_1, t) = u_4(R_2, t) = 0,$$

у точці $x = x_j = 0$ мають місце умови спряження ланок:

$$\begin{cases} u_1(0, t) = u_2(0, t) = u_3(0, t) = u_4(0, t), \\ \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + \frac{\partial u_3}{\partial x_3} + \frac{\partial u_4}{\partial x_4} \right) \Big|_{x=0} = 0. \end{cases} \quad (11.32)$$

Застосуємо операційний метод:

$$\frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2} \div p^2 U_j(x, p);$$

$$u_j(x, t) \div U_j(x, p);$$

$$v(t) \div N(p).$$

У результаті дістанемо:

$$U_j(x, p) = A_j \cdot shp(x - R_j), \quad j = 1, 3, 4; \quad (11.33)$$

$$U_2(x, p) = A_2 \cdot shp(x - R_2) + \frac{N(p)}{Tp^2} [1 - chp(x - R_2)],$$

де A_j – довільні функції параметра p .

Далі за умовами спряження (11.32) визначаймо:

$$\begin{aligned} A_1(p) &= -\frac{N(p)}{Tp^2} \frac{sh^2 p \frac{R_2}{2}}{shp(R_1 + R_2)}, \quad A_3 = A_1; \\ A_2(p) &= -\frac{N(p)}{Tp^2} \frac{chpR_2 - 1}{shpR_2} \left(1 + \frac{shpR_1}{2shp(R_1 + R_2)} \right); \\ A_4(p) &= -\frac{N(p)}{2Tp^2} \frac{chpR_2 - 1}{shpR_2} \frac{shpR_1}{shp(R_1 + R_2)}. \end{aligned} \quad (11.34)$$

Ураховуючи (11.33) і (11.34), визначмо оригінали (у припущенні, що функції $shpR_2$ і $shp(R_1 + R_2)$ не мають спільних нулів):

$$u_1(x, t) = u_3(x, t) = -\frac{1}{2T} \int_0^t v(\tau) r_1(x, t - \tau) d\tau;$$

$$u_2(x, t) = -\frac{1}{T} \int_0^t v(\tau) r_2(x, t - \tau) d\tau;$$

$$u_4(x, t) = -\frac{1}{2T} \int_0^t v(\tau) r_4(x, t - \tau) d\tau,$$

де введено такі позначення:

$$r_1(x, t) = \frac{4}{l} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \lambda_n^{-2} \sin^2 \lambda_n \frac{R_2}{2} \sin \lambda_n (x - R_1) \sin \lambda_n t;$$

$$r_2(x, t) = \frac{2}{R_2} S(x, t) + \frac{2}{l} R(x, t); \quad r_4(x, t) = -\frac{4}{R_2} S(x, t) + \frac{4}{l} R(x, t);$$

$$S(x, t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin r_n t}{r_n^2} \sin r_n (x - R_2);$$

$$R(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin^2 \lambda_n \frac{R_2}{2}}{\lambda_n^2} \sin \lambda_n t \sin \lambda_n (x - R_2);$$

$$r_n = \frac{\pi}{R_2} (2n + 1); \quad \lambda_n = \frac{n\pi}{l}; \quad l = R_1 + R_2.$$

Тепер задачу ідентифікації навантаження $v(t)$ можна сформулювати так: у точці $x = a_0$ ($0 < a_0 < R_1$) першої ланки струни відбувається спостереження протягом проміжку часу (t_1, t_2) , тобто в цьому проміжку є відомою функція $u_1(a_0, t) = u_1^0(t)$. За цими спостереженнями, які завжди супроводжують похибки, треба якомога точніше розпізнати те навантаження, яке ініціює переміщення $u_1^0(t)$. Таку задачу замінімо новою:

$$J(v) \equiv \int_{t_1}^{t_2} [u_1(a, t) - u_1^0(t)]^2 dt \Rightarrow \min.$$

Зазначмо, що мінімальний проміжок часу $\tau_0 = t_2 - t_1$, потрібний для розв'язання останньої задачі, дорівнює $(R_2 + a_0)/a$, де a – швидкість поширення збурень у струні [6]. У нашому випадку взято $a = 1$.

У разі, коли $\tau_0 < R_2 + a_0$, то регуляризований розв'язок задачі щодо $\min J(v)$ все одно буде визначено. Але він не буде справжнім управлінням, тому назвімо його квазірозв'язанням задачі управління.

Отже, для початкових умов:

$$u_j(x, 0) = f_j(x); \quad \frac{\partial u_j}{\partial t} \Big|_{t=0} = 0;$$

$$0 \leq x \leq R_1, \text{ якщо } j = 1, 3; \quad 0 \leq x \leq R_2, \text{ якщо } j = 2, 4.$$

Розв'язок задачі про вільні коливання чотириланкової струни має такий вигляд:

$$u_1(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n^1 \sin \lambda_n (x - R_1) \cos \lambda_n t + \sum_{n=1}^{\infty} B_n^1 \sin s_n^{(1)} x \cos s_n^{(1)} t; \quad (11.35)$$

$$u_2(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n^2 \sin \lambda_n (x - R_2) \cos \lambda_n t + \sum_{n=1}^{\infty} B_n^2 \sin s_n^{(2)} x \cos s_n^{(2)} t; \quad (11.36)$$

де введено такі позначення:

$$A_n^1 = \frac{1}{l} [K_1^s(\lambda_n) + K_3^s(\lambda_n) - (-1)^n (K_2^s(\lambda_n) + K_4^s(\lambda_n))];$$

$$A_n^2 = \frac{1}{l} [K_2^s(\lambda_n) + K_4^s(\lambda_n) - (-1)^n (K_1^s(\lambda_n) + K_3^s(\lambda_n))];$$

$$B_n^1 = \frac{1}{R_1} [S_1^s(s_n^{(1)}) - S_3^s(s_n^{(1)})];$$

$$B_n^2 = \frac{1}{R_2} [S_2^s(s_n^{(2)}) - S_4^s(s_n^{(2)})];$$

$$K_j^s(\lambda) = \int_0^{R_j} f_j(\xi) \sin \lambda (\xi - R_j) d\xi;$$

$$S_j^s(r) = \int_0^{R_j} f_j(\xi) \sin r \xi d\xi;$$

$$s_n^{(1)} = \frac{n\pi}{R_1}; \quad s_n^{(2)} = \frac{n\pi}{R_2}.$$

Вирази для функцій $u_3(x, t)$, $u_4(x, t)$ є аналогічними.

Зазначмо, що з ф-л (11.35) і (11.36) у разі $t = 0$ впливають формули розвинення довільних функцій у ряди Фур'є за гібридними власними функціями спектральної задачі:

$$y_j'' + \lambda^2 y_j = 0,$$

$$0 < x < R_1, \text{ якщо } j = 1,3 \quad \text{і} \quad 0 < x < R_2, \text{ якщо } j = 2,4;$$

$$y_j(R_j) = 0, \quad j = 1,2,3,4;$$

$$y_1(0) = y_2(0) = y_3(0) = y_4(0);$$

$$\left(\frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + \frac{\partial u_3}{\partial x_3} + \frac{\partial u_4}{\partial x_4} \right) \Big|_{x=0} = 0.$$

Як видно з ф-л (11.35) і (11.36) ця задача має три серії власних значень і три серії власних функцій.

11.8. Рівновага пружної площини із круговим отвором і напівнескінченим розрізом

Нехай декартові, полярні й еліптичні координати пов'язано рівностями:

$$x = \rho \cos \phi, \quad y = \rho \sin \phi, \quad x = a c h \xi \cos \theta, \quad y = a s h \xi \sin \theta$$

$$(a > 0, \quad 0 \leq \theta \leq \pi, \quad -\infty < \xi < \infty),$$

де ξ, θ – координати еліптичного циліндра.

Рівняння $\xi = const$ і $\theta = const$ визначають сімейства еліпсів і гіпербол, що мають спільні фокуси в точках $(-a, 0), (a, 0)$. У граничних випадках $\xi = 0, \theta = 0, \theta = \pi$ еліпси вироджуються у відрізок $y = 0, |x| \leq a$, а гілки гіперболи – у промені $[a, +\infty), (-\infty, -a]$.

Розгляньмо пружну площину, яка має круговий отвір $\rho \leq \rho_0$, ($\rho_0 < a$) і розріз $\theta = 0$ ($y = \pm 0, x > a$). Будемо вважати, що до берегів розрізу на ділянці $a < x < x_0 = a c h \xi_0$ прикладено нормальний рівномірно розподілений тиск σ_0 ($\sigma_0 > 0$), а на ділянці $x > x_0$ береги розрізу є вільними від зовнішніх зусиль і не контактують між собою. Також будемо вважати, що контур отвору $\rho = \rho_0$ не є навантаженим зовнішніми зусиллями.

Таку задачу зведено до розв'язання системи рівнянь Ламе [7]:

$$\operatorname{grad} \operatorname{div} \bar{u} + (1 - 2\nu)\Delta \bar{u} = 0 \quad (11.37)$$

із граничними умовами:

$$\sigma_y|_{\theta=0} = \begin{cases} -\sigma_0, & 0 < \xi < \xi_0, \\ 0, & \xi > \xi_0, \end{cases} \quad (11.38)$$

$$\tau_{xy}|_{\theta=0} = 0, \quad (11.39)$$

$$\sigma_\rho|_{\rho=\rho_0} = \tau_\phi|_{\rho=\rho_0} = 0. \quad (11.40)$$

де \bar{u} – вектор пружних переміщень;
 ν – коефіцієнт Пуассона.

Крім цих умов, розв'язок має задовольняти умову відсутності напружень на нескінченності.

Розв'язок сформульованої задачі будемо визначати в такому вигляді:

$$\bar{u} = \int_0^\infty [H_1(\lambda)\bar{u}_1(\xi, \theta; \lambda) + H_2(\lambda)\bar{u}_2(\xi, \theta; \lambda)] d\lambda + \sum_{n=0}^\infty B_n^{(1)}\bar{u}_{3,n}(\rho, \phi) + \sum_{n=2}^\infty B_n^{(2)}\bar{u}_{4,n}(\rho, \phi),$$

де $\bar{u}_1(\xi, \theta; \lambda)$, $\bar{u}_2(\xi, \theta; \lambda)$, $\bar{u}_{3,n}(\rho, \phi)$, $\bar{u}_{4,n}(\rho, \phi)$ – частинні розв'язки рівняння (11.37) в еліптичній і полярній системах координат відповідно [1].

З умови (11.39) маємо:

$$H_1(\lambda) = -(1 - 2\nu)H_2(\lambda). \quad (11.41)$$

Для реалізації умови (11.38) скористаймося формулами розв'язання базисних розв'язків системи рівнянь Ламе в еліптичних і полярних координатах ($0 \leq \theta < \pi/2$) [1]:

$$\begin{aligned} \bar{u}_{3,n}(\rho, \phi) &= a^{-(n+1)} \int_0^\infty A_{n+1}(\lambda)\bar{u}_3(\xi, \theta; \lambda)d\lambda, \\ \bar{u}_{4,n}(\rho, \phi) &= \\ &= a^{-(n-1)} \int_0^\infty A_{n-1}(\lambda)[2\bar{u}_4(\xi, \theta; \lambda) + (n - 1 + \chi)\bar{u}_3(\xi, \theta; \lambda)]d\lambda. \end{aligned} \quad (11.42)$$

Обчислюючи за допомогою (11.42) напруження σ_y на розрізі $\theta = 0$, визначмо:

$$\sigma_y|_{\theta=0} = \frac{2G}{ash\xi} \left\{ \int_0^\infty [H_1(\lambda) + 2(1-\nu)H_2(\lambda)] \lambda ch\pi\lambda sin\lambda\xi d\lambda + \sum_{k=0}^\infty [B_k^{(1)} + k B_{k+2}^{(2)}] a^{-(k+1)} \int_0^\infty A_{k+1}(\lambda) \lambda sin\lambda\xi d\lambda \right\},$$

де G – модуль зсуву.

З урахуванням умови (11.38) дістанемо:

$$H_2(\lambda) = -\frac{1}{ch\pi\lambda} \left(\frac{a\sigma_0}{\pi G \lambda} \int_0^{\xi_0} sh\xi sin\lambda\xi d\xi + \sum_{k=0}^\infty [B_k^{(1)} + k B_{k+2}^{(2)}] \frac{A_{k+1}(\lambda)}{a^{k+1}} \right). \quad (11.43)$$

Застосуємо формули переходу від еліптичних координат до полярних [1], тоді напруження σ_ρ , $\tau_{\rho\phi}$ на колі $\rho = \rho_0$ набудуть такого вигляду:

$$\begin{aligned} \frac{\sigma_\rho}{2G} |_{\rho=\rho_0} = & -\sum_{n=0}^\infty (n+1) \rho_0^{-(n+2)} B_n^{(1)} \cos n\phi - \\ & -\sum_{n=2}^\infty (n-1)(n+2) \rho_0^{-n} B_n^{(2)} \cos n\phi + \\ & + \sum_{n=2}^\infty a^{-(n+1)} (n-1) \rho_0^{n-2} \cos n\phi \int_0^\infty D_{n-1}(\lambda) H_1(\lambda) d\lambda + \\ & + \frac{1}{2} \int_0^\infty H_2(\lambda) \left[\sum_{n=0}^\infty D_{n+1}(\lambda) a^{-(n+1)} (n+1)(n-2) \rho_0^n \cos n\phi - \right. \\ & \left. - \sum_{n=2}^\infty D_{n-1}(\lambda) (n-1-\chi) a^{-(n-1)} (n-1) \rho_0^{n-2} \cos n\phi \right] d\lambda; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\tau_{\rho\phi}}{2G} |_{\rho=\rho_0} = & -\sum_{n=1}^\infty (n+1) \rho_0^{-(n+2)} B_n^{(1)} \sin n\phi - \\ & -\sum_{n=2}^\infty (n-1) n \rho_0^{-n} B_n^{(2)} \sin n\phi - \\ & -\sum_{n=2}^\infty a^{-(n-1)} (n-1) \rho_0^{n-2} \sin n\phi \int_0^\infty D_{n-1}(\lambda) H_1(\lambda) d\lambda + \\ & + \frac{1}{2} \int_0^\infty H_2(\lambda) \left[-\sum_{n=1}^\infty D_{n+1}(\lambda) a^{-(n+1)} (n+1) n \rho_0^n \sin n\phi + \right. \\ & \left. + \sum_{n=2}^\infty D_{n-1}(\lambda) (n-1-\chi) a^{-(n-1)} (n-1) \rho_0^{n-2} \sin n\phi \right] d\lambda. \end{aligned}$$

Задовольняючи умови (11.40):

$$\sigma_\rho |_{\rho=\rho_0} = \tau_{\rho\phi} |_{\rho=\rho_0} = 0$$

та враховуючи ф-лу (11.41), здобуваймо систему інтегральних рівнянь:

$$\begin{aligned}
 -\rho_0^{-2} B_0^{(1)} &= a^{-1} \int_0^\infty H_2(\lambda) D_1(\lambda) d\lambda; \\
 -\rho_0^{-3} B_1^{(1)} &= a^{-2} \rho_0 \int_0^\infty H_2(\lambda) D_2(\lambda) d\lambda; \\
 -\frac{n+1}{\rho_0^{n+2}} B_n^{(1)} - \frac{(n-1)(n+2)}{\rho_0^n} B_n^{(2)} - \frac{(n-2)(n-1)}{2} a^{1-n} \rho_0^{n-2} \times \\
 \times \int_0^\infty D_{n-1}(\lambda) H_2(\lambda) d\lambda + \frac{(n-2)(n+1)}{2a^{n+1}} \rho_0^n \int_0^\infty D_{n+1}(\lambda) H_2(\lambda) d\lambda &= 0; \\
 -\frac{n+1}{\rho_0^{n+2}} B_n^{(1)} - \frac{(n-1)n}{\rho_0^n} B_n^{(2)} + \frac{(n-2)(n-1)}{2} a^{1-n} \rho_0^{n-2} \times \\
 \times \int_0^\infty D_{n-1}(\lambda) H_2(\lambda) d\lambda - \frac{n(n+1)}{2} a^{1-n} \rho_0^n \int_0^\infty D_{n+1}(\lambda) H_2(\lambda) d\lambda &= 0 \\
 (n = 2, 3, \dots).
 \end{aligned} \tag{11.44}$$

Система (11.44) є незручною для подальшого аналізу тим, що до неї входять величини $B_k^{(1)} + kB_{k+2}^{(2)}$. Тому введемо нові невідомі x_n за такою формулою:

$$B_n^{(1)} + nB_{n+2}^{(2)} = \frac{a\sigma_0}{\pi G} \rho_0^{n+1} x_n, \tag{11.45}$$

у результаті чого рівність (11.43) набуде такого вигляду:

$$\begin{aligned}
 H_2(\lambda) &= -\frac{a\sigma_0}{\pi G \text{ch}\pi\lambda} \left[\frac{1}{\lambda} \int_0^{\xi_0} sh\xi \sin\lambda\xi d\xi + \sum_{k=0}^\infty x_k \varepsilon^{k+1} A_{k+1}(\lambda) \right], \\
 \varepsilon &= \rho_0/a.
 \end{aligned} \tag{11.46}$$

Із системи (11.44) визначмо величини $B_n^{(1)}$, $B_n^{(2)}$ та обчислімо:

$$\begin{aligned}
 B_0^{(1)} &= -\rho_0 \varepsilon \int_0^\infty D_1(\lambda) H_2(\lambda) d\lambda; \\
 B_n^{(1)} + nB_{n+2}^{(2)} &= \frac{1}{2} \rho_0^{n+1} \varepsilon^{n+1} \int_0^\infty [(n-1)(n-2)D_{n-1}(\lambda) - \\
 -2n^2 \varepsilon^2 D_{n+1}(\lambda) + n(n+3)\varepsilon^4 D_{n+3}(\lambda)] H_2(\lambda) d\lambda \\
 (n = 1, 2, \dots).
 \end{aligned}$$

З останніх рівностей з урахуванням (11.45) і (11.46) здобуваємо нескінченну систему лінійних алгебраїчних рівнянь щодо невідомих x_n :

$$x_n = \sum_{k=0}^{\infty} D_{nk} x_k + f_n \quad (n = 0, 1, 2, \dots), \quad (11.47)$$

у якій:

$$D_{nk} = -\frac{1}{2} \varepsilon^{n+k} \int_0^{\infty} [(n-1)(n-2)D_{n-1}(\lambda) - 2n^2 \varepsilon^2 D_{n+1}(\lambda) + n(n+3)\varepsilon^4 D_{n+3}(\lambda)] \frac{A_{k+1}(\lambda)}{ch\pi\lambda} d\lambda;$$

$$f_n = -\frac{1}{2} \varepsilon^{n-1} \int_0^{\infty} [(n-1)(n-2)D_{n-1}(\lambda) - 2n^2 \varepsilon^2 D_{n+1}(\lambda) + n(n+3)\varepsilon^4 D_{n+3}(\lambda)] f(\lambda) d\lambda \quad (n = 1, 2, \dots).$$

$$f(\lambda) = \frac{1}{\lambda ch\pi\lambda} \int_0^{\xi_0} sh\xi sin\lambda\xi d\xi;$$

$$f_0 = \varepsilon \int_0^{\infty} D_1(\lambda) f(\lambda) d\lambda;$$

$$D_{0k} = \varepsilon^{k+2} \int_0^{\xi_0} D_1(\lambda) \frac{A_{k+1}(\lambda)}{ch\pi\lambda} d\lambda.$$

Уведемо такі позначення:

$$J_{m,k} = \int_0^{\infty} D_m(\lambda) A_{k+1}(\lambda) \frac{d\lambda}{ch\pi\lambda};$$

$$j_m = \int_0^{\infty} D_m(\lambda) f(\lambda) d\lambda,$$

тоді матричні елементи та вільні члени нескінченної системи набудуть такого вигляду:

$$D_{nk} = -\frac{\varepsilon^{n+k}}{2} [(n-1)(n-2)J_{n-1,k} - 2n^2 \varepsilon^2 J_{n+1,k} + (n+3)n\varepsilon^4 J_{n+3,k}];$$

$$f_n = -\frac{1}{2} \varepsilon^{n-1} [(n-1)(n-2)j_{n-1} - 2n^2 \varepsilon^2 j_{n+1} + (n+3)n\varepsilon^4 j_{n+3}];$$

$$D_{0k} = \varepsilon^{k+2} J_{1,k}, \quad f_0 = \varepsilon j_1.$$

Для величин $J_{m,k}$ і j_m маємо такі оцінки:

$$J_{m,k} < \frac{(m+1)(k+1)(k+2)}{4\sqrt{\pi}m^2}, \quad |j_m| \leq \frac{\sqrt{\pi}}{4}(ch\xi_0 - 1) \quad (11.48)$$

$$(m \geq 1, k \geq 0).$$

З оцінок (11.48) випливає збіжність рядів $\sum_{n,k=0}^{\infty} |D_{nk}(\varepsilon)|^2$, $\sum_{n=0}^{\infty} |f_n(\varepsilon)|^2$ за умови, що $0 < \varepsilon < 1$. Це, своєю чергою, означає, що система (11.47) має цілком неперервний оператор у просторі l_2 .

Крім того, розв'язок такої системи теж належить l_2 і його можна здобути методом редукції [9]. Можна показати, що ця система є квазі-регулярною для $0 < \varepsilon < 1$ і цілком регулярною для $0 < \varepsilon \leq \varepsilon_0 < 1$.

Обмеження $0 < \varepsilon < 1$ природним чином пов'язано з формулюванням задачі й означає, що коло $\rho = \rho_0$ і напівнескінченний розріз $\theta = 0$ не перетинаються та не торкаються один одного.

До розв'язання системи (11.47) застосуємо метод малого параметра, для цього невідомі величини x_n і матричні елементи розвинемо в ряди за параметром ε :

$$x_0 = \omega_0^{(1)}\varepsilon + \omega_0^{(2)}\varepsilon^3 + \omega_0^{(3)}\varepsilon^5 + \dots, \quad x_1 = \omega_1^{(1)}\varepsilon^2 + \omega_1^{(2)}\varepsilon^4 + \dots,$$

$$x_2 = \omega_2^{(1)}\varepsilon^3 + \dots, \quad x_3 = \omega_3^{(1)}\varepsilon^4 + \dots;$$

$$D_{00} = \varepsilon^2 J_{1,0}, \quad D_{01} = \varepsilon^3 J_{1,1}, \quad D_{10} = \varepsilon^3 J_{2,0};$$

$$f_0 = \varepsilon j_1, \quad f_1 = \varepsilon^2 j_2 - 2\varepsilon^4 j_4, \quad f_2 = 4\varepsilon^3 j_3 + \dots;$$

$$j_1 = \sqrt{2}sh\frac{\xi_0}{2} - \arctg(\sqrt{2}sh\frac{\xi_0}{2}), \quad j_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{sh^3\frac{\xi_0}{2}}{ch\xi_0},$$

$$j_3 = \frac{\sqrt{2}}{12} \frac{1}{ch^2\xi_0} (sh\frac{\xi_0}{2} ch(2\xi_0) - \frac{1}{4} ch\frac{\xi_0}{2} sh(2\xi_0)),$$

$$j_4 = \frac{\sqrt{2}}{8} \frac{sh^3\frac{\xi_0}{2}}{ch\xi_0} + \frac{\sqrt{2}}{96} \frac{sh\frac{\xi_0}{2}}{ch^3\xi_0} (\frac{3}{2} ch^3\xi_0 + \frac{9}{2} ch^2\xi_0 - 2ch\xi_0 - 4);$$

$$J_{1,0} = 1/8, \quad J_{1,1} = 1/8, \quad J_{2,0} = 1/16.$$

Прирівнюючи коефіцієнти за однакових степенів ε , визначмо:

$$\omega_0^{(1)} = j_1, \quad \omega_0^{(2)} = J_{1,0}j_1, \quad \omega_0^{(3)} = J_{1,0}^2j_1 + J_{1,1}j_2;$$

$$\omega_1^{(1)} = j_2, \quad \omega_1^{(2)} = J_{2,0}j_1 - 2j_4;$$

$$\omega_2^{(1)} = 4j_3; \quad \omega_3^{(1)} = -j_2.$$

Підсумовуючи розглянуте, запишімо формулу для коефіцієнта інтенсивності напруження σ_y в околі розрізу:

$$\begin{aligned} K_I = \lim_{x \rightarrow a} [\sqrt{2(a-x)}\sigma_y] |_{\varepsilon=0} = \frac{4\sigma_0\sqrt{a}}{\pi} sh \frac{\xi_0}{2} \times \\ \times \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left[1 - \frac{\operatorname{arctg}\left(\sqrt{2sh\frac{\xi_0}{2}}\right)}{\sqrt{2sh\frac{\xi_0}{2}}} \right] \varepsilon^2 + \left[\frac{1}{4} - \frac{3}{16ch\xi_0} - \frac{1}{16} \frac{\operatorname{arctg}\left(\sqrt{2sh\frac{\xi_0}{2}}\right)}{\sqrt{2sh\frac{\xi_0}{2}}} \right] \varepsilon^4 + \right. \\ \left. + \frac{1}{128} \left[19 + \frac{16}{ch\xi_0} - \frac{36}{ch^2\xi_0} + \frac{8}{ch^3\xi_0} - \frac{7\operatorname{arctg}\left(\sqrt{2sh\frac{\xi_0}{2}}\right)}{\sqrt{2sh\frac{\xi_0}{2}}} \right] \varepsilon^6 \right\} + O(\varepsilon^8). \end{aligned} \quad (11.49)$$

11.9. Тиск на пружній півпростір концентричного кільцевого штампа

Нехай на пружній півпростір $z < 0$ тисне концентричний кільцевий штамп із плоскою основою, який займає область S :

$$S = \{(x, y) | a_1^2 < x^2 + y^2 < a^2\},$$

де a_1 (a) – радіус внутрішнього (зовнішнього) кола.

Поза штампом діє нормальне навантаження (нормальний тиск), розподілене на площині $z = 0$ за законом $g(x, y)$. Навантаження може бути як поза кільцем, так і всередині нього. Потрібно визначити тиск під штампом.

Отже, математичне формулювання цієї задачі таке: у півпросторі $z < 0$ потрібно знайти спадну до нуля на нескінченності гармонійну функцію $\phi(x, y, z)$ за мішаними крайовими умовами за умови, що $z = 0$:

$$\begin{aligned} \phi(x, y, 0) &= f(x, y) \quad (a_1^2 < x^2 + y^2 < a^2), \\ \frac{\partial \phi}{\partial z} \Big|_{z=0} &= -\frac{2(1-\nu^2)}{E} g(x, y) \quad \text{поза штампом,} \end{aligned} \quad (11.50)$$

де $f(x, y)$ – осадка під штампом;

ν – коефіцієнт Пуассона;

E – модуль пружності матеріалу півпростору.

Зазначмо, що функція $\phi(x, y, 0)$ відіграє роль переміщення $u_z(x, y, 0)$.

Якщо розв'язок поставленої задачі буде знайдено, то напруження $\sigma_z(x, y)$ під штампом визначають за такою формулою [12]:

$$\sigma_z(x, y) = \frac{E}{2(1-\nu^2)} \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right) \Big|_{z=0}.$$

Через лінійність задачі (11.50) її можна розбити на дві більш прості, тобто подати шукану функцію ϕ у вигляді: $\phi = \phi_1 + \phi_2$.

Для функції ϕ_1 маємо граничні умови для $z = 0$:

$$\phi_1 = f(x, y) \quad (a_1^2 < x^2 + y^2 < a^2); \quad (11.51)$$

$$\frac{\partial \phi_1}{\partial z} \Big|_{z=0} = 0 \quad \text{поза штампом.} \quad (11.52)$$

Функцію ϕ_2 для $z = 0$ визначмо з таких умов:

$$\phi_2 = 0 \quad (a_1^2 < x^2 + y^2 < a^2); \quad (11.53)$$

$$\frac{\partial \phi_2}{\partial z} \Big|_{z=0} = -\frac{2(1-\nu^2)}{E} g(x, y) \quad \text{поза штампом.} \quad (11.54)$$

Очевидно, що сума функцій ϕ_1 і ϕ_2 , знайдених за умовами (11.51) – (11.54), буде задовольняти умови (11.50).

Першу задачу (для функції ϕ_1), тобто задачу про тиск на пружний півпростір концентричного кільцевого штампа без додаткового навантаження й за відсутності тертя між тілами, що контактують, у невісесиметричному варіанті вивчено в роботі [14], на яку будемо спиратися надалі.

Тому розгляньмо лише задачу для функції ϕ_2 , але сформулюймо її трохи інакше, а саме: дію навантаження $g(x, y)$ замінімо осадкою під штампом, викликану ним.

Навантаженню $g(x, y)$ відповідають вертикальні переміщення межі півпростору:

$$u(x, y, 0) = -\frac{1-\nu^2}{\pi E} \iint_{(\Sigma)} \frac{g(\xi, \eta) d\xi d\eta}{\sqrt{(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2}},$$

де $(\Sigma = \Sigma_1 + \Sigma_2)$ – область дії навантаження $g(x, y)$.

Тепер сформулюймо задачу так: потрібно знайти розв'язок рівняння Лапласа в півпросторі $z < 0$, що задовольняє умови:

$$\phi_0(x, y, 0) = -u(x, y, 0) \quad (a_1^2 < x^2 + y^2 < a^2); \quad (11.55)$$

$$\frac{\partial \phi_0}{\partial z} \Big|_{z=0} = 0 \quad \text{поза штампом}; \quad (11.56)$$

$$\phi_0(x, y, z) \rightarrow 0, \quad \text{якщо } x^2 + y^2 + z^2 \rightarrow \infty. \quad (11.57)$$

Якщо функцію $\phi_0(x, y, z)$, що задовольняє умови (11.55) – (11.57) буде визначено, то функцію ϕ_2 дістанемо за такою формулою:

$$\phi_2(x, y, z) = \phi_0(x, y, z) + u(x, y, z),$$

у якій:

$$u(x, y, z) = -\frac{1-\nu^2}{\pi E} \iint_{(\Sigma)} \frac{g(\xi, \eta) d\xi d\eta}{\sqrt{(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + z^2}}.$$

Сформульовану задачу будемо розглядати в циліндричній системі координат (рис. 11.6), у якій $R^2 = \rho^2 + r^2 - 2r\rho \cos(\phi - \psi)$.

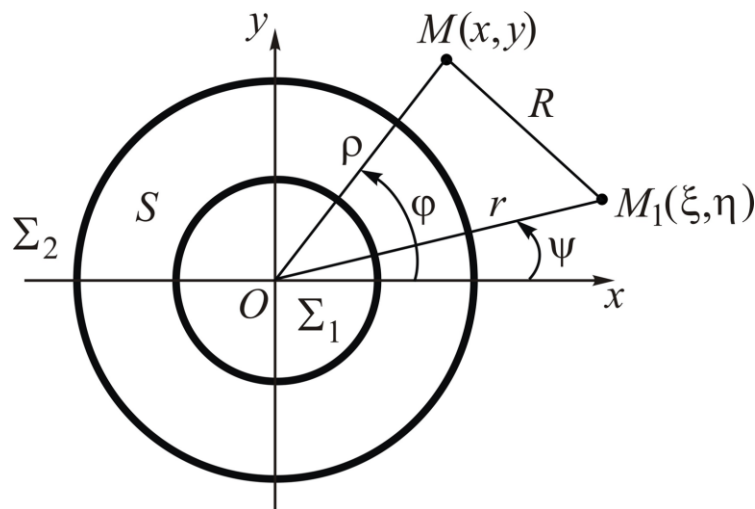


Рис. 11.6. Область контакту штампа з півпростором

Гармонічну функцію ϕ_0 з урахуванням її поведінки на нескінченності подаймо у вигляді розвинення Фур'є – Бесселя:

$$\phi_0 = \sum_{m=0}^{\infty} \int_0^{\infty} (A_m^c(\lambda) \cos m\phi + A_m^s(\lambda) \sin m\phi) \lambda^{-1} e^{\lambda z} J_m(\lambda\rho) d\lambda.$$

Осадку під штампом також подаймо в аналогічному вигляді:

$$\begin{aligned} u(x, y, 0) &= \tilde{k} \iint_{(\Sigma)} g(\xi, \eta) d\xi d\eta \int_0^{\infty} J_0(\lambda R) d\lambda = \\ &= \tilde{k} \iint_{(\Sigma)} g(\xi, \eta) d\xi d\eta \int_0^{\infty} d\lambda \sum_{m=0}^{\infty} \delta_m J_m(\lambda\rho) J_m(\lambda r) \cos m(\varphi - \psi) = \\ &= \sum_{m=0}^{\infty} \delta_m (\cos m\phi \int_0^{\infty} J_m(\lambda\rho) R_m(\lambda) d\lambda + \sin m\phi \int_0^{\infty} J_m(\lambda\rho) S_m(\lambda) d\lambda) = \\ &= \sum_{m=0}^{\infty} u_m^c(\rho) \cos m\phi + \sum_{m=0}^{\infty} u_m^s(\rho) \sin m\phi, \end{aligned}$$

де введено такі позначення:

$$R_m(\lambda) = \tilde{k} \iint_{(\Sigma)} \cos m\psi J_m(\lambda r) g(\xi, \eta) d\xi d\eta;$$

$$S_m(\lambda) = \tilde{k} \iint_{(\Sigma)} \sin m\psi J_m(\lambda r) g(\xi, \eta) d\xi d\eta;$$

$$\tilde{k} = \frac{\nu^2 - 1}{\pi E}; \quad \delta_m = \begin{cases} 1, & m = 0, \\ 2, & m \geq 1, \end{cases}$$

$$J_0(\lambda R) = \sum_{m=0}^{\infty} \delta_m J_m(\lambda r) J_m(\lambda\rho) \cos m(\phi - \psi).$$

Із граничних умов (11.55) і (11.56) для функції ϕ_0 дістанемо рівняння для визначення функцій $A_m^c(\lambda)$:

$$\int_0^{\infty} A_m^c(\lambda) \lambda^{-1} J_m(\lambda\rho) d\lambda = -u_m^c(\rho) \quad (a_1 < \rho < a); \quad (11.58)$$

$$u_m^c(\rho) = \delta_m \int_0^{\infty} R_m(\lambda) J_m(\lambda\rho) d\lambda, \quad m = 0, 1, 2, \dots; \quad (11.59)$$

$$\int_0^{\infty} A_m^c(\lambda) J_m(\lambda\rho) d\lambda = 0 \quad (\rho < a_1, \rho > a) \quad (11.60)$$

й аналогічні рівняння для функції $A_m^s(\lambda)$ із правою частиною:

$$u_m^s(\rho) = \delta_m \int_0^\infty S_m(\lambda) J_m(\lambda \rho) d\lambda.$$

Потрійні рівняння виду (11.58) – (11.60) розглядали багато авторів. Для наших цілей найбільше підходить метод, запропонований у роботі [20]. Надалі індекси c і s при функціях $A_m(\lambda)$ і $u_m(\rho)$ будемо опускати, оскільки викладки для першого та другого випадку є абсолютно однаковими.

Відповідно до методу в роботі [20], функції $A_m(\lambda)$ і $u_m(\rho)$ подаймо у вигляді таких сум:

$$A_m(\lambda) = A_m^{(1)}(\lambda) + A_m^{(2)}(\lambda);$$

$$-u_m(\rho) = g_m^{(1)}(\rho) + g_m^{(2)}(\rho) \quad (a_1 < \rho < a),$$

причому функцію $g_m^{(1)}(\rho)$ подовжмо на проміжок $[0, a)$, а функцію $g_m^{(2)}(\rho)$ – на проміжок (a_1, ∞) . Більш того, функцію $g_m^{(2)}(\rho)$ покладімо такою, що дорівнює нулю, якщо додаткове навантаження розподілено по області. Якщо ж додаткове навантаження розподілено по області, то покладімо $g_m^{(1)}(\rho) \equiv 0$.

У загальному випадку задачу слід розбити на дві: задачу з навантаженням тільки по області та задачу з навантаженням тільки по області.

Позначмо:

$$\int_0^\infty A_m^{(1)}(\lambda) J_m(\lambda \rho) d\lambda = f_m^{(1)}(\rho) \quad (0 \leq \rho < a);$$

$$\int_0^\infty A_m^{(2)}(\lambda) J_m(\lambda \rho) d\lambda = f_m^{(2)}(\rho) \quad (a_1 < \rho < \infty).$$

Тоді, згідно з методом у роботі [20], здобудемо систему інтегральних рівнянь:

$$\rho^{1-m} f_m^{(1)}(\rho) = \frac{2\rho}{\pi\sqrt{a^2-\rho^2}} \int_a^\infty \frac{t^{1-m}\sqrt{t^2-a^2}}{t^2-\rho^2} f_m^{(3)}(t) dt + \psi_m^{(1)}(\rho) \quad (0 \leq \rho < a);$$

$$\rho^{1+m} f_m^{(2)}(\rho) = \frac{2\rho}{\pi \sqrt{\rho^2 - a_1^2}} \int_0^{a_1} \frac{t^{1+m} \sqrt{a_1^2 - t^2}}{\rho^2 - t^2} f_m^{(1)}(t) dt + \psi_m^{(2)}(\rho) \quad (\rho > a_1),$$

у якій:

$$\psi_m^{(1)}(\rho) = -\frac{2}{\pi} \frac{d}{d\rho} \int_\rho^a \frac{s^{-2m+1}}{\sqrt{s^2 - \rho^2}} F_1^{(m)}(s) ds, \quad \psi_m^{(2)}(\rho) = \frac{2}{\pi} \frac{d}{d\rho} \int_{a_1}^\rho \frac{s^{2m+1}}{\sqrt{\rho^2 - s^2}} F_2^{(m)}(s) ds;$$

$$F_1^{(m)}(s) = \frac{d}{ds} \int_0^s \frac{t^{m+1}}{\sqrt{s^2 - t^2}} g_m^{(1)}(t) dt;$$

$$F_2^{(m)}(s) = -\frac{d}{ds} \int_s^\infty \frac{t^{1-m}}{\sqrt{t^2 - s^2}} g_m^{(3)}(t) dt.$$

Якщо розв'язок цієї системи буде знайдено, то функцію, що нас цікавить, через яку визначають напругу під кільцевим штампом, здобувають за такою формулою:

$$\int_0^\infty A_m(\lambda) J_m(\lambda \rho) d\lambda = f_m^{(1)}(\rho) + f_m^{(2)}(\rho) \quad (a_1 < \rho < a).$$

Визначмо функції $\psi_m^{(1)}(\rho)$ і $\psi_m^{(2)}(\rho)$. Для цього розподілімо навантаження спочатку по області (Σ_1) . У цьому разі, як було зазначено раніше, $g_m^{(1)}(\rho) \equiv 0$, отже, $\psi_m^{(1)}(\rho) \equiv 0$.

Обчислімо $F_2^{(m)}(s)$:

$$\begin{aligned} F_2^{(m)}(s) &= -\delta_m \int_0^\infty R_m(\lambda) d\lambda \frac{d}{ds} \int_s^\infty \frac{t^{1-m}}{\sqrt{t^2 - s^2}} J_m(\lambda t) dt = \\ &= -\delta_m \sqrt{\frac{\pi}{2}} s^{\frac{1}{2}-m} \int_0^\infty R_m(\lambda) \lambda^{1/2} J_{m+\frac{1}{2}}(\lambda s) d\lambda. \end{aligned}$$

Далі визначмо функцію $\psi_m^{(2)}(\rho)$:

$$\begin{aligned} \psi_m^{(2)}(\rho) &= \frac{2}{\pi} \frac{d}{d\rho} \int_{a_1}^\rho s^{2m+1} \frac{F_2^{(m)}(s)}{\sqrt{\rho^2 - s^2}} ds = -\delta_m \sqrt{\frac{\pi}{2}} \int_0^\infty \lambda^{1/2} J_m(\lambda r) d\lambda \times \\ &\times \frac{d}{d\rho} \int_{a_1}^\rho s^{m+\frac{3}{2}} J_{m+\frac{1}{2}}(\lambda s) \frac{ds}{\sqrt{\rho^2 - s^2}} \frac{2}{\pi} \tilde{k} \iint_{(\Sigma_1)} g(\xi, \eta) \cos m\psi d\xi d\eta. \end{aligned}$$

Після взяття інтегралів остаточно дістанемо:

$$\psi_m^{(2)}(\rho) = -\tilde{k} \frac{2}{\pi} \delta_m \frac{\rho}{\sqrt{\rho^2 - a_1^2}} \iint_{(\Sigma_1)} \frac{r^m \sqrt{a_1^2 - r^2}}{\rho^2 - r^2} g(\xi, \eta) \cos m\psi d\xi d\eta.$$

Позначмо функціонал від навантаження $g(x, y)$ через $\beta^{(m)}(\rho)$. Тоді функцію $\psi_m^{(2)}(\rho)$ можна записати в такому вигляді:

$$\psi_m^{(2)}(\rho) = \frac{\rho}{\sqrt{\rho^2 - a_1^2}} \beta^{(m)}(\rho) \quad (\rho > a_1);$$

$$\beta^{(m)}(\rho) = -\tilde{k} \frac{2}{\pi} \delta_m \iint_{(\Sigma_1)} \frac{r^m \sqrt{a_1^2 - r^2}}{\rho^2 - r^2} g(\xi, \eta) \cos m\psi d\xi d\eta.$$

Нехай тепер навантаження розподілено по області (Σ_2) . У цьому разі $g_m^{(2)}(\rho) \equiv 0$, $\psi_m^{(2)}(\rho) \equiv 0$.

Обчислення інтегралів, аналогічні попереднім, приводять до такої формули для $\psi_m^{(1)}(\rho)$:

$$\psi_m^{(1)}(\rho) = \frac{\rho}{\sqrt{a^2 - \rho^2}} \gamma^{(m)}(\rho) \quad (0 \leq \rho < a);$$

$$\gamma^{(m)}(\rho) = -\tilde{k} \frac{2}{\pi} \delta_m \iint_{(\Sigma_2)} \frac{\sqrt{r^2 - a^2} \cos m\psi}{r^m (r^2 - \rho^2)} g(\xi, \eta) d\xi d\eta.$$

Остаточною формулою для напруження $\sigma_z(x, y)$ під штампом у разі симетричного відносно осі Ox навантаження має такий вигляд:

$$\sigma_z(x, y) = \frac{E}{2(1-\nu^2)} \sum_{m=0}^{\infty} [f_m^{(1)}(\rho) + f_m^{(2)}(\rho)] \cos m\phi.$$

11.10. Тиск на пружний півпростір ексцентричного кільцевого штампа

Розгляньмо в системі координат xOy кільцевий ексцентричний штамп із плоскою основою, який займає область S :

$$S = \{(x, y) | x^2 + y^2 \leq R^2, (x + h)^2 + y^2 \geq R_1^2\},$$

де R_1 (R) – радіус великого (малого) кола.

Коло радіуса R позначмо через C , а коло радіуса R_1 – через C_1 . Будемо вважати, що штамп удавлюють у півпростір $z < 0$ так, що після занурення його основа залишається паралельною площині xOy .

Задача полягає у визначенні гармонійної функції $\phi(x, y, z)$, що спадає до нуля на нескінченності й задовольняє за відсутності навантаження поза штампом мішані граничні умови на площині xOy :

$$\phi(x, y, 0) = W_0 = \text{const}, \quad (x, y) \in S; \quad (11.61)$$

$$\phi'_z(x, y, 0) = 0, \quad (x, y) \notin S. \quad (11.62)$$

До розв'язання задачі застосуємо метод інверсії (перетворення Кельвіна [8]). Під інверсією із центром у початку координат на площині xOy будемо розуміти перетворення:

$$x = x_1/\rho_1^2, \quad y = y_1/\rho_1^2, \quad \rho_1^2 = x_1^2 + y_1^2.$$

Нехай параметри ексцентричного кільця S задовольняють нерівності $R_1 < R$, $h + R_1 < R$. Тоді на осі Ox існують дві точки $A_1(-\bar{x}_1, 0)$ і $A_2(-\bar{x}_2, 0)$, такі, що числа \bar{x}_1 і \bar{x}_2 є додатними коренями рівняння:

$$x^2 h + x(R_1^2 - h^2 - R^2) + hR^2 = 0.$$

Ці корені задовольняють нерівності $\bar{x}_1 > R$, $h < \bar{x}_2 < h + R_1$, а самі точки лежать поза областю контакту так, що точку A_1 розташовано ліворуч зовні великого кола, а точку A_2 – усередині малого кола. Якщо точки A_1 і A_2 взяти як центри інверсії, то ексцентричне кільце перетворюється на концентричне.

Перетворення інверсії із центром у точці A_1 переводить зовнішнє коло C (внутрішнє коло C_1) кільця S у зовнішнє коло C^* (внутрішнє коло C_1^*) концентричного кільця S_1 . Якщо ж за центр перетворення взяти точку A_2 , то зовнішнє коло C (внутрішнє коло C_1) кільця S перейде у внутрішнє коло C_1^* (зовнішнє коло C^*) концентричного кільця S_1 .

Зазначмо, що точки A_1 і A_2 є рівноправними, але перше перетворення є більш зручним у разі виродження кільця S у круг, а друге – у разі виродження ексцентричного кільця в концентричне.

Візьмімо за центр інверсії точку $A_2(-\bar{x}_2, 0, 0)$, тоді формули перетворення координат мають такий вигляд:

$$x + \bar{x}_2 = \frac{x_1}{r_1^2}; \quad y = \frac{y_1}{r_1^2}; \quad z = \frac{z_1}{r_1^2}; \quad r_1^2 = x_1^2 + y_1^2 + z_1^2.$$

У результаті функція $\psi(x_1, y_1, z_1) = r_1^{-1} \phi(x_1 r_1^{-2} - \bar{x}_2, y_1 r_1^{-2}, z_1 r_1^{-2})$ буде задовольняти в півпросторі $z_1 < 0$ рівняння Лапласа. З урахуванням умов (11.61) і (11.62) вона також буде задовольняти граничні умови:

$$\psi(x_1, y_1, 0) = \frac{W_0}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}}, \quad (x_1, y_1) \in S_1; \quad (11.63)$$

$$\psi'_{z_1}(x_1, y_1, 0) = 0, \quad (x_1, y_1) \notin S_1; \quad (11.64)$$

$$\psi(x_2, y_2, z_2) \rightarrow 0, \quad \text{якщо } r_1 \rightarrow \infty, \quad (11.65)$$

де S_1 – концентричне кільце:

$$S_1 = \{(x, y) \mid (x_1 + l)^2 + y_1^2 > a_1^2, (x_1 + l)^2 + y_1^2 < a^2, z_1 = 0\};$$

$$a_1 = \frac{R}{R^2 - h^2}; \quad a = \frac{R_1}{R_1^2 - (\bar{x}_2 - h)^2}; \quad l = \frac{\bar{x}_2}{R^2 - \bar{x}_2^2}.$$

За допомогою перетворення $x_2 = l + x_1$, $y_2 = y_1$, $z_2 = z_1$ центр концентричного кільця переміститься в початок координат системи $x_2 O_2 y_2 z_2$. Отже, задача (11.63) – (11.65) перетворюється на класичну контактну задачу для концентричного кільця. У процесі її розв'язання індекси змінних x , y , z для зручності тимчасово будемо опускати. Якщо гармонійну функцію $\psi(x_1, y_1, z_1)$ буде визначено за граничними умовами (11.63) – (11.65), то в такий спосіб буде знайдено розв'язок контактної задачі для ексцентричного кільцевого штампа із плоскою основою.

Функцію $\psi(x_1, y_1, z_1)$ запишімо в циліндричній системі координат у вигляді такого розвинення:

$$\psi = \sum_{m=0}^{\infty} \cos m\phi \int_0^{\infty} A_m(\lambda) \lambda^{-1} e^{\lambda z} J_m(\lambda \rho) d\lambda \quad (z < 0). \quad (11.66)$$

Осадку під штампом подаймо в аналогічному вигляді:

$$\frac{1}{\sqrt{(x-l)^2+y^2}} = \frac{1}{\sqrt{\rho^2+l^2-2l\rho\cos\phi}} = \sum_{m=0}^{\infty} \sigma_m \cos m\phi \int_0^{\infty} J_m(\lambda\rho)J_m(\lambda l)d\lambda, \quad (11.67)$$

$$\sigma_0 = 1, \quad \sigma_m = 2, \quad m \geq 1, \quad l < a_1 < a.$$

Із граничних умов (11.63) і (11.64) за допомогою розвинень (11.66) і (11.67) здобуваймо потрібні рівняння щодо функції $A_m(\lambda)$:

$$\int_0^{\infty} A_m(\lambda)\lambda^{-1}J_m(\lambda\rho)d\lambda = \sigma_m \int_0^{\infty} J_m(\lambda\rho)J_m(\lambda l)d\lambda \quad (a_1 < \rho < a), \quad (11.68)$$

$$\int_0^{\infty} A_m(\lambda)J_m(\lambda\rho)d\lambda = 0 \quad (0 \leq \rho < a_1, \rho > a).$$

Рівняння (11.68) будемо розв'язувати методом, викладеним у роботі [12]. Відповідно до нього, допоміжні функції $f_m^{(1)}(\rho)$ і $f_m^{(2)}(\rho)$ визначають як розв'язок системи інтегральних рівнянь:

$$\rho^{1-m} f_m^{(1)}(\rho) = \frac{2\rho}{\pi\sqrt{a^2-\rho^2}} \int_a^{\infty} \frac{t^{1-m}\sqrt{t^2-a^2}}{t^2-\rho^2} f_m^{(2)}(t)dt \quad (0 \leq \rho < a),$$

$$\rho^{1+m} f_m^{(2)}(\rho) = \frac{2\rho}{\pi\sqrt{\rho^2-a_1^2}} \int_0^a \frac{t^{1+m}\sqrt{a_1^2-t^2}}{\rho^2-t^2} f_m^{(1)}(t)dt + g_m(\rho) \quad (\rho > a_1), \quad (11.69)$$

$$g_m(\rho) = \frac{2}{\pi} l^m \sigma_m \frac{\rho\sqrt{a_1^2-l^2}}{(\rho^2-l^2)\sqrt{\rho^2-a_1^2}}.$$

Зазначмо, що функцію $p_m(\rho)$, яка нас цікавить і через яку виражають тиск під штампом, визначають за такою формулою:

$$p_m(\rho) = \int_0^{\infty} A_m(\lambda)J_m(\lambda\rho)d\lambda = f_m^{(1)}(\rho) + f_m^{(2)}(\rho). \quad (11.70)$$

Для розв'язання системи (11.69) зробимо заміну:

$$V_m^{(1)}(\rho) = \frac{\pi}{2} \rho^{-m} \sqrt{a^2 - \rho^2} f_m^{(1)}(\rho),$$

$$V_m^{(2)}(\rho) = \frac{\pi}{2} \rho^m \sqrt{\rho^2 - a_1^2} f_m^{(2)}(\rho)$$

(11.71)

і подаймо функції $g_m(\rho)$, $V_m^{(i)}(\rho)$ ($i = 1, 2$) у вигляді степеневих рядів:

$$V_m^{(1)}(\rho) = \varepsilon \sum_{k=0}^{\infty} a_{2k}(m) a^{-(m+1)} \left(\frac{\rho}{a}\right)^{2k},$$

(11.72)

$$V_m^{(2)}(\rho) = \varepsilon \sum_{k=0}^{\infty} b_{2k}(m) a^{m-1} \left(\frac{a_1}{\rho}\right)^{2k+2}, \quad \varepsilon = a_1/a.$$

У результаті прирівнювання коефіцієнтів за однакових степенів ρ система інтегральних рівнянь (11.69) перетворюється на сукупність двох нескінченних систем щодо невідомих $a_{2k}(m)$ і $b_{2k}(m)$:

$$a_{2k}(m) = \sum_{p=0}^{\infty} b_{2p}(m) \varepsilon^{2p+m+1} M_p^k(m, \varepsilon^2) \quad (k \geq 0),$$

$$b_{2k}(m) = \gamma_{2k}(m) + \sum_{p=0}^{\infty} a_{2p}(m) \varepsilon^{2p+m+2} M_p^k(m, \varepsilon^2),$$

(11.73)

$$M_p^k(m; \varepsilon^2) = \frac{(m+k+p)!}{2\sqrt{\pi}\Gamma(m+k+p+\frac{5}{2})} F\left(\frac{1}{2}, m+k+p+1; m+k+p+\frac{5}{2}; \varepsilon^2\right),$$

$$\gamma_{2k}(m) = \sigma_m \varepsilon_1 (\varepsilon_0 \varepsilon_2)^k \varepsilon_2^m, \quad \varepsilon_0 = l/a, \quad \varepsilon_2 = l/a_1, \quad \varepsilon_1 = \sqrt{1 - \varepsilon_2^2},$$

де $\Gamma(x)$ – гамма-функція;

$F(\alpha, \beta; \gamma; x)$ – гіпергеометрична функція Гаусса.

Проведімо дослідження нескінченної системи (11.73). Для функції $F(1/2, n; n + 5/2; x)$ за умови, що $x > 0$, має місце оцінка:

$$F(1/2, n; n + 5/2; x) < F(1/2, n; n + 2; x) < (1 - x)^{-1/2},$$

із якої випливає:

$$M_p^k(m; \varepsilon^2) < \frac{(m+k+p)! \cdot (1-\varepsilon^2)^{-1/2}}{2\sqrt{\pi}\Gamma(m+k+p+5/2)} < \frac{(k+p)! \cdot (1-\varepsilon^2)^{-1/2}}{2\sqrt{\pi}\Gamma(k+p+5/2)}.$$

$(m = 0, 1, 2, \dots).$

Далі послідовно визначаймо:

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{p=0}^{\infty} [\varepsilon^{2p} M_p^k(m; \varepsilon^2)]^2 &< \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(1-\varepsilon^2)^{-1} (k!)^2}{4\pi\Gamma^2(k+5/2)} = \\ &= \frac{(1-\varepsilon^2)^{-1}}{4\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \left[\frac{\Gamma(k+1)}{\Gamma(k+5/2)} \right]^2 < \frac{c(1-\varepsilon^2)^{-1}}{4\pi}; \end{aligned}$$

$$\sum_{k=0}^{\infty} \gamma_{2k}^2(m) < 4\varepsilon_1^2 \varepsilon_2^{2m} \sum_{k=0}^{\infty} (\varepsilon_0 \varepsilon_2)^{2k} = \frac{4\varepsilon_1^2 \varepsilon_2^m}{1 - (\varepsilon_0 \varepsilon_2)^2}.$$

Ці нерівності дозволяють зробити висновок про те, що система рівнянь (11.73), незалежно від m , має цілком неперервну форму в просторі збіжних із квадратом послідовностей l_2 . Через те що вільні члени $\gamma_{2k}(m)$ також рівномірно за m належать l_2 , то ця система має єдиний розв'язок, що належить l_2 . Наближений розв'язок цієї системи можна здобути методом редукції [12].

Із належності $a_{2k}(m)$ і $b_{2k}(m)$ до l_2 випливають такі оцінки:

$$a_{2k}(m) \leq \varepsilon^{m+1} \frac{(m+k)!}{\Gamma(m+k+5/2)} K_1,$$

$$b_{2k}(m) \leq \gamma_{2k}(m) + \frac{\varepsilon^{m+2} (m+k)!}{\Gamma(m+k+5/2)} K_1,$$

із яких, своєю чергою, випливає рівномірна й абсолютна збіжність рядів (11.72) у кільці $a_1 \leq r \leq a$, а разом із цим абсолютна та рівномірна збіжність ряду в кільці S .

Отже, для тиску під штампом остаточно маємо:

$$p(x, y) = \frac{kW_0}{(\rho^*)^3} \sum_{m=0}^{\infty} p_m(\rho_2) \cos m\phi_2;$$

$$\rho^* = \sqrt{(x + \bar{x}_2)^2 + y^2}; \quad \rho_2 = \sqrt{x_2^2 + y_2^2};$$

$$x_2 = \frac{x + \bar{x}_2}{(x + \bar{x}_2)^2 + y^2}; \quad y_2 = \frac{y}{(x + \bar{x}_2)^2 + y^2};$$

$$\cos m\phi_2 = \rho_2^{-m} \operatorname{Re}(x_2 + iy_2)^m; \quad k = \frac{E}{2(1-\nu^2)},$$

де $\operatorname{Re} z$ – дійсна частина z , а функцію $p_m(\rho)$ визначено за формулами (11.70) – (11.72).

11.11. Результати досліджень

1. Запропоновано застосування та подальший розвиток методу гібридних власних функцій [10; 11] на новий клас задач, у якому розглядають багатокомпонентні системи, а саме: багатоланкові стрижні та струни, багатолисті пластини, тонкостінні «склянки», шаруваті середовища.

2. Визначено формули розвинення довільних функцій у ряди Фур'є за гібридними власними функціями неklasичної спектральної задачі з кількома серіями власних значень.

3. Розв'язання задач подано в аналітичній формі, що дозволяє формулювати та розв'язувати задачі управління й ідентифікації параметрів у багатокомпонентних системах із розподіленими параметрами.

4. На основі отриманих аналітичних розв'язків побудовано конкретні цільові функціонали задач управління й ідентифікації. Установлено, що дискретизація цих функціоналів приводить до мінімізації квадратичної функції багатьох змінних.

5. Отримано розв'язок задачі про концентрацію напруження в площині із круговим отвором і напівнескінченим розрізом. Наведено формулу для коефіцієнта інтенсивності в околі вершини розрізу.

6. Запропоновано метод розв'язання мішаної задачі про вплив навантаження, прикладеного поза ексцентричним кільцевим штампом, на розподіл контактного напруження під ним, в основу якого покладено метод інверсії, що дозволило трансформувати штамп у концентричний кільцевий штамп. За умови, що кола ексцентричного кільцевого штампа не торкаються один одного, задачу зведено до незалежної послідовності нескінченних систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Показано, що наближений розв'язок цих систем можна отримати методом редукції.

7. Розглянуті задачі та запропоновані методи розв'язання дають можливість застосовувати теорію оптимального управління та теорію пружності для: аналізу деформацій і напруження у структурах (трубах, балках, енергетичних турбінах, мостах, елементах транспортних засобів тощо), із метою оптимізації конструкцій для досягнення максимальної міцності за мінімальних витрат на обслуговування й ремонт, забезпечення надійності та безпеки; визначення міцності та довговічності елементів конструкцій, як-от зубці зубчастих коліс, шліцеві та шпонкові з'єднання та ін.; аналізу поведінки матеріалів у процесі оброблення та виготовлення для вибору оптимальних із погляду вартості та якості матеріалів і виробничих процесів; визначення оптимальної стратегії теплоізоляції для мінімізації втрат тепла, економії енергоресурсів і зниження витрат на опалення й охолодження; аналізу теплообмінних систем, із метою оптимізації теплообміну в технологічних процесах, системах кондиціонування або теплообмінних апаратів, розробленні ефективних і надійних інженерних рішень для систем теплообміну й теплоізоляції; вибору оптимальних матеріалів і виробничих методів із погляду їхніх теплоізоляційних властивостей; мінімізації негативного впливу виробництва та використання ресурсів на довкілля; визначення зон або компонентів інженерних і промислових систем (теплообмінників та теплових насосів), найбільш схильних до перегріву або охолодження, і забезпечення теплової стабільності; розроблення стратегій управління процесами, пов'язаними з теплопередаванням та теплообміном (у системах опалення, кондиціонування або промислових процесах); виявлення області, у якій можна знизити енергоспоживання й оптимізувати використання тепла; аналізу впливу різних матеріалів і конструкцій на динамічні теплопроцеси в разі розроблення нових матеріалів із кращою теплопровідністю або під час аналізу поведінки матеріалів у різних умовах; оптимізації транспортних потоків, управління рухом та ресурсами в транспортних системах; аналізу коливань у механічних або електричних системах; аналізу волатильності на фінансових ринках щодо прогнозування цінових коливань активів і визначення ризиків; оптимізації розподілу ресурсів (робочої сила чи матеріалів), руху товарів, їхнього постачання та раціоналізації ринку; аналізу вібрацій і шуму для оптимізації дизайну та забезпечення комфорту чи безпеки; аналізу динаміки обладнання й машин для запобігання поломкам, оптимізації обслуговування та поліпшення виробничої ефективності.

Використана література

1. Бузько Я. П. Про деякі формули розкладання гармонійних функцій в еліптичних та полярних координатах та їхнє застосування до розв'язання крайових задач теорії пружності / Я. П. Бузько, Т. В. Денисова, О. І. Соловйов // Деп. ДНТБ України. – 1995. – № 681 – Ук95. – 10 с.
2. Дейнека В. С. Ідентифікація теплофізичних характеристик пластин / В. С. Дейнека, Н. А. Вещунова // Комп'ютерна математика. – 2009. – № 1. – С. 3–12.
3. Дейнека В. С. Функціональна ідентифікація градієнтними методами та інтегральними перетвореннями параметрів задач дифузії в неоднорідних наномультиматеріалах / В. С. Дейнека, М. Р. Петрик // Доповіді НАН України. – 2013. – № 12. – С. 45–51.
4. Дейнека В. С. Чисельне дослідження динамічних процесів з розривними розв'язками та розривними потоками / В. С. Дейнека // Доповіді НАН України. – 2000. – № 2. – С. 74–78.
5. Ладієва Л. Р. Оптимальне керування системами / Л. Р. Ладієва. – Київ : Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського, 2000. – 187 с.
6. Ленюк М. П. Інтегральні перетворення Фур'є, Бесселя із спектральним параметром в задачах математичного моделювання масопереносу в неоднорідних і нанопористих середовищах / М. П. Ленюк, М. Р. Петрик. – Київ : Наукова думка, 2000. – 372 с.
7. Луцька Н. М. Оптимальні системи управління / Н. М. Луцька. – Київ : Ліра-К, 2013. – 144 с.
8. Методи комплексного аналізу : монографія / А. Я. Бомба, С. С. Каштан, Д. О. Пригорницький, С. В. Ярошак ; за ред. В. С. Дейнека ; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування, Рівнен. держ. гуманітар. ун-т. – Рівне : НУВГП, 2013. – 415 с.
9. Наконечний О. Г. Оптимальне управління та оцінювання в рівняннях із частинними похідними / О. Г. Наконечний. – Київ : КНУ, 2004. – 102 с.
10. Павленко І. В. Методи ідентифікації параметрів математичних моделей коливальних процесів : монографія / І. В. Павленко, В. І. Симонівський. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 145 с.
11. Петрик М. Р. Математичне моделювання концентраційних розподілів багатозарядних наноплівочок оксидної структури / М. Р. Петрик,

П. М. Василюк, Н. В. Бабій // Вісник Тернопільського національного технічного університету. – 2013. – № 1. – С. 231–242.

12. Петрик М. Р. Математичне моделювання фільтраційної консолідації в неоднорідних багатокомпонентних циліндричних дисперсних мікропористих середовищах / М. Р. Петрик, В. С. Дейнека, Є. І. Воробієв // Комп'ютерна математика. – 2013. – Вип. 1. – С. 37–45.

13. Положій Г. М. Рівняння математичної фізики / Г. М. Положій. – Київ : Рад. шк., 1959. – 479 с.

14. Сергієнко І. В. Високоточні алгоритми розв'язання спектральних задач з власними значеннями в умовах спряження та в крайових умовах / І. В. Сергієнко, В. С. Дейнека // Доповіді НАН України. – 2001. – № 2. – С. 74–80.

15. Cooke J. G. Some further triple integral equation / J. G. Cooke // Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society, 1963. – Vol. 13, No. 4. – P. 303–316.

16. Evans L. C. An Introduction to Mathematical Optimal Control Theory / L. C. Evans. – Berkeley : University of California, 2014. – 126 p.

17. Fursikov A. V. Optimal control of distributed systems : theory and applications (Translations of Mathematical Monographs) / A. V. Fursikov. – S. L. : American Mathematical Society, 2000 – 306 p.

18. Kurzhansky A. Ellipsoidal calculus for estimation and control / A. Kurzhansky, I. Valyi. – Boston : IASA and Birkhauser, 2017. – 321 p.

19. Lattes R. The method of quasi-reversibility: applications to partial differential equations / R. Lattes, J.-L. Lions // American Elsevier Publishing Company, 1969. – 388 p.

20. Lions J.-L. Optimal control of systems described by partial differential equations / J.-L. Lions. – Berlin : Springer-Verlag, 1971. – 396 p.

21. Morozov V. A. Methods for solving incorrectly posed problems / V. A. Morozov. – New York : Springer-Verlag, 1984. – 257 p.

22. Ravindran A. Engineering Optimization Methods and Application / A. Ravindran, K. Ragsdell, G. Reklaitis. – 2nd ed. – New York : John Wiley and sons, Inc, 2006. – 688 p.

23. Sage A. P. Optimum systems control / A. P. Sage, C. C. White. – 2nd ed. – Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall. Inc., 1977. – 413 p.

Висновки

Наведене в роботі розв'язання окремих теоретичних, практичних та аналітичних проблем інноваційного розвитку суб'єктів господарювання в умовах воєнного й повоєнного стану сприяє прискоренню відновлення економіки в Україні. Для розроблення дієвих економічних стратегій інноваційного розвитку діяльності суб'єктів господарювання важливо мати перелік завдань і шляхи їхнього вирішення, окремі з яких наведено в розділах монографії. Висновки за розділами узагальнюють викладені результати досліджень учених.

На основі аналізу стану підтримання державою інноваційної діяльності підприємств промисловості зроблено висновок про недостатність фінансового й організаційного підтримання, сформованих умов для активізації інноваційної діяльності. Тому підприємствам потрібно самостійно організувати як формування інвестиційних стратегій, так і створення умов для підтримання інноваційної діяльності й комерціалізації її результатів на внутрішньому та зовнішньому ринках. Для цього проаналізовано стан інноваційної діяльності на промислових підприємствах, визначено його недостатню сприйнятливість і розроблено положення про організацію інноваційного відділу та можливі заходи з організації впровадження інноваційної стратегії.

Результати дослідження людського капіталу як підґрунтя інноваційного розвитку підприємства підтверджують провідну роль людського капіталу в забезпеченні успіху цього процесу. Водночас слід брати до уваги суттєві зміни на ринку професій, причиною чого була спочатку пандемія Covid-19, а для України ситуація ускладнилася повномасштабними воєнними діями. У цих умовах диджиталізація суспільства стала тим фактором, який дозволив забезпечити функціонування різних галузей економіки, сприяв розвитку нових технологій навчання. Саме завдяки диджиталізації в Україні було створено можливості для доступу до якісної освіти через мережу «Інтернет». Аналіз досвіду, здобутого країнами-членами ЄС, дозволяє Україні вибрати правильний шлях щодо транс-

формації системи освіти, що в подальшому буде сприяти інноваційному розвитку в усіх сферах життя.

У монографії запропоновано інноваційний розвиток регіонів в Україні аналізувати на підставі показників, які відображають інноваційний потенціал, інноваційну активність та економічну ефективність регіону. Такий вибір ознак дозволить оцінити різні сторони інноваційного розвитку регіонів і визначити, які з них мають проблеми, а які – досить високі результати. Розглянуто динаміку змін значень показників інноваційного розвитку регіонів і виконано описову статистику показників, на підставі якої встановлено рівні їхньої змінюваності та вигляд розподілів. За допомогою побудови таксономічних показників розвитку ознак інноваційного розвитку оцінено відмінності регіонів України за рівнем інноваційного розвитку. Розрахункові значення позицій регіонів України в рейтингу за рівнем інноваційного потенціалу показали, що всі області України за досліджуваний період займали майже стабільні позиції в рейтингу, лідерами визначено Дніпропетровську, Київську, Львівську, Харківську та Одеську області. Розрахунки таксономічного показника інноваційної активності областей визначили, що Дніпропетровська, Донецька та Київська області відрізнялися високим рівнем і були лідерами в цьому напрямі в Україні. Рейтинг за рівнем економічної ефективності показав, що перші позиції стабільно займали Дніпропетровська, Запорізька, Полтавська, Київська та Харківська області, відповідно. Розроблений підхід до вимірювання рівня інноваційного розвитку регіонів може бути успішно реалізованим для вивчення інших економічних явищ і процесів як на рівні регіонів України, так і на рівні регіонів інших країн або на рівні декількох країн.

У монографії також визначено, що економічна стійкість суб'єкта господарювання – це системний баланс між ринковою позицією, економічним зростанням, ефективністю діяльності, фінансовою стабільністю, соціальною справедливістю та екологічною стабільністю. Установлено цільові критерії економічної стійкості суб'єктів господарювання, які формують складові економічної стійкості, а саме: результат і час функціонування суб'єкта господарювання на ринку (ринкову позицію), результат

і витрати (ефективність функціонування), результат і соціальні потреби суспільства (соціальну справедливість), результат і екологічні потреби суспільства (екологічну відповідність). Обґрунтовано, що конкретний склад показників економічної стійкості суб'єктів господарювання має формуватися, з огляду на специфіку діяльності суб'єкта господарювання та урахуванням реалізації критеріїв економічної стійкості. Описано методи, які є найбільш поширеними в ході оцінювання економічних явищ і процесів і які доцільно адаптувати до оцінювання економічної стійкості. Ці методи дозволяють оцінювати частинні показники або показники окремої складової економічної стійкості та визначати інтегральний показник, заснований на частинних показниках.

Розглянуто особливості розроблення цифрової платформи, які систематизують підхід, що визначає сутність цифрової платформи як середовища для співпраці між двома або більше учасниками, визначають загальні типи цифрових платформ за видами діяльності й розвивають економіку спільного використання та комерційну платформу, що формує новий економічний ландшафт цифрової економіки. Це дозволяє охарактеризувати переваги та недоліки функціональності цифрових платформ, заснованих на платформі. Оцінювання світового і європейського досвіду діяльності цифрових платформ показує доцільність удосконалення державного регулювання розвитку таких форм для всіх його учасників, із метою запобігання монополістичній і тіньовій діяльності, неконтрольованим поглинанням і деформації конкурентного середовища на глобальному цифровому ринку.

Розроблено аналітико-чисельний метод визначення нестационарного напружено-деформованого стану скління деталей спецтехніки МНС під час впливу нестационарних навантажень. Чисельно досліджено температури та напруження в шарах багат шарового скління деталей спецтехніки МНС за підвищених температурних навантажень. Установлено, що для підвищення стійкості скління кабін потрібно комплексне вирішення питань щодо міцності самого скління, його закріплення й підвищення жорсткості стійок та отворів для вікон. За результатами досліджень розроблено рекомендації щодо вибору багат шарового скління

з найкращими експлуатаційними характеристиками та методика раціонального проєктування скління деталей спецтехніки МНС.

У монографії розглянуто задачі й запропоновано методи розв'язання, що дають змогу застосовувати теорію оптимального управління та теорію пружності для: аналізу деформацій і напруження у структурах, із метою оптимізації конструкцій для досягнення максимальної міцності за мінімальних витрат на обслуговування та ремонт; визначення міцності та довговічності елементів конструкцій, як-от зубці зубчастих коліс, шліцеві та шпонкові з'єднання та ін.; аналізу поведінки матеріалів у процесі оброблення та виготовлення для вибору оптимальних із погляду вартості та якості матеріалів і виробничих процесів; визначення оптимальної стратегії теплоізоляції для мінімізації втрат тепла, економії енергоресурсів і зниження витрат на опалення та охолодження; аналізу теплообмінних систем, із метою оптимізації теплообміну в технологічних процесах, системах кондиціювання або теплообмінних апаратів; розроблення стратегій управління процесами, пов'язаними з теплопередаванням та теплообміном; аналізу впливу різних матеріалів і конструкцій на динамічні теплопроцеси в разі розроблення нових матеріалів; аналізу коливань у механічних або електричних системах; аналізу динаміки обладнання й машин для запобігання поломкам, оптимізації обслуговування та поліпшення виробничої ефективності.

Зміст

Вступ	3
Розділ 1. Складові інноваційного розвитку у відновленні економіки України	7
Використана література	30
Розділ 2. Трансформаційні напрями інноваційного розвитку експортної діяльності суб'єктів господарювання в умовах обмеженості діяльності воєнного стану	34
Використана література	42
Розділ 3. Організація відділу інноваційного розвитку підприємств: теоретичний та практичний аспекти	44
Використана література	83
Розділ 4. Людський капітал як підґрунтя інноваційного розвитку підприємства: системний підхід	87
Використана література	122
Розділ 5. Аналіз інноваційного розвитку економіки України на регіональному рівні	127
5.1. Регіональні інновації в економіці країни, ознаки інноваційного розвитку регіонів	127
5.2. Оцінювання відмінностей регіонів України за рівнем складових інноваційного розвитку	145
Використана література	164
Розділ 6. Обґрунтування сучасних теоретичних засад економічної стійкості суб'єктів господарювання	168
Використана література	192
Розділ 7. Моделі та стратегії інформаційної взаємодії підприємств в умовах економіки вражень.....	197
Використана література	223
Розділ 8. Аналітично-інформаційне забезпечення моделювання збалансованої системи показників для оцінки діяльності підприємства в умовах воєнного та повоєнного стану	227
Використана література	255
Розділ 9. Цифрова платформа як інструмент цифрової трансформації соціально-економічних систем	257
9.1. Аналіз сучасного стану цифрових платформ в умовах цифровізації	257

9.2. Цифровізація суспільства, цифрова культура. Нормативно-правове підґрунтя процесу цифровізації.....	262
9.3. Використання цифрових платформ у процесі цифрової трансформації як фактор розвитку цифрової економіки	283
9.4. Цифровізація освіти	299
9.5. Сучасні платформні компанії та їхні бізнес-моделі	307
9.6. Дія. Цифрова держава	314
Використана література	318
Розділ 10. Інноваційний розвиток методики розрахунку міцності за різного виду навантажень багат шарового скління спецтехніки МНС	328
10.1. Аналіз наявного стану проєктування та методів розрахунку скління спецтехніки МНС. Визначення питань, що потребують наукового пророблення	330
10.2. Математична модель розрахунку параметрів напружено- деформованого стану багат шарового скління спецтехніки МНС за теплових та силових навантажень	337
10.3. Розв'язання задач теплопровідності та міцності багат шарового скління спецтехніки МНС	342
10.4. Чисельні дослідження параметрів напружено-деформованого стану скління спецтехніки МНС під час силових та температурних навантажень	357
10.5. Методика раціонального проєктування скління спецтехніки МНС	364
Використана література	375
Розділ 11. Розв'язання деяких задач оптимального управління й ідентифікації для багатокomпонентних систем із розподіленими параметрами	377
11.1. Актуальність і мета досліджень, формулювання задачі та метод її розв'язання	377
11.2. Вісесиметричне кручення неоднорідного за довжиною пружного циліндра	381
11.3. Стаціонарна задача теплопровідності в тонкій «склянці» ...	384
11.4. Періодична трикомпонентна задача теорії пружності з недовизначено-перевизначеними граничними умовами	386
11.5. Нестационарна задача теплопровідності для розгалуженого триланкового стрижня	390

11.6. Нестационарна задача теплопровідності для системи, що складається із прямокутних тонких пластин.....	393
11.7. Вимушені коливання чотириланкової струни	396
11.8. Рівновага пружної площини із круговим отвором і напівнескінченим розрізом.....	400
11.9. Тиск на пружній півпростір концентричного кільцевого штампа	406
11.10. Тиск на пружній півпростір ексцентричного кільцевого штампа	412
11.11. Результати досліджень.....	418
Використана література	420
Висновки	422

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Пономаренко Володимир Степанович
Малярець Людмила Михайлівна
Внукова Наталія Миколаївна та ін.

**ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ДІЯЛЬНОСТІ
СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ В УМОВАХ
ВОЄННОГО ТА ПОВОЄННОГО СТАНУ:
ТЕОРІЯ, ПРАКТИКА, АНАЛІТИКА**

Монографія

За загальною редакцією
д-ра екон. наук, професора В. С. Пономаренка

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Відповідальний за видання *М. Л. Малярець*

Відповідальний редактор *О. С. Вяткіна*

Редактор *О. Г. Доценко*

Коректор *О. Г. Доценко*

План 2024 р. Поз. № 2-ЕНВ. Обсяг 429 с.

Видавець і виготовлювач – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Науки, 9-А

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.