МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

Кваліфікаційна робота

магістра

на тему МОДЕЛЮВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВ З УРАХУВАННЯМ СОЦІАЛЬНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 8.0512-ек
спеціальності 051 «Економіка»
освітньої програми «Економічна кібернетика»
Охотніков Данило Романович
Керівник: проф. каф. ек. кіб., д.ф.-м.н., професор
Козін І.В.
Рецензент: доцент каф. ек. кіб., к.е.н., доцент
Макаренко О.І.

Запоріжжя
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	економічний
Кафедра	економічної кібернетики
Рівень вищої освіти	магістр
Спеціальність	051 «Економіка»
Освітня програма	«Економічна кібернетика»
Спеціалізація	

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

«____»_____2023 року

З А В Д А Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Охотніков Данило Романович

1. Тема роботи Моделювання розміщення виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів
керівник роботи – д.ф.-м.н., професор Козін І.В.
затверджені наказом ЗНУ від «18» вересня 2023 року № 1446-С
2. Строк подання студентом роботи: 01.12.2023 р.
3. Вихідні дані до роботи: постановка завдання, наукова література за темою роботи, офіційні статистичні дані
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналіз проблеми розміщення виробництва в Україні та Європі; дослідження проблематики функціонування виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів; визначення перспективи функціонування виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) __рисунки, таблиці, презентація.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	д.ф.-м.н., проф. Козін І.В.	02.10.2023	21.10.2023
Розділ 2	д.ф.-м.н., проф. Козін І.В.	23.10.2023	04.11.2023
Розділ 3	д.ф.-м.н., проф. Козін І.В.	06.11.2023	26.11.2023

7. Дата видачі завдання _18.09.2023_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Формування мети та завдань кваліфікаційної роботи	18.09-23.09.2023	
2.	Складання плану роботи	25.09-30.09.2023	
3.	Підготовка І розділу	02.10-21.10.2023	
4.	Підготовка ІІ розділу	23.10-04.11.2023	
5.	Підготовка ІІІ розділу	06.11-26.11.2023	
6.	Оформлення висновків та роботи	27.11-30.11.2023	
7.	Підготовка до захисту і нормоконтролю	01.12-09.12.2023	

Студент _____ Охотніков Д.Р.
(підпис)

Керівник роботи (проекту) _____ Козін І.В.
(підпис)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Макаренко О.І.
(підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить три розділи, 75 с., 10 рис., 35 джерел.

Об’єкт дослідження – задача розміщення виробництв з урахуванням факторів різної природи.

Предмет дослідження – моделі та методи пошуку субоптимальних розв’язків задачі розміщення виробництв.

Мета роботи – розробка моделі, алгоритму на базі метаевристик та створення програмної системи, для пошуку субоптимальних розв’язків задачі розміщення виробництва.

Методи дослідження – математичне моделювання, метаевристичний аналіз, методи оптимізації і системного аналізу.

У роботі досліджено стратегії оптимізації розміщення виробництва, що включають врахування різних соціальних та екологічних параметрів. Аналіз впливу цих параметрів на загальну ефективність виробничих систем дозволив визначити оптимальні конфігурації. Розроблено програмну систему, здатну проводити комплексну оцінку варіантів розміщення виробництва з урахуванням зазначених факторів.

Результати дослідження можуть бути використані для підвищення ефективності виробничого планування в різних галузях промисловості, де важливе врахування соціальних та екологічних аспектів. Модель та розроблена програмна система сприятимуть прийняттю обґрунтованих управлінських рішень щодо розташування нових виробничих ліній або оптимізації існуючих.

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВ, ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ, СОЦІАЛЬНІ ФАКТОРИ, ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА, МЕТАЕВРИСТИЧНІ АЛГОРИТМИ

SUMMARY

The master's thesis contains three sections, 75 pages, 10 figures, 35 sources.

The object of the research is the processes of planning and optimizing the placement of production facilities, in particular in the aspects of taking into account social and environmental factors.

The subject of research is modeling methods and metaheuristic algorithms aimed at solving the problem of effective location of production with the minimization of negative impact on the social environment and ecology.

The purpose of the work is the development and analysis of the effectiveness of the software system, which is capable of simulating various production location scenarios and should ensure a balance between economic efficiency and social and environmental requirements.

Strategies for optimizing the location of production, which include taking into account various social and environmental parameters, are investigated in the work. Analysis of the impact of these parameters on the overall efficiency of production systems allowed to determine the optimal configurations. A software system has been developed that is capable of conducting a comprehensive assessment of production location options taking into account the specified factors.

The results of the study can be used to improve the efficiency of production planning in various industries where social and environmental aspects are important. The model and the developed software system will contribute to the adoption of reasonable management decisions regarding the location of new production lines or the optimization of existing ones.

MODELING OF FACTORIES LOCATION, ENVIRONMENTAL FACTORS, SOCIAL FACTORS, PRODUCTION OPTIMIZATION, METAHEURISTIC ALGORITHMS

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ 2
РЕФЕРАТ 5
SUMMARY 6
ВСТУП ……..…..... 7 8
РОЗДІЛ 1 ФОРМУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОБЛЕМА РОЗМІЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ ФАКТОРІВ.. 10
1.1 Аспекти економічного районування та розміщення виробництва... 10
1.2 Аналіз факторів, що впливають на розміщення виробництва…..... 18
1.3 Аналіз сучасних підходів для вирішення проблеми розміщення нових виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів……..... 24
РОЗДІЛ 2 МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПОШУКУ РОЗВ'ЯЗКІВ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА З УРАХУВАННЯ СОЦІАЛЬНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ……..... 31
2.1 Модель розміщення виробництва на основі теорії графів. Оцінка впливу різних факторів……..... 31
2.2 Фрагментарна модель для задачі розміщення виробництва. Побудова інтегрального критерію……...… 39
2.3 Огляд існуючих метаевристик та їх модифікація для використання в межах фрагментарної моделі задачі розміщення виробництва…….. 47
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ ПОШУКУ СУБОПТИМАЛЬНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА З УРАХУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ ФАКТОРІВ..... 52
3.1 Побудова імітаційної моделі для задачі розміщення виробництва.. 52
3.2 Розробка програмної системи для реалізації різних метаевристичних алгоритмів з метою оптимізації розміщення виробництва, з урахуванням екологічних та соціальних факторів ….. 59
3.3 Підходи до оцінки ефективності моделі, методи порівняння метаевристичних алгоритмів для задачі розміщення виробництва……..... 65
ВИСНОВОК……..... 69
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ..……....…… 72

ВСТУП

Екологічні фактори мають безпосередній вплив на належне формування міського середовища та забезпечення сприятливих і безпечних умов для життєдіяльності населення при розміщенні виробництв. Їхня роль у плануванні та розвитку міських територій залишається невід'ємною частиною формування безпечного середовища з врахуванням екологічних чинників. Формування безпечного середовища має бути спрямоване на підвищення ефективності використання територій та покращення екологічного середовища. Планування необхідно здійснювати з урахуванням виявлених екологічних процесів у містах на основі інформації про їх розвиток в минулому та сьогоденні. Зараз міста стикаються з безліччю проблем, які вимагають термінового та негайного вирішення. Однією з найважливіших проблем є незадовільний стан міського середовища, а це пов'язана з тим, що екологічні чинники залишаються однією з найгостріших проблем, які повинні враховуватися владою при реалізації планів розвитку міських територій.

Стійкість стає все більш важливою вимогою для людської діяльності, що робить сталий розвиток ключовою метою розвитку умов для належного функціонування. За своєю суттю, сталий розвиток полягає в тому, що соціальні, економічні та екологічні проблеми повинні вирішуватися одночасно та цілісно в процесі розвитку.

Екологічність застосовувалася в багатьох галузях, включаючи інженерію, виробництво та дизайн. Виробники готової продукції дедалі більше стурбовані питанням сталого розвитку. Наприклад, дуже важливо враховувати зв'язок між виробничими операціями та природним середовищем, оскільки це стало важливим чинником у прийнятті рішень в індустріальних суспільствах.

Варто зазначити, що досягнути сталого розвитку загалом є дуже складним завданням, яке включає такі важливі чинники, як технологія та інженерія, економіка, захист навколишнього середовища, здоров'я та

добробут людей і спільнот, у яких вони живуть і працюють, а також соціальні бажання та державні стратегії, процедури та політика. При більш детальному розгляді цієї проблеми важливо звернути увагу на те, що аби зробити виробництво сталим, то потрібно збалансувати та інтегрувати економічні та екологічні суспільні цілі, політику підтримки та практику. Відповідні компроміси часто необхідні, враховуючи різні інтереси виробників і суспільства. Крім того, організаціям та їхнім керівникам має бути доступна й використовуватися релевантна, значуща, послідовна та надійна інформація про стале виробництво, яке необхідно покращити.

Важливим аспектом вимірювання та оцінки стійкості та зусиль щодо її підвищення є показники важливих чинників. Відповідно ці індикатори зі своєї сторони допомагають визначити поточний стан, прогрес, котрий досягається завдяки чітко поставленій меті і при цьому з обов'язковим врахуванням викликів та проблем, котрі постають на шляху до досягнення цілі, а також заходи, які необхідно вжити для вирішення цих питань. Слід наголосити на тому важливому чиннику, що індикатори стійкості відрізняються від традиційних індикаторів економічного, соціального та екологічного прогресу. Необхідно відзначити, що індикатори сталої спільноти визначають, де знаходяться зв'язки між економікою, охороною навколишнього середовища та суспільством.

Як відомо, важливість впровадження заходів і стратегій сталого виробництва компаніями численна і стає все більш визнаною. Наприклад, зміна клімату все частіше вважається спричиненою антропоморфною діяльністю та потенційно має дуже серйозні наслідки, тоді як ресурси (наприклад, енергія, матеріали, вода) зараз розглядаються як предмет дефіциту, а в багатьох випадках невідновлювані, що може вплинути на діяльність виробничих підприємств. Крім того, глобальна економічна криза останніх кількох років підняла питання щодо життєздатності та, зрештою, стійкості існуючої ділової практики, яка спрямована на економічне зростання, але приділяє мало уваги пом'якшенню негативних впливів за межами

виробничих підприємств. Як наслідок, є багато зацікавлених сторін, наприклад таких, як з одної сторони керівники та працівники підприємств, а з іншої сторони інвестори.

Об’єкт дослідження – задача розміщення виробництв з урахуванням факторів різної природи.

Предмет дослідження – моделі та методи пошуку субоптимальних розв’язків задачі розміщення виробництв.

Мета роботи – розробка моделі, алгоритму на базі метаевристик та створення програмної системи, для пошуку субоптимальних розв’язків задачі розміщення виробництва.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

– проаналізувати проблеми розміщення виробництва в Україні та Європі.

– зобразити методологічні основи побудови моделі функції сукупного попиту виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів.

– розглянути методологічні основи побудови моделі функції сукупної пропозиції виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів.

– дослідити проблематику функціонування виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів.

– визначити перспективи функціонування виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів.

В роботі отримані наступні результати: розглянуті та проаналізовані проблеми розміщення виробництв, досліджено проблематику функціонування виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів.

РОЗДІЛ 1
ФОРМУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОБЛЕМА РОЗМІЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ ФАКТОРІВ

1.1 Аспекти економічного районування та розміщення виробництва

Необхідно зазначити, що історія виникнення зонування показує, що метою справді був захист добробуту населення від несприятливих наслідків індустріалізації та швидкої та щільної урбанізації. Коротше кажучи, первісною метою було пом’якшення довгого списку негативних зовнішніх ефектів, які виникають внаслідок нерегульованого землекористування.

Цікавим є виявлення зміни питомих ваг районів у розміщенні галузі під впливом інтенсивних факторів: з виробництва продукції загалом, у тому числі за рахунок розвитку діючих підприємств, за рахунок виробництва якісно нових видів продукції та із застосуванням нової техніки та технології, за рахунок ресурсозбереження; з капіталовкладень загалом, зокрема на технічне переозброєння та реконструкцію тощо.

При розміщенні виробництва вартісна диференціація різних чинників враховується як у галузях, а й у економічних районах. Внаслідок територіальних відмінностей у витратних нормах і витратах праці, пов'язаних із видобутком сировини, палива та виготовленням матеріалів, необхідних для одержання готової продукції, великі коливання у різних районах зазнає оцінки матеріаломісткості та енергоємності виробництва (яка сильно відрізняється і за галузями).

Диференціація факторів розміщення за районами наочно показується на картосхемах з нанесенням відповідних ізоліній (ліній рівних характеристик) та виділенням ареалів близьких оцінок (факторно-галузеве зонування) [1].

При визначенні розташування підприємств за чинниками галузева наукова чи проектна організація має керуватися класифікацією як галузей та

виробництв за особливостями порайонного розміщення, так і районів за умовами розвитку та розміщення галузей. Деякі із запропонованих для цього методів передбачають зіставлення показників факторів розміщення галузей (енергоємність, трудомісткість тощо) з відповідними порайонними економічними характеристиками (енергоекономічними, трудоекономічними тощо). Однак на галузевому рівні досліджень і тим більше за одним фактором можна здійснити територіальний розподіл галузей (підприємств) тільки попередньо, до проведення інших досліджень.

Виробничо-збутове зонування у географічних межах єдиного товарного ринку встановлюють територію, при котрій існує економічна можливість покупця придбати товар за певних умов. Серед важливих ознак - порівнянний рівень цін на товар і незначні додаткові витрати на транспортування його від продавця до покупця. Чинники розміщення господарських об'єктів представлено на рис 1.1.

Рисунок 1.1 – Чинники розміщення господарських об'єктів [2]

Для визначення кращих районів оптових закупівель товарів пропонують ранжувати райони за емпіричною формулою: підсумковий рейтинг = 0,5К1 + 0,35К2 + 0,15К3, де індекси К представляють співвідношення показників регіону та країни відповідно до встановлення рівня рентабельності. Проте за

умов неорганізованого ринку схема ранжування завжди може бути досить виправданою.

Одним з інструментів планування розміщення продуктивних сил є виділення виробничо-збутових зон – різновид галузевого економічного районування, що набуває значення і як орієнтир ринкових зв'язків.

Основний метод промислового та сільськогосподарського виробничо-збутового зонування полягає у визначенні економічних меж рівних виробничо-транспортних витрат за однойменною або взаємозамінною продукцією з подальшим коригуванням балансами виробництва та споживання. Зонування перевезень встановлює найвигідніші зони поширення продукції окремих джерел. Пункти рівновеликої вартості продукції різних джерел утворюють їх вантажо-розподіл, а лінії, що з'єднують ці пункти, - межі оптимальних зон поширення продукції. При цьому в конкретних розрахунках крім витрат виробництва береться до уваги різна вартість перевезення продукції за видами транспорту, ділянками доріг та напрямками (вантажо-перевезення та транспортування порожнього транспорту.

Раціональний радіус перевезення продукції Р розраховується за даними наведених витрат на виробництво її одиниці в пунктах (районах) П1 і П2 з урахуванням відстані між ними Д і транспортних витрат на 1 т*км при перевезенні продукції в напрямку від першого пункту (району) до другого Т1 і від другого до першого Т2:

$$Р = (П2 - П1 + Т2 * Д) / (Т1 + Т2)$$

Найбільш прості та подібні розрахунки проводяться із продукцією добувної промисловості, сільського господарства та однаковими видами продукції обробної промисловості (наприклад, цементу). Результати такого зонування наочно зображуються на картосхемах [3].

Балансові розрахунки під час розміщення галузей. Поряд з виявленням порівняльної порайонної ефективності розміщення підприємства та галузі встановлюються доцільні темпи та масштаби зростання виробництва у різних районах. З цією метою у наукових дослідженнях, плануванні та проектуванні

застосовується система територіальних (міжрайонних) балансів. В їх основі – прогресивні техніко-економічні нормативи, розроблені з урахуванням впливу нових умов виробництва та споживання, особливо науково-технічного прогресу.

Для вирішення питань розміщення виробництва по країні, міжрайонного обміну, обґрунтування правильних співвідношень між галузями виробництва в районах необхідні балансові розрахунки в розрізі економічних районів з палива, чорних металів, мінеральних добрив, цементу, деревини, зерна та інших поширених видів промислової та сільськогосподарської продукції. У планово-постачальницькій практиці розроблялися десятки таких матеріальних балансів, потрібні вони й у системі ринкової інфраструктури. Орієнтовні балансові розрахунки широко використовуються на стадії розробки довгострокових галузевих прогнозів розміщення виробництва. Територіальний баланс включає два розділи:

– формування та розподіл ресурсів у регіонах з двома основними частинами - ресурси (виробництво, ввезення та ін.) та їх розподіл (споживання, вивіз та ін.); при цьому у ринковій економіці статті «споживання» та «виробництво» замінюються статтями «попит» та «пропозиція»;

– міжрегіональний обмін ресурсів у вигляді шахової таблиці кореспонденції ввезення та вивезення.

Економіко-математичні методи розроблення оптимальних галузевих програм розміщення здійснюються при виконання галузевих економіко-математичних завдань і при цьому встановлюються основні параметри виробництва та споживання певної продукції в територіальному розрізі – розміщення підприємств, їх розміри та спеціалізація, номенклатура та обсяг продукції, що випускається (іноді за технологічними способами), розміри задоволення попиту різних споживачів, транспортні зв'язки, потреба в виробничих ресурсів тощо. Історично завдання розміщення виробництва належить до перших спроб використовувати специфічні математичні прийоми оптимальному плануванні [4].

В економіко-математичних завданнях з розміщення виробництва процес оптимізації аналізованої системи складається з наступних основних етапів: 1) загальної постановки задачі; 2) підготовки вихідної інформації; 3) розв'язання задачі; 4) аналізу одержаних результатів.

Постановка оптимізаційної задачі полягає в її економічному та математичному формулюванні. Економічна інтерпретація полягає у визначенні кола вирішуваних проблем та пошуку результатів, можливих варіантів розвитку системи (наприклад, розширення таких діючих підприємств, будівництво нових), у виборі прогнозованого періоду, у формулюванні умов та критерію оптимальності.

Відбір серії варіантів розрахунків починається з орієнтовного визначення області варіації. При цьому доцільно відбирати тільки ті варіанти, які суттєво відрізняються один від одного за витратами, структурою тощо, а ті, котрі заздалегідь є нереальні та економічно необґрунтованими, то їх розглядати не слід. Для складання оптимальної схеми постачання продукції застосовують так звану закриту модель транспортної задачі, для визначення розміщення підприємств – відкриту. Перша характеризується рівністю потужностей постачальників і споживачів, у другій сумарна потужність всіх постачальників значно більша від сумарного попиту споживачів, що забезпечує широкий діапазон допустимих програм розміщення виробництва.

Формалізація завдання полягає в її математичному описі у вигляді економіко-математичної моделі (системи математичних рівнянь – рівностей і нерівностей), що відображає як умови діяльності системи, що розглядається (обмеження), так і критерій оптимальності (цільову функцію).

Підготовка вихідної інформації на вирішення економіко-математичної завдання розміщення галузевих підприємств полягає у визначенні цільових значень їх параметрів. Так, при постановці завдань на мінімум витрат необхідно мати дані проектних та наукових організацій про територіальний розподіл попиту на продукцію, про максимально допустимий обсяг

виробництва на кожному з проектованих підприємств типових потужностей [5].

У основі оцінки економічного ефекту від розміщення підприємств та галузей лежить загальна методика визначення економічної ефективності виробництва та капітального будівництва. Показники характеризують співвідношення результатів і витрат виробничої діяльності різних рівнях планування (підприємство, галузь, район, країна). Абсолютна ефективність визначається шляхом порівняння отриманого приросту національного доходу (чистої продукції) із витраченими капіталовкладеннями (або всіма виробничими ресурсами). Порівняльна ефективність різних варіантів розміщення підприємств та його комплексів встановлюється з урахуванням розрахунку наведених, тобто. поточних (собівартості) та порівнянних одноразових (капітальних), витрат. Основний результативний показник ринкової економіки – прибуток – гірше, ніж показник витрат, характеризує ефективність розміщення виробництва, оскільки прямо не відображає вплив факторів, що впливають (енергетичного, сировинного, трудового та ін.).

Обов'язковим є комплексний підхід при оцінці розміщення нових або реконструкції виробничих потужностей, що діють, особливо в таких районоутворюючих галузях, як чорна металургія, нафтопереробка і нафтохімія, лісопереробна промисловість тощо, що передбачає облік капітальних і поточних витрат у суміжні та допоміжні виробництва, природоохоронні заходи (влаштування очисних споруд тощо), у розвиток міст, облік стану районних балансів за ресурсами багатоцільового призначення (робоча сила, паливо, вода, земля).

Іноді щодо ефективності розміщення великих промислових підприємств (наприклад, автомобільних) розглядаються два варіанти - комплексний, тобто. розміщення основних виробництв (автомобілів, двигунів, задніх мостів, лиття та поковок) в одному промисловому вузлі з використанням єдиної потужної будівельної організації та диференційований варіант, тобто. з розміщенням

основних заводів у різних пунктах обраного району та залученням кількох будівельних організацій середньої потужності [6].

Розрахунки щодо оцінки ефективності розміщення підприємств мають проводитися на базі реально можливих варіантів дислокації (районів, пунктів, майданчиків). Інформацією тут є перелік міст, у яких заборонено, обмежено чи економічно недоцільно розміщення підприємств. Крім екологічних, історичних, національних та оборонних факторів, територіальних обмежень на ресурси враховуються характеристики конкретних будівельних майданчиків та особливі вимоги до них.

Найбільш актуальний в умовах інтенсифікації вибір першочергових виробничих потужностей для технічного переозброєння та реконструкції виходить із загальних принципів та факторів розміщення продуктивних сил. При цьому найбільш економічні варіанти зазвичай пов'язані з підприємствами, розташованими у великих промислових районах та центрах, де зосереджені великі виробничі фонди, наукова база, є розвинена транспортна мережа, виробнича та соціальна інфраструктура, кваліфіковані кадри (так званий агломераційний ефект), хоча нерідко позначається подорожчання водопостачання, доставки палива та сировини, погіршення екології тощо. Нове будівництво є доцільним лише після вичерпання можливостей розвитку діючих підприємств галузі. Для підприємців, та й для держави зазвичай дешевше реконструювати існуючі виробничі потужності, ніж створювати нові.

При розвитку та розміщення міжгалузевих комплексів – груп тісно взаємопов'язаних галузей та виробництв – діяльність (і ефект) всіх підрозділів, що входять до складу кожного такого комплексу, розглядається як єдиний. Так, в агропромисловому комплексі (АПК) країни та окремого регіону передбачається балансова прив'язка обсягів перероблюваної сільськогосподарської продукції до потужностей промисловості та до матеріально-технічного постачання сільського господарства, а основними показниками є кінцева продукція комплексу та його загальний ефект.

Для розрахунку витрат за одиницю продукції П береться сума всіх поточних витрат на її виробництво (собівартість) С і питомі капітальні витрати К нормативного коефіцієнта їх ефективності Е, тобто. П = С + КЕ. Множення цієї величини на кількість продукції (яке визначається балансовими розрахунками) дасть повні наведені витрати. У розрахунках враховуються П, С не лише виробничі, а й транспортні витрати [7].

Вибір оптимального варіанту розміщення підприємства проводиться за мінімумом наведених витрат (при порівнянні багатьох варіантів). Два варіанти можна зіставляти за термінами окупності додаткових капітальних вкладень (або оберненими показниками – коефіцієнтами ефективності). Термін окупності розраховується шляхом поділу додаткових капіталовкладень у цей варіант економію поточних витрат. Нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень Е означає нижню допустиму межу ефективності. По народному господарству загалом він встановлено лише на рівні не нижче 0,12 (зворотна величина – термін окупності 8,3 року). Розрахунок наведених витрат проводиться з урахуванням прогресивних нормативів з нових проектів будівництва підприємств і міст.

Ефективність територіальних зрушень у розміщенні галузей промисловості та сільського господарства зазвичай оцінюється на основі регіональних відмінностей вирішальних показників – капітальних вкладень, заробітної плати та продуктивності праці на розрахунковий період. Економія (перевитрата) наведених витрат обчислюється на приріст виробництва, що переміщується між регіонами в порівнянні з варіантом вихідного розміщення [8]. Широкомасштабна реконструкція народного господарства підвищує значення галузевих і регіональних показників інтенсифікації виробництва, тобто. його зростання з допомогою ефективного використання виробничих ресурсів з урахуванням досягнень науково-технічного прогресу. Це набагато результативніший шлях нарощування виробництва, ніж екстенсивний, що означає залучення до нього додаткових ресурсів (на колишній технічній основі).

1.2 Механізми регулювання регіональної економіки

Регіональна економіка займається вивченням економічних процеси на рівні регіонів, що утворюють єдиний народно-господарський комплекс та намагається зрозуміти економічну структуру в регіональному чи територіальному масштабі, застосовуючи різні методи теорій розміщення, економічного зростання та розвитку. З одного боку, теорії розміщення мають справу з рішеннями щодо розміщення підприємств і домогосподарств, але вони також передбачають аналіз нерівності у просторовому розподілі економічної діяльності всередині країни. З іншого боку механізми регулювання регіональної економіки полягають у тому, щоб здійснити аналіз детермінант ендогенного зростання, яке полягає у збільшенні реального виробничого потенціалу регіону та його здатності підтримувати це зростання. Нарешті, теорії регіонального розвитку зацікавлені у визначенні всіх матеріальних елементів, таких як наявність природних ресурсів, клімат чи географічне розташування, і нематеріальних активів, таких як освітній рівень, культура чи соціальний капітал, які втручаються в процес.

Регіональні інтеграційні механізми є невід'ємною частиною поточного глобального економічного порядку, і ця тенденція є визначальною у майбутній на міжнародній системі. Зараз ця тенденція набула нового сенсу. Регіональні інтеграційні домовленості є насамперед результатом потреби, яку відчувають національні держави, щоб інтегрувати свої економіки з метою досягнення швидкого економічного розвитку, зменшення конфліктів і побудови взаємної довіри між інтегрованими одиницями. Система національних держав, яка була переважною моделлю міжнародних відносин після Вестфальського миру в 1648 році, розвинулася в систему, в якій регіональні угруповання держав стають все більш важливими порівняно з суверенними державами. Дехто стверджував, що ідея держави та її суверенітету стала неактуальною через процеси, які відбуваються як на глобальному, так і на локальному рівнях. Уолтер Ліппман вважає, що «справжніми складовими членами міжнародного

порядку майбутнього є спільноти держав». Е. Карр поділяє точку зору Ліппмана щодо зростання регіоналізму та регіональних домовленостей і прокоментував це так, що «концепція суверенітету, ймовірно, у майбутньому стане ще більш туманною та нечіткою, ніж зараз» [9].

Регіональні інтеграційні угоди призвели до серйозних подій у міжнародних відносинах між багатьма країнами, зокрема до збільшення міжнародної торгівлі та інвестицій та формування регіональних торговельних блоків. Регіональна інтеграція, будучи фундаментальною для багатогранного процесу глобалізації, стала головною подією в міжнародних відносинах останніх років. Таким чином, регіональні інтеграційні угоди набули великого значення. При цьому майже всі індустріально розвинені країни є учасниками таких угод, але й велика кількість країн, що розвиваються, також є учасниками принаймні однієї, а в деяких випадках і кількох угод.

Обсяг торгівлі, який відбувається за такими угодами, становить близько 35%, що становить більше третини торгівлі у світі. Основною метою цих угод є зменшення торговельних бар’єрів між залученими країнами. Важливо зазначити, що структура однієї угоди може відрізнятися від іншої угоди. Усунення торговельних бар’єрів або лібералізація багатьох економік мали численні наслідки, у деяких випадках збільшивши валовий внутрішній продукт (ВВП). Проте, це у свою чергу також призвело до збільшення глобальної нерівності, концентрації багатства та збільшення частоти та інтенсивності економічних криз.

На протязі останнього десятиліття регіональна інтеграція прискорилася та поглибилася в усьому світі у Латинській та Північній Америці, Європі, Африці та Азії, з утворенням нових альянсів і торговельних блоків. Проте критики форм цієї інтеграції постійно вказували на те, що пропаговані форми регіональної інтеграції часто мають неоліберальний характер, що відповідає мотивам і цінностям Світової організації торгівлі, Міжнародного валютного фонду та Світового банку. – сприяння фінансовій дерегуляції, усунення бар'єрів для капіталу та глобальних корпорацій, їх власників та інвесторів;

зосередження на індустріалізації, збільшенні обсягів світової торгівлі та збільшенні ВВП. Це супроводжувалося різким зростанням глобальної нерівності, зростаючими екологічними проблемами внаслідок промислового розвитку, значним змінам в колишніх сільських громад, постійним розширенням міських нетрів, зростанням безробіття та демонтажем соціального і екологічного захисту. Глобальна фінансова дерегуляція також сприяла зростанню частоти та серйозності економічних криз, у той час як уряди дедалі більше втрачали суверенітет діяти у тому напрямку, щоб захищати та сприяти ослабленій економіці, оскільки вони прив'язані до правил вільної торгівлі, запроваджених СОТ та МВФ [10].

Прихильники альтернативної регіональної інтеграції рішуче стверджують, що вирішення глобальних криз (фінансової, економічної, екологічної, кліматичної, енергетичної, охорони здоров'я, продовольчої, соціальної тощо) потребує співпраці різних народів у різних країнах. Проте вони пропонують альтернативи домінуючим формам неоліберальної інтеграції, які передусім задовольняють потреби транснаціональних корпорацій та інвесторів.

Рисунок 1.2 – Суб'єкти державного регулювання економіки [11]

Основне завдання щодо регулювання розвитку регіонів та їх систем у ринковому середовищі полягає у тому, щоб забезпечити умови для орієнтації

економіки на розбудову структури та поступальне зростання виробництва, досягнення соціального та екологічного благополуччя та прогресу.

Регулюючими органами є структури законодавчої та виконавчої влади (парламент, міністерства фінансів, економічного розвитку та торгівлі та інших.), і навіть регіональні органи влади.

Серед найважливіших цілей і завдань міжрегіональних асоціацій є забезпечення умов ефективної взаємодії регіонів з урахуванням об'єднання матеріальних, фінансових та інтелектуальних ресурсів; підготовка пропозицій щодо оптимального використання економічних потенціалів регіонів; вдосконалення способів управління господарськими підприємствами та організаціями; досягнення сталого розвитку регіонів за умов ринку; участь у розробці та реалізації спільних програм та проектів, включаючи загально-державне значення; оптимальне розміщення продуктивних сил та ін.

Активне державне регулювання має мати всеосяжний характер, поширюватися не лише на захист соціальної та екологічної сфер, які не становлять особливого інтересу для приватного підприємництва, а й безпосередньо на виробництво. Держава покликана підтримувати прогресивні напрями виробничо-комерційної діяльності (наукоємні галузі, малий бізнес, експорт товарів і т. д.) та обмежувати консервативні (технологічно застарілі виробництва тощо), здійснювати захист внутрішнього ринку. Здебільшого це реалізується перерозподілом доходів, бюджетних коштів [12].

Досягнення мети регіональної політики потребує поетапного вирішення наступних завдань: Розробка комплексу заходів політичного, економічного, екологічного та правового характеру, що забезпечують господарську самостійність регіонів; визначення територіальних пріоритетів відповідно до загальних стратегічних положень макроекономічної політики держави; поєднання селективної державної підтримки окремих регіонів із державним стимулюванням економічної активності; становлення та розвиток регіональних та загальнореспубліканських ринків товарів, праці та капіталу, інституційної та ринкової інфраструктури; підтримку та реструктуризація

малих та середніх господарств з метою виведення їх економіки з кризи та прискорення соціально-економічного розвитку; створення матеріальної основи для відродження відсталих аулів та сіл; формування раціональної просторової структури економіки; вдосконалення територіальної організації виробництва; забезпечення ресурсно-цільової збалансованості виробничого комплексу; відновлення еколого-економічних, науково-технічних, природних ресурсів територій;

Необхідно вирівнювання відмінностей у рівні та якості життя населення по регіонах, подолання депресивного стану економіки та соціальної сфери в регіонах, особливо у слаборозвинених.

Практична реалізація регіональної політики ґрунтується на наступних принципах: раціональне поєднання інтересів держави в цілому та окремих її регіонів; узгодженість дій регіонів з основними засадами зовнішньої політики та зовнішньоекономічної діяльності держави; взаємодія суб'єктів господарювання на основі ефективного міжрегіонального поділу праці та інтеграції виробництва; економічна самостійність регіонів у вирішенні завдань соціально-економічного розвитку територій, пом'якшення соціальних наслідків реформування економіки та мобілізація необхідних цих цілей фінансових та виробничих ресурсів; забезпечення соціальних нормативів та гарантій населенню регіонів; відповідальність регіональних органів за рівень та якість життя населення, раціональне використання мінерально-сировинних, земельних, водних та інших ресурсів, відтворення рослинного та тваринного світу [13].

Відповідно до цілей і завдань регіональної політики виділяються такі її основні напрями: підтримання виробництва та збільшення випуску продукції, що користується попитом на зовнішньому та внутрішньому ринках, нарощування експортного потенціалу регіонів; поступове згортання економічно безперспективних виробництв із посиленням екологічного контролю; формування нових (міжрегіональних) організаційних структур, технологічно взаємопов'язаних виробництв з метою концентрації, капіталу та

пожвавлення виробничої діяльності на великих підприємствах базових галузей промисловості; підтримка розвитку місцевого підприємництва, особливо малого та середнього бізнесу з метою збереження зайнятості населення та створення нових робочих місць, збільшення пропозиції товарів та послуг на місцевому ринку; створення сприятливих умов залучення інвестицій, зокрема, прямих іноземних інвестицій, передусім, у сферу матеріального виробництва та регіональну інфраструктуру; формування фінансових ресурсів регіону, системи інституційних інвесторів, здатних акумулювати накопичення та ефективно перетворювати їх на інвестиції.

В умовах ринкового господарства особливого значення набуває функція розвитку національної економіки. Її значення зумовлено необхідністю подолання таких недоліків ринкової системи, як: по-перше, відсутність стимулів для товарів і послуг колективного та громадського призначення; по-друге, відсутність інтересу суб'єктів господарювання реагувати на результати своєї виробничої діяльності; по-третє, відсутність гарантії на працю тим, хто хоче і може працювати; по-четверте, не гарантованість права громадян на стандартний добробут; по-п'яте, нездатність, на стабільній основі, сприяти розвитку фундаментальних досліджень у науці; по-шосте, нестабільність розвитку, схильність до інфляційних процесів. Зазначені проблеми покликане вирішувати державу у вигляді використання різних форм втручання у соціально-економічні процеси, які у суспільстві. Загальновідомо, що державне регулювання – це одна з підсистем, що діє в ринковій економіці, механізм регулювання, куди, крім того, входять – ринково конкретна підсистема, а саме це механізм саморегулювання ринку, підсистема монополістичного регулювання, тобто антимонопольне регулювання і підсистема наднаціонального регулювання [14].

Варто зазначити той вагомий чинник, що об’єктом державного регулювання регіонального розвитку є народне господарство країни, як певна територіально-структурована система економіки її окремих регіонів (муніципальних утворень). Предметом регулюючого впливу з боку держави є

процеси просторового розміщення та розвитку продуктивних сил у межах території країни, регіональні аспекти формування ринкових відносин, а також економічні, соціальні та інші аспекти її окремих регіонів. Суб'єктом державного регулювання регіонального розвитку виступають центральні та територіальні економічні органи. Основними формами державного регулювання економіки є норми права, бюджетно-податкові важелі, кредитно-грошові інструменти та стратегічне планування. Адміністративно-правове регулювання має на меті організацію діяльності за допомогою норм права, різних видів діяльності людей, їх соціальних спільностей; визначення компетенції, обсягу повноважень та обов'язків державних та регіональних органів управління, комерційних організацій. Механізм правового регулювання становлять різні джерела права – нормативні акти, закони, укази, підзаконні акти. Існує дві групи методів: зміна у системі податків та рівні податкових ставок; надання прямих та непрямих пільг підприємцям та фізичним особам з метою впливу на розміри їх інвестиційної діяльності.

Отож, можна стверджувати те, що державне регулювання регіонального розвитку має здійснюватися на всіх рівнях управління: центральному, обласному, регіональному та місцевому. Місцеве господарство – це сукупність підприємств та установ, які здійснюють на території муніципального (місцевого) освіти господарську діяльність, спрямовану задоволення колективних (суспільних) потреб населення.

1.3 Особливості функціонування виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів

Вплив на навколишнє середовище став критично важливим питанням у світі бізнесу. Оскільки суспільство дедалі більше турбується про стан навколишнього середовища, підприємства змушені оцінювати, розглядати та зменшувати свій вплив на світ природи. Вплив на навколишнє середовище в бізнесі означає вплив бізнес-операцій, практик і продуктів на навколишнє

середовище, включаючи споживання ресурсів, викиди забруднюючих речовин і внесок у зміну клімату.

Питання, пов'язані з впливом на навколишнє середовище в бізнесі, різноманітні та широкі. Вони включають виснаження ресурсів, забруднення повітря, води та ґрунту, руйнування середовища проживання, викиди парникових газів, утворення відходів і втрату біорізноманіття. Вони не лише становлять ризик для навколишнього середовища, але також мають значні соціальні та економічні наслідки. На щастя, підприємства все більше усвідомлюють необхідність вирішення проблеми впливу на навколишнє середовище та активно шукають рішення [15].

Відносини між підприємствами та навколишнім середовищем викликають усе більше занепокоєння. Вплив людської діяльності на навколишнє середовище , включно з екологічними проблемами, спричиненими бізнесом, став важливою проблемою, яка вимагає уваги. Оскільки підприємства продовжують рости та розширюватися, дуже важливо оцінювати та вирішувати екологічні наслідки їх діяльності.

Підприємства повинні враховувати вплив на навколишнє середовище своїх ланцюгів поставок, виробничих процесів і життєвих циклів продукції. Є багато способів продемонструвати турботу про екологічні проблеми. Впроваджуючи стратегії зменшення споживання енергії, мінімізації утворення відходів і сприяння екологічному пошуку джерел, підприємства можуть позитивно впливати на навколишнє середовище, а також приносити користь своїм прибуткам. Застосування екологічно чистих методів не тільки зменшує негативний вплив бізнесу на навколишнє середовище, але й допомагає захистити навколишнє середовище, а також приваблює екологічно свідомих споживачів і покращує репутацію бренду.

Глобальні наслідки екологічних проблем потребують колективних зусиль компаній, урядів та окремих людей. Співпраця між підприємствами та екологічними організаціями може сприяти інноваціям, обміну знаннями та розробці стійких рішень .

Основні екологічні проблеми та проблеми є пов’язані із впливом діяльності людини на навколишнє середовище та проявляються в різних формах. Розуміння цих проблем та їх наслідків має вирішальне значення для розробки ефективних стратегій для вирішення та зменшення їх впливу. Зі зростанням чисельності населення та індустріалізацією наші дії призвели до значних змін в екосистемах і природних ресурсах.

Екологічні проблеми охоплюють широкий спектр проблем. Актуальною проблемою залишається забруднення повітря, води та ґрунту. Надмірне використання природних ресурсів, вирубка лісів і знищення середовища проживання сприяють деградації екосистем і втраті біорізноманіття. Зміна клімату, спричинена викидами парникових газів, становить серйозну загрозу для нашої планети, що призводить до підвищення температури, танення льодовиків і екстремальних погодних явищ. Ці проблеми не лише впливають на навколишнє середовище, але й мають далекосяжні наслідки для здоров’я людей, засобів до існування та загального добробуту [16].

Виробництво різних видів продукції має глобальний вплив і наслідки на довкілля. Виробнича діяльність має значний вплив на навколишнє середовище, що сприяє виникненню різноманітних екологічних проблем. Є багато способів, як бізнес впливає на навколишнє середовище. Від видобутку ресурсів до виробництва та розповсюдження, кожна стадія виробничого процесу може спричинити негативний вплив на навколишнє середовище. Одним із ключових питань є вплив підприємницької діяльності на навколишнє середовище. Промислове виробництво, особливо в таких секторах, як виробництво, енергетика та транспорт, може мати негативний вплив на навколишнє середовище.

Глобальні наслідки екологічних проблем, пов’язаних із виробництвом, мають далекосяжні масштаби. Ці проблеми мають глобальні результати, впливаючи на екосистеми, біорізноманіття та добробут людей у всьому світі. Зміна клімату, зокрема, стала актуальною глобальною проблемою, оскільки підвищення температури, підвищення рівня моря та екстремальні погодні

явища впливають на громади та економіку. Необхідність колективних дій і міжнародного співробітництва для подолання цих глобальних наслідків є очевидною.

Зменшення впливу виробництва на навколишнє середовище є критичним пріоритетом. Це вимагає комплексного підходу, який охоплює стійкі практики, технологічні інновації та політичні втручання. Підприємства відіграють вирішальну роль у стимулюванні змін, використовуючи технології чистішого виробництва, впроваджуючи енергоефективні заходи, скорочуючи викиди та просуваючи принципи циклічної економіки. Уряди, організації та споживачі готової продукції також зобов'язані підтримувати та вимагати екологічно чисті методи виробництва.

Рисунок 1.3 – Фактори ефективності ведення економічної діяльності [17]

Постає вагоме питання: як компанії можуть вирішувати екологічні проблеми? Їх нагальним завданням має стати вирішення екологічних проблем, адже це є надзвичайно важливою відповідальністю компаній у сучасному світі. Компанії можуть вирішувати проблеми навколишнього середовища за допомогою різних стратегій та ініціатив, які віддають пріоритет екологічній стійкості, сприяють відповідальній діяльності та стимулюють позитивні зміни. Але як підприємства вирішують екологічні проблеми?

Одним із важливих підходів є проведення оцінки впливу на навколишнє середовище. Ці оцінки допомагають компаніям зрозуміти специфічний вплив на навколишнє середовище їх діяльності, продуктів і послуг. Визначаючи та оцінюючи свій вплив на навколишнє середовище, підприємства зменшують негативні наслідки та оптимізують використання ресурсів. Зменшення впливу на навколишнє середовище часто передбачає впровадження екологічних методів і технологій виробництва. Завдяки інтеграції сталого розвитку в управління ланцюгом постачання компанії можуть працювати з постачальниками, які дотримуються відповідальних екологічних практик і сприяють екологічному пошуку сировини.

Іншим ключовим аспектом є впровадження ефективних стратегій поводження з відходами. Компанії можуть прийняти програми переробки, зменшити відходи упаковки та заохочувати повторне використання матеріалів. Віддаючи пріоритет принципам циклічної економіки, підприємства можуть мінімізувати відходи та максимізувати ефективне використання ресурсів. Це включає в себе прийняття дизайну продукту, який сприяє довговічності, ремонтопридатності та повторній переробці, а також впровадження відповідальних методів утилізації в кінці терміну служби [18].

Оцінка впливу на навколишнє середовище є ключовим інструментом, який використовується для оцінки потенційних проблем у навколишньому середовищі як наслідків запропонованих проектів, політики чи діяльності та впливу бізнесу на природне середовище. Це дозволяє організаціям і особам, які приймають рішення, оцінювати екологічні наслідки та робити обґрунтований вибір, який сприятиме сталому розвитку.

Одним із ключових аспектів оцінки впливу на навколишнє середовище є аналіз впливу людини на навколишнє середовище. При цьому враховується діяльність і дії окремих осіб, організацій і галузей, які сприяють екологічним проблемам. Розуміючи вплив людини на навколишнє середовище, політики та зацікавлені сторони можуть розробити стратегії для мінімізації негативних наслідків і сприяння сталим практикам.

Крім того оцінка впливу на навколишнє середовище розглядає глобальні наслідки запропонованих проектів або політики. Вона визнає, що екологічні проблеми виходять за межі національних кордонів і можуть мати далекосяжні наслідки. Оцінюючи глобальні наслідки, включаючи зміну клімату, втрату біорізноманіття та руйнування екосистем, особи, які приймають рішення, можуть вживати заходів, які сприятимуть досягненню міжнародних екологічних цілей і угод. Оцінка впливу на навколишнє середовище особливо актуальна в контексті господарської діяльності. Це допомагає організаціям визначити вплив на навколишнє середовище їх діяльності, продуктів і послуг.

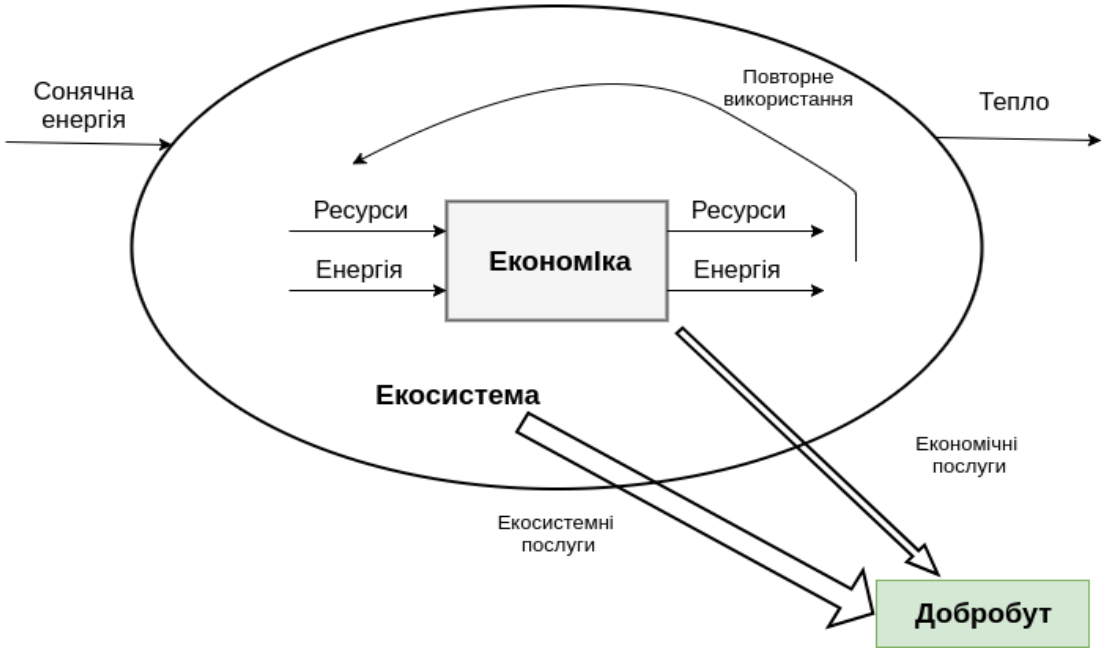

Рисунок 1.4 – Екологічна економіка [19]

Ключовим підходом до управління екологічними проблемами в бізнесі є проведення оцінки впливу на довкілля. Оцінюючи потенційний вплив ділової діяльності на навколишнє середовище від їх операцій, продуктів і послуг, компанії можуть визначити сфери, де можна зробити покращення. Оцінка впливу на навколишнє середовище допомагає підприємствам зрозуміти конкретні проблеми в навколишньому середовищі, до яких може призвести їх діяльність. вплив підприємницької діяльності на навколишнє середовище

Зменшення впливу на навколишнє середовище в управлінні бізнесом передбачає впровадження практик, які надають пріоритет ресурсозбереженню, зменшенню відходів і використанню відновлюваної енергії. Інтегруючи екологічність у свою діяльність, компанії можуть не лише зменшити вплив на навколишнє середовище, але й досягти економії коштів і покращити репутацію свого бренду.

Для того, щоб ефективно вирішувати проблеми навколишнього середовища, компанії повинні інтегрувати екологічні міркування у свою загальну бізнес-стратегію та процеси прийняття рішень. Відповідно це в свою чергу вимагає встановлення чітких екологічних цілей, впровадження систем управління навколишнім середовищем, а також регулярного моніторингу та звітності про прогрес. Включаючи екологічні показники в оцінку ефективності та залучаючи екологічні методи, компанії можуть забезпечити збалансованість екологічних міркувань у своїй основній бізнес-практики.

Таким чином, зважаючи на всезростаючу стурбованість поточними проблемами бізнес-середовища та їхніми наслідками, вживання профілактичних заходів для мінімізації вашого впливу на навколишнє середовище є важливим. Впроваджуючи екологічні практики у повсякденну діяльність підприємств можна зробити позитивні зміни. Важливо врахувати декілька ефективних стратегій, котрі сприятимуть зменшенню впливу на навколишнє середовище. Необхідно почати з оцінки свого поточного способу життя та звичок з тією метою, щоб визначити сфери, де можна зробити покращення. Окрім цього слід усвідомити проблеми навколишнього середовища та їхні наслідки, такі як виснаження ресурсів кожного підприємства, забруднення та зміна клімату, а також те, як кожна дія може їм сприяти.

РОЗДІЛ 2
МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПОШУКУ РОЗВ'ЯЗКІВ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА З УРАХУВАННЯМ СОЦІАЛЬНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

2.1 Модель розміщення виробництва на основі теорії графів. Оцінка впливу різних факторів

Сталий розвиток визначається як розвиток, який забезпечує потреби сьогодення без шкоди здатності майбутніх поколінь задовольняти власні потреби. Це передбачає адекватне планування щодо використання ресурсів у короткостроковій, середньостроковій та довгостроковій перспективі, а також вимагає аналізу загроз і можливостей впливу виробництв на навколишнє середовище. Сталий розвиток шукає баланс між економічним зростанням, соціальним прогресом та екологічним балансом, це відомо як три стовпи, на яких базується стійкість і сприяє збільшенню добробуту та розвитку нинішнього та майбутніх поколінь.

Екологічні компанії, які використовують Всесвітню ділову раду зі сталого розвитку як глобальний регулюючий орган, є важливими гравцями у пошуку сталого світу, оскільки вони дбають про можливість розробки більш чистих виробничих процесів, які мають позитивний вплив на навколишнє середовище. Сталий бізнес створює економічну, екологічну та соціальну цінність у короткостроковій та довгостроковій перспективі, таким чином сприяючи зростанню добробуту та розвитку нинішнього та майбутніх поколінь [20].

Слід зазначити про те, що побудова моделі базується на характеристиці аспектів, пов'язаних зі сталим розвитком і стійкістю бізнесу, тоді як моделі моделювання базуються на стійкості бізнесу та основах системної динаміки. Він продовжується ідентифікацією змінних та їхніх зв'язків через причинно-наслідкову діаграму, пояснення моделі та її складу та взаємозв'язків

на основі структури та функціонування виробничої компанії, яка слугувала еталоном для збору даних та моделювання.

Метою сталого бізнесу є створення цінності, яка може бути досягнута за рахунок власної комерційної діяльності компанії, зменшення споживання електроенергії, води та іншої сировини, використання нових технологій та інновації продуктів; все це створює більшу прибутковість і впливає на потреби споживачів, виміряні за допомогою показників. Вони визначаються як аспекти, що представляють інтерес для компанії, і аналізуються на основі загальних вказівок щодо корпоративної стійкості.

Корпоративна стійкість включає три виміри, відомі як потрійна нижня межа: соціальний прогрес, економічне зростання та екологічний баланс. Баланс цих трьох вимірів спрямований на довгострокову прибутковість і постійність компаній. Стійке підприємство не лише частково компенсує негативні наслідки своїх дій, а й далі інтегрує у свої стратегії три вищезазначені параметри. Що стосується моделювання стійкості бізнесу, частковий аналіз можна знайти там, де моделювання здійснюється з точки зору виробничого процесу, певних частин бізнесу та проблемних ситуацій щодо динаміки бізнесу. Однак компоненти сталого розвитку не інтегровані в виробничий процес і математичну модель.

Важливо врахувати те, що концепції сталого розвитку розглядаються в загальному контексті та в діловому світі, об’єднуючи аспекти сталого розвитку (соціальний, економічний та екологічний) і включаючи управління продуктом як ключовий компонент моделі.

Потрібно взяти до уваги, що модель самоуправління пояснює, що працівники беруть дуже активну роль у компанії та стають її власниками. Ця модель концептуально описує організацію та її регулярне функціонування, не встановлюючи числових чи математичних зв’язків.

Тоді як у пропонуються деякі моделі для налаштувань управління бізнесом, які використовують системну динаміку. Виробництво є предметом моделювання з точки зору системної динаміки через модель, яка базується на

управлінні виробництвом. Наприклад, можна зазначити про те, що генеральний директор компанії DPS Telecom розробляє процес моделювання своєї компанії, який здійснюється за методологією системної динаміки. Починається з простої моделі, доки не буде досягнуто складне моделювання організації та прийнято рішення. Життєздатна системна модель представляє підхід до бізнес-моделі, що інтегрує стійкість бізнесу на основі вказівок ISO 26000.

Важливо наголосити про важливість видів інноваційної діяльності (рис.2.1), які включають в себе інноваційну діяльність у сфері технологічного забезпечення виробництва; інноваційна діяльність у сфері збільшення виробництва, а також підвищення якості і здешевлення продукції; інноваційна діяльність у сфері соціального розвитку підприємств та сільськогосподарських територій.

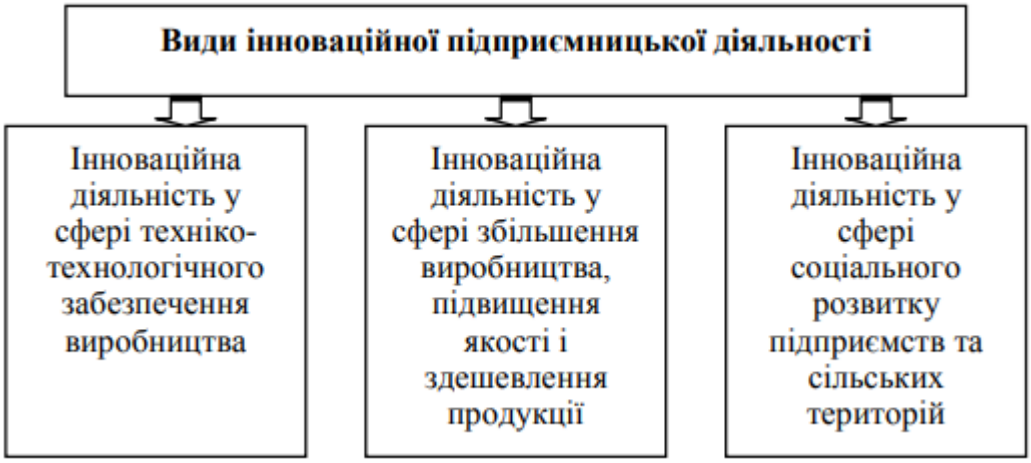

Рисунок 2.1 – Види інноваційної підприємницької діяльності [21]

Моделювання системної динаміки має застосування в різних областях, тому його можна пов’язати як методологічний компонент для підходу та побудови моделі стійкості бізнесу: моделювання здійснюється з точки зору структури та поведінки. Структура аналізується з її складових елементів, її зв’язків і характеристик. Поведінка вивчається на основі еволюції змінних у часі. Завдяки моделюванню можна оцінити середньо- та довгострокову

поведінку та прийняти рішення на основі змін, зареєстрованих змодельованими змінними.

Побудова моделі базується на системній динаміці, за допомогою якої моделюються складні системи, що вимагає аналізу їх компонентів і глобального розуміння їх функціонування. Системну динаміку можна використовувати для моделювання складних систем із найрізноманітніших галузей: від техніки до соціальних та економічних наук. Системна динаміка вважається науковим інструментом для побудови системних моделей, які можна моделювати за допомогою комп'ютерів.

Системна динаміка починається з визначення проблеми, характеристики системи, що моделюється, ідентифікації змінних, побудови причинно-наслідкової діаграми, а також діаграми Форрестера, верифікації моделі, моделювання та, нарешті, аналізу результатів. Загальновідомо, що причинно-наслідкова діаграма дозволяє розпізнавати структуру динамічної системи шляхом визначення зв'язків між змінними. Діаграма Форрестера є формалізацією причинно-наслідкової діаграми і показує зв'язки між станом, потоком і допоміжними змінними. Отримана модель вважається динамічною системою, яка, у свою чергу, визначається як математичний об'єкт, утворений простором станів і правил, які визначають його еволюцію. Простір стану відноситься до простору розмірів, утворених змінними стану.

Змінні стану, також відомі як змінні рівня, характеризують систему в даний час або стан. Вони представляють накопичення та запаси, а також відображають затримку в потоці матеріалу чи інформації. Вони важливі для визначення еволюції системи. Змінні стану пов'язані принаймні однією змінною потоку, яка може бути вхідною або вихідною. Вони визначають збільшення або зменшення змінної стану.

Допоміжні змінні – це проміжні змінні, які впливають на змінні потоку або інші допоміжні змінні. Вони також можуть бути пов'язані зі змінними стану та константами, такими як ставки. Параметри є постійними значеннями або мають дуже повільну зміну, вони пов'язані з допоміжними змінними та

змінними потоку, але на них не впливають інші значення чи змінні. Під час аналізу моделі параметри змінюються, щоб оцінити поведінку моделі. Модель перевіряється на основі узгодженості отриманих результатів із змодельованою реальною системою та очікуваною поведінкою [22].

На виробництво (підготовка, складання та пакування) впливають виробничі або матеріальні втрати, а також рівень продуктивності обладнання або продуктивності працівників, що, у свою чергу, відображається на дефектних частинах або вузлах. Виготовлена продукція йде на склад готової продукції. Існує максимальна ємність зберігання, максимальний час постійності та обсяг відправлення продукції, який визначає динаміку зазначеного запасу.

Операційні витрати компанії диференційовані за сферами інтересів, визначеними в структурі запропонованої моделі. Дохід складається з продажу продукції та зеленого доходу, який відповідає загальному доходу. Прибуток дорівнює сукупному доходу мінус сукупні витрати.

Коефіцієнт енергозбереження базується на максимальному споживанні енергії. При досягненні цієї мети слід посилити дії щодо заощадження, особливо із застосуванням технологій для зменшення споживання. Місячне споживання енергії визначається коефіцієнтом споживання енергії на вироблений продукт, помноженим на кількість продукції, виробленої за той самий період часу. Це споживання енергії залежить не тільки від рівня виробництва, але й від впровадження стратегій енергозбереження. Досвід і рівень підготовки операторів є ще одним фактором, який сприяє зниженню рівня споживання енергії [23].

За допомогою постійних працівників, також відомих як працівники заводу, можна досягти певного рівня продуктивності. Коли виробниче замовлення перевищує ці рівні, необхідно наймати тимчасових працівників, поки задовольняються потреби обсягів виробництва. Кількість робітників, яких потрібно найняти, визначається як різниця між рівнем продуктивності та

виробничим замовленням, поділена на кількість одиниць, яку може виготовити підрядник.

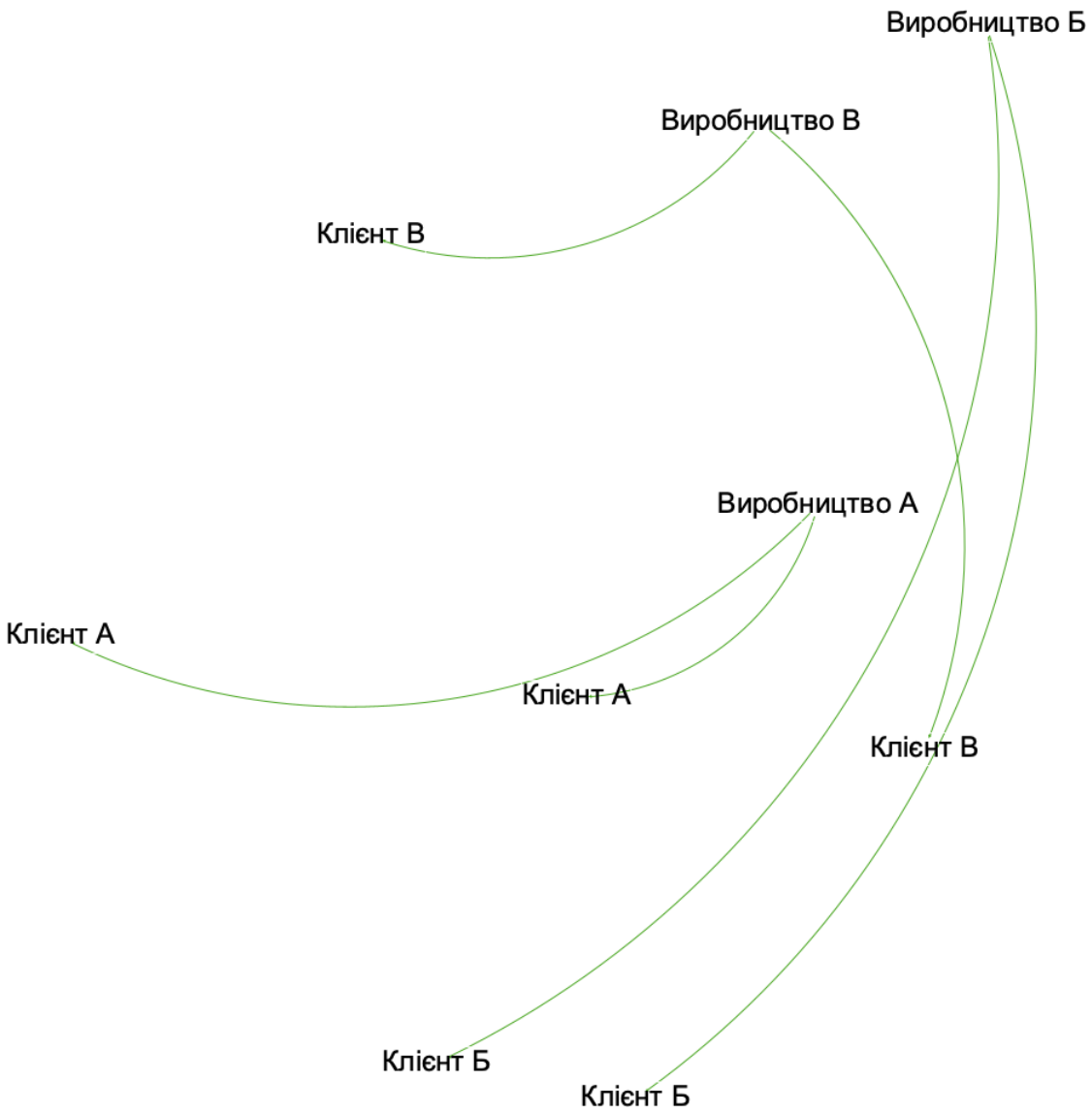

Рисунок 2.2 – Граф моделі розміщення виробництва

Для повноцінного прикладу додамо відстані між вершинами, вартість доставки, та виробничі обмеження для кожної точки в нашому графі. Припустимо, що всі відстані вказані в кілометрах, вартість доставки – в гривнях за кілометр, а виробничі обмеження – в кількості одиниць продукції, яку може виробити кожна точка.

Відстані між вершинами:

(Де dijdij - відстань від вершини i до j)

- d12$d12$: 10 км
- d13$d13$: 15 км
- d45$d45$: 8 км
- d46$d46$: 20 км
- d78$d78$: 12 км
- d79$d79$: 25 км

Вартість доставки:

(Де cijcij - вартість доставки з вершини i до j)

- c12$c12$: 3 грн/км
- c13$c13$: 2 грн/км
- c45$c45$: 2.5 грн/км
- c46$c46$: 3.5 грн/км
- c78$c78$: 4 грн/км
- c79$c79$: 3 грн/км

Виробничі обмеження:

(Де qiqi - максимальна кількість одиниць продукції, що може бути вироблена в точці i)

- q1$q1$: 500 од/день
- q4$q4$: 300 од/день
- q7$q7$: 400 од/день

Попит клієнтів:

(Де pjpj - попит клієнтів у точці j)

- p2$p2$: 200 од/день
- p3$p3$: 150 од/день
- p5$p5$: 250 од/день
- p6$p6$: 100 од/день
- p8$p8$: 300 од/день
- p9$p9$: 200 од/день

Крок 1: Розрахунок Витрат на Виробництво

Формула: Витрати на виробництво = Вартість виробництва на одиницю продукції × Кількість продукції

Для кожного виробництва (A, B, C):

- Виробництво A: 20грн/од×100од=2000грн20грн/од×100од=2000грн
- Виробництво B: 25грн/од×150од=3750грн25грн/од×150од=3750грн
- Виробництво C: 30грн/од×120од=3600грн30грн/од×120од=3600грн

Крок 2: Розрахунок Соціальних Витрат

Формула: Соціальні витрати = Соціальні витрати на одиницю продукції × Кількість продукції

- Виробництво A: 5грн/од×100од=500грн5грн/од×100од=500грн
- Виробництво B: 4грн/од×150од=600грн4грн/од×150од=600грн
- Виробництво C: 6грн/од×120од=720грн6грн/од×120од=720грн

Крок 3: Розрахунок Екологічних Витрат

Формула: Екологічні витрати = Екологічні витрати на одиницю продукції × Кількість продукції

- Виробництво A: 10грн/од×100од=1000грн10грн/од×100од=1000грн
- Виробництво B: 8грн/од×150од=1200грн8грн/од×150од=1200грн
- Виробництво C: 12грн/од×120од=1440грн12грн/од×120од=1440грн

Крок 4: Розрахунок Витрат на Доставку

Формула: Витрати на доставку = Вартість доставки на км × Відстань × Кількість продукції

- Виробництво A: 2грн/км×50км×100од=10000грн2грн/км×50км×100од=10000грн
- Виробництво B: 2.5грн/км×60км×150од=22500грн2.5грн/км×60км×150од=22500грн
- Виробництво C: 3грн/км×40км×120од=14400грн3грн/км×40км×120од=14400грн

Крок 5: Підсумкові Витрати для Кожного Виробництва

Формула: Загальні витрати = Витрати на виробництво + Соціальні витрати +

Екологічні витрати + Витрати на доставку

- Виробництво А:
  2000+500+1000+10000=13500грн2000+500+1000+10000=13500грн
- Виробництво В:
  3750+600+1200+22500=28050грн3750+600+1200+22500=28050грн
- Виробництво С:
  3600+720+1440+14400=20160грн3600+720+1440+14400=20160грн

Серед трьох варіантів, виробництво А має найменші загальні витрати - 13500 грн. Тому, для мінімізації витрат, оптимальним вибором буде виробництво А.

За допомогою цих даних можна визначити оптимальні шляхи доставки, враховуючи вартість доставки та виробничі обмеження, щоб задовольнити попит клієнтів. Виробництво в кожній точці повинно організовуватися так, щоб загальні витрати на виробництво та доставку були мінімізовані, в той же час забезпечуючи необхідний попит.

2.2 Фрагментарна модель для задачі розміщення виробництва. Побудова інтегрального критерію

Визначення політики для «зелених» робочих місць підкреслюють їхню здатність зменшувати негативний вплив на навколишнє середовище, їхній потенціал для створення більш екологічно, економічно та соціально стійких підприємств і для забезпечення справедливої зайнятості. Проте проекти, спрямовані на підрахунок кількості стабільних робочих місць в економіці чи регіоні, або вплив політики, спрямованої на підвищення зайнятості в стійких секторах, вимагають чіткого статистичного визначення «зелених» робочих місць. Вже розроблено різні емпірично вимірювані визначення – наприклад, Євростат опублікував посібник зі збору даних спільно з ОЕСР. Однак застосування таких визначень обмежене кількістю, якістю та послідовністю наявних даних. У нових дослідженнях необхідно розглянути, чи є наявні дані

достатньо детальними для того, щоб вакансії могли оцінюватися щодо їх екологічних повноважень на індивідуальній основі, чи достатньо деталей лише для певних галузей чи компаній у цілому, щоб вважатися екологічними. Навіть якщо є достатньо інформації, щоб спробувати класифікувати зелені робочі місця в галузях промисловості, все ще існує проблема визначення критеріїв, які використовувати для визначення екологічних робочих місць. Наприклад, чи слід вважати роботу водія автобуса екологічною професією, оскільки подорожі автобусом є більш екологічними, ніж подорожі автомобілем? Чи слід вважати роботу водія автобуса екологічною, лише якщо автобус працює на біопаливі?

Інвестиції в стійкі сектори призведуть до розширення виробництва та створення ряду прямих робочих місць. Розширення виробництва незмінно призводить до підвищення попиту на ресурси, що призводить до збільшення непрямих робочих місць у галузях-постачальниках. Збільшення споживчих витрат тих, хто працює на цих нещодавно створених прямих і непрямих робочих місцях, також створить низку індукованих робочих місць [24].

Опитування та інвентаризація можуть надати простий і ефективний спосіб оцінити кількість зелених робочих місць у конкретних секторах, регіонах чи країнах. Опитування зазвичай проводиться у формі анкети, яка розсилається відповідним компаніям, урядовим департаментам або аналітикам, тоді як інвентаризація зазвичай спирається на національну або регіональну базу даних для надання статистики зайнятості. Деякі такі дослідження є всеосяжними, тоді як інші пропонують лише миттєвий знімок або «збільшують» більш обмежений огляд, щоб можна було отримати оцінку зелених робочих місць для цілої країни чи регіону. Інвентаризація та обстеження, якщо вони постійно повторюються протягом тривалого періоду, також можуть стати корисним показником масштабів нової зайнятості, реалізованої політикою, спрямованою на розвиток зайнятості в стійких секторах.

Все більше уваги приділяється наслідкам для здоров’я поведінки та

соціальних взаємодій, які створюються антропогенним середовищем. Забудоване середовище стосується наявності (і близькості до них) ресурсів, важливих для здоров'я, а також аспектів способів проектування та будівництва районів (включно з моделями землекористування, транспортними системами та особливостями міського планування та дизайну). Важливим прикладом є докази, які пов'язують близькість до магазинів здорової чи нездорової їжі з харчовою поведінкою та пов'язаними з цим наслідками хронічних захворювань.

Проблема екологічних ризиків завжди залишається актуальною та затребуваною. Господарська діяльність промисловості диктує постійний моніторинг та регулювання викидів у навколишнє середовище комерційними та некомерційними організаціями, які займаються управлінням якістю та аудитом системи якості. Промислове підприємство розглядається як елемент соціально-економічної системи, тобто організаційно-виробничої системи. Підприємство, як і будь-який живий організм, здатне інтегрувати у свою структуру всі види ресурсів: матеріальні, фінансові, людські, інформаційні та інші. Розвиток потенціалу та його використання сприяють прийняттю управлінських рішень щодо розподілу ресурсів [25].

Стійкість стає все більш важливою вимогою для людської діяльності, що робить сталий розвиток ключовою метою людського розвитку. За своєю суттю, сталий розвиток полягає в тому, що соціальні, економічні та екологічні проблеми повинні вирішуватися одночасно та цілісно в процесі розвитку.

Екологічність застосовувалася в багатьох галузях, включаючи інженерію, виробництво та дизайн. Виробники дедалі більше стурбовані питанням сталого розвитку. Наприклад, визнання зв'язку між виробничими операціями та природним середовищем стало важливим чинником у прийнятті рішень серед індустріальних суспільств.

Зробити розвиток сталим загалом є складним і складним завданням, яке включає такі фактори, як технологія та інженерія, економіка, захист навколишнього середовища, здоров'я та добробут людей і спільнот, у яких

вони живуть і працюють, соціальні бажання та державні стратегії, процедури та політика. Якщо говорити точніше, щоб зробити виробництво сталим, потрібно збалансувати та інтегрувати економічні та екологічні суспільні цілі, політику підтримки та практику. Відповідні компроміси часто необхідні, враховуючи різні інтереси виробників і суспільства. Крім того, організаціям та їхнім керівникам має бути доступна й використовуватися релевантна, значуща, послідовна та надійна інформація про стале виробництво, якщо ми хочемо покращити сталість у виробництві.

Стійкість – це концепція, яка визначається багатьма способами та має різне значення для різних людей. Сталий розвиток був широко представлений Комісією Брундтланда, яка визначила його як розвиток, який «задовольняє потреби сьогодення, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби» [26].

За своєю суттю стійкість – це просто здатність витримати або вижити, що має значні наслідки. Наприклад, стійкість описує продуктивність і різноманітність біологічних систем у часі з екологічної точки зору та потенціал довгострокового добробуту з точки зору людини. Останнє залежить від благополуччя світу природи, включаючи відповідальне використання природних ресурсів і утилізацію відходів. Стійкість передбачає стабілізацію нині руйнівних відносин між людством і нашою планетою. Таке зусилля є складним, оскільки людська система і планетарна система є дуже складними.

У контексті людського розвитку та охорони навколишнього середовища термін сталість має ідеологічний, політичний, екологічний та економічний контексти, і в цьому контексті він найчастіше розглядається як похідний термін сталого розвитку. Сталий розвиток можна розглядати як такий, що складається з трьох частин: екологічної, економічної та соціальної (включаючи політичну). Як наслідок, досягнення стійкості потребує інтегрованого підходу та багатовимірних показників, які пов’язують економіку громади, навколишнє середовище та суспільство.

Важливим аспектом вимірювання та оцінки стійкості та зусиль щодо її

підвищення є показники стійкості. Індикатори допомагають визначити стан чогось, прогрес, досягнутий у досягненні мети, виклики та проблеми на шляху до досягнення мети, а також заходи, які необхідно вжити для вирішення викликів і проблем. Індикатори стійкості відрізняються від традиційних індикаторів економічного, соціального та екологічного прогресу. Індикатори сталої спільноти визначають, де зв'язки між економікою, охороною навколишнього середовища та суспільством є неадекватними, а також пропонують і визначають пріоритети підходів для вирішення проблем. Традиційні показники, такі як економічна рентабельність, здоров'я та якість води, вимірюють зміни в одній частині громади незалежно від інших частин, тоді як індикатори стійкості відображають зв'язок між трьома аспектами стійкості та багатьма факторами, які на них впливають.

Слід зазначити про наступні вагомі чинники [27]:

- природно-ресурсна база забезпечує матеріалами для виробництва, від яких залежать робочі місця та прибутки;
- зайнятість впливає на створення багатства, рівень життя та рівень бідності;
- бідність пов'язана зі злочинністю та соціальними заворушеннями та нестабільністю;
- якість ресурсів, повітря та води впливає на здоров'я; і
- ресурси, що використовуються для виробництва, впливають на прибуток.

Наприклад, проблеми зі здоров'ям впливають на продуктивність працівників і витрати на медичне страхування, а низька якість води перед використанням у процесі, який потребує чистої води, вимагає додаткових витрат і зменшення прибутку, пов'язаного з очищенням води. Багато традиційних показників не є цілісними, як-от валовий внутрішній продукт (ВВП), який вимірює кількість грошей, що витрачаються в країні. ВВП зазвичай розглядається як міра економічного добробуту країни за припущенням, що чим більше витрачено грошей, тим вищий ВВП і кращий

економічний добробут, хоча цей показник відображає лише обсяг економічної діяльності, незалежно від як ця діяльність впливає на соціальне та екологічне благополуччя громади.

Рисунок 2.3 – Чинники розміщення виробництва [28]

Ефективні показники стійкості та інших цілей мають декілька спільних характеристик:

– релевантність, оскільки вони розкривають необхідну інформацію про систему чи процес;

– зрозумілість, оскільки вони прості та легко зрозумілі експертам і не експертам;

– надійність, оскільки вони надають інформацію, яка заслуговує на довіру;

– підлягають оцінці, оскільки вони базуються на наявних і доступних даних.

Зв'язок між виробництвом і його діяльністю з природним середовищем поступово починає визнаватися. Прогрес, прибутковість, продуктивність і охорона навколишнього середовища тепер розглядаються як такі, що потребують розгляду виробничими організаціями. Поліпшення охорони навколишнього середовища та сталого розвитку при збереженні

прибутковості та продуктивності все частіше розглядаються як стратегічні цілі виробничих компаній.

Традиційно стратегії для виробництва враховували порівняння виробничих процесів для матриці обсягу/різноманітності продукції. Сьогодні виробничі стратегії, як правило, враховують продукцію та процеси, а також інші параметри, такі як практика, щоб включити організаційні та філософські елементи виробничої стратегії. Це дає більш загальну точку зору. Технологічний вимір включено, оскільки виробництво значною мірою керується технологіями.

Виробничі операції та природне середовище стають все більш пов’язаними. Щоб включити міру впливу на навколишнє середовище у виробничі стратегії, можна використовувати вирази для оцінки впливу на навколишнє середовище (EI) на суспільство. Одним із поширених виразів впливу навколишнього середовища на суспільство є EI = P × A × T, де P, A і T позначають відповідно населення, достаток і технологію. Населення важко обмежити, і люди все більше прагнуть до достатку. Таким чином, технологія, яку можна визначити як знання організації, є фактором, який можна вдосконалити для зменшення впливу на навколишнє середовище. Категорія технологій, що стосується навколишнього середовища та виробництва, залежить від таких трьох факторів [29]:

– продукт: стратегія виробництва екологічно чистих продуктів часто передбачає процес проектування, який враховує вплив на навколишнє середовище протягом усього терміну служби продукту. Отже, це зазвичай пов’язано з використанням методів проектування для навколишнього середовища (DFE) і аналізу життєвого циклу (LCA). Розробка екологічно чистих продуктів може сприяти їх успішному впровадженню та обслуговуванню. Гнучкість продукту, наприклад, дозволяє покращувати навколишнє середовище, наприклад, замінювати матеріали, зберігаючи конкурентоспроможність. Очікуване скорочення життєвих циклів продукту із

збільшенням персоналізації продукту, ймовірно, зробить гнучкість дедалі важливішою.

– процес: покращення навколишнього середовища, пов’язані з виробничими процесами, пов’язані зі скороченням, повторним використанням, переробкою та повторним виробництвом. Виробництво з нульовими викидами (тобто замкнутий цикл) розглядає виробничу систему як промислову екосистему та вимагає повторного використання відходів або побічних продуктів у виробничій системі. Таким чином, виробництво з нульовим рівнем викидів вимагає можливостей для запобігання забрудненню (наприклад, заміна) і повторного використання відходів. Гнучке виробництво також вимагає здатності до гнучкості матеріалів, і виробниче обладнання, яке може враховувати варіації матеріальних потоків, може сприяти підвищенню стійкості, зберігаючи конкурентоспроможність. Наприклад, більш ефективні та придатні для вторинної переробки конструкції упаковки можуть зробити упаковку більш екологічною.

– практика: сертифікація ISO 14000 має важливий екологічний вплив на організаційну виробничу практику, яка може підтримувати організаційну практику, але не робить покращення навколишнього середовища само по собі. Практики можна використовувати стратегічно для покращення виробництва за допомогою таких інших видів діяльності, як порівняльний аналіз і вимірювання ефективності, оскільки такі схеми допомагають менеджерам у розробці та підтримці нових екологічних програм і технологій.

Ці три фактори перетинаються в деяких сферах і є взаємозалежними та синергетичними. Технологічний прогрес може відбуватися всередині організації, але більшість розробок, особливо стратегічних екологічних, є результатом зусиль багатьох організацій, часто за участі та підтримки уряду.

Стратегії екологічного виробництва, засновані на критеріях Малкольма Болдріджа (американського бізнесмена та державного діяча), рекомендовані для організацій Агентством з охорони навколишнього середовища США як ефективні та включають екологічне лідерство, стратегічне планування якості

навколишнього середовища, системи управління якістю навколишнього середовища, розвиток людських ресурсів, акцент на зацікавлених сторонах, екологічні вимірювання та забезпечення якості навколишнього середовища [30].

У минулому особи, які приймають рішення у виробництві, зазвичай зверталися лише до економічного аспекту сталого розвитку, тоді як корпорації нещодавно почали займатися екологічною стійкістю. Такі інструменти стають все більш поширеними та включають оцінку вуглецевого сліду, оцінку життєвого циклу та управління життєвим циклом, дизайн для навколишнього середовища та управління продуктом. Повідомлялося про численні приклади застосування цих інструментів. Зараз інженери промисловості розглядають такі показники, як споживання ресурсів, викиди токсичних речовин, парникових газів, забруднювачів атмосфери та твердих і рідких відходів. Окрім підходів та інструментів, екологічно безпечна практика вимагає врахування принципу розширеної відповідальності виробника.

2.3 Огляд існуючих метаевристик та їх модифікація для використання в межах фрагментарної моделі задачі розміщення виробництва

Підприємство має розуміти, як воно впливає на сталість, щоб діяти стабільно, і це вимагає використання показників сталості. Для вимірювання прогресу в досягненні стійкості необхідні показники, а визначення відповідних показників стійкості є важливою проблемою. Було докладено зусиль для інтеграції показників стійкості в практику прийняття рішень у промисловості. Наприклад, Парріс і Кейтс проаналізували численні спроби визначити індикатори стійкості та визначили до 255 індикаторів. Ці показники стійкості значно відрізняються з точки зору географічного поширення (від глобального до локального), здатності керувати ними особи, які приймають бізнес-рішення, а також зусиль і витрат, необхідних для їх застосування [31]. Крім того, Стоукс пропонує монетизувати сталість на основі включення

методу потрійного результату у виробничу систему та її середовище. Такі фактори, як екологічна відповідність, комунікація та операційна ефективність, забезпечують вимірні результати, що підтримуються традиційними бізнес-цілями, але для вимірювання результатів вони «монетизуються» на основі пріоритетів результатів і ефективності бізнесу. Такі показники ефективності мають вирішальне значення для покращення екологічної стійкості промислових систем, оскільки такі зусилля залежать від показників, про які слід судити.

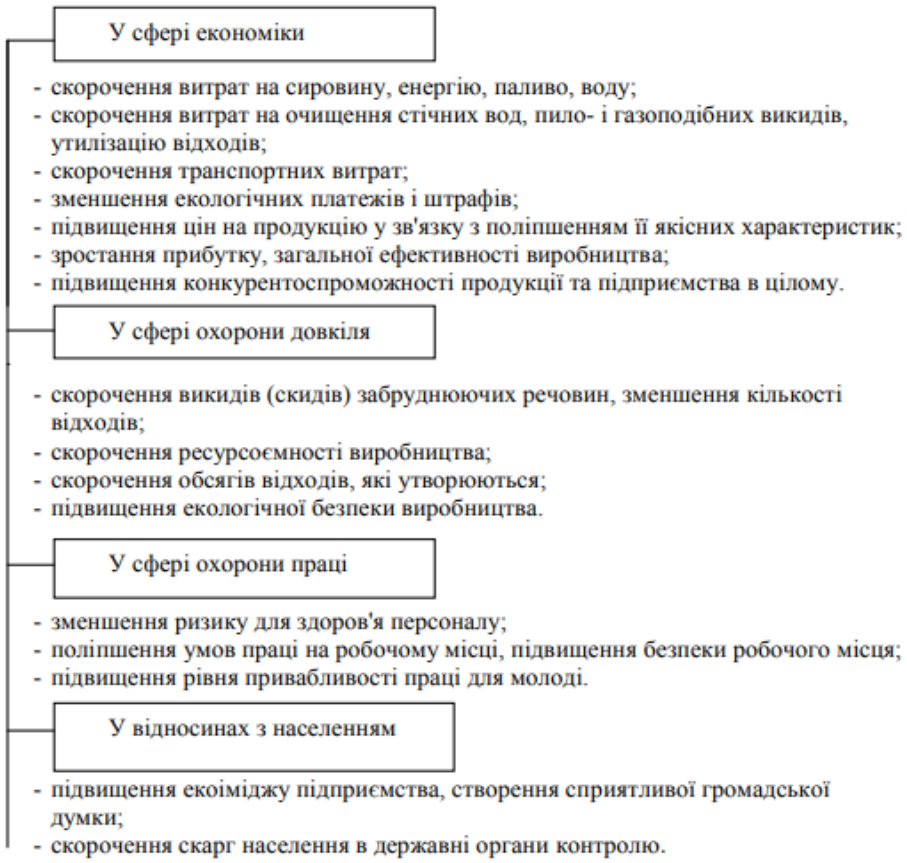

Рисунок 2.4 – Переваги та вигоди, що отримуються підприємствами від чистого виробництва [32]

Успішне впровадження стійкого розвитку у виробничі організації залежить від багатьох факторів. Ось кілька прикладів:

– інформація: необхідна кількісна та якісна інформація, необхідна для проведення оцінок, наприклад, кількість і тип металу, який використовується

в процесі, кількість і тип забруднюючих речовин, що викидаються. Однак така інформація не завжди є легкодоступною, і її іноді буває важко, а то й неможливо отримати.

– менеджмент і культура: питання сталого розвитку, наприклад, зусилля з охорони навколишнього середовища, як правило, вирішуються в спеціалізованих відділах, а не цілісно керівництвом. Це може призвести до непослідовного застосування та, як правило, перешкоджає розвитку в організації культури, орієнтованої на сталий розвиток.

– процедури: особи, які приймають рішення, і персонал часто не мають методологій і процедур, необхідних для забезпечення ефективного, результативного, послідовного та надійного застосування цілей і стратегій сталого розвитку організації. Одна з причин цієї проблеми полягає в тому, що кількість змінних, які необхідно брати до уваги під час прийняття рішень, зазвичай дуже велика. Співробітники повинні ефективно враховувати питання сталого розвитку під час прийняття рішень і дій, щоб досягти цілей сталого розвитку.

Було розроблено різні моделі для впровадження стійкості у виробництво шляхом підвищення стійкості виробництва. Нещодавно були висунуті рамки для сталого виробництва, виробництва та ланцюгів постачання, а також були розроблені інструменти моделювання та оптимізації. Доцільно пропонувати модель залучення технологій охорони навколишнього середовища, яка ілюструє потенціал для реалізації цілей сталого розвитку під час розробки продукту або процесу. Ця модель включає три фази: дослідження, розробку та комерціалізацію. На розробку нового виробничого продукту або процесу зазвичай йде значний проміжок часу, який часто триває роки. Слід вказати на те, що потенціал для реалізації цілей сталого розвитку відрізняється залежно від часу та фази розробки. Інженери-виробники та дизайнери повинні визнати цю залежність, щоб ефективно інтегрувати стійкість у процеси чи продукти [33].

Замість того, щоб враховувати чинники навколишнього середовища лише в одній точці циклу розробки продукту чи процесу, довгострокове зобов'язання щодо всього процесу проектування, від раннього дослідження до розробки процесу, зазвичай є більш ефективним для інтеграції сталого розвитку у виробництво. Стійкість може розглядатися на кожному з трьох етапів моделі:

– дослідження: перша значна можливість вплинути на процес проектування для сталого розвитку є під час дослідницької фази на передконкурентному рівні. На цьому етапі можуть бути оцінені та досліджені конкретні вимоги сталого розвитку та ще нерегульовані проблеми, наприклад, використання енергії та ресурсів, забруднення та вплив зміни клімату. Рання оцінка допомагає забезпечити належну увагу до стійкості в той час, коли вона може сильно постраждати, наприклад, дослідження можуть зосередитися на вирішенні екологічних проблем виробництва.

– розробка: під час фази розробки зусилля щодо покращення екологічних показників зосереджені на проектуванні системи та виборі обладнання з використанням відповідних інструментів і методів, наприклад, проектування для навколишнього середовища, оцінка впливу на навколишнє середовище та аналіз життєвого циклу. Співпраця з постачальниками сприяє покращенню навколишнього середовища. Потенціал для модифікацій, які покращують характеристики стійкості, є високим на цьому етапі.

– комерціалізація: зусилля, вжиті на етапі розробки, розширюються та вдосконалюються під час комерціалізації та передбачають співпрацю з постачальниками, продавцями та клієнтами [34].

Екологічно безпечні практики, підходи та інструменти, розроблені спільно виробничою промисловістю, академічними колами та іншими на основі відповідних даних, а також принципу розширеної відповідальності виробника, є корисними та реалізованими. Крім того, особи, які приймають рішення у виробництві, які орієнтуються на сталий розвиток і створюють культуру сталого розвитку в компаніях, мають більше шансів досягти успіху

в покращенні сталого розвитку дизайну та виробництва. Поряд із конкурентоспроможністю, прибутковістю та продуктивністю екологічне опіку та сталість, ймовірно, будуть ставати все більш важливими для виробництва в майбутньому та для визначення основних пріоритетів для вдосконалення виробничих операцій і технологій. Майбутні перспективи сталого виробництва неоднозначні: очікуються покращення через тиск на навколишнє середовище, тоді як увага до економіки може домінувати за рахунок сталого розвитку через поточну світову фінансову кризу.

РОЗДІЛ 3
ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ ПОШУКУ СУБОПТИМАЛЬНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ ФАКТОРІВ

3.1 Побудова імітаційної моделі для задачі розміщення виробництва

Майбутні виробничі системи суттєво відрізнятимуться від сьогоднішніх. Зміни призведуть не лише до тиску клієнтів на варіанти нових продуктів, але й до революційних змін у впливі технологічних інновацій. Найважливішим фактором, який впливає на існуюче виробниче середовище, є клієнт. Фабрика повинна бути в змозі виготовити необхідну продукцію в найкоротші терміни і за розумну вартість. Майбутнє виробництво забезпечить продукцію, яка буде адаптована до вимог конкретного клієнта, високо досконала, складна та здатна запропонувати нові функціональні можливості; отже, для цього знадобиться абсолютно нове виробниче середовище.

Налаштування та персоналізація продуктів є складною проблемою, яку сьогодні намагаються вирішити дослідники. З одного боку, дослідники використовували відповідну конструкцію нових продуктів, також відомих як модульні, реконфігуровані продукти. З іншого боку, вони також намагалися підвищити гнучкість виробничої системи, яку ми зараз називаємо реконфігурованим виробництвом. Однак майбутні виробничі системи використовуватимуть у своїй роботі абсолютно нові принципи. Дослідники прагнули розробити та використати нові методи та підходи до проектування та виробництва продукту через зростаючу складність як продуктів, так і виробничих систем [35].

Індустрія 4.0 – це цифрова революція, свідками якої є сучасне покоління, метою якої є оцифрування всього виробничого процесу з мінімальним людським або ручним втручанням. Ми живемо в час, коли кожен великий прорив у технологіях змінює обличчя виробничих галузей. Зараз ми живемо в

епоху Індустрії 4.0, яку називають епохою кіберфізичних систем (CPS), які підняли виробництво та пов’язані з ним промислові процеси на непередбачуваний рівень із гнучким виробництвом, включаючи виробництво, ланцюг постачання, доставку, та обслуговування. Розробка концепції Industry 4.0 була потрібна для розробки нових конкурентоспроможних бізнес-моделей. Ці бізнес-моделі мають базуватися на співпраці та кращому використанні наявних ресурсів. Індустрія 4.0 базується на цифровізації та застосуванні експоненціальних технологій. Оцифровка та застосування експоненціальних технологій безпосередньо пов’язані з CPS. CPS попередньо насичують фізичні пристрої вбудованими інструментами для збору, обробки та розповсюдження цифрових даних, а також через Інтернет підключаються один до одного онлайн. CPS є основою для таких технологій, як Інтернет речей, і в поєднанні з Інтернетом послуг формують основу для Індустрії 4.0.

Нові заводи або їхні виробничі системи матимуть унікальні функції, які дозволять їм швидко й ефективно реагувати на вимоги споживачів, які часто змінюються. Ці виробничі системи будуть розроблені як модульні, реконфігуровані та інтелектуальні голонічні системи, здатні швидко змінювати свої функції та потужності на основі автоматичної діагностики. Динамізм складних виробничих систем більше не можна буде вивчати за допомогою сучасних методів моделювання та симуляції. Майбутнє динамічне виробниче середовище вимагатиме надійних інструментів моделювання та симуляції, які зможуть імітувати складні явища та процеси. Нові системи моделювання повинні функціонувати як частина складних систем управління, працювати в режимі реального часу і повинні використовуватися для підтримки прийняття рішень і створення нових знань. При цьому робота в режимі реального часу розглядається як швидке реагування на події, що виникають, і детермінований часом розрахунок траєкторій розвитку майбутніх умов виробничої системи [18].

За останні десятиліття моделювання стало найважливішим інструментом для динамічного аналізу складних систем. Високий рівень

розвитку отримав переважно дискретне моделювання з використанням принципів подієвої орієнтації. Таким чином, найновіші засоби моделювання спростили процес створення імітаційних моделей, які сьогодні відмовляються від використання більш простих аналітичних методів. Сьогодні штучний інтелект або віртуальна реальність є звичайною допоміжною технікою, яка використовується в симуляції. Важливість моделювання зростає в основному зі збільшенням складності систем. В основному вони використовуються там, де помилкове рішення може означати неефективне інвестування, довгострокові економічні втрати та ослаблення її конкурентоспроможності.

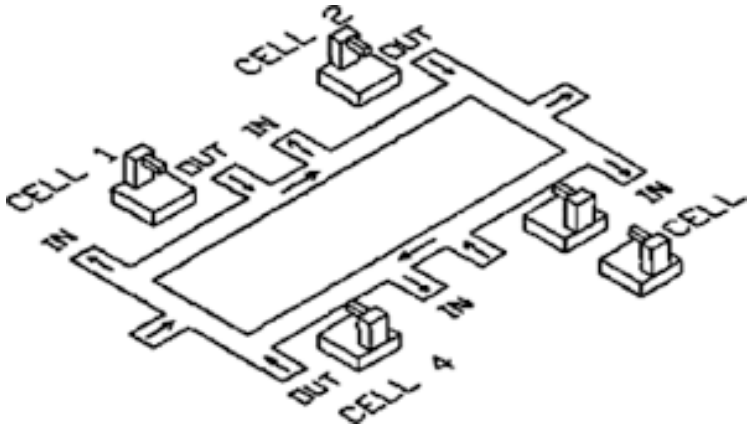

Рисунок 3.1 – Імітаційна модель потокового виробництва [5]

Зі зростанням складності систем і розгортанням інтелектуальних пристроїв, які приймають рішення про дії на заводах майбутнього, необхідно визначити результат дій для потреб управління у високій появі процесів. Вимога частої зміни виробничої бази вимагає систем швидкого введення в експлуатацію автоматизованих виробничих систем (Ramp Up), що вимагатиме нових засобів моделювання. У разі контролю можуть використовуватися технології емуляції, які прив’язані до моделювання. Однією з переваг середовища емуляції є те, що воно може контролювати технічну систему (наприклад, виробництво, складання, логістику) у режимі реального часу, щоб оцінити зібрані дані та оновити відповідну модель на основі реальної системи та передавати проводити експерименти на імітаційній моделі одночасно. В

Industry 4.0 не менш важливим є запровадження цифрового твінінгу об’єктів і процесів.

Змінні вимоги клієнтів і нові прогресивні технології революціонізують не тільки існуюче виробниче середовище, але, водночас, спричиняють зміну основної парадигми бізнесу. Пріоритети бізнесу динамічно змінюються. Технічний рівень виробничих фабрик і системи планування та контролю діяльності цих фабрик фундаментально впливають на продуктивність і ефективність кожної фабрики, а отже, на її конкурентоспроможність.

У минулому, коли світові ринки не були насичені, пріоритетом для бізнесу було досягнення високого завантаження виробничих потужностей. Потужності враховували вкладений капітал, і бізнес намагався це оцінити. Метою було виробництво простих продуктів у великих обсягах виробництва (маси), що гарантувало вигоди від економії кількості. Підприємства шукали території з низькими зарплатами, що спричинило масовий перехід до країн з дешевою робочою силою, відомий як офшоринг. Після насичення ринку вимоги та переваги клієнтів поступово змінювалися, що призвело до збільшення варіантів продукції та сумарного зростання складності виробництва. Поступово пріоритет високого завантаження потужностей і низької заробітної плати був замінений пріоритетом високої гнучкості та управління складністю виробництва.

Гнучкість виробництва є необхідною умовою для виробництва широкого асортименту різноманітної продукції. Таким чином, пріоритет високого використання потужностей був замінений вимогою високої гнучкості виробництва та здатності впоратися зі складністю такого виробництва. Тільки такий підхід гарантує стабільне зростання продуктивності [12].

З кінця 20 століття новітні інформаційні та комунікаційні технології почали масово впроваджуватися у виробничих компаніях, що призвело до здешевлення засобів автоматизації та промислових роботів. Вартість автоматизованого виробництва була нижчою за витрати на оплату праці, і це

принесло нове явище, тепер відоме як ресхоринг. Підприємства почали переміщувати свої виробничі потужності з країн з дешевою робочою силою до батьківщини. Хорошим прикладом є великі корпорації з США (Intel, General Motors, General Electric).

Таким чином, компанія перетворюється з виробництва на послуги. Створюються нові способи і форми створення вартості. Це вносить значні зміни в сучасні заводи. Класичні фабрики та їх виробничі системи поступово трансформуються, оскільки вони закінчуються класичними продуктами, які ми сприймали протягом століть. Сьогодні клієнтам не потрібно мати фізичні моделі продукту, коли вони шукають послугу, яка відповідає їхнім вимогам. Молоде покоління більше не потребує речей. Вони хочуть ними поділитися, тим самим стимулюючи появу так званої економіки спільного використання. Зросло значення лізингу. Конкуренція переходить від продуктів до бізнес-моделей. Сьогодні підприємства вже конкурують зі своїми бізнес-моделями. Ціна товару як і раніше є визначальним критерієм, за яким більшість покупців вибирають з пропозицій. Якщо кілька виробників пропонують однакові товари, ціна продажу є єдиним критерієм при прийнятті ними рішення.

Метою є проста інтеграція варіантів продукту у виробничі системи, орієнтовані на клієнта, і, як наслідок, ефективне впровадження масового виробництва, щоб виробництво доступного продукту забезпечувалося за рахунок економії на масштабі. Відомо, що зниження собівартості одиниці продукції відбувається за рахунок збільшення обсягів виробленої продукції. Зазвичай на ринках є кілька світових виробників, які пропонують аналогічні товари однакового рівня якості за відносно низькими цінами. Малі фірми можуть конкурувати в такому середовищі, лише знайшовши більш ефективний метод виробництва, подібний до того, який використовують великі виробники. Якщо виробник хоче продавати дорожчу продукцію, він повинен принести на ринок нову цінність, наприклад, нові продукти з іншими характеристиками, які споживачі оцінять і купуватимуть. Таким чином, нові вимоги клієнтів пов’язані зі зростанням кількості варіантів продукту. Вищою

формою задоволення вимог споживача є персоналізація попиту. Це означає, що кожен продукт виготовляється індивідуально під клієнта. Стратегія масової кастомізації може бути прийнятною для економії обсягу, і її ефективна реалізація неможлива без передових виробничих систем, здатних швидко реагувати. Ці зміни впливають на багато давно сформованих моделей поведінки, відомих як парадигми [19].

Ми живемо в часи, коли відбуваються зміни парадигми, і їх основним двигуном є нові технології. Передові технології впливають на життя всього суспільства. Найсуттєвіший їх вплив виявляється у виробничій сфері. Робототехніка є одним із напрямків, які протягом кількох десятиліть переживають технологічну революцію. Промислові роботи вже стали звичним явищем на виробництві. Розробка та впровадження мобільних роботів у виробництво та логістику також йде подібним шляхом. За останні п’ять років дослідницькі лабораторії знайшли свій шлях до виробничих цехів і кооперативних роботів (коботів). Вони являють собою міжхребцевий етап у трансформації виробничих систем шляхом спільної інтеграції діяльності людини та робота.

На цьому етапі людина залишається частиною виробничих процесів. Ще одним кроком у розвитку є людиноподібні роботи, які поступово стають пріоритетом у дослідженнях і швидко проникають у виробничу практику та послуги. Одним із головних пріоритетів досліджень є колективна робототехніка, а саме управління та координація цільової поведінки групи різнорідних роботів. Виробничі системи та виробництво в цілому перебувають у стадії постійної трансформації.

Нові технології (Emerging Technologies, EmTe) – це технології, на які часто не звертають уваги з самого початку, а згодом вони можуть трансформувати цілі галузі чи сектори послуг. Ці драйвери також називаються PUSH-змінами, оскільки зміни є результатом технологічного поштовху.

Зміни ринку (зміни у вимогах клієнтів) – ці зміни часто можна відстежити в довгострокових тенденціях. Клієнти вимагають продуктів

(послуг), які краще і точніше задовольняють їхні вимоги, що виробники реалізують через кастомізацію та персоналізацію продуктів. Оскільки цей крок роблять клієнти, ми називаємо ці зміни «зміни PULL».

У звичайних виробничих системах, таких як транспортна лінія, економічне виробництво та гнучкі виробничі системи можуть бути перевагами для масового виробництва [11].

При масовому виробництві стандартної продукції основним джерелом конкурентної переваги є транспортні лінії для виробництва одного виду продукції з використанням фіксованих пристосувань і інструментів. Мета полягає в тому, щоб виробляти один вид продукції у великих обсягах і необхідної якості виробництва, що означає низькі витрати на виробництво.

Концепція ощадливого виробництва була створена в Toyota як розширення функцій масового виробництва. Вона також відома як виробнича система Toyota, і її основною метою було скоротити час виробництва, пов’язане зі зростанням якості, зниженням витрат, а також збитками та відходами.

Гнучкі виробничі системи (FMS) були розроблені як рішення для забезпечення достатнього виробництва сімейства подібних продуктів. FMS використовують машини з ЧПУ, автоматичні системи обробки та транспортування та інтегроване управління виробництвом. Розгортання інформаційних технологій з можливістю швидкого перепрограмування дозволило легко змінювати асортимент продукції [8].

Традиційні виробничі системи, що використовуються для управління виробництвом класичних підходів PUSH і, пізніше, PULL-контролю. Ця виробнича система була достатньою на момент виникнення. Однак зараз деякі сфери ринків, на яких використовуються звичайні виробничі системи, почали вимагати різноманітних продуктів із коротким часом розміщення продукту на ринку. Отже, цей зростаючий попит клієнтів створив складність виробництва, що спонукало до все більшого експериментування з розробки реконфігурованих виробничих ліній або так званих островів компетенції.

3.2 Розробка програмної системи для реалізації різних метаевристичних алгоритмів з метою оптимізації розміщення виробництва, з урахуванням екологічних та соціальних факторів

Зміна парадигми, яка зараз відбувається, характеризується використанням агентів і принципів багатоагентного контролю у виробництві. На практиці це означає, що класичні системи управління будуть поступово замінюватися багатоагентним управлінням. Багатоагентний контроль приносить виробництво до появи, а це означає, що характеристики виробничих систем також змінюються, коли вони стають емерджентними.

Традиційні системи виробництва були складними. Застосування багатоагентного керування на виробництві являє собою перетворення складних систем у складні системи. Для складних систем складність взаємозв’язків між різними елементами системи вже є настільки значною, що використання математичного моделювання для їх дослідження часто є дуже вимогливим, якщо не неможливим. Динамічну поведінку таких систем можна вивчати лише за допомогою теорії складності. Майбутні виробничі системи працюватимуть як адаптивні динамічні виробничі мережі. Нові системи моделювання також повинні бути адаптовані до цієї нової вимоги. Вони повинні володіти здатністю моделювати агентські системи та моделювати великі мережі. Таким чином, моделювання та симуляція стануть невід’ємною частиною планування та контролю процесів на заводах майбутнього. На виробництві, окрім реальних об’єктів, будуть і їх віртуальні представники, яких ми тепер називаємо цифровими близнюками. Таке подвійне представлення виробництва також відоме як віртуальне виробництво. Для візуалізації майбутніх виробничих систем ми можемо побачити схожість з живими організмами. Холонічне виробництво з мультиагентним управлінням буде більше нагадувати появу функціонування живих організмів, а не механічний автомат.

Новим напрямком у розвитку виробничих систем є реконфігуровані виробничі системи. Природа вчить нас, що, змінюючи середовище, живий організм прагне пристосуватися до змінених умов. Він використовує зміну внутрішніх структур і кількості елементів та їх складу. На молекулярному рівні він «розтягує та переробляє» непотрібні структури та реконфігурує їх у нові, необхідні структури. Переробка – це процес розкладання. Тоді реконфігурація являє собою нове використання існуючих структур [17].

Більшість діяльності в промисловості майбутнього виконуватимуть розумні роботи. Для того, щоб роботи могли виконувати свої завдання, часто в незнайомому середовищі, вони повинні володіти автономними можливостями, отже, здатністю адаптуватися до свого оточення та мінливих умов навколишнього середовища, збирати та оцінювати інформацію про свій внутрішній стан і оточення (сприйняття), прогнозувати майбутні ситуації, приймати необхідні рішення і, звичайно, вчитися на ситуаціях. Такі завдання тепер можуть вирішувати індивідуальні передові роботизовані системи.

Зростаючий інтерес до програм мобільної робототехніки змінив не тільки частину користувачів робототехнічних рішень, але й частину їх постачальників, тобто виробників мобільних роботів. Користувачі все більше віддають перевагу складнішим рішенням мобільної робототехніки з автономним інтелектуальним керуванням, локалізацією та навігацією.

Поведінка майбутніх колективних роботів має нагадувати поведінку живих організмів. З цієї точки зору ми повинні розрізняти поняття робототехніки, роя та колективної робототехніки.

Ройова робототехніка включає набір відносно простих однорідних роботів. Поведінка таких роботів імітує поведінку простих живих організмів (ми їх називаємо зграями або зграями), таких як бджоли, мурахи чи літаючі птахи. Для колективної поведінки такого рою діють відносно прості правила. Кожен учасник рою має певний спектр діяльності, яку він виконує на користь усього рою.

Колективна робототехніка зазвичай включає багато, часто дуже різнорідних роботів. Гетерогенні роботи можуть включати цілий набір автономних роботів, які не вимагають роботи людини, від мобільних роботів, дорожніх роботів до літаючих (дронів) і плаваючих роботів. Ці роботи володіють потужними автономними функціями, інтелектом і можливостями мобільності. Такі роботи працюють з інтелектуальними сенсорними мережами та комп'ютерними системами, організованими у хмарні рішення. У комплексному управлінні колективними роботами вже неможливо використовувати класичне централізоване управління. Результати досліджень показали, що управління колективними роботами потребуватиме «власної» операційної системи [6].

Кооперація колективних роботів істотно відрізняється від кооперації простих ройових роботів. Виконуючи складні завдання в складному та незнайомому середовищі, колективні роботи повинні використовувати розподілені механізми керування, які можуть поєднувати поведінку окремих автономних роботів у складну поведінку всієї групи роботів. Ми називаємо таку поведінку «голонічною». Для управління холонними системами типово використовувати агентний доступ і багатоагентні системи (MAS). Процес взаємодії групи окремих і автономних роботів створює вищий рівень колективного інтелекту, який ми називаємо емерджентністю.

Усі нові концепції виробництва прагнуть досягти однієї з головних цілей, і, таким чином, адаптивність, здатність негайно реагувати на швидкі зміни в навколишньому середовищі, також називається турбулентністю. Адаптивні виробничі системи на сьогоднішній день є піком зусиль вчених щодо формулювання контурів майбутнього виробничого середовища. Щоб задовольнити вимогу адаптивності, до цього можна підійти декількома способами, тому вчені розробили та випробували цілу групу нових концепцій виробництва, таких як:

- реконфігуровані виробничі системи;
- острів компетенції;

– мультиагентні системи управління [4].

Виготовлений продукт буде вести себе в нових виробничих концепціях як розумна сутність, здатна спілкуватися з навколишнім середовищем і здатна організовувати свою обробку повністю автономно. Такий продукт сам визначить послідовність його переробки, виділить необхідні потужності у відповідних острівцях компетенції та набере мобільного робота для забезпечення його транспортування у виробництво. Щоб така система організації працювала безпечно та надійно та виконувала необхідні завдання, потрібні нові способи планування та контролю виробництва. Далі, у, здавалося б, «хаотичному» світі виробництва більше не працюватимуть поточні системи керування натисканням. З великою кількістю інтелектуальних елементів (сутностей) у виробничій системі виникнуть складні відносини та ситуації, які більше не зможуть ефективно впоратися з сучасним ієрархічним управлінням. Складні зв’язки між окремими об’єктами спричиняють стан, який називається емерджентністю, тобто стан, у якому більше не буде складно передбачити майбутню поведінку таких складних систем. Тому дослідники експериментують із новими підходами до управління, заснованими на відносній автономності окремих елементів виробничої системи та їх поведінці, яка буде нагадувати поведінку розумних живих організмів. У виробництві, крім реальних об'єктів, будуть присутні і їх віртуальні представники, яких ми тепер називаємо цифровими близнюками. Таке подвійне представлення виробництва також відоме як віртуальне виробництво.

Reconfigurable Manufacturing System (RMS) – це виробнича система, структуру якої можна просто налаштувати, з можливістю масштабування потужності та гнучкості, обмеженої вибраним сімейством продуктів. Рисунок 3.2 ілюструє бачення реконфігурованих виробничих систем.

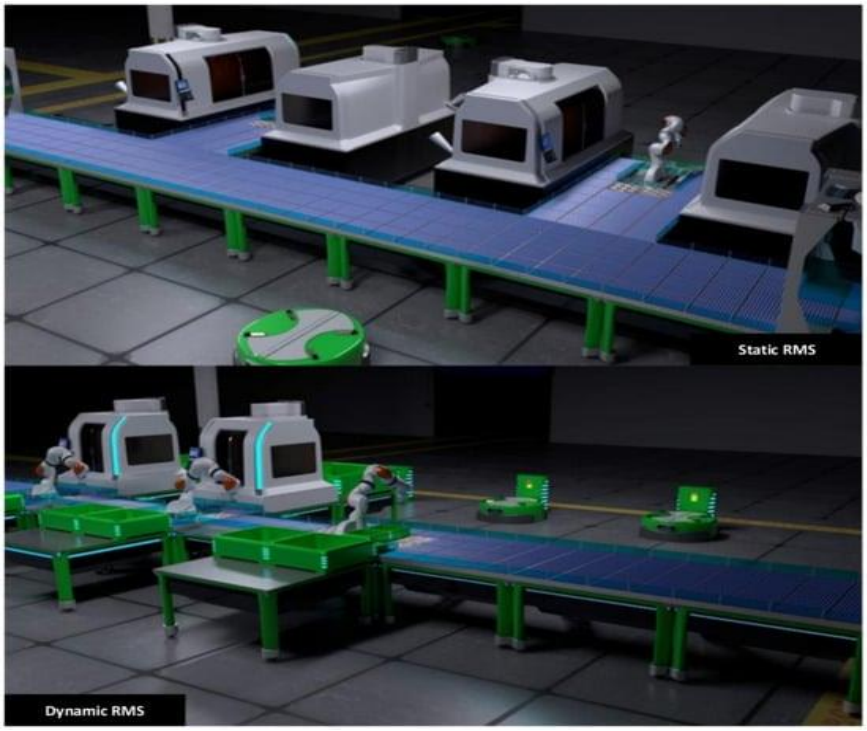

Рисунок 3.2 Порівняння статичної реконфігурованої виробничої системи та динамічної реконфігурованої виробничої системи [12]

Реконфігуровані виробничі системи являють собою еволюційний етап розвитку виробничих систем. Їх застосування вимагає нового підходу, в якому вони відіграють домінуючу роль у реконфігурованих машинах, пристосуваннях, інструментах, логістиці та реконфігурованих системах керування.

RMS створено для легкого та швидкого перетворення (реконфігурації). Завдяки цій функції реконфігуровані виробничі системи переходять у область адаптивних систем. Реконструкції дозволяють адаптувати виробничу систему до нових видів продукції (функціональність) і нових обсягів виробництва (потужність). Таким чином, реконфігурація стала новою технологією, яка може краще відповідати ринковим коливанням і турбулентності шляхом поступової перебудови виробничої системи. Можливість реконфігурації являє собою операційну здатність виробничої системи адаптувати свої функції та потужності до певного сімейства продуктів. Це призводить до бажаної гнучкості виробничої системи. На відміну від можливості реконфігурації у

виробничій системі, гнучкість є чітко визначеною. Реконфігурованість і еластичність становлять адаптивну здатність виробничої системи, яка досягається зміною її структури. Така структурна зміна дає змогу адаптувати функції та потужність виробничої системи до нових вимог. Умовою ефективної можливості реконфігурації є вимога мінімізації докладених зусиль і максимального скорочення часу, необхідного для впровадження змін.

Таким чином, нові виробничі системи повинні бути розроблені як невеликі, дуже гнучкі виробничі одиниці, які будуть розгорнуті там, де є достатній реальний попит. Такі виробничі системи будуть розроблені для виробництва вибраного сімейства продуктів, що вимагає, щоб їх концепція була побудована на принципах реконфігурованих виробничих систем.

Діяльність майбутніх виробничих систем буде організована інакше. Класичні виробничі та складальні лінії підтримуватимуться лише там, де це економічно вигідно. Майбутнє виробництво для стороннього спостерігача здасться повним хаосом. Здаватиметься, що матеріали, проміжне і складне виробництво, мобільні роботи рухаються безпланово і хаотично. Однак кожен з них керуватиметься строгою логікою батьківського рівня, що дозволить йому бути відносно автономним. Отже, це буде організований хаос. Для управління виробництвом будуть використовуватися принципи, отримані від природи, які пропонують еволюцію перевірених, оптимальних практик [10].

Сильні позиції на заводах майбутнього займатимуть інтелектуальні мобільні роботи та мобільні роботизовані системи та платформи. Тисячі таких роботів забезпечать переміщення оброблених продуктів і їх обробку в, здавалося б, хаотичному світі.

Виробництво буде організовано як живий організм, що нагадує мурашник, в якому мурахи виглядають безладно, але строго організовані та спеціалізовані, і кожен з них виконує чітко визначені завдання, які забезпечують виживання мурашника. Зміниться продукт, виробниче обладнання, технологія і вся система виробництва. Вироблена продукція, виробниче обладнання та мобільні логістичні засоби стануть

інтелектуальними та будуть спілкуватися один з одним. У режимі реального часу вони обмінюватимуться всіма необхідними даними та інформацією. Мобільні роботи, транспортуючи поетапний продукт, переміщатимуться між острівцями компетенції, а продукт сам визначатиме необхідні операції та плануватиме їх порядок. Спостерігач не побачить класичної виробничої лінії; спостерігатиметься очевидний фізичний хаос. Однак буде прихована віртуальна лінія (її цифрова та віртуальна модель даних), що складається з острівців компетенцій, необхідних для виробництва клієнтського продукту [15].

Майбутнє виробництво будуватиметься не за виробничим ритмом, як сьогодні, а за змістом роботи, яку потрібно виконати. Функціональні зв'язки та нефіксований час циклу матимуть вирішальну роль. Цей тип виробничого середовища підійде не лише для невеликих виробничих компаній, але буде особливо вигідним для тих типів продукції, які працюють із великими обсягами, дуже різноманітними варіантами виробництва та які націлені на високу гнучкість та ефективність. Такі системи зможуть ефективніше реагувати на коливання попиту та швидкі зміни моделей, які виробляються, вимагаючи різних технологій виробництва.

3.3 Підходи до оцінки ефективності моделі, методи порівняння метаевристичних алгоритмів для задачі розміщення виробництва

Імітаційна модель, детальна, ієрархічна та більш вирівняна, що містить усі суттєві фактори виробничого процесу, дозволить новий тип управління, який буде побудований на динамічному аналізі та прогнозуванні. Якщо ми пов'яжемо таку модель з джерелами інформації виробництва та його сенсорною системою, вона працюватиме як людський організм і поводитиметься адаптивно під час використання даних у реальному часі. Він працюватиме зі своєю власною «фізичною картою», подібною до людського

тіла. Сьогоднішні експерименти з обчисленнями в пам’яті стосуються таких систем управління майбутнім.

У сфері віртуального виробництва та інтелектуальних агентів ми зустрічаємося з вирішенням синтаксичних, семантичних і прагматичних меж. Перший аспект – це синтаксис, який важливий для зв’язку між машинами. Комунікаційні можливості агентів у багатоагентних системах (MAS) характеризуються механізмами обміну даними на основі власних повідомлень у формі синтаксису Extensible Markup Language (XML) і відповідно до стандартних моделей зв’язку MAS, наприклад, визначених Foundation for Інтелектуальні фізичні агенти (FIPA). Для встановлення CPS у виробничих середовищах використання веб-сервісів є неминучим для реалізації масштабованого обміну інформацією. Таким чином, на додаток до мови, яка описує інформацію та забезпечує синтаксис і семантику даних, необхідний загальний базовий механізм для передачі інформації від однієї сутності до іншої або для здійснення взаємодії, тому другим аспектом є семантика. У семантиці ми знаходимо онтологію, анотації та визначення. Семантика надає математичного значення формулам, які, теоретично, можуть бути використані для встановлення істинності логічної формули шляхом розширення всіх семантичних визначень. Щоб забезпечити правильний опис агента, який можна читати, розуміти та інтерпретувати іншими агентами в інтегрований спосіб, модель опису кожного агента повинна відповідати загальним принципам проектування, наприклад, використовуючи загальний опис онтології, фіксовані простори імен для необхідні можливості агента (серед іншого). Відповідно до, комунікація між агентами може бути реалізована, якщо всі агенти можуть знайти та ідентифікувати один одного, і всі агенти використовують систему повідомлень із заздалегідь визначеною онтологією, яку може зрозуміти кожен агент. Однією з бажаних цілей роботи з великою кількістю необроблених даних із цеху було б автоматичне призначення інформації з нижчих рівнів фабрики. Автоматизоване анотування виробничої інформації з контекстною інформацією, такою як метадані, охопить як

машиночитану, так і інтерпретовану інформацію для автономної оптимізації процесу, а також базу даних, зрозумілу людям. Третій аспект – це прагматика, що означає питання про те, як використовувати аксіоматику для обґрунтування синтаксичних передач цікавих семантичних понять. Тобто, як найкраще підійти до проведення доказів, щоб підтвердити істинність гіпотези CPS. Це означає, що ми повинні визначити, як використовувати аксіоматику для обґрунтування істини.

Нові сенсорні системи дозволяють припинити перехід від статичних систем моніторингу (відбір проб і даних з інтервалом в один день) до динамічного моніторингу (відбір проб за мікросекунди, як це робиться сьогодні в переробній промисловості). Середні значення вихідних параметрів (статистику) необхідно замінити в системах моніторингу нового покоління безпосередніми значеннями та тенденціями змін за останні, найбільш значущі періоди [7].

Система моніторингу повинна включати сторожовий таймер, функцію, яка буде відстежувати (шукати) потенційні проблеми, систему раннього попередження, яка сповіщає про виникнення потенційних проблем, і автоматичний механізм корекції, який вирішує потенційну проблему до її реального виникнення.

Якщо ми маємо достатньо даних про виробничу систему, ми можемо, завдяки віртуальній реальності, створити віртуальний образ виробництва (його динамічну голограму), а потім у такій «реальності» віртуально відстежувати чинники ефект-зміна (візуалізувати їх), спостерігати за майбутнім статусом і приймати рішення про зміни, які будуть внесені. Протягом достатньо тривалого часу така система може поступово навчитися, за допомогою системи машинного навчання та системи знань, як адаптуватися до мінливого середовища. Якщо людина приймає рішення замість використання комп’ютерів, то застосовується ручне керування. У прямому управлінні в автоматичному режимі рішення приймає система прямого керування, а ручне втручання замінюється автоматичним керуванням. У разі

контролю виробництва віртуальний двійник кожного реального об’єкта буде представлений агентом. Велику групу таких агентів і управління ними ми називаємо мультиагентними системами (MAS). Майбутнє виробництво буде представлено двома світами: реальним світом і його віртуальним відображенням, яке ще називають віртуальним світом. Ці світи будуть взаємно інтегровані через дані. Дані про виробництво будуть збиратися та оброблятися в режимі реального часу. Майже відразу стане доступна інформація про кожен об’єкт у виробництві, що він робить, у якому стані знаходиться, що планується далі, а чого не вистачає. Статус кожного продукту, машини, інструменту, пристрою, пристосування, робота чи людини буде негайно скановано, а оброблена інформація буде надіслана до центру керування. Ця інформація буде порівнюватися з наступним етапом обробки продуктів, буде згенеровано послідовність майбутніх кроків, і система прийме необхідні рішення для подальшої обробки продукту. Віртуальний світ дозволить, за необхідності, моделювати майбутній стан і прогнозувати наслідки необхідних керуючих дій.

Основний принцип моделювання полягає в спрощеному представленні реальної системи її імітаційної моделі, що описує лише ті характеристики реальної системи, які нас цікавлять з точки зору її дослідження (моделювання). Натомість можна було б сказати, що симуляція є допоміжним інструментом, який дозволяє експерименту перевірити вплив своїх рішень на імітаційну модель. Таким чином ми можемо отримати відповідь на питання «що буде, якщо». Великою перевагою цього підходу є те, що можна попередньо візуалізувати майбутню поведінку системи та реалізувати необхідні втручання в реальну систему на основі її знань [16].

Удосконалення сенсорів, швидкий розвиток нового комунікаційного обладнання та систем уможливили віртуалізацію світу виробництва. Такий віртуальний виробничий світ створив величезну кількість даних, які підприємства зберігали, аналізували та почали використовувати для прогнозування майбутньої поведінки виробничих систем.

ВИСНОВКИ

Отже, виробнича система є багатофакторною системою. Його модель динамічна, а не статична. Тому неможливо сказати, що ефективність виробничої системи є функцією низького запасу або коротких, проміжних періодів. Ефективність виробництва залежить від набору (великих) факторів, які динамічно змінюються з часом і відрізняються для кожної виробничої системи. Хоча ми не повинні детально знати функціонування кожного елемента виробництва і не повинні розуміти його повністю, ми можемо ним керувати. Однак ми застосовуємо його ефективність лише до дуже вузького діапазону критеріїв (найбільш значущих параметрів).

Завдяки швидкій появі рішень Індустрії 4.0 і широкому використанню датчиків головним завданням для майбутніх симуляційних середовищ є здатність моделювати та імітувати поведінку складних систем. При використанні великої кількості датчиків, обробці даних у режимі реального часу та автономній поведінці елементів виробничої системи заводи майбутнього відчують емерджентні явища.

Ця зміна призведе до того, що системи моделювання сьогодні будуть використовуватися для моделювання нової складності. Тому одним із найважливіших завдань для розробників систем моделювання буде розробка рішень для моделювання складності виробничих систем. Для динамізму автономної поведінки елементів виробничих систем в моделюванні можуть бути використані принципи мультиагентних систем, якими сьогодні є агентне моделювання. Іншим запропонованим розвитком буде спроба «спростити» складні проблеми, у такий спосіб одним із шляхів може бути використання імітаційного метамоделювання. Декілька видів науково-дослідних робіт, які розглядаються на нашій кафедрі, декларують цю тенденцію розвитку.

Однією з важливих вимог до нового середовища моделювання буде його здатність запропонувати функціональність середовища емуляції. Інтеграція реальної виробничої системи з її цифровими та віртуальними моделями

дозволить оптимізувати як офлайн, так і онлайн, а симуляція стане частиною систем керування в реальному часі.

Середовище моделювання майбутнього природно відображатиме вимоги фабрики майбутнього. При його створенні будуть використані всі інструменти моделювання та статистичної підтримки, які зараз зазвичай використовуються в моделюванні.

Однак це принципово змінить спосіб реалізації моделювання. Традиційно використовувалися три основні підходи до моделювання (орієнтація на події, орієнтація на процес і орієнтація на діяльність), тоді як нові алгоритми моделювання будуть побудовані на розподілених, автономних принципах. Через вимогу до реконфігурації виробничих систем нові системи моделювання повинні будуть пропонувати абсолютно нові функціональні можливості та тематичні шаблони, як показано на прикладі дослідження та розробки симулятора агента для майбутніх лікарень або розробки мультиагентної система управління (і моделювання) складних логістичних систем.

Виробничі системи заводів майбутнього матимуть нові функції, які дозволять їм швидко й ефективно реагувати на вимоги споживачів, які часто змінюються. Ці виробничі системи будуть розроблені як модульні, реконфігуровані та інтелектуальні холонічні системи, здатні швидко змінювати свої функції та потужності на основі автодіагностики. Розробка та аналіз поведінки майбутніх виробничих систем вимагатиме гетерогенних імітаційних моделей і нових інструментів моделювання, що дозволить проводити швидкий, комплексний аналіз та інтерпретацію отриманих результатів. Майбутнє середовище моделювання природно відображатиме вимоги майбутньої фабрики. При його створенні будуть використані всі інструменти моделювання та статистичної підтримки, які зараз зазвичай використовуються в моделюванні. Однак це принципово змінить спосіб реалізації моделювання.

Отримані результати:

– вказано аспекти економічного районування та розміщення виробництва.

– враховано механізми регулювання регіональної економіки.

– висвітлено особливості функціонування виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів.

– охарактеризовано системний підхід як методологічна основа моделювання виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів.

– зображено методологічні основи побудови моделі функції сукупного попиту виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів.

– розглянуто методологічні основи побудови моделі функції сукупної пропозиції виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів.

– досліджено проблематику функціонування виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів.

– визначено перспективи функціонування виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Гарькава В. Ф., Кліщевська А. Ю. Моделювання економічної безпеки регіону у контексті управління його ресурсним забезпеченням. *Ефективна економіка*. 2021. № 7. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9072.

2. Гнатюк О. П. Фактори та функції економіко-екологічної безпеки. *Ефективна економіка*. 2018. № 9. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/9_2018/164.pdf.

3. Григор'єва Г. С. Теоретико-методологічні засади державного регулювання фінансово-економічних процесів в умовах глобалізації : монографія. Херсон : Олді-плюс, 2017. 380 с.

4. Дадашев Б. А., Гордієнко В. П., Обливанцов В. В. Регіональна економіка : структурно-логічний навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 202 с.

5. Керецман В. Ю. Державне регулювання розвитку регіонів України: теорія і практика : монографія. Ужгород : ТОВ «РІК-У», 2019. 512 с.

6. Назаркевич І. Б. Державне регулювання структурних змін в економіці України: проблеми та перспективи : монографія. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2020. 356 с.

7. Котикова О. І. Державне регулювання та інвестування економіки (1-й модуль) : конспект лекцій. Миколаїв : СПД Румянцева Г. В., 2018. 194 с.

8. Дмитрієв І. А., Шевченко І. Ю. Регіональна економіка : навч. посіб. для практ. занять і сам. роботи студ. закл. вищ. освіти. Харків : ФОП Бровін О. В., 2018. 284 с.

9. Дубницький В. І., Науменко Н. Ю. Методологічне забезпечення формування інформаційної безпеки в сфері економічної безпеки регіону. *Вісник економічної науки України*. 2019. № 1(36). С. 35–38.

10. Екологізація виробництва та зелені технології: Курс лекцій : навч. посіб. для студ. всіх спец. всіх осв. прогр. / Н. С. Ремез, А. О. Дичко, Т. В. Гребенюк, В. О. Броницький (1 файл: 6,13 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря

Сікорського, 2021. 209 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48002/1/Ekolog.pdf (дата звернення: 21.10.2023).

11. Екологічна безпека в європейських країнах: методи економічного регулювання й досвід для України : наук. допов. / В. С. Кравців та ін. ; ДУ «Ін-тут регіон. дослід. ім. М. І. Долішнього НАН України» ; наук. ред. В. С. Кравців. Львів, 2020. 97 с.

12. Екологічна безпека та економіка : монографія / М. І. Сокур та ін. Кременчук : ПП Щербатих О. В., 2020. 240 с.

13. Економіка і менеджмент 2022: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку : зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф., 11–12 квіт. 2022 р. : у 5 т. Дніпро : Вид. Біла К. О., 2022.

14. Романченко Н. В., Кожемякіна Т. В., Пічик К. В. Економіка підприємства : навч. посіб. Київ : НаУКМА, 2018. 304 с.

15. Завадських Г. М. Методичні підходи до оцінки інвестиційної привабливості регіону. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2017. № 17. С. 152–155.

16. Іщук С. І. Розміщення продуктивних сил (теорія, методи, практика). Київ : Європ. ун-т фінансів, інформатики, менеджменту і бізнесу, 2017. 184 с.

17. Лагодієнко В. В., Швець О. В. Теоретико-методологічні аспекти розвитку регіонального ринку праці. *Slovak international scientific journal*. 2020. № 44. С. 11–14.

18. Лисенко Ю. Г. Модернізація системи управління економічною безпекою національної економіки: методологія, індикатори та інструменти : монографія. Полтава : ПУЕТ, 2018. 260 с.

19. Лукашов О. Механізми державного регулювання стратегічного розвитку регіону. *Державне управління та місцеве самоврядування*. 2017. Вип. 2. С. 75–83.

20. Лукінов І. І. Економічні трансформації (наприкінці XX сторіччя). Київ : АТ «Книга», 2018. 456 с.

21. Мазур А. Г. Регіональна економіка: проблеми відтворення та управління. Вінниця, 2000. 263 с.

22. Доценко О. Ю. Механізми інноваційного розвитку регіону. *Економічний вісник Національного гірничого університету*. 2012. № 3. С. 30–41.

23. Міжнародні економічні відносини: система регулювання міжнародних економічних відносин. / А. С. Філіпченко та ін. Київ : Либідь, 2017. 254 с.

24. Мороз В. В., Сафронова О. М., Олійник Н. І. Регуляторна політика у сфері господарської діяльності : конспект лекцій. Київ : НАДУ, 2020. 195 с.

25. Олійник Т. Г., Мельник І. О., Горобченко О. А. Регіональна економіка : курс лекцій. Миколаїв : МНАУ, 2017. 119 с.

26. Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України. URL: https://ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 25.10.2023).

27. Швиданенко Г. О., Криворучкіна О. В., Матукова Д. Г. Розвиток підприємства на еколого-економічних засадах : монографія. Київ : КНЕУ, 2017. 184 с.

28. Системи екологічного управління: сучасні тенденції та міжнародні стандарти : посіб. / С. В. Берзіна та ін. Київ : Ін-т еколог. управління та збалан. природокористування, 2017. 134 с.

29. Стеченко Д. М. Управління регіональним розвитком : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2017. 431 с.

30. Стиценко Т. Є., Пронюк Г. В., Сердюк Н. М., Хондак І. І. Безпека життєдіяльності : навч. посіб. Харків : ХНУРЕ, 2018. 336 с.

31. Сучасний стан та проблеми формування підходів до забезпечення сталого розвитку України. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-07/suchasnyi-stan-zabezbechennya-stalogo-rosvytku-ukrainy.pdf (дата звернення: 11.11.2023).

32. Чернявська О. В. Національна економіка : навч. посіб. Київ : Алерта, 2018. 502 с.

33. EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2020. 114 p.

34. Hoover E. M., Giarratani F. An introduction to regional economics. The webbook of regional science, Regional Research Institute, West Virginia University, 2020. 304 p.

35. Pencea Ch. G. Innovation, a new solution of rural areas. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 2017. № 39. Pp. 215–225.

Декларація академічної доброчесності

здобувача вищої освіти ЗНУ

Я___ *Охотніков Данило Романович*, студент *другого* _курсу,
форми навчання __*денна*_ _, факультету___*економічного* ____,
спеціальності_*051 Економіка*, адреса електронної пошти *okhotnikov716@gmail.com*.

- підтверджую, що написана мною кваліфікаційна робота на тему *«Моделювання розміщення виробництв з урахуванням соціальних та екологічних факторів»*

відповідає вимогам академічної доброчесності та не містить порушень, що визначені у ст. 42 Закону України «Про освіту», зі змістом яких ознайомлений/ознайомлена;

- заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи є ідентичною її друкованій версії;

- згоден/згодна на перевірку моєї роботи на відповідність критеріям *академічної доброчесності у будь-який спосіб, у тому числі за допомогою* Інтернет-системи, а також на архівування роботи в базі даних цієї системи.

Дата_____ Підпис_____ ПІБ (студент) _____*Охотніков Д.Р.*

Дата_____ Підпис_____ ПІБ (наук. керівник) *Козін І.В.*