

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

кафедра економічної кібернетики

**Кваліфікаційна робота**  
магістра

на тему Моделювання динаміки ключових показників сталого розвитку підприємств

Виконала: студентка VI курсу, групи 8.0519-ек  
спеціальності 051 «Економіка»

освітньої програми «Економічна кібернетика»

Шушвар А. В.

Керівник професор, д.е.н., Максишко Н.К.

Рецензент доц. каф. ек. кіб., к.е.н., Лось В.О.

Запоріжжя  
2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

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

\_\_\_\_\_ Шушвар Аліна Володимирівна \_\_\_\_\_

1 Тема роботи (проекту) Модельовання динаміки ключових показників сталого розвитку підприємств

керівник роботи Максишко Наталія Костянтинівна, д.е.н.

затверджені наказом ЗНУ від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2 Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3 Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_



## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить три розділи, 94 с., 17 рис., 5 табл., 46 джерела.

Об'єкт дослідження – динаміка ключових показників сталого розвитку підприємства.

Предмет дослідження – методи та моделі дослідження динаміки показників сталого розвитку підприємства.

Мета роботи – провести кластерний аналіз за динамікою показників сталого розвитку підприємств; на основі отриманих кластерів розробити рекомендації щодо впровадження концепції сталого розвитку в Україні.

Методи дослідження – порівняльний, логічний, аналіз та синтез, кластерний аналіз.

У роботі досліджено сутність процесу сталого розвитку. Зроблено огляд показників оцінювання сталого розвитку підприємств та сутність формування парадигми сталого розвитку на підприємствах. Проаналізовано методи оцінки динаміки сталого розвитку підприємств на різних рівнях управління. Проведено аналіз сталого розвитку підприємств України. Проведено кластерний аналіз сталого розвитку підприємств України за регіонами, на основі якого запропоновано рекомендації щодо пріоритетних заходів реалізації концепції сталого розвитку.

КОНЦЕПЦІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ, ПІДПРИЄМСТВО, РЕГІОНИ,  
КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ, ЗАХОДИ

## SUMMARY

Master's qualification work consists of three sections, 94 p., 17 figures, 5 tables, 46 sources.

The object of research is the dynamics of key indicators of sustainable development of the enterprise.

The subject of research - methods and models of research of dynamics of indicators of sustainable development of the enterprise.

The purpose of the work - to build a cluster analysis on the dynamics of indicators of sustainable development of the enterprise; Develop recommendations, Based on Obtaining Clusters, regarding the Implementation of the Concept of Sustainable Development in Ukraine.

Research methods - comparative, logical, mathematical analysis and synthesis, cluster analysis.

The essence of the process of sustainable development is investigated in the work. An overview of indicators for assessing the sustainable development of enterprises and the essence of the formation of the paradigm of sustainable development in enterprises. Methods of ASSESSMENT of dynamics of sustainable development of enterprises at different levels of management are analyzed. The analysis of sustainable development of Ukrainian enterprises is carried out. A cluster analysis of sustainable development of Ukrainian enterprises by regions was built, on the basis of which the Recommendation on Priority MEASURES of the Concept of Sustainable Development was proposed.

CONCEPT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT, ENTERPRISE, REGIONS, CLUSTER ANALYSIS, MEASURES

## ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ	
РЕФЕРАТ	
SUMMARY	
ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1_КОНЦЕПЦІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ.....	10
1.1 Сутність концепції сталого розвитку .....	10
1.2 Цілі, завдання та показники оцінювання сталого розвитку .....	22
1.3. Сутність формування сталого розвитку підприємств .....	32
РОЗДІЛ 2_МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ .....	36
2.1 Методи оцінки динаміки сталого розвитку підприємств на різних рівнях управління.....	36
2.2 Моделювання сталого розвитку підприємства .....	40
2.3 Застосування кластерного аналізу для оцінки сталого розвитку на підприємстві.....	43
РОЗДІЛ 3_МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ .....	66
3.1 Інформаційна база для дослідження сталого розвитку підприємств України .....	66
3.2 Кластерний аналіз сталого розвитку підприємств України за регіонами .	76
3.3 Розробка рекомендацій щодо впровадження концепції сталого розвитку в Україні .....	85
ВИСНОВКИ.....	88
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	90

## ВСТУП

У сучасних умовах господарювання підприємства стикаються з процесами глобалізаційних, інтенсивних змін, що призводять до нерівномірного розвитку ринку, невизначеності середовища, неузгодженості в реалізації потреб та інтересів різних учасників ринку. Стає очевидно, що досягнення лише економічного зростання, навіть постійного, недостатнє, так як високі темпи виробничої діяльності можуть співіснувати з низьким рівнем ефективності економічних і соціальних процесів, ставати загрозою для навколишнього середовища. Отже важливо в умовах постійних змін забезпечувати сталий розвиток підприємств.

Важливу роль у досягненні сталого розвитку підприємств відіграє оцінювання його показників. Це уможливорює швидше прийняття ефективних рішень через вибір відповідних критеріїв, методів, технологій, моделей, механізмів реагування, взаємодії.

Важлива роль у науковому доробку з питань управління розвитком підприємств належить таким відомим вченим, як Р. Акофф, І. Ансофф, І. Адізес, Р. Акофф, Д. Белл, Дж. Гелбрейт, Г. Дейлі, П. Друкер, В. Занг, Г. Клейнер, Д. Клиланд, Р. Коуз, М. Кастельс, Ф. Котлер, Г. Мінцберг, А. Маршалл, А. Маслоу, М. Мескон, І. Міллер, Р. Нельсон, М. Портер, К. Прахалад, А. Сміт, Г. Саймон, Т. Сакайя, Ф. Тейлор, А. Томпсон, О. Тоффлер, Г. Хамел, А. Файоль, М. Фоллет, Й. Шумпетер, В. Іноземцев, П. Друкер та іншим, які розглядали розвиток підприємств з позиції становлення суспільства, розвитку теорій управління, фірми.

Незважаючи на широке теоретико-прикладне опрацювання питань управління сталим розвитком у різних соціально-економічних системах та на рівні економіки країни, доводиться констатувати про відсутність методології комплексного управління сталим розвитком підприємств із позиції цілісного підходу моделювання динаміки показників такого розвитку.

Актуальність дослідження проблем сталого розвитку підприємства, фундаментальні основи теорій управління та розвитку, оцінювання та моделювання потенціалу підприємства визначили об'єкт та предмет дослідження, а також його логіку, послідовність і структуру. Недостатня розробка методологічного базису управління показниками сталого розвитку і його невідповідність вимогам практики вітчизняних підприємств визначили мету, завдання й напрями дослідження.

Об'єкт дослідження – динаміка ключових показників сталого розвитку підприємства.

Предмет дослідження – методи та моделі дослідження динаміки показників сталого розвитку підприємства.

Мета роботи – проведення кластерного аналізу за динамікою показників сталого розвитку підприємства та розробити рекомендації щодо впровадження концепції сталого розвитку в Україні.

Відповідно до мети роботи було поставлено та вирішено наступні завдання:

- проаналізовано поняття та сутність концепції сталого розвитку підприємств України;
- досліджено моделі та методи аналізу показників динаміки сталого розвитку підприємств;
- проведено аналіз динаміки сталого розвитку підприємств України;
- проведено кластерний аналіз сталого розвитку підприємств України за регіонами;
- розроблено рекомендації щодо пріоритетних заходів підвищення рівня сталого розвитку України на основі результатів кластерного аналізу.

Методи дослідження – порівняльний, логічний, аналіз та синтез, кластерний аналіз.

Наукова новизна роботи – у кваліфікаційній роботі удосконалено процес обґрунтування заходів щодо підвищення рівня сталого розвитку

України, який на відміну від існуючих базується на використанні кластерного аналізу динаміки показників сталого розвитку підприємств.

## РОЗДІЛ 1

### КОНЦЕПЦІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

#### 1.1 Сутність концепції сталого розвитку

Концепція сталого розвитку – це новий підхід, що визначає нові орієнтири світоустрою. Однак суттєві зміни у зв'язку з переходом до сталого розвитку у всіх сферах суспільного життя, в тому числі і в політичній, передбачають визначення нових комплексних цілей й завдань, які потребують певної трансформації цієї системи.

Якщо розглядати сталий розвиток з точки зору політичної складової, то на порядок денний політичних інститутів висуваються проблеми, пов'язані з встановленням балансу між потребами сучасних поколінь (а саме, необхідністю глобального управління, пошуком ефективних методів вирішення нагальних питань), з одного боку, та, з іншого боку, збереженням політичного ладу, дієвої економічної системи та державного суверенітету країн для успішного існування майбутніх поколінь.

Сталий розвиток – це процес розбудови держави на основі узгодження і гармонізації соціальної, економічної та екологічної складових з метою задоволення потреб сучасних і майбутніх поколінь. Гармонійність у розвитку трьох складових сучасного світу: людина – господарство – природа є базою сталого розвитку.

Задачі сталого розвитку з огляду на взаємовідносини між людством і природою наведені у табл. 1.1.

Ще до появи терміну «сталий розвиток» видатний науковець та філософ В. Вернадський почав розглядати та аналізувати вплив людини на навколишнє середовище та розділив поняття біосфера та ноосферу, де ноосфера – це сфера що розглядає проблеми відносин людини та природи. Саме тому концепцію сталого розвитку можна приймати як продовження вчення В. Вернадського про ноосферу.

Таблиця 1.1 – Задачі сталого розвитку у розрізі людина-природа

	Людина	Природа
Задачі сталого розвитку	<ul style="list-style-type: none"> <li>- виживання і відтворення генофонду нації;</li> <li>- активізацію ролі кожної окремої людини в суспільстві;</li> <li>- забезпечення прав і свобод людини в суспільстві;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- збереження навколишнього середовища;</li> <li>- формування умов для відновлення біосфери та локальних екосистем;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зниження рівня антропогенного впливу на природне середовище;</li> <li>- гармонізація розвитку людини в природі.</li> </ul>	

З розвитком промислового виробництва у двадцятому сторіччі став очевидний значний вплив, який чинить людина на оточуюче середовище. Поняття ноосфера стало базою для винайдення триєдиної концепції сталого еколого-соціально-економічного розвитку.

З розвитком суспільства перед людством постають все нові завдання. Спочатку першим питанням економічної думки було досягнення найбільшого економічного зростання. При зростанні антропогенного впливу загострилися питання збереження природи, а при посиленні нерівності при розподілі доходів у 70х роках ХХ сторіччя актуалізувалися питання соціальної справедливості.

Концепція сталого розвитку тісно пов'язана з вивченнями так званих «меж зростання», на яку у 1972 році звернув увагу світової громадськості Римський клуб (міжнародна неурядова організація, яка об'єднує вчених та громадських діячів більш, ніж з 30 країн світу). Однак в роботах членів Римського клубу використовувалося поняття «органічне зростання».

Основну проблему представники Римського клубу вбачали в експоненційному зростанні населення Землі. Визнання існування планетарних меж економічного зростання призводить до висновків про неефективність і недорозвиненість традиційного людського суспільства як причину і наслідок надмірного демографічного зростання. Існує критичний

поріг сталого зростання світового суспільства і точка неповернення вже пройдена. При тому, що людство споживає значно більше ресурсів, ніж дозволяють закони стабільного функціонування глобальних екосистем, то реакцією біосфери є події, що призводять до масового вимирання людей від голоду, від поширення епідемій, хвороб, спалахів війн через нестачу прісної води, нестачу природних ресурсів. Біосфера законами свого розвитку і функціонування причетна до цього в прямому сенсі. Тому що внутрішня стійкість біосфери ґрунтується на контролі за її складовими – видами, популяціями, співтовариствами.

Але сам термін сталий розвиток та основні засади цієї концепції були сформульовані на всесвітніх самітах Організації Об'єднаних Націй (далі ООН), за участі понад 180 країн, декількох десятків міжнародних організацій та провідних науковців світу. У 1980-х роках у межах діяльності комісії ООН під керівництвом прем'єр-міністра Норвегії Г.Х. Брунтланд в Інституті всесвітніх спостережень (Вашингтон, США), було використано поняття «стійкого» («сталого») економічного розвитку». У заключному документі комісії, що має назву «Наше спільне майбутнє», стійкий розвиток було визначено, як «тривалий безперервний розвиток, що забезпечує потреби людей, які проживають нині, без шкоди забезпеченню потреб майбутніх поколінь» [15]. У 1992 р. в Ріо де Жанейро та у 2002 році в Йоханесбурзі сталий розвиток набував конкретних рис та позначався встановленням кроків по його досягненню. Концепція не втратила своєї важливості та актуальності і зараз.

Генеральна Асамблея ООН прийняла спеціальну резолюцію «Екологічна перспектива до 2000 року і надалі» (1987 р.), згідно з якою сталий розвиток повинен стати керівним принципом діяльності ООН, урядів і приватних підприємств, організацій та установ. Основними документами, що регулюють питання акумулювання фінансів на забезпечення сталого економічного розвитку є Монтеррейський консенсус від 22 березня 2002 року, Ріо-де-Жанейрська декларація з навколишнього середовища та

розвитку, результати Міжнародної конференції з фінансування розвитку, Кіотський протокол, а також Декларації тисячоліття Організації Об'єднаних Націй, затвердженій резолюцією 55/2 Генеральної Асамблеї від 8 вересня 2000 р. [3].

У головному документі, прийнятому на Конференції ООН з довкілля та розвитку у 1992 році, «Порядку денному на XXI століття» (Agenda 21), що розглядався як програма всесвітнього співробітництва, сталий розвиток пов'язується з гармонічним досягненням наступних цілей:

- високої якості навколишнього середовища і здорової економіки для всіх народів світу,
- задоволенні потреб людей і збереженні сталого розвитку протягом тривалого періоду.

Один із важливих напрямків виживання людства – людство повинне зайти у свої природні межі. За розрахунками математичних моделей сталого розвитку «World», сучасна біосфера Землі здатна підтримати нормальне існування і розвиток не більше 4-5 млрд. чоловік, до того ж за умови раціонального природокористування, охорони природи, високої екологізації виробництва і екологізації мислення, взаєморозуміння всіх націй і глобального світу.

Вищою метою програми сталого розвитку її ініціатори бачать у пошуках нових шляхів, які б забезпечили прогрес людства не тільки в елітарних регіонах і в короткі періоди (цикли), а на всьому глобальному просторі і на довгу перспективу. Ця концепція може вважатись передвісницею еколого-економічної школи, яка виникла вже в 90-ті роки і яка прагне довести можливість поєднання екологічних і економічних інтересів у процесах глобального розвитку. Цей напрям є актуальним і сьогодні.

Україна може забезпечити перехід до сталого розвитку виключно шляхом ефективного використання всіх видів ресурсів, структурно-технологічної модернізації виробництва, використання творчого потенціалу

суспільства для розбудови і процвітання держави.

Зауважимо, що з часів класичної школи політичної економії основною метою суспільства проголошено максимальний розвиток виробництва на основі необмеженої експлуатації природних ресурсів (єдиним фактором, що стримував споживання природних ресурсів, були технологічні обмеження), та оптимальний розподіл у просторі продуктивних сил. Вільний ринок дійсно виявився досить добре придатним інструментом для досягнення цієї мети, але це мало своїм наслідком вичерпання енергетичних ресурсів. Стала очевидною необхідність кардинального перегляду підходів до мети розвитку економіки та проблеми використання ресурсів на основі врахування потреб не тільки виробництва, а й збереження людства.

Здебільшого сталий розвиток розглядається з позицій трьох аспектів:

- екологічна сталість, яка означає екологічний розвиток;
- економічна сталість, що визначає економічний поступ розвитку;
- соціальна сталість, яка припускає соціальну прийнятність розвитку.

Незважаючи на визнання важливості та необхідності сталого розвитку існує декілька сторін його трактування:

- біологічне визначення – з точки зору продуктивності використання природних ресурсів та їх відновлення;
- екологічне визначення – підтримання різноманіття видів в екосистемах, що знаходяться під антропогенним впливом;
- економічне визначення – економічний розвиток при збереженні природи для майбутніх поколінь.

Модель стійкого розвитку, яка визначається в Декларації тисячоліття як система гармонійних відносин, що реалізовує збалансоване соціально орієнтований, економічно ефективний і природозахисний розвиток країни на користь задоволення потреб нинішнього і майбутнього поколінь, передбачає існування трьох основних компонент стійкого розвитку: соціальної, економічної та екологічної. Кожна з компонент базується на загальних принципах стійкого розвитку і в той же час має свої особливості, цілі та

імперативи функціонування і взаємодії в рамках інтеграційного механізму і єдиної політики стійкого розвитку.

Важливим є взаємодія трьох головних компонент концепції сталого розвитку суспільства. Етапи цієї взаємодії показані на рис. 1.1.

Соціум – економіка – справедливий – потрібно задовольнити елементарні потреби всіх людей і всім надати змогу реалізувати свої надії на щасливе життя. Без цього сталий і довготривалий розвиток просто неможливий. Одна з головних причин виникнення екологічних та інших катастроф – злидні, які стали у світі звичайним явищем.



Рисунок 1.1 – Головні компоненти концепції сталого розвитку суспільства

*Джерело: [23]*

Економіка – довкілля – життєздатний – обмеження, які наявні в галузі експлуатації природних ресурсів, відносні. Сморід пов'язані з сучасним рівнем техніки та соціальної організації, а також із здатністю біосфери до самовідновлення. Потрібно погодити стан життя тихий, хто користується надмірними засобами (грошовими та матеріальними), з екологічними

можливостями планети, зокрема відносно використання енергії.

Соціум – довкілля – зносний – обсяги й темпи росту населення повинні бути погоджені з виробничим потенціалом глобальної екосистеми Землі, що змінюється. Стійкий – це "золото середина" у тріаді економіка – соціум – довкілля. Людство повинне надати розвиткові сталого і довготривалого характеру, для того, щоб він відповідав потребам людей, що живуть тепер, не втрачаючи при цьому можливості майбутнім поколінням задовольняти свої споживи. Сталий розвиток у формулюванні ООН – це розвиток суспільства, що дозволяє задовольняти споживи нинішнього покоління, не наносячи при цьому шкоди можливостям майбутніх поколінь для задоволення їхніх потреб [10].

Сталий довгостроковий розвиток являє собою не незмінний стан гармонії, а скоріше, процес змін, у якому масштаби експлуатації ресурсів, напрямок капіталовкладень, орієнтація технічного розвитку й інституціональних змін узгоджуються з нинішніми і майбутніми потребами.

Економічні передумови стійкого розвитку визначаються трьома основними показниками: наявністю реального капіталу в широкому значенні, кількістю зайнятих у виробництві та рівнем їх продуктивності, а також інституційними умовами. Виділення такого компонента капіталу як «природний капітал» обумовлено залежністю виробництва суспільних благ від стану природи. За такого підходу природа посідає місце «спонтанної» виробничої системи, яка або підвищує продуктивність «штучних» (створених людиною) виробничих систем, або ж здатна прямо поставляти споживчі товари.

Вплив природного середовища на економічну систему відбувається за такими основними напрямками:

- економічного зростання за рахунок надання відновлюваних та невідновлюваних ресурсів;
- переробка відходів виробництва та створення безвідходних виробництв;

- фактор впливу на самопочуття людей;
- забезпечення кліматичного чи екологічного кругообігу як загальна екосистемна функція.

Збереження природного капіталу та навколишнього середовища не можливе без контролю. Хоча між складовими реального капіталу існує тісний взаємозв'язок і взаємовплив, вони не є взаємозамінними. Тому стійкий розвиток є можливим лише за умов збереження продуктивності природного капіталу і навколишнього природного середовища. Йдеться про використання відновлюваних та невідновлюваних природних ресурсів за збереження їх бажаної продуктивності та здатності до відновлення. Для цього використання відновлюваних природних ресурсів протягом тривалого часу не повинно перевищувати обсягів їхнього відновлення. Використання ж невідновлюваних природних ресурсів не повинно перевищувати обсягів виробництва заміщуючих їх аналогів. Обсяги викидів в навколишнє природне середовище забруднюючих речовин не повинні перевищувати можливостей довкілля до їх асиміляції. Саме ці якісні критерії повинні бути визначальними при окресленні безпечних темпів економічного розвитку.

Зауважимо, що природний капітал став враховуватися в моделях економічного росту лише в 1970-х роках, але в цих моделях природний капітал враховувався із припущенням, що він може бути замінений іншими типами капіталу (людським, фінансовим) або технологічним прогресом як результатом взаємодії цих видів капіталу. Такі економічні моделі базувалися на моделі економічного зростання Р. Солоу та виробничій функції Коба-Дугласа, яка передбачає постійну еластичність заміщення факторів виробництва. Цей підхід відповідає поняттю «слабкої стійкості» [14], що передбачає заміність між різними формами капіталу й можливість досягнення сталого розвитку за рахунок забезпечення сталості сумарного капіталу незалежно від внеску окремих складових капіталу.

На відміну від класичної ринкової економіки, яка допускає можливість заміни природного капіталу еквівалентним по вартості штучним капіталом,

теорія екологічної економіки вважає природній та людський капітал лише частково замінними, а у більшості випадків – взаємодоповнюючими та незамінними. Це відповідає поняттю «сильної стійкості», що передбачає компенсацію скорочення не відновлювальних природних ресурсів накопиченням запасів відновлювальних природних ресурсів.

Вичерпання природних, в першу чергу, енергетичних ресурсів вимагає визначення розміру «критичного природного капіталу» та методів управління ним. «Критичний природний капітал» – це частина природного капіталу, яка виконує важливі й незамінні екологічні функції, які не можуть бути забезпечені іншими типами капіталу. Критичний природний капітал визначає природні межі зростання виробництва, що залежать від інтенсивності потоку енергії та періоду кругообороту речовини у біосфері.

Таким чином, людство має встановити максимально допустимі рамки розвитку економіки на основі визначення прийняттого рівня навантаження на довкілля через забруднення. І лише після встановлення рамок граничних навантажень на біосферу всередині їх має починати працювати механізм вільного ринку, виконуючи властиві йому функції – забезпечувати оптимальне розміщення продуктивних сил, сприяти технологічному прогресу, зростанню індивідуального добробуту тощо.

Основою його керованості є системний підхід та сучасні інформаційні технології, які дозволяють дуже швидко моделювати різні варіанти напрямків розвитку, з високою точністю прогнозувати їх результати та вибрати найбільш оптимальний.

Сталий розвиток – це розвиток, який породжує економічне зростання, але справедливо розподіляє його результати, відновлює навколишнє середовище в більшій мірі, ніж руйнує його, підвищує можливості людей, а не збіднює їх. Це розвиток, в центрі якого з знаходиться людина, але він орієнтований на збереження природи, спрямований на забезпечення зайнятості, забезпечує реалізацію прав бідних і жінок. З іншого боку, ця стратегія пов'язана з переорієнтацією науки, що повинна забезпечити

науковий фундамент для позитивного функціонування цивілізації не лише в сучасному, а й у майбутньому. Можливо це через заохочення розвитку людського потенціалу шляхом економічного зростання на основі сталого раціонального використання природної ресурсної бази.

З точки зору багатьох експертів, головною перепорою на шляху сталого розвитку є протиріччя між ринковою організацією економічних процесів і неринковою за суттю мотивацією дій на захист навколишнього середовища і соціальної сфери.

Сталий розвиток розуміється нами не як нерухоме консервативне визначення, а як процес постійного знаходження і забезпечення в змінних умовах балансу, узгодженості, гармонійності розвитку суспільства і природи, як якісно процесуючого руху суспільства і природи в режимі взаємодії, при якій сторони не наносять шкоди одна іншій. Само слово «sustainable» пояснюється в тлумачному словнику англійської мови як «підтримуючий», «попереджуючий катастрофу». Тому в концепції сталого розвитку термін «sustainable development» вживається в значенні «розвиток, що попереджує катастрофу». Це, на наш погляд, найбільш адекватне розуміння того, що було змістовно закладене в цю теорію її авторами.

Існують чітко визначені та задекларовані у Концепції сталого розвитку аксіоматичні основи, вони є домінуючими для кожного рівня економіки, але не регламентують стратегії окремих суб'єктів з досягнення сталого розвитку, яка повинна визначатися в межах конкретної соціально-економічної системи, в залежності від рівня її стійкості або нестійкості. Їх доцільно доповнити суто науковими, бо процес переорієнтації розвитку на якісно нову сталу основу має тривалий і невизначений характер, що ускладнює прогнозування можливих наслідків розвитку. Додатковими або такими, що спрямовані на досягнення мети сталого розвитку, є принципи: керування метою і передбачення наслідків; холостичної перспективи; суттєвих елементів; адекватних меж; практичного фокусу; відкритості; ефективних комунікацій; розширеної участі; постійної оцінки; інституційних спроможностей.

Загальноприйнятим критерієм сталого розвитку є стійкість (стабільність). Стійкість – це такий стан соціально-економічної системи, коли немає причин для порушення досягнутої рівноваги. Головною умовою сталого розвитку є досягнення ринкової рівноваги, тобто такої симетричності процесів, що збалансовує деструкцію і відновлення, розпад і з'єднання, розподіл і інтеграцію. Найсучаснішим підходом до дослідження ринку є теорія хаосу. На жаль, її здобутки несумісні з класичною наукою, тому що висунуті наукові гіпотези повинні бути підтверджені практикою, однак коли вивчається хаотична система, не можна отримати точних прогнозів і перевірити їх з часом. Такий стан речей не є свідченням неправильності теорії хаосу, яка підтверджена емпіричними розрахунками та прикладами розвитку природних систем. Ще не існує науково обґрунтованого апарату для прикладного її використання у процесі економічних досліджень (наприклад, ринкової рівноваги, цін, біржової торгівлі). Але наявність означеної теорії дозволяє стверджувати, що суспільство є надчуттєвою складною системою, яка постійно знаходиться на грані хаосу. Такими ж є екологічні, соціальні і економічні системи, що входять до її складу. Тому, приймаючи стійкість (стабільність) рівноваги як головну умову сталого розвитку, доцільно сприймати її як ринкову. Ринкова рівновага – рівність попиту і пропозиції, на які впливають різноманітні фактори, спроможні стабілізувати або дестабілізувати рівноважний стан. Їх визначено як «фактори сталості» і умовно поділено на безпосередні, які сприяють зміні кількісних параметрів системи, та опосередковані, які сприяють зміні якісних і кількісних параметрів системи одночасно.

Розрізняють суспільно-соціальний, еколого-економічний і економіко-екологічний підходи до обґрунтування концепції сталого розвитку. Перший підхід носить глобальний характер і стосується проблем розвитку цілісної особистості на основі підпорядкування їй природи та економіки. Сучасне суспільство не набуло таких ознак розвитку, що дозволяють говорити про спроможність його реалізації. Бідність, нерівність, відсталість,

нерозвиненість – це далеко не всі гальма, які перешкоджають сталому соціально орієнтованому розвитку. Тому більш детального вивчення потребують інші підходи: еколого-економічний і економіко-екологічний. Еколого-економічний підхід уособлює первинність екологічної складової, яка є і основною метою, і головним джерелом реалізації сталого розвитку. Економіко-екологічний – маючи на меті сталий екологічний розвиток, джерелом його досягнення вважає економічну складову. Таким чином, мова йде вже не про сталий, а про підтримуємий розвиток.

Доцільність введення в науковий обіг нової категорії «підтримуємий розвиток» обґрунтована самою сутністю процесу сталого розвитку, бо головною умовою його реалізації є досягнення стійкої (стабільної) рівноваги, тобто потрібен початковий етап, метою якого є формування базису для здійснення такої трансформації за рахунок стабілізаційних економічних програм, стимулювання економічного зростання, досягнення стійкого рівноважного стану. Підтримуємий розвиток – це процес приведення економіки у стійко рівноважний стан з метою формування основи для сталого економічного розвитку.

Концепція сталого розвитку суспільства, орієнтована на оптимальне задоволення потреб людей, забезпечення достатньої якості життя, раціональне використання природних ресурсів і збереження довкілля, повинна базуватися на дотриманні сукупності основних системних передумов. При цьому кожна із систем, яка розглядається, підкреслює особливі цільові питання:

- політична система має забезпечити участь широкої громадськості у прийнятті усіх важливих рішень;
- економічна система повинна організувати розширене виробництво та науково-технічний прогрес і забезпечити збереження природно-ресурсної бази;
- соціальна система покликана зняти напруження, що виникають у процесі економічного розвитку;

- технологічна система має стимулювати постійний і ефективний пошук нових оптимальних рішень;
- владна система повинна мати гнучкий характер і бути здатною до самокорекції та самовдосконалення;
- міжнародна система має сприяти розвитку торгівельних та фінансових зв'язків на взаємовигідній основі.

Методологія дослідження економічних процесів і явищ потребує постійного оновлення. Серед напрямків її вдосконалення пропонується: досліджувати причинність з позиції складної системи взаємодії різноякісних за своєю природою сил; аналізувати не тільки прямі, але і зворотні зв'язки у системі; здійснювати обґрунтування процесів і явищ на основі комбінації імовірного і необхідного та враховувати самозбудливість і хаотичність процесів. Виходячи з цього, запропоновано методологію дослідження процесу переходу до сталого розвитку суспільства, які сприяють дослідженню трьох взаємопов'язаних процесів: стале економічне зростання – підтримуємий розвиток – сталий розвиток економіки, як єдиного цілого.

## 1.2 Цілі, завдання та показники оцінювання сталого розвитку

Стратегічні завдання сталого розвитку представлені у вигляді матриці стратегічних завдань сталого розвитку (додаток В). Забезпечення сталого розвитку України ґрунтується на притаманних державі геополітичних, географічних, демографічних, соціально-економічних та екологічних особливостях, з урахуванням яких основними цілями сталого розвитку є:

- економічне зростання – формування соціально-орієнтованої ринкової економіки, забезпечення можливостей, мотивів і гарантій праці громадян, якості життя, раціонального споживання матеріальних ресурсів;
- охорона навколишнього природного середовища – створення громадянам умов для життя в якісному навколишньому природному середовищі з чистим повітрям, землею, водою, захист і відновлення

біорозмаїття, реалізація екологічного імперативу розвитку виробництва;

– добробут – запровадження єдиних соціальних стандартів на основі науково обґрунтованих нормативів бюджетної забезпеченості одного жителя з урахуванням регіональних особливостей;

– справедливість – встановлення гарантій рівності громадян перед законом, забезпечення рівних можливостей для досягнення матеріального, екологічного і соціального благополуччя;

– ефективне (стале) використання природних ресурсів – створення системи гарантій раціонального використання природних ресурсів на основі дотримання національних інтересів країни та їх збереження для майбутніх поколінь;

– стабілізація чисельності населення – формування державної політики з метою збільшення тривалості життя і стабілізації чисельності населення, надання всебічної підтримки молодим сім'ям, охорона материнства і дитинства;

– освіта – забезпечення гарантій доступності для одержання освіти громадян, збереження інтелектуального потенціалу країни;

– міжнародне співробітництво – активна співпраця з усіма країнами і міжнародними організаціями з метою раціонального використання екосистем, гарантування безпечного і сприятливого майбутнього.

Сталий розвиток базується на таких принципах:

– забезпечення гармонізації співіснування людини і природи;

– реалізації права на справедливе задоволення потреб і рівність можливостей розвитку сучасних і майбутніх поколінь;

– невід'ємності захисту і підтримання належного стану навколишнього природного середовища у процесі розвитку суспільства;

– відповідальності держави за погіршення стану навколишнього природного середовища;

– нарощування національного потенціалу країни для забезпечення

сталого розвитку;

- здійснення заходів щодо екологізації господарської діяльності, усунення причин негативного антропогенного впливу на якість навколишнього середовища, а не його наслідків;

- забезпечення у встановленому законодавством порядку доступу населення до екологічної інформації, включаючи інформацію про небезпечні матеріали та види діяльності;

- співробітництва у створенні відкритої міжнародної економічної системи, яке веде до економічного зростання і сталого розвитку всіх країн;

- стримування та попередження переміщення /перевезення, переносу/ в інші країни будь-якої діяльності або речовин, що вважаються шкідливими для здоров'я людини;

- проведення оцінки екологічних наслідків усіх видів діяльності, які можуть негативно вплинути на навколишнє природне середовище;

- зменшення різниці рівнів життя різних верств населення і подолання бідності;

- участі громадян в обговоренні проектів законодавчих актів, проведення громадської експертизи будівництва та експлуатації господарських комплексів;

- державного сприяння консолідації та розвитку української нації, її історичної свідомості, традицій і культури, а також розвитку етнічної, культурної, мовної та релігійної самобутності всіх корінних народів і національних меншин України;

- залучення всіх верств населення країни до досягнення цілей сталого розвитку.

Таким чином, принцип збалансованості є визначальним для забезпечення сталого розвитку. Сталий розвиток можна визначити як запропоновану світовим співтовариством, поглиблену сучасну концепцію «бажаного суспільного розвитку, що ґрунтується на стратегії оптимізації

всієї діяльності людства в його взаємодії з довкіллям». С. Дорогунцов та О. Ральчук визначають сталий розвиток як баланс інтересів поколінь у межах конкретної еколого-економічної системи, «де покоління кінця горизонту і планування» повинні мати рівень безпеки не менший, ніж «покоління на початку горизонту і планування».

Ідея сталого розвитку стосується не тільки сучасності: вона адресована водночас як нинішнім, так і прийдешнім поколінням. Це ідея рівноправ'я всіх поколінь і всіх людей кожного покоління, справедливості в просторі й у часі, ефективного використання потенційних можливостей, збалансованості суспільного розвитку і збереження природи.

Основна мета сталого розвитку України – забезпечення динамічного соціально-економічного зростання, збереження якості навколишнього середовища і раціональне використання природно-ресурсного потенціалу, задоволення потреб сучасних і майбутніх поколінь через побудову високоефективної економічної системи, що стимулює екологічну сталість, продуктивну працю, науково-технічний прогрес, а також має соціальну спрямованість.

Практичній реалізації концепції сталого розвитку в світі приділяється все більше уваги. Загострення економічної, екологічної та соціальної ситуації вимагає від кожної держави вжити заходів, щоб діяльність, яка ведеться на її території, не була причиною погіршення навколишнього середовища, що веде до змін функцій держави. Звідси випливають сучасні обов'язки держав:

- зберігати і використовувати навколишнє середовище і природні ресурси в інтересах сучасного та майбутнього поколінь;
- підтримувати екосистему та екологічні процеси, необхідні для функціонування біосфери, оберігати біологічне розмаїття й дотримуватися принципів збереження максимальної стійкості продуктивності під час використання живих природних ресурсів і екосистем;
- встановлювати відповідні норми охорони навколишнього середовища, здійснювати моніторинг змін якості навколишнього середовища, а також

публікувати всі дані щодо цього.

Здавалось би, до цих пір всі держави переслідували мету виживання і подальшого невизначеного розвитку. І це здійснювалось через усі функції держави – регулювання економічного життя, захист прав людини, сприяння розвитку освіти і науково-технічному прогресові, забезпечення обороноздатності країни, співробітництво з іншими народами [3].

У своїй сукупності функції держави при їх ефективній реалізації допомагали здійсненню і подальшому розвитку суспільства. Проте ситуація в умовах руху до екологічної катастрофи і поглибленню глобальних протиріч розвитку суттєво змінювалась. Функції держави без наповнення принципами і цілями стабільного розвитку не в змозі забезпечити ні безпеки і розвитку держави, ні добробуту її громадян.

Тому держави просто змушені включати в перелік своїх функцій нову – екологічну. Екологічна функція будь-якої держави повинна носити загальний і глобальний характер. Суть її полягає в тому, щоб забезпечити екологічнобезпечний розвиток як даної держави, так і всього людства, оскільки друге залежить від першого. Це реалії і перспективи виживання і для конкретної країни, і для світового співтовариства. Ось чому потрібно погодитися з В. Хесле, який думає, що «ми вправі додати до ознак розумної держави ще одну, а саме: соціальна і демократична правова держава повинна стати також і державою екологічною» [8].

Отже, до числа важливих державних завдань потрібно віднести і боротьбу за збереження природних основ життя. Цілком природно, що пріоритетність екологічної функції в умовах глобальної кризи повинна бути досить високою – їй потрібно займати місце зразу ж після економічної, в найбільшій мірі впливати на прийняття державних рішень.

Екологічна функція держави обов'язково повинна знайти відображення в правових відносинах. Цим обумовлюється поява нової, раніше не досліджуваної правової функції. Дана функція права виникла саме тому, що з'явилась необхідність в регулюванні суспільних відносин у сфері взаємодії

суспільства і природи. Йдеться перш за все про необхідність забезпечення екологічної безпеки і охорони природи при регулюванні суспільних відносин у галузі господарської та іншої діяльності юридичних і фізичних осіб, діяльності органів державної влади, посадових осіб тощо.

Без активного юридичного втручання в управління природокористування і в охорону природи, без чіткої орієнтації на цілі стабільного розвитку неможливо ефективно реалізовувати принципи нової цивілізаційної моделі розвитку. Екологічна функція права має принципову відмінність від усіх інших функцій – економічної, політичної, культурної, виховної.

З появою екологічної функції можна вести мову, мабуть, про безпрецедентне поєднання законів розвитку суспільства і законів розвитку природи. Причому таке поєднання, котре знайшло б своє відбиття в юридичних законах і еколого-правових нормах. А це можливо тільки в тому випадку, якщо, в принципі, можливо поєднати закони розвитку суспільства і природи в процесі їх взаємодії. Якщо ж це неможливо, то постановка питання про їх відбиття в еколого-правових нормах і законах виявляється недоцільною.

Забезпечення сталого розвитку є не лише умовою життєдіяльності суспільства, його стабільності та усталеності, а й стрижнем формування національної безпеки держави, яка досягається шляхом запобігання потенційних загроз. Потенційні загрози сталому розвитку поділяються на внутрішні та зовнішні.

Внутрішні, за якими встановлюються порогові значення, включають:

- зменшення обсягів виробництва;
- монополізацію економіки;
- зниження забезпеченості відновлювальними природними ресурсами, погіршення стану навколишнього природного середовища;
- зростання зношеності виробничих потужностей, основних комунікаційних та інших життєзабезпечуючих систем;

- використання недосконалих технологій;
- зниження інвестиційної активності;
- підвищення вартості і падіння рівня та якості життя;
- зниження рівня зайнятості населення, в тому числі й за рахунок прихованого безробіття;
- зменшення платоспроможного попиту на товари та послуги;
- погіршення стану фінансової системи;
- державний внутрішній борг;
- зниження рентабельності виробництва та якості продукції, зростання кількості збиткових підприємств.

Зовнішні потенційні загрози характеризуються наступними індикаторами:

- зростання цін і погіршення умов закупки паливно-енергетичних і мінерально-сировинних ресурсів, готової продукції, комплектуючих виробів, виробництво яких є неможливим чи неефективним в Україні;
- погіршення умов реалізації і кон'юнктури світового ринку товарів, які експортуються з України, зниження їхньої конкурентоздатності;
- зниження зовнішньої кредитної безпеки;
- витіснення вітчизняних виробників товарів і послуг з внутрішнього ринку зарубіжними агентами ринку;
- зростання відтоку фінансових активів за кордон;
- відтік найбільш кваліфікованої робочої сили за кордон і збільшення числа біженців з інших країн;
- перехід у власність нерезидентів ключових життєзабезпечуючих виробництв;
- функціонування і розвиток екологічно небезпечних виробництв та проведення військових навчань у прикордонних з Україною державах;
- природні стихії та катастрофи;
- скорочення та втрата біорізноманіття.

За цими показниками встановлюються порогові значення – як абсолютні, так і відносні, що дозволяють оцінити рівень еколого-економічної безпеки країни.

На цих засадах можна виділити чотири критерії сталого розвитку на тривалу перспективу. Даний підхід базується на класифікації природних ресурсів і динаміці їх відтворення.

Кількість відновлюваних природних ресурсів (земля, ліс і т.д.) повинна принаймні не меншати протягом часу, тобто повинен бути забезпечений принаймні режим простого відтворення. (Наприклад, для земельних ресурсів це означає збереження площі найбільш цінних сільськогосподарських угідь або у разі зменшення їх площі збереження/збільшення рівня виробництва продукції землеробства, кормового потенціалу земель для сільськогосподарських тварин).

Максимально можливе сповільнення темпів вичерпання запасів невідновлюваних природних ресурсів (наприклад, корисних копалин) з перспективою в майбутньому їх заміни на інші нелімітовані види ресурсів. (Наприклад, часткова заміна нафти, газу, вугілля на альтернативні джерела енергії-сонячну, вітрову і пр.).

Можливість мінімізації відходів на основі впровадження маловідходних, ресурсозберігаючих технологій.

Забруднення навколишнього середовища (як сумарне, так і по видах) в перспективі не повинне перевищувати його сучасний рівень. Можливість мінімізації забруднення до соціально і економічно прийняттого рівня ("нульового" забруднення чекати нереально).

Ці чотири критерії (їх може бути і більше) повинні бути враховані в процесі розробки концепції стійкого розвитку. Їх врахування дозволить зберегти навколишнє середовище для наступних поколінь і не погіршить екологічні умови проживання. Серед економічних показників ефективними критеріями сталого розвитку є зменшення природоємності економіки.

Особливу важливість слід приділити зміні споживацької поведінки

суспільства. Перехід до сталого розвитку передбачає обмеження потреб в товарах і послугах, на відміну від техногенного розвитку з його максимізацією споживання, подальшим розквітом суспільства [8].

Із суто споживацького погляду, чим більше продукції на душу населення виробляється в державі, тим краще. Але збільшення продукції виробництва збільшує техногенне навантаження на природне середовище і вимагає значних додаткових витрат на екологічні заходи. Це останнє зумовлює необхідність визначення оптимального співвідношення між виробництвом продукції на душу населення країни і кількістю шкідливих відходів на одиницю поверхні її території [7]. Концепція надмірного споживання, що є домінуючою у сучасному суспільстві, явно вступають в суперечність з можливостями біосфери. Для зміни поведінки важливі екологічне виховання і освіта.

Крім того, аналіз досвіду застосування індикаторів сталого розвитку в деяких країнах засвідчив необхідність урахування особливостей цих країн та індивідуального підходу до кількісного та якісного добору форм національних розрахунків та обліку. Необхідно доповнити перелік індикаторів сталого еколого-економічного розвитку для України такими:

- 1) зменшення частки матеріаловитратних підприємств і збільшення частки наукоємних виробництв;
- 2) зростання транзитно-транспортних послуг на терміналах всіх видів транспорту;
- 3) наповнення бюджету за рахунок підприємств сфери обслуговування та фінансового ринку.

Для України розробка індикаторів сталого еколого-економічного розвитку є логічним продовженням роботи над «Концепцією сталого розвитку України». Її цінність і новизна полягають у тому, що вперше на основі широкої праці представників науки, політики, бізнесу, органів влади та громадськості повинні бути запропоновані принципи удосконалення нормативної бази, ефективного управління та фінансово-економічного

механізму раціонального природокористування, збереження біологічного різноманіття та здоров'я населення. Актуальність розробки переліку показників сталості розвитку зумовлена низкою чинників, зокрема, застарілими виробничими фондами, недосконалістю законодавства, наявністю зон екологічного лиха, які потребують реагування з боку держави, високим антропогенним навантаженням в окремих регіонах країни, що призводить до погіршення екологічних показників, збідніння біологічного розмаїття.

На шляху до сталого розвитку країни чи її окремого регіону важливу роль відіграють індикатори, які визначають цей розвиток: соціальні (тривалість життя, рівень освіти, санітарії, зайнятість працездатного населення); екологічні (збереження біорозмаїття та природних ландшафтів, вод, атмосферного повітря, утилізація побутових відходів); економічні (капіталовкладення, ремодельовання виробництва, ВВП на одну особу, розвиток науки та техніки); інституційні (доступ до інформації, екологічна освіта, участь громадськості у вирішенні питань локального та державного значення).

Всебічно проаналізовано закономірності землекористування, які свідчать, що виробництво корисних матеріальних благ і послуг нерідко супроводжується небажаними екологічними наслідками; вискоефективне землекористування вимагає постійного вдосконалення земельних відносин; відбувається удосконалення агроекологічної системи, підвищується рівень її інтенсифікації, антропогенного навантаження на агроценоз; фактори інтенсифікації носять подвійний характер – позитивний і негативний; при землекористуванні екологічні й економічні інтереси не збігаються; екологічність виробництва залежить від його учасників; завдання по екологізації виробництва нерідко не забезпечуються організаційно і матеріально-технічно. Дисертант визначив принципи побудови системи сталого розвитку землекористування: цілі, правовий, утилітаризму, відповідальності, оптимальності, єдності мети держави і землекористувачів,

соціальної спрямованості землекористування, регуляторної ролі держави, раціонального землеустрою, наукового обґрунтування землекористування, екологічності науково-технічного прогресу, ринкових відносин при організації землекористування й споживання, державного контролю за землекористуванням, екологізацію виробництва, охороною земель, єдності показників еколого-економічної оцінки сталості розвитку землекористування, спрямованого розвитку землекористування на засадах сталості розвитку, відтворення мотивації сталого розвитку землекористування, екологічності управління землекористуванням. Для визначення рівня сталості розвитку землекористування дисертант визначив три групи індикаторів: стан земельних ресурсів та інших складових навколишнього середовища; економічні – продуктивність та економічна ефективність землекористування; соціальні – рівень соціального розвитку сільської місцевості та демографічна ситуація.

### 1.3. Сутність формування сталого розвитку підприємств

В сучасних умовах функціонування підприємства для виживання на ринку і збереження конкурентоспроможності повинні час від часу вносити зміни у свою господарську діяльність. Більше того, потреба в змінах стала виникати так часто, що їх вплив на життєвий цикл підприємства вже не розглядається як виняткове явище. У практиці і наукових дослідженнях все більшої уваги приділяється аналізу методів і організаційним можливостям управління змінами [33].

Підприємства ніколи не бувають в статичному стані, в них постійно відбуваються зміни: стратегічні орієнтири, якісний і кількісний склад колективу, нові адміністративні процедури, нові клієнти і ділові партнери. Жодна подія не є повністю ізольованою, навпаки, кожна з них пов'язана з іншими аспектами діяльності підприємства. Деякі зміни є очевидними результатами рішень, прийнятих всередині підприємства, інші пов'язані з

рішеннями, прийнятими кимось ззовні, а інші - тільки передбачаються, однак завжди спостерігається спільне: зміни, незалежно від того, були вони заплановані чи стали результатом рішення з боку працівників підприємства, обов'язково супроводжуються наслідками, які неоднозначно сприймаються людьми всередині підприємства і поза ним вони підтримуються або відкидаються.

До недавнього часу основним завданням людства було підтримання гомеостазу соціально-економічних систем на базі використання відповідного механізму негативного зворотнього зв'язку. Але інформаційна епоха поступово і наполегливо впливає на характер процесів розвитку таких систем, тому трансформаційні процеси зміни гомеостазу стають практично безперервними, що докорінно змінює завдання людини, як активного елемента й основного координатора діяльності відповідних систем різного рівня ієрархії. За цих умов на перший план виходить вміння приймати рішення в практично безперервному трансформаційному процесі, вміло використовувати інструментарій механізмів позитивного зворотнього зв'язку [35].

Аналіз досліджень по сталому розвитку підприємства дозволив нам з'ясувати, що в його основі закладено потенціал, однак потенціал з його великою кількістю складових має свою певну структуру за якою він розвивається на підприємстві. Тому нами була висунута гіпотеза, що управління потенціалом розвитку відбувається в ієрархічному порядку за трьома рівнями реалізації і взаємоузгодженості цілей: матерія – енергія – інформація, в результаті вдалої побудови такого процесу підприємство може підтримувати сталість свого розвитку, з напрацюванням певних результатів всіх задіяних складових.

Концепт управління сталим розвитком підприємства представлено на рис.1.2 [24].

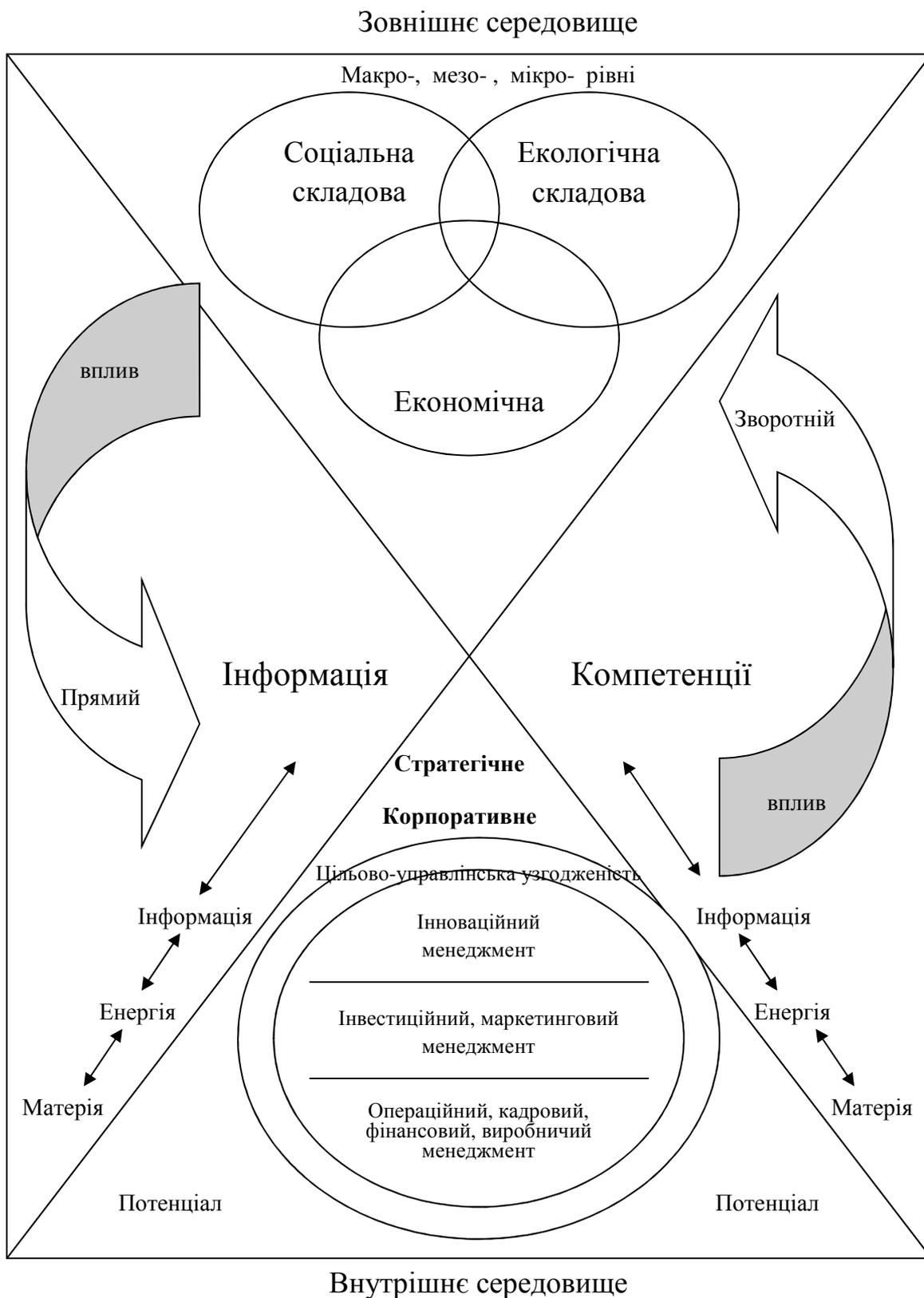


Рисунок 1.2 – Концепт управління сталим розвитком підприємства [24]

Для підприємства і топ-менеджменту базовими є цілі розвитку в довгостроковій перспективі, оскільки розвиток є умовою збереження

життєдіяльності підприємства. Відхід від механістичного розуміння підприємства, який відбувається у міру усвідомлення основної мети його існування, був заснований вченими, які вивчали поведінку персоналу корпорацій [22].

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ

#### 2.1 Методи оцінки динаміки сталого розвитку підприємств на різних рівнях управління

Оскільки формування система оцінки сталого розвитку підприємств на основі критеріїв та індикаторів здійснюється із врахуванням найбільш проблемних аспектів ведення господарства, пов'язаних з функціонуванням екосистем, забезпеченням екологічних, економічних і соціальних потреб суспільства, то вона повинна виконувати не тільки інформаційну й контролюючу функції, але й відображати бажані зміни і тенденції та своєчасно спрямовувати зусилля в напрямку досягнення поставленої мети .

На міжнародному рівні критерії та індикатори є інструментом, який сприятиме:

- створенню єдиної бази даних, які стосуються стану аграрного сектору світу, можливостей виконання ними екологічних, економічних та соціально-культурних функцій з метою вирішення глобальних екологічних проблем, що загрожують існуванню людства, а також забезпечення основних потреб теперішнього та майбутнього поколінь;
- покращенню міжнародного співробітництва з метою розробки спільних положень, рекомендацій і визначення довгострокових стратегій та відповідно формування єдиних підходів і вимог до системи оцінки просування країни в напрямку сталого розвитку підприємств, включаючи чітке та однакове тлумачення використовуваних термінів, методи збору, обробітку, розповсюдження інформації тощо;
- узгодженню важливих аспектів міжнародної торгівлі, пов'язаних із забезпеченням відповідності ведення господарства принципам сталого

розвитку, екологічним і соціально-економічним вимогам до процесу ведення господарства.

На національному рівні застосування системи критеріїв та індикаторів буде корисним для:

- контролю за виконанням міжнародних зобов'язань України, пов'язаних із рішеннями конвенцій ООН із навколишнього середовища та розвитку, а також положень, визначених Концепцією сталого розвитку України й іншими державними нормативно-правовими актами;
- вдосконалення національної аграрної політики, законодавчої бази з метою врахування основних вимог щодо сталого використання природних ресурсів, національних пріоритетів й еколого-економічних особливостей природокористування, а також коригування діючих програм, різноманітних впроваджуваних заходів відповідно до тенденцій розвитку господарства;
- покращення процесу прийняття рішень стосовно збереження, охорони, відтворення та використання природно-ресурсного потенціалу.

На операційному рівні управління передбачають:

- оцінку ефективності підприємницької політики, яка координує ведення господарства на операційному рівні, а також формування інформаційної бази не тільки для управлінських цілей і завдань, а й з метою покращення всієї практики природокористування відповідно до існуючих еколого-економічних умов діяльності, потенційних можливостей підприємств та новітніх науково-технічних досягнень;
- оцінку результатів підприємницької діяльності з акцентуванням уваги на вирішенні найбільш проблемних питань, пов'язаних з наслідками антропогенного впливу на довкілля, функціонуванням екосистем, створенням стійких та високопродуктивних насаджень, здатних забезпечити широкий спектр екологічних і соціально-економічних послуг суспільству [8, с. 106].

Варто зазначити, що визначені вище системи критеріїв та індикаторів сталого розвитку підприємств є сумісними та доповнюють один одного, а

існування постійного потоку інформації, підтримуваного на міжнародному, національному та операційному рівнях управління, систематичний обмін досвідом та нагромадженими ідеями щодо сталого розвитку сільського господарства забезпечують наявність прямих і зворотних зв'язків між критеріями та індикаторами різних рівнів застосування. Враховуючи важливість людського фактора в умовах сталого розвитку, як основний критерій дослідження та оцінки управління активізацією діяльності, нами покладено виконання зобов'язань перед суб'єктами за інтересами цілком сформованої системи управління для забезпечення стійкого динамічного розвитку в збалансованій єдності економічних, соціальних та економічних складових [5].

Узагальнюючи результати зарубіжних та українських теоретичних досліджень і практичних розробок із питань сталого розвитку очевидно, що система управління на загальнодержавному та місцевому рівнях передбачає використання цілого комплексу показників, що охоплюють усі виміри сталого розвитку підприємств: соціальний, економічний та екологічний (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Оцінка сталого розвитку на різних рівнях управління

Показники	Рівні управління			
	Національний рівень		Операційний рівень	
Індекс економічного розвитку	$I_{ек} = I_k * I_{св}$	$I_{ек}$ індекс економічного розвитку; $I_k$ індекс конкурентоспроможності підприємства; $I_{св}$ індекс економічної свободи.	$I_{ee} = \sum_{i=1}^n b_i Y_j$	$I_{ee}$ – інтегральний показник економічного розвитку і-ого відділу підприємства; $b_i$ значимість і-того показника економічного розвитку і-го підприємства; $Y_j$ – питома вага j-го показника, що характеризує економіку підприємства, розрахований на кількість співробітників

Показники	Рівні управління			
	Національний рівень		Операційний рівень	
Індекс соціального розвитку	$I_{\text{соц.р.}} = \frac{I_i}{*} \cdot \frac{I_{\text{ЛР}}}{*} \cdot I_{\text{сусп}}$	$I_{\text{соц.р.}}$ індекс соціального розвитку підприємства; $I_i$ - індекс якості та безпеки життя; $I_{\text{ЛР}}$ індекс людського розвитку; $I_{\text{сусп}}$ індекс суспільства.	$I_{\text{соц.}} = \frac{I_k}{*} \cdot I_{\text{я}}$	$I_{\text{соц}}$ індекс соціального розвитку підприємства; $I_{\text{осн}}$ інтегральний індекс використання трудових ресурсів; $I_{\text{я}}$ індекс якісних показників розвитку.
Індекс екологічного розвитку	$K_{\text{інтегр. ек.ст.}} = \frac{K_{\text{ек.ст.}}}{*} \cdot \frac{K_{\text{забор. води}}}{*} \cdot \frac{I_{\text{щіл. нас.}}}{*} \cdot \frac{P_{\text{нав}}}{*} \cdot X_{\text{нав}}$	$K_{\text{інтегр. ек.ст.}}$ коефіцієнт інтегрованого стану земельної території; $K_{\text{ек.ст.}}$ коефіцієнт екологічної стабільності; $K_{\text{забор. води}}$ коефіцієнт забору води з природних об'єктів на одну особу за рік, $\text{м}^3$ ; $I_{\text{щіл. нас.}}$ індекс щільності населення, $\text{чол./км}^2$ ; $P_{\text{нав}}$ пестицидне навантаження, $\text{кг/га д.р. за рік}$ ; $X_{\text{нав}}$ хімічне навантаження, $\text{кг/га д.р. за рік}$ .	$I_{\text{ек}} = \frac{K_{\text{роз}}}{*} \cdot \frac{K_{\text{род}}}{*} \cdot \frac{P_{\text{есу}}}{*} \cdot \frac{K_{\text{конц}}}{*} \cdot K_{\text{нав}}$	$I_{\text{ек}}$ індекс екологічного розвитку; $K_{\text{роз}}$ ступінь розораності; $K_{\text{род}}$ коефіцієнт родючості; $P_{\text{есу}}$ питома вага екологічно стійких угідь; $K_{\text{конц}}$ ступінь концентрації тваринництва; $K_{\text{нав}}$ ступінь хімічного навантаження.

Будь-яка система оцінки об'єкту досліджень вимагає інформаційної повноти та адекватності. З цією метою дослідження діяльності підприємств доцільно проводити за такими методами дослідження: симплекс метод, метод двоїстості, критерій Ходжена–Лемана, матриця альтернатив результативності, кореляційно-регресійний аналіз, система масового обслуговування, метод стохастичного програмування, динамічне

програмування. ефективність методів дослідження проявляється у їх комплексному застосуванні, в результаті чого здійснюється різностороння оцінка діяльності підприємств. А це в свою чергу забезпечує ефективність управлінської діяльності та результативність управлінських рішень.

## 2.2 Моделювання сталого розвитку підприємства

Питання моделювання економічної стійкості та сталого розвитку машинобудівних підприємств є актуальними в наш час. Вони мають важливе значення не тільки під час кризи, а й при стабільній економічній ситуації, тим більше в умовах сучасної економіки України.

Машинобудівний комплекс України як один з найважливіших структурних ланок економіки в сучасних умовах набуває актуальності оцінювання його економічної стійкості, особливо на етапі значних ринкових трансформацій і переходу країни до інтенсивного розвитку.

Економічна стійкість служить особливою характеристикою як для підприємства і галузі, так і для національної економіки в цілому, відображаючи здатність протистояти негативним змінам у зовнішньому і внутрішньому середовищах.

Термін «стійкість» вже давно використовується в динаміці, механіці, генетиці для опису системного аналізу; це поняття характеризує важливі риси поведінки систем в економіці, фізиці, біології. Поняття стійкості характеризує сталість будь-якої системи: це може бути сталість бізнес-процесів, які визначають діяльність підприємства, а також сталість стану системи, тобто сталість деякої послідовності станів, в яких може опинитися система [3].

Найважливішою характеристикою економічної стійкості є адаптація до негативному впливу факторів в динамічному оточенні, можливість своєчасно і вміло пристосуватися до змін, тим більше в умовах кризи. Таким чином, під поняттям економічної стійкості підприємства можна розуміти здатність

системи протистояти дестабілізуючим впливам факторів і змін зовнішнього середовища і внутрішнім трансформаціям самої системи, а також уміння адаптуватися до цих змін, зберігаючи при цьому свій стійкий потенціал, цілісність структури і рух в просторі в довгостроковій перспективі [2].

Процес забезпечення стійкості підприємства укладає в собі рішення значної кількості складних завдань, серед яких досить багато місця займають процеси оцінювання та проведення. Головним завданням при дослідженні стійкості є визначення для конкретного підприємства всіх можливостей, які можуть бути використані для досягнення стійкого розвитку [7].

Машинобудування є основою економіки будь-якої країни і відіграє значну роль в створенні матеріально-технічної бази господарства, йому належить виключно важлива роль - забезпечити засобами виробництва інші галузі народного господарства.

Машинобудування України об'єднує в собі такі види: важкий, залізничне, суднобудування, судоремонтне, авіабудування, авіаремонтне, ракетобудування, тракторобудування, автомобілебудування, верстатобудування, електротехнічне та приладобудування, а також металообробку. Керуючись вищесказаним, для виконання поставленої мети були відібрані підприємства даного комплексу за допомогою інформації з інтернет-порталів Державного комітету статистики України ([www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)) та Агентства з розвитку інфраструктури фондового ринку України ([www.smida.gov.ua](http://www.smida.gov.ua)).

Формування бази даних для дослідження проводилося за наступним алгоритмом:

1. Виділення необхідного сегмента підприємств. Загальна база підприємств, а також склад машинобудівного комплексу згідно з КВЕД України були отримані на підставі даних Державного комітету статистики.

2. Формування загальної вибірки підприємств. Загальна база включала назви підприємств, коди КВЕД і ЄДРПОУ.

3. Отримання річної фінансової звітності відібраних підприємств. На даному етапі проводиться відбір показників річної фінансової звітності (форма №1 - баланс і форма №2 - звіт про фінансові результати) кожного підприємства за допомогою інтернет-порталу Агентства з розвитку інфраструктури фондового ринку України (smida.gov.ua).

4. Обробка фінансової звітності та відбір показників підприємств.

Розглянемо метод моделювання і отримання адитивного інтегрального показника оцінювання стійкості підприємства машинобудівного комплексу.

Групування виділених показників проходить на основі спеціальної методики агрегування [10]. Модель стійкості буде адитивною комбінацією вибраних показників з різними вагами:

$$s = \sum w_i x_i - \sum w_j x_j, \quad (2.1)$$

де  $S$  - показник економічної стійкості;

$x_i, j$  - структурні елементи моделі економічної стійкості (позитивні ( $i$ ) і негативні ( $j$ ) впливу);

$w_i, j$  - питома вага, з яким структурні елементи входять в модель.

Для визначення вагомості кожного показника можна використовувати підхід, заснований на розрахунку коефіцієнтів парної кореляції, які є оцінкою тісноти взаємозв'язку між змінами показників в часі.

Для визначення тісноти зв'язку між результуючим показником економічної стійкості і факторами, що впливають на неї, використовувався метод непараметричної кореляції Спірмена. Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена - це непараметричний метод, який використовується з метою статистичного вивчення зв'язку між явищами. В цьому випадку визначається фактичний ступінь паралельності двох кількісних рядів досліджуваних ознак і дається оцінка тісноти встановленої зв'язку за допомогою кількісно вираженого коефіцієнта.

При використанні коефіцієнта рангової кореляції умовно оцінюють тісноту зв'язку між ознаками, вважаючи значення коефіцієнта, рівні 0,3 і менше показниками слабкою тісноти зв'язку; значення більше 0,4, але менше 0,7 - показниками помірної тісноти зв'язку, а значення 0,7 і більше - показниками високої тісноти зв'язку.

На етапі розрахунку коефіцієнтів вагомості (питомих ваг) показників економічної стійкості запропоновано методику зважування, засновану на порівнянні ланцюгових індексів відібраних показників з ланцюговим індексом еталонного показника.

Використання цієї методики дає більш формалізовані оцінки коефіцієнтів вагомості для параметрів моделі економічної стійкості, на відміну від суб'єктивних експертних методів.

Проведений аналіз показав, що на сьогодні відсутні ефективні і широко застосовуються методи оцінювання економічної стійкості, що викликано складністю самого поняття економічної стійкості.

### 2.3 Застосування кластерного аналізу для оцінки сталого розвитку на підприємстві

Оцінка сталого розвитку на підприємстві потребує розбиття різних типів підприємств або територіальних населених пунктів на класи для винайдення унікальних властивостей і використанню їх в підтримки прийняття рішень.

Але, застосування для цієї задачі стандартних методів класифікації ускладняється безліччю важливих параметрів для концепції сталого розвитку. Тому, для покращення оцінки сталого розвитку пропонується інструмент кластерного аналізу, який дозволяє розбивати множину об'єктів на кластери при великому числі різноманітних параметрів та аналізувати об'єкти по отриманим групам.

Термін кластерний аналіз, уперше введений Тріоном (Tryon) у 1939 році, містить більш 100 різних алгоритмів.

На відміну від задач класифікації, кластерний аналіз не вимагає апріорних припущень про набір даних, не накладає обмеження на показ досліджуваних об'єктів, дозволяє аналізувати показники різних типів даних (інтервальні дані, частоти, бінарні дані). При цьому необхідно пам'ятати, що змінні повинні вимірюватися в порівнюваних шкалах.

Кластерний аналіз дозволяє скорочувати розмірність даних, робити їх наглядними.

Кластерний аналіз може застосовуватися до сукупностей тимчасових рядів, тут можуть виділятися періоди схожості деяких показників і визначатися групи тимчасових рядів зі схожою динамікою.

Задачі кластерного аналізу можна об'єднати в такі групи:

1. Розробка типології або класифікації.
2. Дослідження корисних концептуальних схем групування об'єктів.
3. Представлення гіпотез на основі дослідження даних.
4. Перевірка гіпотез або досліджень для визначення, чи дійсно типи (групи), виділені тим або іншим способом, присутні в наявних даних.

Як правило, при практичному використанні кластерного аналізу одночасно розв'язуються декілька із зазначених задач.

Критерієм для визначення схожості й відмінності кластерів є відстань між точками на діаграмі розсіювання. Цю подібність можна «виміряти», вона дорівнює відстані між точками на графіку. Способів визначення міри відстані між кластерами, яку називають ще мірою близькості, існує небагато. Найпоширеніший спосіб – обчислення евклідової відстані між двома точками  $i$  та  $j$  на площині, коли відомі їхні координати  $X$  і  $Y$ :

$$D_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}, \quad (2.2)$$

Якщо нам потрібно знайти відстань між двома точками в просторі трьох вимірів (рис. 2.2), формула (2.1) набуває вигляду:

$$D = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}, \quad (2.3)$$

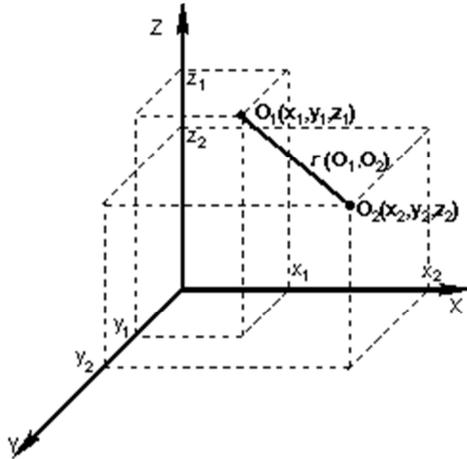


Рисунок 2.1 – Відстань між двома точками в просторі трьох вимірів

Кластер має такі математичні характеристики: центр, радіус, середньоквадратичне відхилення, розмір кластера.

Центр кластера – це середнє геометричне місце точок у просторі змінних.

Радіус кластера – максимальна відстань точок від центру кластера.

Як було відзначено в одній із попередніх тем, кластери можуть бути, такими, що перекриваються. Така ситуація виникає, коли виявляється перекриття кластерів. У цьому випадку неможливо за допомогою математичних процедур однозначно віднести об'єкт до одного з двох кластерів. Такі об'єкти називають спірними.

Спірний об'єкт – це об'єкт, який у міру подібності може бути віднесений до декільком кластерам.

Розмір кластера може бути визначений або за радіусом кластера, або за середньоквадратичним відхиленням об'єктів для цього кластера. Об'єкт належить до кластера, якщо відстань від об'єкта до центру кластера менше

радіуса кластера. Якщо ця умова виконується для двох і більш кластерів, об'єкт є спірним. Неоднозначність може бути усунута експертом або аналітиком.

Робота кластерного аналізу опирається на два припущення. Перше припущення – розглянуті ознаки об'єкта в принципі допускають бажане розбиття сукупності об'єктів на кластери. Друге припущення – правильність вибору масштабу або одиниці вимірювання ознак.

Вибір масштабу в кластерному аналізі має велике значення. Розглянемо приклад. Уявимо собі, що дані ознаки  $x$  у наборі даних  $A$  на два порядки більші даних ознаки  $y$ : значення змінної  $x$  перебувають в діапазоні від 100 до 700, а значення змінної  $y$  – у діапазоні від 0 до 1.

Тоді, при розрахунках величини відстані між точками, що відображають положення об'єктів у просторі їх властивостей, змінна, що має більші значення, тобто змінна  $x$ , буде практично повністю домінувати над змінною з малими значеннями, тобто змінної  $y$ . У такий спосіб через неоднорідність одиниць виміру ознак стає неможливим коректно розрахувати відстані між точками.

Ця проблема вирішується за допомогою попередньої стандартизації змінних. Стандартизація (standardization) або нормування (normalization) приводить значення всіх перетворених змінних до єдиного діапазону значень шляхом вираження через відношення цих значень до якоїсь величини, що відображає певні властивості конкретної ознаки. Існують різні способи нормування вихідних даних.

Два найпоширеніші способи:

- розподіл вихідних даних на середньоквадратичне відхилення відповідних змінних;
- обчислення  $Z$ -внеску або стандартизованого внеску.

Поряд зі стандартизацією змінних, існує варіант додавання до кожної з них певного коефіцієнта важливості, або ваги, яка би відображала значимість відповідної змінної. За ваги можуть виступати експертні оцінки, отримані в

ході опитування експертів – фахівців предметної області. Отримані добутки нормованих змінних на відповідні ваги дозволяють одержувати відстані між точками в багатомірному просторі з урахуванням неоднакової ваги змінних.

У ході експериментів можливе порівняння результатів, отриманих з урахуванням експертних оцінок і без них, і вибір якіснішого з них.

Методи кластерного аналізу можна розділити на дві групи:

- ієрархічні;
- неієрархічні.

Кожна із груп включає безліч підходів і алгоритмів. Використовуючи різні методи кластерного аналізу, аналітик може одержати різні розв'язки для тих самих даних. Це вважається нормальним явищем.

Розглянемо ієрархічні й неієрархічні методи докладно.

Ієрархічні методи кластерного аналізу. Суть ієрархічної кластеризації полягає в послідовному об'єднанні менших кластерів у більші або поділі більших кластерів на менші.

Ієрархічні агломеративні методи (Agglomerative Nesting, AGNES). Ця група методів характеризується послідовним об'єднанням вихідних елементів і відповідним зменшенням числа кластерів.

На початку роботи алгоритму всі об'єкти є окремими кластерами. На першому кроці найбільш схожі об'єкти поєднуються в кластер. На наступних кроках об'єднання триває доти, поки всі об'єкти не будуть становити один кластер.

Ієрархічні дивизимні (ділені) методи (Divisive Analysis, DIANA). Ці методи є логічною протилежністю агломеративним методам. На початку роботи алгоритму всі об'єкти належать одному кластеру, який на наступних кроках ділиться на менші кластери, у результаті утворюється послідовність груп, що розщеплюються. Принцип роботи описаних вище груп методів у вигляді дендрограми показаний на рис. 2.2.

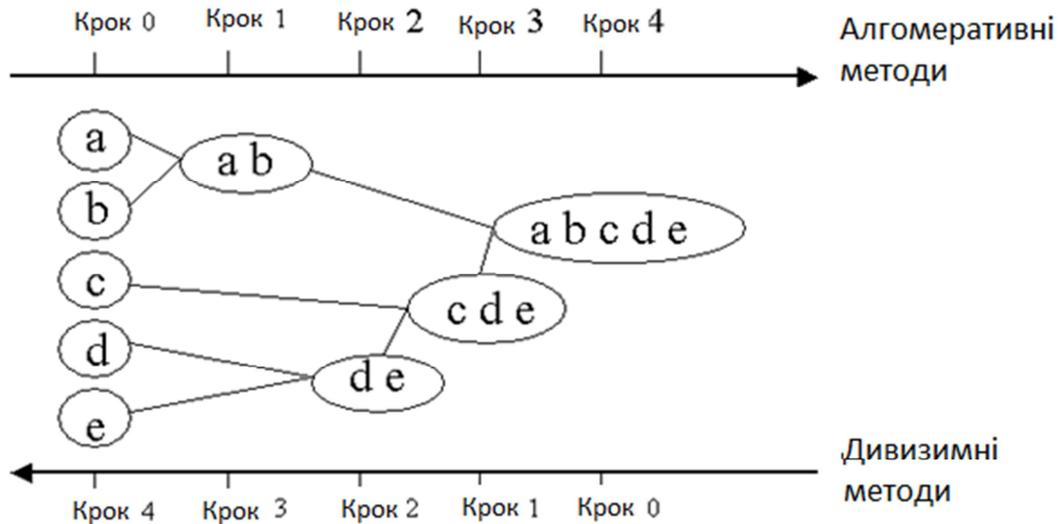


Рисунок 2.2 – Дендрограма агломеративних і дивизимних методів

Програмна реалізація алгоритмів кластерного аналізу широко представлена в різних інструментах Data Mining, які дозволяють вирішувати завдання досить великої розмірності. Наприклад, агломеративні методи реалізовані в пакеті SPSS, дивизимні методи – у пакеті Statgraf.

Ієрархічні методи кластеризації різняться правилами побудови кластерів. За правила виступають критерії, які використовуються при вирішенні питання про «схожість» об'єктів при об'єднанні їх в групу (агломеративні методи) або поділу на групи (дивизимні методи).

Ієрархічні методи кластерного аналізу використовуються при невеликих обсягах наборів даних.

Перевагою ієрархічних методів кластеризації є їхня наочність.

Ієрархічні алгоритми пов'язані з побудовою дендрограм (від грецького dendron – «дерево»), які є результатом ієрархічного кластерного аналізу.

Дендрограма описує близькість окремих точок і кластерів один до одного, представляє в графічному вигляді послідовність об'єднання (поділу) кластерів.

Дендрограма (dendrogram) – деревоподібна діаграма, що містить  $n$  рівнів, кожний з яких відповідає одному з кроків процесу послідовного

укрупнення кластерів. Дендрограму також називають деревоподібною схемою, деревом об'єднання кластерів, деревом ієрархічної структури.

Дендрограма являє собою вкладене угруповання об'єктів, яке змінюється на різних рівнях ієрархії.

Існує багато способів побудови дендограмм. У дендограмі об'єкти можуть розташовуватися вертикально або горизонтально. Приклад вертикальної дендограми наведений на рис. 2.3.

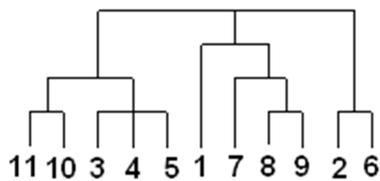


Рисунок 2.3 – Приклад дендограмми

Числа 11, 10, 3 і т.д. відповідають номерам об'єктів або спостережень вихідної вибірки. Бачимо, що на першому кроці кожне спостереження представляє один кластер (вертикальна лінія), на другому кроці спостерігаємо об'єднання таких спостережень: 11 і 10; 3, 4 і 5; 8 і 9; 2 і 6. На другому кроці триває об'єднання в кластери: спостереження 11, 10, 3, 4, 5 і 7, 8, 9. Цей процес триває доти, поки всі спостереження не об'єднуються в один кластер.

Міри подібності. Для обчислення відстані між об'єктами використовуються різні міри подібності, їх називають також метриками або функціями відстаней. На початку теми розглянуто евклідову відстань, це найбільш популярна міра подібності.

Квадрат евклідової відстані. Для надання більшої ваги більш віддаленим один від одного об'єктам можемо скористатися квадратом евклідової відстані шляхом піднесення у квадрат стандартної евклідової відстані.

Манхеттенська відстань (відстань міських кварталів), також називається «хемінговою» або «сіті-блок» відстанню. Ця відстань розраховується як середня різниця по координатах. У більшості випадків ця міра відстані приводить до результатів, подібних розрахункам відстані евкліда. Однак, для цієї міри вплив окремих викидів менший, ніж при використанні евклідової відстані, оскільки тут координати не підносяться до квадрату.

Відстань Чебишева. Цю відстань варто використовувати, коли необхідно визначити два об'єкти як «різні», якщо вони відрізняються за якимось одним виміром.

Відсоток незгоди. Ця відстань обчислюється, якщо дані є категоріальними.

Методи об'єднання або зв'язки. Коли кожний об'єкт являє собою окремий кластер, відстані між цими об'єктами визначаються обраною мірою. Виникає таке питання – як визначити відстані між кластерами? Існують різні правила – методи об'єднання або зв'язки для двох кластерів.

Метод найближчого сусіда або одиночний зв'язок. Тут відстань між двома кластерами визначається відстанню між двома найбільш близькими об'єктами (найближчими сусідами) у різних кластерах. Цей метод дозволяє виділяти кластери як завгодно складної форми за умови, що різні частини таких кластерів з'єднані ланцюжками близьких один до одного елементів. У результаті роботи цього методу кластери представляються довгими «ланцюжками» або «волокнистими» кластерами, «зчепленими разом» тільки окремими елементами, які випадково виявилися ближче інших один до одного.

Метод найбільш віддалених сусідів або повний зв'язок. Тут відстані між кластерами визначаються найбільшою відстанню між будь-якими двома об'єктами в різних кластерах (тобто «найбільш віддаленими сусідами»). Метод добре використовувати, коли об'єкти дійсно походять із різних «ділянок». Якщо ж кластери мають до певної міри подовжену форму або їх природній тип є «ланцюговим», то цей метод не слід використовувати.

Метод Варда (Ward's method). За відстань між кластерами береться приріст суми квадратів відстаней об'єктів до центрів кластерів, одержуваний у результаті їх об'єднання (Ward, 1963). На відміну від інших методів кластерного аналізу для оцінки відстаней між кластерами, тут використовуються методи дисперсійного аналізу. На кожному кроці алгоритму поєднуються такі два кластери, які приводять до мінімального збільшення цільової функції, тобто внутрішньо групової суми квадратів. Цей метод спрямований на об'єднання близько розташованих кластерів і «прагне» створювати кластери малого розміру.

Метод незваженого попарного середнього (метод незваженого попарного арифметичного середнього – unweighted pair-group method using arithmetic averages, UPGMA (Sneath, Sokal, 1973)). За відстань між двома кластерами береться середня відстань між усіма парами об'єктів у них. Цей метод слід використовувати, якщо об'єкти дійсно походять із різних «ділянок», у випадках присутності кластерів «ланцюгового» типу, при припущенні нерівних розмірів кластерів.

Метод зваженого попарного середнього (метод зваженого попарного арифметичного середнього – weighted pair-group method using arithmetic averages, WPGMA (Sneath, Sokal, 1973)). Цей метод схожий на метод незваженого попарного середнього, різниця полягає лише в тому, що тут як ваговий коефіцієнт використовується розмір кластера (число об'єктів, що втримуються в кластері). Рекомендується використовувати саме при наявності припущення про кластери різних розмірів.

Незважений центроїдний метод (метод незваженого попарного центроїдного усереднення – unweighted pair-group method using the centroid average (Sneath and Sokal, 1973)). За відстань між двома кластерами в цьому методі береться відстань між їхніми центрами ваги.

Зважений центроїдний метод (метод зваженого попарного центроїдного усереднення – weighted pair-group method using the centroid average, WPGMC (Sneath, Sokal 1973)). Цей метод схожий на попередній,

різниця полягає в тому, що для обліку різниці між розмірами кластерів (числа об'єктів у них), використовуються ваги. Використовують переважно у випадках, якщо є припущення щодо істотних відмінностей у розмірах кластерів.

Розглянемо процедуру ієрархічного кластерного аналізу в пакеті SPSS (SPSS), в якому ця процедура передбачає угруповання як об'єктів (рядків матриці даних), так і змінних (стовпців). Можна вважати, що в останньому випадку роль об'єктів відіграють змінні, а роль змінних – стовпці.

У цьому методі реалізується ієрархічний агломеративний алгоритм, зміст якого полягає в такому. Перед початком кластеризації всі об'єкти вважаються окремими кластерами, у ході алгоритму вони поєднуються. Спочатку вибирається пара найближчих кластерів, які поєднуються в один кластер. У результаті кількість кластерів стає рівним  $N-1$ . Процедура повторюється, поки всі класи не об'єднуються. На будь-якому етапі об'єднання можна перервати, одержавши потрібне число кластерів. Отже, результат роботи алгоритму агрегування залежить від способів обчислення відстані між об'єктами й визначення близькості між кластерами.

Для визначення відстані між парою кластерів можуть бути сформульовані різні підходи. З урахуванням цього в SPSS передбачені такі методи:

- Середня відстань між кластерами (Between-groups linkage), установлюється за замовчуванням.

Середня відстань між усіма об'єктами пари кластерів з урахуванням відстаней усередині кластерів (Within-groups linkage).

Відстань між найближчими сусідами – найближчими об'єктами кластерів (Nearest neighbor).

Відстань між самими далекими сусідами (Furthest neighbor).

Відстань між центрами кластерів (Centroid clustering) або центроидный метод. Недоліком цього методу є те, що центр об'єданого кластера обчислюється як середнє центрів поєднаних кластерів, без обліку їх обсягу.

Метод Варда.

Метод медіан – той же центроїдний метод, але центр об'єднаного кластера обчислюється як середнє всіх об'єктів (Median clustering).

При великій кількості спостережень ієрархічні методи кластерного аналізу непридатні. У таких випадках використовують неієрархічні методи, засновані на поділі, які являють собою ітеративні методи дроблення вихідної сукупності. У процесі розподілу нові кластери формуються доти, поки не буде виконане правило зупинки.

Така неієрархічна кластеризація полягає в поділі набору даних на певну кількість окремих кластерів. Існує два підходи. Перший полягає у визначенні границь кластерів як найбільш щільних ділянок у багатомірному просторі вихідних даних, тобто визначення кластера там, де є велике «згущення точок». Другий підхід полягає в мінімізації міри відмінності об'єктів.

Найпоширеніший серед неієрархічних методів алгоритм k-середніх, також називають швидким кластерним аналізом. Повний опис алгоритму можна знайти в роботі Хартігана і Вонга (Hartigan and Wong, 1978). На відміну від ієрархічних методів, які не вимагають попередніх припущень щодо числа кластерів, для можливості використання цього методу необхідно мати гіпотезу про найбільш імовірну кількість кластерів.

Алгоритм k-середніх будує k кластерів, розташованих на максимально можливо великих відстанях один від одного. Основний тип задач, які вирішує алгоритм k-середніх, – наявність припущень (гіпотез) щодо числа кластерів, при цьому вони повинні бути різні настільки, наскільки це можливо. Вибір числа k може базуватися на результатах попередніх досліджень, теоретичних міркуваннях або інтуїції.

Загальна ідея алгоритму: задане фіксоване число k кластерів спостереження зіставляється кластерам так, що середні в кластері (для всіх змінних) максимально можливо відрізняються одна від одної.

Опис алгоритму:

а) первісний розподіл об'єктів по кластерах;

б) Вибирається число  $k$ , і на першому кроці ці точки вважаються «центрами» кластерів. Кожному кластеру відповідає один центр;

в) Вибір початкових центроїдів може здійснюватися в такий спосіб:

– вибір «-спостережень для максимізації початкової відстані;

– випадковий вибір  $k$ -спостережень;

– вибір перших  $k$ -спостережень.

У результаті кожний об'єкт призначений певному кластеру.

Це ітеративний процес.

Обчислюються центри кластерів, якими потім і далі вважаються покоординатні середні кластерів. Об'єкти знову перерозподіляються.

Процес обчислення центрів і перерозподілу об'єктів триває доти, поки не виконана одна з умов:

– кластерні центри стабілізувалися, тобто всі спостереження належать кластеру, якому належали до поточної ітерації;

– число ітерацій дорівнює максимальному числу ітерацій.

На рис. 2.4 наведений приклад роботи алгоритму  $k$ -середніх для  $k$ , рівного двом.

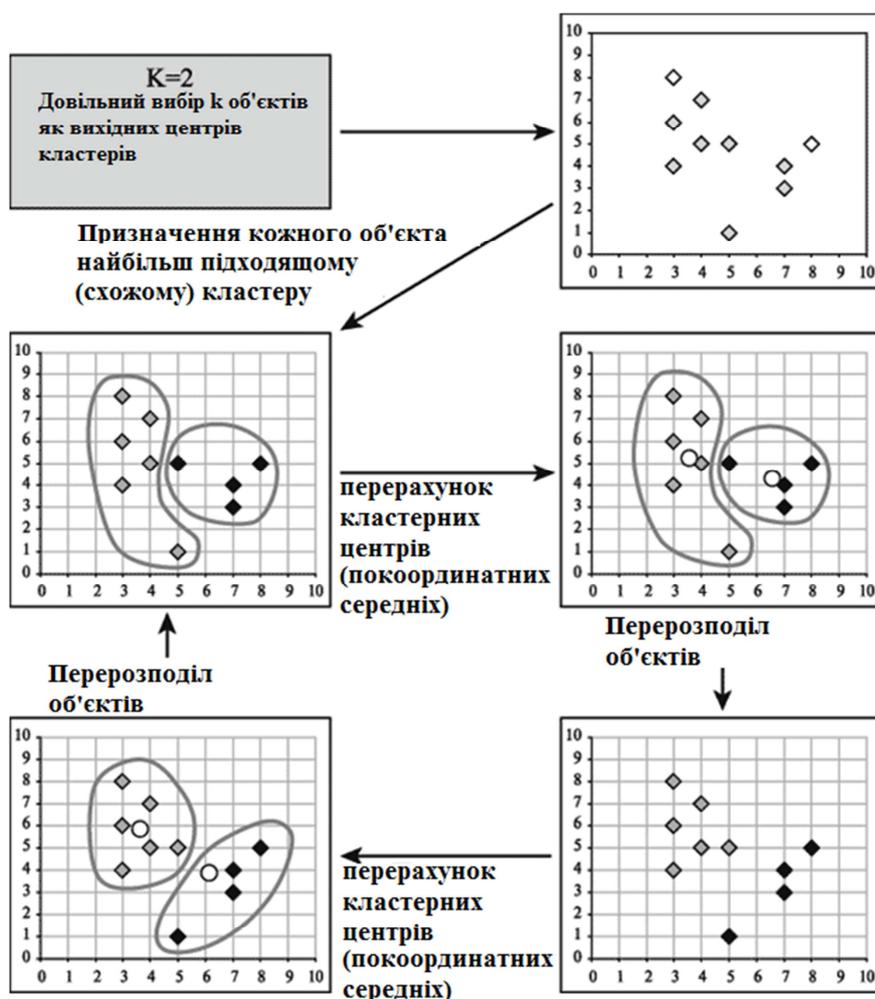


Рисунок 2.4 – Приклад роботи алгоритму  $k$ -середніх ( $k=2$ )

Вибір числа кластерів є складним питанням. Якщо немає припущень щодо цього числа, рекомендують створити 2 кластера, потім 3, 4, 5 і т.д., порівнюючи отримані результати.

Перевірка якості кластеризації. Після одержання результатів кластерного аналізу методом  $k$ -середніх слід перевірити правильність кластеризації (тобто оцінити, наскільки кластери відрізняються один від одного). Для цього розраховуються середні значення для кожного кластера. При гарній кластеризації повинні бути отримані дуже відмінні середні для всіх вимірів або хоча б більшої їхньої частини.

Переваги алгоритму  $k$ -середніх:

- простота використання;

- швидкість використання;
- зрозумілість і прозорість алгоритму.

Недоліки алгоритму k-середніх:

- алгоритм занадто чутливий до викидів, які можуть спотворювати середнє. Можливим вирішенням цієї проблеми є використання модифікації алгоритму – алгоритм k-медіани;

- алгоритм може повільно працювати на великих базах даних. Можливим вирішенням даної проблеми є використання вибірки даних.

Алгоритм PAM (partitioning around Medoids) є модифікацією алгоритму k-середніх алгоритмом k-медіани (k-medoids). Алгоритм менш чутливий до шумів і викидів даних, ніж алгоритм k-means, оскільки медіана менше піддається впливам викидів. PAM ефективний для невеликих баз даних, але його не слід використовувати для великих наборів даних.

Розглянемо приклад. Є база даних клієнтів фірми, яких слід розбити на однорідні групи. Кожний клієнт описується за допомогою 25 змінних.

Використання такого великого числа змінних призводить до виділення кластерів нечіткої структури. У результаті аналітикові досить складно інтерпретувати отримані кластери.

Більш зрозумілі й прозорі результати кластеризації можуть бути отримані, якщо замість множини вихідних змінних використовувати якісь узагальнені змінні або критерії, що містять у стислому вигляді інформацію про зв'язки між змінними. Тобто виникає задача зниження розмірності даних. Вона може вирішуватися за допомогою різних методів; один із найпоширеніших – факторний аналіз.

Факторний аналіз – це метод, що застосовується для вивчення взаємозв'язків між значеннями змінних.

Взагалі, факторний аналіз переслідує дві мети:

- скорочення числа змінних;
- класифікацію змінних – визначення структури взаємозв'язків між змінними.

Відповідно, факторний аналіз може використовуватися для розв'язання задач скорочення розмірності даних або для розв'язання задач класифікації.

Критерії або головні фактори, виділені в результаті факторного аналізу, містять у стислому вигляді інформацію про існуючі зв'язки між змінними. Ця інформація дозволяє одержати кращі результати кластеризації та краще пояснити семантику кластерів. Самим факторам може бути повідомлений певний зміст.

За допомогою факторного аналізу велике число змінних зводиться до меншого числа незалежних величин, які називаються факторами.

Фактор в «стислому» вигляді містить інформацію про декілька змінних. В один фактор поєднуються змінні, які сильно корелюють між собою. У результаті факторного аналізу відшуковуються такі комплексні фактори, які якомога більш повно пояснюють зв'язки між розглянутими змінними.

На першому кроці факторного аналізу здійснюється стандартизація значень змінних, необхідність якої була розглянута в попередній лекції.

Факторний аналіз опирається на гіпотезу про те, що аналізовані змінні є непрямими проявами порівняно невеликого числа якихось схованих факторів.

Факторний аналіз – це сукупність методів, орієнтованих на виявлення й аналіз схованих залежностей між спостережуваними змінними. Сховані залежності також називають латентними.

Один із методів факторного аналізу – метод головних компонентів – заснований на припущенні про незалежність факторів один від одного.

Ітеративна кластеризація в SPSS. Звичайно в статистичних пакетах реалізований широкий арсенал методів, що дозволяє спочатку провести скорочення розмірності набору даних (наприклад, за допомогою факторного аналізу), а потім уже безпосередньо кластеризацію (наприклад, методом швидкого кластерного аналізу). Розглянемо цей варіант проведення кластеризації в пакеті SPSS.

Для скорочення розмірності вихідних даних скористаємося факторним аналізом. Для цього виберемо в меню: Analyze (Аналіз)/Data Reduction (Перетворення даних)/Factor (Факторний аналіз):

За допомогою кнопки Extraction/(Відбір) слід вибрати метод відбору. Ми залишимо обраний за замовчуванням аналіз головних компонентів, який згадувався вище. Також слід вибрати метод обертання – виберемо один із найбільш популярних – метод Варимакса. Для збереження значень факторів у вигляді змінних у закладці «Значення» необхідно поставити оцінку «Save as variables» (Зберегти як змінні).

У результаті цієї процедури користувач одержує звіт «Пояснена сумарна дисперсія», за яким видна кількість відібраних факторів – це ті компоненти, власні значення яких перевищують одиницю.

Отримані значення факторів, яким звичайно привласнюються назви fact1\_1, fact1\_2 і т.д., використовуємо для проведення кластерного аналізу методом k-середніх. Для проведення швидкого кластерного аналізу виберемо в меню: Analyze (Аналіз)/Classify(Класифікувати)/K-Means Cluster: (Кластерний аналіз методом k-середніх).

У діалоговому вікні K Means Cluster Analysis (Кластерний аналіз методом k-середніх) необхідно помістити факторні змінні fact1\_1, fact1\_2 і т.д. у поле тестованих змінних. Тут же необхідно вказати кількість кластерів і кількість ітерацій.

У результаті цієї процедури одержуємо звіт з висновком значень центрів сформованих кластерів, кількості спостережень у кожному кластері, а також з додатковою інформацією, заданої користувачем.

Таким чином, алгоритм k-середніх ділить сукупність вихідних даних на задану кількість кластерів. Для можливості візуалізації отриманих результатів слід скористатися одним із графіків, наприклад, діаграмою розсіювання. Однак традиційна візуалізація можлива для обмеженої кількості вимірів, оскільки людина може сприймати тільки тривимірний простір. Тому, якщо ми аналізуємо більш трьох змінних, слід використовувати спеціальні

багатомірні методи представлення інформації.

Ітеративні методи кластеризації різняться вибором таких параметрів:

- початкової точки;
- правилом формування нових кластерів;
- правилом зупинки.

Вибір методу кластеризації залежить від кількості даних і від того, чи є необхідність працювати одночасно з декількома типами даних.

У пакеті SPSS, наприклад, при необхідності роботи з кількісними (наприклад, дохід) і з категоріальними (наприклад, родинний стан) змінними, а також з досить великими обсягами даних використовується метод Двоетапного кластерного аналізу, який являє собою масштабовану процедуру кластерного аналізу, що дозволяє працювати з даними різних типів.

Для цього на першому етапі роботи записи попередньо кластеризуються у велику кількість суб-кластерів. На другому етапі отримані суб-кластери групуються в необхідну кількість. Якщо ця кількість невідома, процедура сама автоматично визначає її. За допомогою цієї процедури банківський працівник може, наприклад, виділяти групи людей, одночасно використовуючи такі показники як вік, стать і рівень доходу. Отримані результати дозволяють визначити клієнтів, вхідних у групи ризику неповернення кредиту.

У загальному випадку всі етапи кластерного аналізу взаємозалежні, і розв'язки, прийняті на одному з них, визначають дії на наступних етапах.

Аналітикові слід вирішити, використовувати всі спостереження чи виключити деякі дані або вибірки з набору даних:

- Вибір метрики й методу стандартизації вихідних даних.
- Визначення кількості кластерів (для ітеративного кластерного аналізу).
- Визначення методу кластеризації (правила об'єднання або зв'язки).
- На думку багатьох фахівців, вибір методу кластеризації є

вирішальним при визначенні форми й специфіки кластерів.

Аналіз результатів кластеризації. На цьому етапі вирішуються такі питання: чи не є отримана розбивка на кластери випадковою; чи є розбивка надійною й стабільною на підвбірках даних; чи існує взаємозв'язок між результатами кластеризації й змінними, які не брали участь у процесі кластеризації; чи можна інтерпретувати отримані результати кластеризації.

Перевірка результатів кластеризації. Результати кластеризації також повинні бути перевірені формальними й неформальними методами. Формальні методи залежать від того методу, який використовувався для кластеризації. Неформальні методи включають такі процедури перевірки якості кластеризації:

- аналіз результатів кластеризації, отриманих на певних вибірках набору даних;

- крос-перевірка;

- проведення кластеризації при зміні порядку спостережень у наборі даних;

- проведення кластеризації при видаленні деяких спостережень;

- проведення кластеризації на невеликих вибірках.

Один із варіантів перевірки якості кластеризації – використання декількох методів і порівняння отриманих результатів. Відсутність подібності не буде означати некоректність результатів, але присутність схожих груп вважається ознакою якісної кластеризації.

Складності й проблеми, які можуть виникнути при застосуванні кластерного аналізу.

Як і будь-які інші методи, методи кластерного аналізу мають певні слабкі сторони, тобто деякі складності, проблеми й обмеження.

При проведенні кластерного аналізу слід враховувати, що результати кластеризації залежать від критеріїв розбивки сукупності вихідних даних. При зниженні розмірності даних можуть виникнути певні викривлення, за рахунок узагальнень можуть згубитися деякі індивідуальні характеристики

об'єктів.

Існує ряд складностей, які слід продумати перед проведенням кластеризацію, зокрема:

-складність вибору характеристик, на основі яких проводиться кластеризація. Необдуманий вибір приводить до неадекватної розбивки на кластери й, як наслідок, – до неправильного розв'язання задачі;

-складність вибору методу кластеризації. Цей вибір вимагає непоганого знання методів і передумов їх використання. Щоб перевірити ефективність конкретного методу в певній предметній області, доцільно застосувати таку процедуру: розглядають декілька апріорі різних між собою груп і перемішують їхніх представників між собою випадковим чином. Далі проводиться кластеризація для відновлення вихідної розбивки на кластери. Частка збігів об'єктів у виявлених і вихідних групах є показником ефективності роботи методу;

-проблема вибору числа кластерів. Якщо немає ніяких відомостей щодо можливого числа кластерів, необхідно провести ряд експериментів і, за результатами перебору різного числа кластерів, вибрати оптимальне їхнє число;

-проблема інтерпретації результатів кластеризації. Форма кластерів у більшості випадків визначається вибором методу об'єднання. Однак слід враховувати, що конкретні методи прагнуть створювати кластери певних форм, навіть якщо в досліджуваному наборі даних кластерів насправді немає.

Порівняльний аналіз ієрархічних і неієрархічних методів кластеризації. Перед проведенням кластеризації в аналітика може виникнути питання, якій групі методів кластерного аналізу віддати перевагу. Вибираючи між ієрархічними й неієрархічними методами, необхідно враховувати такі їхні особливості.

Неієрархічні методи виявляють більш високу стабільність стосовно шумів і викидів, некоректного вибору метрики, включення незначущих змінних у набір, що брав участь у кластеризації. Ціною, яку доводиться

платити за ці переваги методу, є слово «апріорі». Аналітик повинен заздалегідь визначити кількість кластерів, кількість ітерацій або правило зупинки, а також деякі інші параметри кластеризації. Це особливо складно починаючим фахівцям.

Якщо немає припущень щодо числа кластерів, рекомендують використовувати ієрархічні алгоритми. Однак, якщо обсяг вибірки не дозволяє це зробити, можливий шлях – проведення низки експериментів із різною кількістю кластерів, наприклад, почати розбивку сукупності даних із двох груп і, поступово збільшуючи їх кількість, порівнювати результати. За рахунок такого «варіювання» результатів досягається значно більша гнучкість кластеризації.

Ієрархічні методи, на відміну від неієрархічних, відмовляються від визначення кількості кластерів, а будують повне дерево вкладених кластерів.

Складності ієрархічних методів кластеризації: обмеження обсягу набору даних; вибір міри близькості; негнучкість отриманих класифікацій.

Перевага цієї групи методів у порівнянні з неієрархічними методами – їх наочність і можливість одержати детальне представлення про структуру даних.

При використанні ієрархічних методів існує можливість досить легко ідентифікувати викиди в наборі даних і, як результат, підвищити якість даних. Ця процедура лежить в основі двокрокового алгоритму кластеризації. Такий набір даних надалі може бути використаний для проведення неієрархічної кластеризації.

Існує ще один аспект, про який уже згадувалося в цій лекції. Це питання кластеризації всієї сукупності даних або ж її вибірки. Названий аспект вагомий для обох розглянутих груп методів, однак він більш критичний для ієрархічних методів. Ієрархічні методи не можуть працювати з більшими наборами даних, а використання деякої вибірки, тобто частини даних, могло б дозволити застосовувати ці методи.

Результати кластеризації можуть не мати достатнього статистичного

обґрунтування. З іншого боку, при розв'язку задач кластеризації припустима нестатистична інтерпретація отриманих результатів, а також досить велика різноманітність варіантів поняття кластера. Така нестатистична інтерпретація дає можливість аналітикові одержати задовольняючі його результати кластеризації, що при використанні інших методів часто буває скрутним.

Нові алгоритми й деякі модифікації алгоритмів кластерного аналізу. Методи, які ми розглянули в цій і попередній лекціях, є «класикою» кластерного аналізу. До останнього часу основним критерієм, по якому оцінювався алгоритм кластеризації, була якість кластеризації: вважалося, щоб увесь набір даних вміщався в оперативній пам'яті.

Однак зараз, у зв'язку з появою надвеликих баз даних, з'явилися нові вимоги, яким повинен задовольняти алгоритм кластеризації. Основна з них, як уже згадувалося в попередній темі, – це масштабованість алгоритму.

Відзначимо також інші властивості, яким повинен задовольняти алгоритм кластеризації: незалежність результатів від порядку вхідних даних; незалежність параметрів алгоритму від вхідних даних.

Останнім часом ведуться активні розробки нових алгоритмів кластеризації, здатних обробляти надвеликі бази даних. У них основна увага приділяється масштабованості. До таких алгоритмів відноситься узагальнене представлення кластерів (summarized cluster representation), а також вибірка й використання структур даних, підтримуваних СУБД.

Розроблені алгоритми, у яких методи ієрархічної кластеризації інтегровані з іншими методами. До таких алгоритмів ставляться: BIRCH, CURE, CHAMELEON, ROCK.

Алгоритм BIRCH (Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies) запропонований Тьян Зангом і його колегами.

Завдяки узагальненим представленням кластерів, швидкість кластеризації збільшується, алгоритм при цьому має більше масштабування.

У цьому алгоритмі реалізований двоетапний процес кластеризації.

У ході першого етапу формується попередній набір кластерів. На

другому етапі до виявлених кластерів застосовуються інші алгоритми кластеризації – придатні для роботи в оперативній пам'яті.

Розглянемо аналогію, що описує цей алгоритм. Якщо кожний елемент даних уявити собі як бусинку, що лежить на поверхні стола, то кластери бусин можна «замінити» тенісними кульками й перейти до більш детального вивчення кластерів тенісних кульок. Кількість бусин може виявитися досить велике, однак діаметр тенісних кульок можна підібрати таким чином, щоб на другому етапі можна було, застосувавши традиційні алгоритми кластеризації, визначити дійсну складну форму кластерів.

Алгоритм Wavecluster являє собою алгоритм кластеризації на основі хвильових перетворень. На початку роботи алгоритму дані узагальнюються шляхом накладення на простір даних багатомірних ґрат. На подальших кроках алгоритму аналізуються не окремі точки, а узагальнені характеристики точок, що потрапили в одне гніздо ґрат. У результаті такого узагальнення необхідна інформація розміщується в оперативній пам'яті. На наступних кроках для визначення кластерів алгоритм застосовує хвильове перетворення до узагальнених даних.

Алгоритм CLARA (Clustering Large Applications) був розроблений Kaufmann і Rousseeuw у 1990 році для кластеризації даних у великих базах даних. Даний алгоритм будується в статистичних аналітичних пакетах, наприклад, таких як S+.

Викладемо коротко суть алгоритму. Алгоритм CLARA витягає множину зразків із бази даних. Кластеризація застосовується до кожного із зразків, на виході алгоритму пропонується краща кластеризація.

Для великих баз даних цей алгоритм ефективніший, ніж алгоритм PAM. Ефективність алгоритму залежить від обраного за зразок набору даних. Гарна кластеризація на обраному наборі може не дати гарну кластеризацію на всій множині даних.

Алгоритми Clarans, CURE, Dbscan формулює задачу кластеризації як випадковий пошук у графові. У результаті роботи цього алгоритму

сукупність вузлів графа являє собою розбивку множини даних на число кластерів, визначене користувачем. «Якість» отриманих кластерів визначається за допомогою критеріальної функції. Алгоритм Clarans сортує всі можливі розбивки множини даних у пошуках прийнятної розв'язку. Пошук розв'язку зупиняється в тому вузлі, де досягається мінімум серед визначеного числа локальних мінімумів.

Серед нових масштабованих алгоритмів також можна відзначити алгоритм CURE – алгоритм ієрархічної кластеризації, і алгоритм Dbscan, де поняття кластера формулюється з використанням концепції щільності (density).

Основним недоліком алгоритмів BIRCH, Clarans, CURE, Dbscan є та обставина, що вони вимагають задання деяких порогів щільності точок, а це не завжди прийнятне. Ці обмеження зумовлені тим, що описані алгоритми орієнтовані на надвеликі бази даних і не можуть користуватися великими обчислювальними ресурсами.

Над масштабованими методами зараз активно працюють багато дослідників, основне завдання яких – подолати недоліки алгоритмів, що існують на сьогодні.

## РОЗДІЛ 3

### МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ

#### 3.1 Інформаційна база для дослідження сталого розвитку підприємств України

Формування системи оцінки сталого розвитку підприємств України здійснюється із врахуванням найбільш проблемних аспектів ведення господарства, пов'язаних з функціонуванням екосистем, забезпеченням екологічних, економічних і соціальних потреб суспільства. Вона повинна виконувати не тільки інформаційну й контролюючу функції, але й відображати бажані зміни і тенденції та своєчасно спрямовувати зусилля в напрямку досягнення поставленої мети.

Для кількісної оцінки динаміки будемо застосовувати такі показники як абсолютні значення та їх прирости, які надає Державний комітет статистики України.

Розглянемо групу економічних факторів показників (табл. 3.1). До них увійшли ті, що відповідають наступним цілям сталого розвитку:

*Ціль 1.* Подолання бідності у всіх її формах та усюди.

*Ціль 8.* Сприяння поступальному, всеохоплюючому та сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх.

*Ціль 16.* Сприяння побудові миролюбного й відкритого суспільства в інтересах сталого розвитку, забезпечення доступу до правосуддя для всіх і створення ефективних, підзвітних та заснованих на широкій участі інституцій на всіх рівнях.

*Ціль 17.* Зміцнення засобів здійснення й активізація роботи в рамках Глобального партнерства в інтересах сталого розвитку.

Таблиця 3.1 - Економічні показники сталого розвитку

Показник / Рік	2015	2016	2017	2018	2019
Кількість великих підприємств	423	383	399	446	518
Кількість середніх підприємств	15203	14832	14937	16057	17751
Кількість малих підприємств	327814	291154	322920	339374	362328
з них кількість мікропідприємств	284241	247695	278102	292772	313380
Обсяг реалізованої продукції, тис. грн. на великих підприємствах	2053189492,2	2391454263,0	2929516585,0	3515839460,5	3631415313,0
Обсяг реалізованої продукції, тис. грн. на середніх підприємствах	2168764822,1	2668695707,4	3296417896,8	3924059641,2	4168439400,3
Обсяг реалізованої продукції, тис. грн. на малих підприємствах	937112825,6	1177385243,1	1482000737,0	1766150444,0	1839875890,0
Обсяг реалізованої продукції, тис. грн. на мікропідприємствах	307449974,9	361784020,8	497777058,4	599625562,6	612370435,5
Чистий прибуток підприємств, млн. грн. на великих підприємствах	-152552,4	46850	119619,7	136777	187379,5
Чистий прибуток підприємств, млн. грн. на середніх підприємствах	-102769,2	15061,8	70105	119659,9	246950,1
Чистий прибуток підприємств, млн. грн. на малих підприємствах	-118194,4	-32206,8	-20971,9	31868,6	89449,4
Чистий прибуток підприємств, млн. грн. на мікропідприємствах	-60119	-37341,4	-29245,5	-7781,8	14842,9
Кількість проектів публічно-приватного партнерства	177	186	191	189	187
Показник сприйняття рівня корупції в державному секторі з боку ділових кіл та експертів	130	130	131	120	126
Місце України у рейтингу легкості ведення бізнесу Doing Business	81	80	76	71	64

Представимо візуалізацію приростів показників економічної групи (рис. 3.1-3.3).

Одним з вагомих показників розвитку підприємництва, яким визначається сприятливість бізнес-середовища зокрема і стан економіки країни в цілому, є кількість малих та мікро- підприємств. Особливістю розвитку вітчизняного підприємництва є значний стрибок кількості малих та мікро- підприємств, викликаний ухваленням у 2016 році «Стратегії розвитку малого і середнього підприємництва в Україні на період до 2020 року».

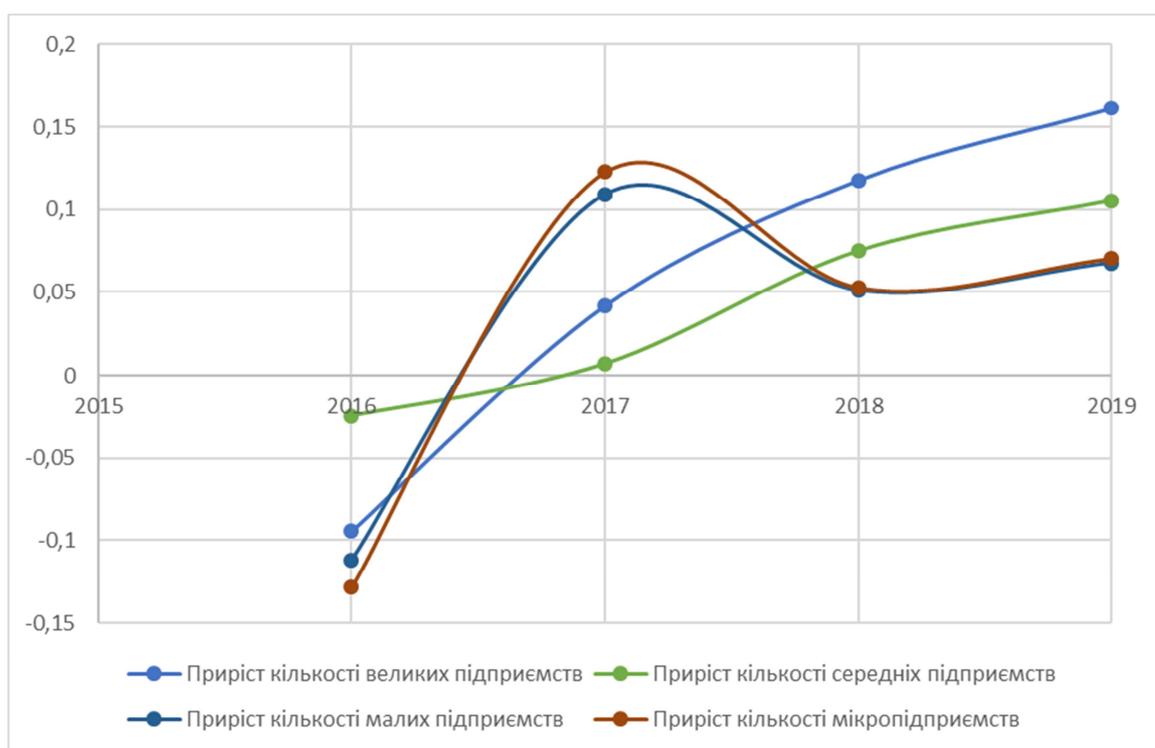


Рисунок 3.1 – Прирости кількості підприємств за типами в період з 2015 по 2019 роки

Після значного падіння ВВП у 2014-2015 роках (6,6 % та 9,8 % відповідно), в поєднанні зі зростанням індексу споживчих цін (на 24,9 % та 43,3 %), в економіці стали помітними ознаки відновлення та посилення позитивних тенденцій впродовж трьох кварталів 2016 року (0,1 %, 1,4 % та 2% відповідно). Так, за результатами 9 місяців 2016 року капітальні інвестиції продемонстрували зростання на 16,4 %, обсяг прямих іноземних

інвестицій (акціонерного капіталу), залучених в економіку з початку інвестування за 9 місяців збільшився на 6,2 % (порівняно з 01.01.2016), зростання індексу споживчих цін уповільнилося та за результатами січня-листопада становило 11,4%. Стратегія посилила це зростання у найближчому 2017 році, про що свідчить аналіз рис. 3.2 та 3.3.

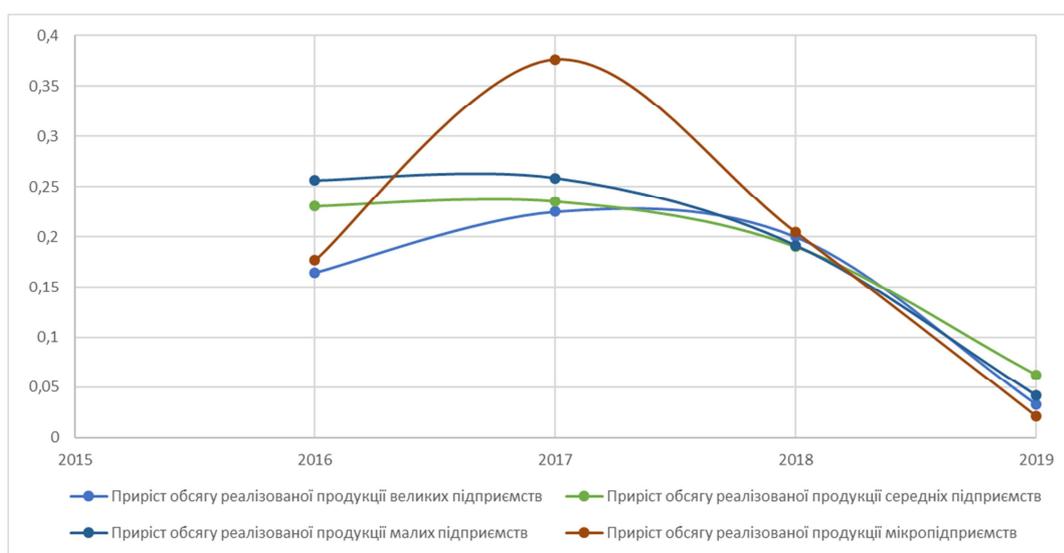


Рисунок 3.2 – Прирости обсягу реалізованої продукції підприємств за типами в період з 2015 по 2019 роки

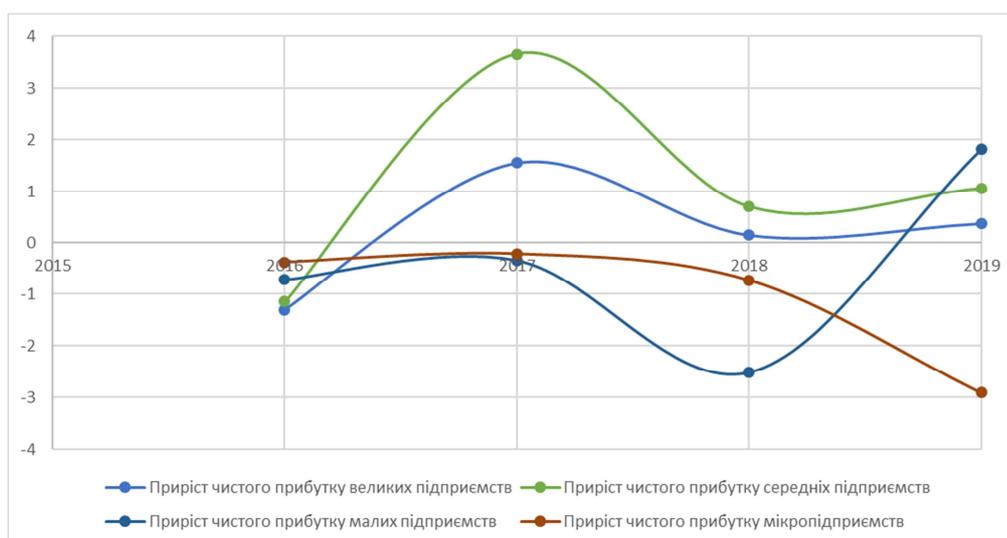


Рисунок 3.3 – Прирости чистого прибутку підприємств за типами в період з 2015 по 2019 роки

Розглянемо групу соціальних факторів показників (табл. 3.2). До них

увійшли ті, що відповідають наступним цілям сталого розвитку:

*Ціль 2.* Подолання голоду, досягнення продовольчої безпеки, поліпшення харчування і сприяння сталому розвитку сільського господарства.

*Ціль 3.* Забезпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю для всіх у будь-якому віці.

*Ціль 4.* Забезпечення всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх.

*Ціль 5.* Забезпечення гендерної рівності, розширення прав і можливостей усіх жінок та дівчаток.

*Ціль 9.* Створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохоплюючій і сталій індустріалізації та інноваціям.

*Ціль 10.* Скорочення нерівності всередині країн і між ними.

Візуалізація приростів показників соціальної групи сталого розвитку підприємств представлена на рис. 3.5.

Таблиця 3.2 - Соціальні показники сталого розвитку підприємств

Показник / Рік	2015	2016	2017	2018	2019
Середньооблікова кількість штатних працівників, тис. осіб	8065,0	7868,0	7679,0	7661,0	7443,0
Зайняте населення працездатного віку, тис. осіб	15742	15626,1	15495,9	15718,6	15894,9
Співвідношення середньої заробітної плати жінок і чоловіків, %	74,9	74,6	78,8	77,7	77,2
Кількість потерпілих від нещасних випадків на виробництві, які призвели до втрати працездатності на 1 робочий день чи більше, % до рівня 2015 року	100	104	101	97	91
Частка працівників, чії середньодушові еквівалентні сукупні витрати є нижчими за фактичний (розрахунковий) прожитковий мінімум, %	58,3	58,6	47,3	43,2	41,3
Середні витрати на підготовку фахівця, грн.	27548,2	29141,6	32820,2	39882,7	42332,6
Індекс зміни продуктивності праці, %	99,2	103,5	103,2	102,1	101,5

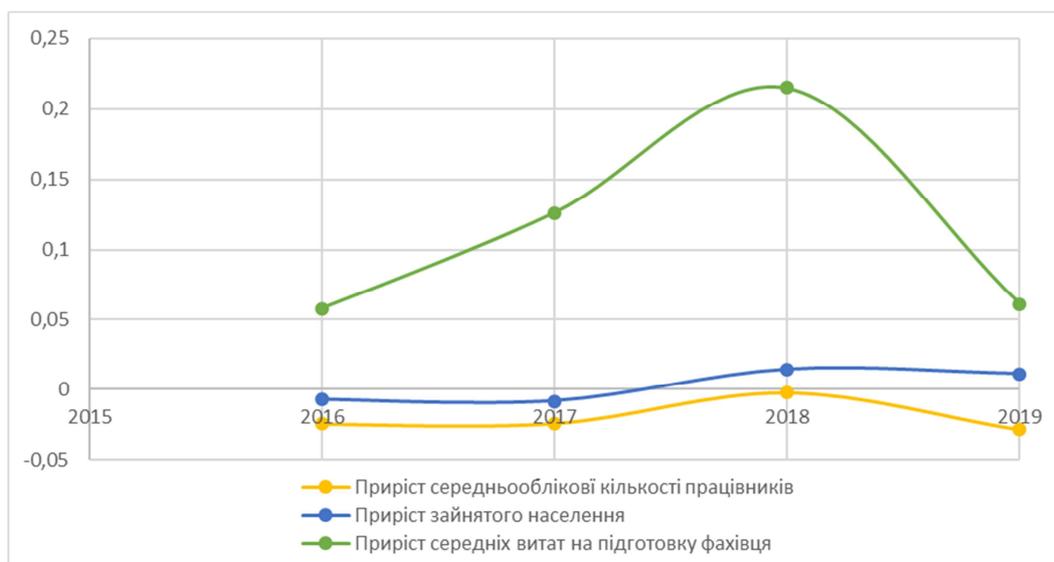


Рисунок 3.4 – Прирости соціальних показників в період з 2015 по 2019 роки

Розглянемо групу екологічних факторів показників (табл. 3.3). До них увійшли ті, що відповідають наступним цілям сталого розвитку:

*Ціль 6.* Забезпечення наявності та раціонального використання водних ресурсів і санітарії для всіх.

*Ціль 7.* Забезпечення доступу до недорогих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії для всіх.

*Ціль 11.* Забезпечення відкритості, безпеки, життєстійкості й екологічної стійкості міст і населених пунктів.

*Ціль 12.* Забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва.

*Ціль 13.* Вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та його наслідками.

*Ціль 14.* Збереження та раціональне використання океанів, морів і морських ресурсів в інтересах сталого розвитку.

*Ціль 15.* Захист та відновлення екосистем суші та сприяння їх раціональному використанню, раціональне лісокористування, боротьба з опустелюванням, припинення і повернення назад (розвертання) процесу деградації земель та зупинка процесу втрати біорізноманіття.

Таблиця 3.3 - Екологічні показники сталого розвитку підприємств

Показник / Рік	2015	2016	2017	2018	2019
Площа земель, зайнятих під органічним виробництвом, тис. га	410,55	381,2	289	309,1	311,12
Частка міського населення, яке має доступ до централізованого водопостачання, %	99,0	99,0	99,3	99,2	99,2
Частка сільського населення, яке має доступ до централізованого водопостачання, %	25	29	30	30,1	31,2
Обсяги скидів забруднених (забруднених без очистки та недостатньо очищених) стічних вод у водні об'єкти, млн. куб. м	875,1	698,3	997,3	952,0	737,2
Обсяг викидів парникових газів, % до рівня 1990 року	33,8	35,70	34,20	33,7	32,6
Обсяг викидів парникових газів за основними типами джерел, зокрема автомобільного транспорту, % до 1990 року	27,8	29,40	31,30	30,6	30,2

Виявимо взаємозв'язки між показниками. Для цього проаналізуємо коефіцієнти кореляції в кожній з груп показників та між групами відповідно.

Аналіз коефіцієнтів кореляції для економічних показників сталого розвитку підприємств (рис. 3.5) свідчить про тісний зв'язок між обсягом випущеної продукції та прибутком і кількістю підприємств відповідного обсягу. При цьому індекс України у рейтингу легкості введення бізнесу і показник сприйняття корупції та кількісні характеристики видів підприємств (величина, обсяг прибутку, обсяг реалізованої продукції) знаходяться у від'ємній залежності. Кількість проектів публічно-приватного партнерства тісно пов'язана перш за все з великими та середніми підприємствами, про що і свідчить відповідний коефіцієнт кореляції.

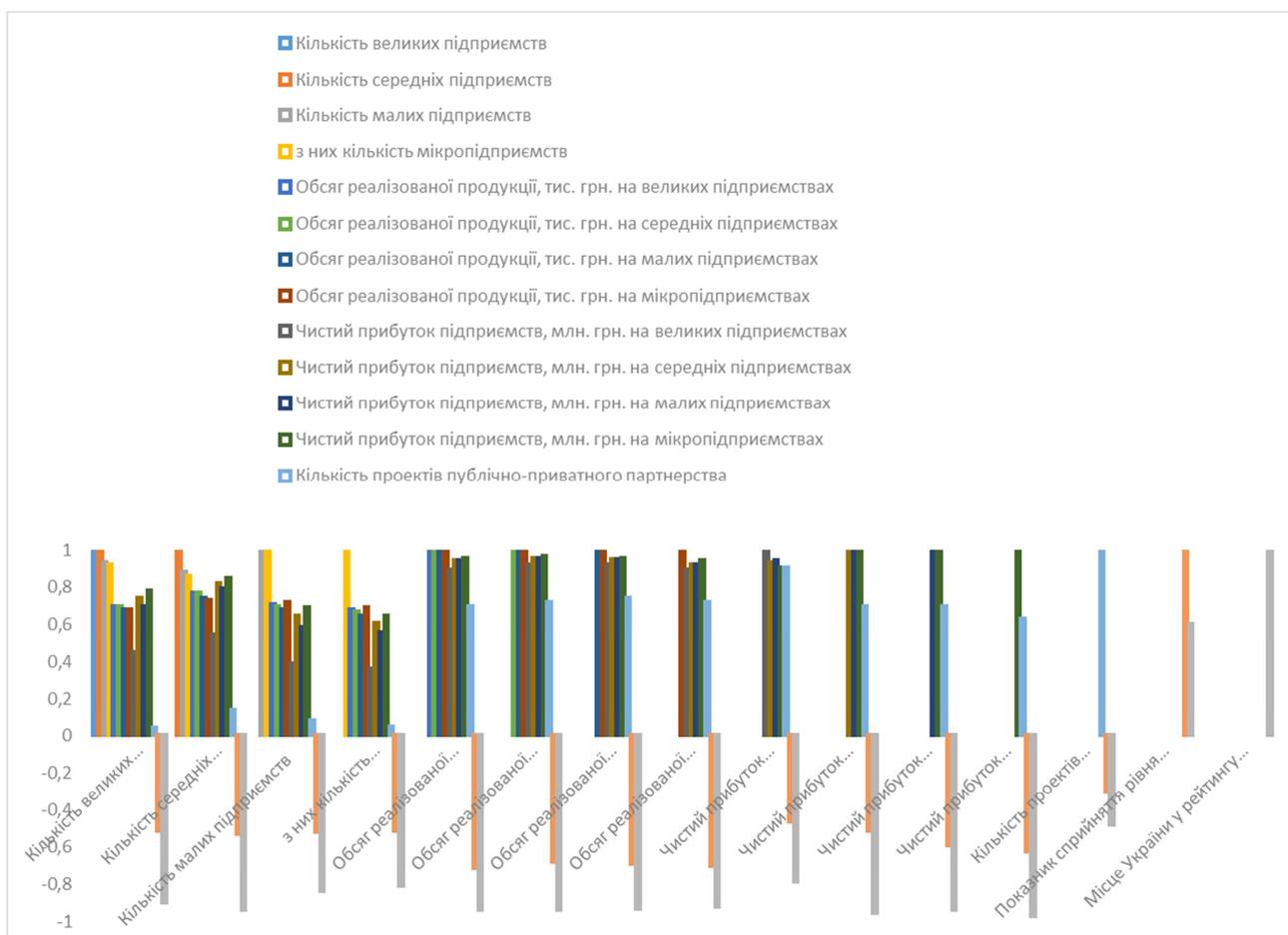


Рисунок 3.5 – Коефіцієнти кореляції для економічних показників сталого розвитку підприємств

Аналіз рис. 3.6 свідчить про обернений зв'язок між середнім обсягом витрат на фахівця на частку населення, що є зайнятими на підприємствах та при цьому знаходяться за межею бідності. Цей факт доводить важливість якісної освіти та інвестицій у персонал. При цьому чим більшою є кількість зайнятого населення, тим меншими будуть витрати на підготовку кожного з них.

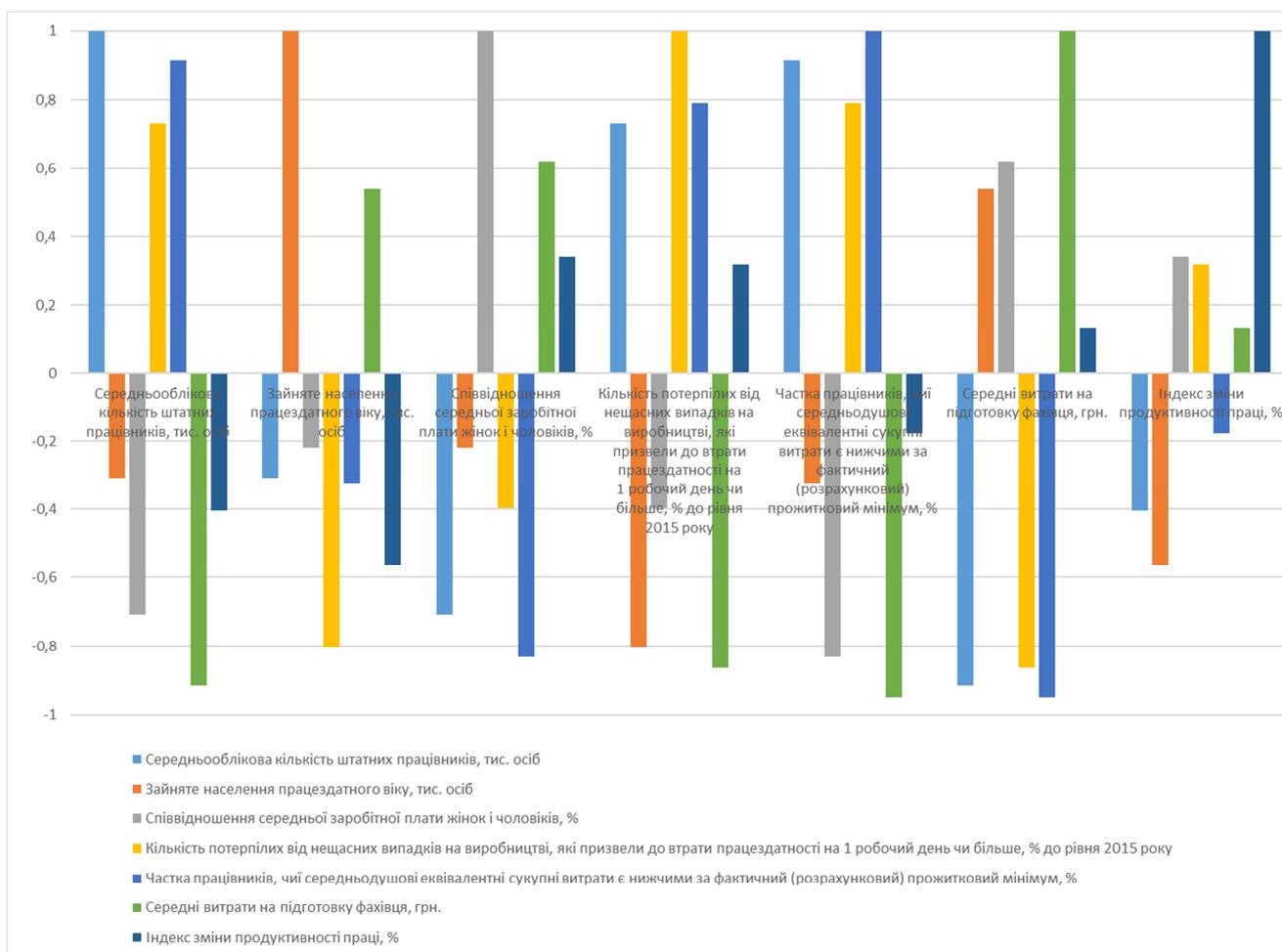


Рисунок 3.6 – Коефіцієнти кореляції для соціальної групи сталого розвитку підприємств

Аналіз коефіцієнтів кореляції для екологічної групи сталого розвитку підприємств (рис. 3.6) дає змогу зробити висновок про те, що площа земель, зайнятих під органічним виробництвом від'ємно пов'язана з часткою міського та сільського населення, яке має доступ до централізованого водопостачання, та обсягом викидів парникових газів, зокрема від автомобільного транспорту.

Необхідно підкреслити, що після шокового падіння світової економіки у 2008 році, підприємства України мали поступове відновлення, тобто мали позитивну динаміку соціально-економічного розвитку до 2010 року, що могло б стати підґрунтям для поширення оптимістичних сподівань щодо перспективного подолання наслідків кризи. Проте результати проведеного

дослідження свідчать, що процеси пожвавлення економік підприємства, що спостерігалися, вже у 2011 році стали нерівномірними, сповільненими, а в окремих випадках – демонстрували різкий спад. Попри те, що такий сценарій сповільнення економічного зростання не лише для України, а і для інших країн світу передбачали фахові науковці [4, с. 6], темпи «сповзання» економік підприємства стали більшими, ніж передбачалося. Деякі експерти не вважають коректним пояснювати економічний спад в Україні лише негативним впливом світової економічної кризи, оскільки зниження промислового виробництва та експорту, а також скорочення резервів є і наслідком політики уряду та Нацбанку щодо штучного втримання економічної ділової активності [8].

Складний процес відновлення основних соціально-економічних показників підприємств України породжується рядом основних чинників. Серед яких варто виділити:

- скорочення інвестицій – зниження обсягів міжнародних та внутрішніх інвестицій ускладнюють процес відновлення у посткризовий період;
- погіршення стану науково-інноваційного потенціалу – зменшення обсягів фінансування інноваційної діяльності, зниження ефективності інноваційного процесу у промисловості створюють обмежене коло можливостей до прискорених темпів зростання;
- вичерпування сировинної моделі економіки країни – високий рівень залежності від кон'юнктурних коливань на світових сировинних ринках, які залишаються головними ринками збуту для промислових регіонів України (в переважній більшості це регіони-лідери) є своєрідним каталізатором кризових тенденцій;
- зменшення обсягів сільськогосподарського виробництва – непрозорість аграрного ринку, слабкий розвиток інфраструктури збуту продукції та її висока собівартість витісняють вітчизняного сільськогосподарського виробника з внутрішнього ринку і, як наслідок, гальмують відновлювання економічного стану аграрних підприємств;

- гіпертрофія експортоорієнтованого сектора економіки – в умовах глобалізації посилюються процеси заміщення імпортом неконкурентоспроможних видів вітчизняного виробництва, які становлять важливу передумову розвитку й задоволення базових потреб населення, тим самим створюючи реальні загрози посткризовому відновленню [1, с. 89];

- зменшення міжрегіонального зв'язку – значна експортна орієнтованість економік окремих підприємств, низький рівень господарських зв'язків всередині країни та посилення диспропорційності показників соціально-економічного розвитку порушують консолідований економічний простір країни, результатом чого є сповільнення відновлення регіональних економік у посткризовий період;

- погіршення екологічного стану – екстенсивне використання природних ресурсів, відсутність дієвого державного контролю за виконанням законів про охорону природи, збільшення викидів забруднювальних речовин у атмосферне повітря різними джерелами, зокрема автомобільним транспортом, та ін. становить загрозу сталому розвитку підприємств України.

### 3.2 Кластерний аналіз сталого розвитку підприємств України за регіонами

Для виявлення впливу факторів на сталий розвиток України доцільно розділити множину досліджуваних об'єктів (області) на класи. Для цього доцільно використати інструментарій кластерного аналізу, тому що відбувається розбиття об'єктів не по одному параметру а по сукупності ознак в цілому. Крім того, кластерний аналіз не накладає обмеження на вид розглянутих об'єктів, на відміну від більшості економіко-математичних методів, і дозволяє розглянути велику кількість даних.

На відміну від задач класифікації, кластерний аналіз не вимагає апріорних припущень про набір даних, не накладає обмеження на показ досліджуваних об'єктів, дозволяє аналізувати показники різних типів даних

(інтервальні дані, частоти, бінарні дані). При цьому необхідно пам'ятати, що змінні повинні вимірюватися в порівнюваних шкалах.

Кластерний аналіз дозволяє скорочувати розмірність даних, робити їх наглядними. Кластерний аналіз може застосовуватися до сукупностей тимчасових рядів, тут можуть виділятися періоди схожості деяких показників і визначатися групи тимчасових рядів зі схожою динамікою.

Визначимо змінні для кластерного аналізу.

В аналізі будемо розглядати наступні об'єкти: Вінницька, Волинська, Дніпропетровська, Донецька, Житомирська, Закарпатська, Запорізька, Івано-Франківська, Київська, Кіровоградська, Луганська, Львівська, Миколаївська, Одеська, Полтавська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Харківська, Херсонська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька, Чернігівська області.

В якості змінних для проведення кластеризації будемо використовувати параметри які характеризують сталий розвиток області:

- капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища по регіонах;
- кількість зайнятих працівників у суб'єктів господарювання по регіонах;
- обсяг реалізованої продукції по регіонах;
- поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища по регіонах;
- викиди діоксиду вуглецю по регіонах;
- викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення за регіонами;
- витрати на персонал підприємств по регіонах.

Для аналізу сталого розвитку України по регіонам будемо використовувати статистику за 1990-2019 роки (2020 рік не будемо використовувати через значний вплив пандемії, який значно вплинув на

данні параметри). Серед показників динаміки зазначених параметрів будемо використовувати наступні.

Середнє значення часового ряду:

$$X_{cp} = \frac{\sum_i^n X_i}{n},$$

де  $X_i$ - значення показника у  $i$  період,

$n$  – загальна кількість періодів.

Середнє квадратичне відхилення (СКО):

$$X_{CKO} = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

де  $\bar{X}$ - середнє значення показника.

Значення росту часового ряду за 1990-2019 рік:

$$X_p = X_{2019} - X_{1990}$$

де  $X_{2019}, X_{1990}$  значення показників у зазначених періодах.

Основним моментом дослідження є вибір відстані, від цієї відстані залежать варіанти розбиття в остаточному вигляді. Найбільш поширеними є дві процедури: метод «ближчого сусіда» і метод «далеко-го сусіда».

Критерієм для визначення схожості й відмінності кластерів є відстань між точками на діаграмі розсіювання. Цю подібність можна «виміряти», вона дорівнює відстані між точками на графіку. Способів визначення міри відстані між кластерами, яку називають ще мірою близькості, існує небагато. Найпоширеніший спосіб – обчислення евклідової відстані між двома точками  $i$  та  $j$  на площині, коли відомі їхні координати  $X$  і  $Y$ :

$$D_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

Якщо нам потрібно знайти відстань між двома точками в просторі більшого числа вимірів формула змінюється на кількість зазначених вимірів.

Для проведення кластерного аналізу застосуємо інструментарій MS Excel надбудову Інтелектуального аналізу даних.

Надбудови для інтелектуального аналізу даних - це спрощений набір засобів для аналізу, що дозволяє використовувати дані в Excel для побудови аналітичних моделей для прогнозування, рекомендації і дослідження.

Майстри і засоби управління даними в надбудовах надають покрокові інструкції для виконання наступних стандартних завдань інтелектуального аналізу даних.

Організація і очищення даних перед моделюванням. Використання даних в Excel або іншому джерелі даних Excel. Можна створювати і зберігати з'єднання для повторного використання джерел даних, повторення експериментів і повторного навчання моделей.

Профільовання, вибірка і підготовка. Багато досвідчені фахівці по інтелектуальному даних говорять, що від 70 до 90% часу проекту інтелектуального аналізу даних витрачається на підготовку даних. Ці надбудови дозволяють прискорити виконання цього завдання, надаючи візуалізації в Excel і майстри, які можуть допомогти з виконанням цих типових задач.

Профільовані дані і розуміння їх розподілу та характеристик.

Створення навчальних та перевірочних наборів даних за допомогою випадкової або надлишкової вибірки.

Пошук викидів, а також їх видалення або заміна.

Повторна позначка даних для поліпшення якості аналізу.

Аналіз закономірностей з використанням навчання з учителем і без вчителя. Використовуйте зручні майстри для виконання найбільш

популярних завдань інтелектуального аналізу даних, включаючи аналіз кластеризації, аналіз купівельної поведінки і прогнозування.

Надбудови також підтримують спрощений алгоритм Байєса, логістичну регресію, кластеризації, тимчасові ряди і нейронні мережі.

Якщо базові навички роботи з інтелектуальним аналізом даних відсутні, за допомогою майстра Запит для створення прогнозують запитів.

Досвідчені користувачі можуть створювати призначені для користувача DMX-запити за допомогою розширеного редактора запитів з підтримкою перетягування і автоматизувати прогнози за допомогою Excel VBA.

Документування та управління. Після того як ви створили набір даних і створили деякі моделі, інвентаризують свою роботу і аналітичні дані, виконавши статистичну зведення по параметрам даних і моделі.

Аналіз і візуалізація. Інтелектуальний аналіз даних не є дією, яка може бути повністю автоматизовано. необхідно досліджувати і зрозуміти результати, щоб прийняти змістовне дію. Ці надбудови допомагають аналізувати дані, надаючи інтерактивні засоби перегляду в шаблонах Excel і Visio, за допомогою яких проводиться настройка діаграм моделей, а також експорт діаграм і таблиць в Excel для додаткової фільтрації або зміни.

Розгортання і інтеграція. Створивши корисну модель, додайте її в робоче середовище, використовуючи засоби управління для експорту моделі з експериментального сервера на інший екземпляр Служби Analysis Services.

Застосуємо інструментарій пошуку категорій Служби Analysis Services за наведеними раніше показниками (таб.3.3). Для пошуку категорій застосуємо значення шуканих категорій – 3.

Таблиця 3.3 - Загальна кількість об'єктів у кластерах

Ім'я категорії	Лічильник рядків
Категорія 1	12
Категорія 2	7
Категорія 3	5

Таким чином, отримаємо три кластери. Кластер 1 має найбільшу кількість об'єктів, серед яких Волинська, Житомирська, Закарпатська, Кіровоградська, Миколаївська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Херсонська, Хмельницька, Чернівецька та Чернігівська області.

Даний кластер характеризується наступними характеристиками (табл.3.4).

Таблиця 3.4 - Характеристика кластеру 1

Стовбец	Значення	Важливість у %
СКО _викиди вуглецю_	Низкое:< 652,3916407808	100
Середнє значення _витрати персонал_	Низкое:< 8850140,26319299	96
Середнє значення _продукції_	Очень низкое:< 99659768,2879332	82
Середнє значення _викиди речовин_	Низкое:< 59,2431839616	81
СКО _витрати персонал_	Низкое:< 3912059,98129316	79
Середнє значення _викиди вуглецю_	Низкое:< 3486,4703696896	62
Рост _інвестицій_	Низкое:< 118108,007038976	61
СКО _працівників_	Низкое:< 20924,6483808256	49
СКО _інвестицій_	Низкое:< 90005,5426793472	48
Середнє значення _працівників_	Очень низкое:< 190483,122303795	46
СКО _продукції_	Низкое:< 43844184,610911	44
Середнє значення _інвестицій_	Низкое:< 184307,307380736	35
Рост _витрати персонал_	Низкое:7770706,35091231 - 16272684,5190504	27
СКО _викиди речовин_	Низкое:< 33,502394944	21
Середнє значення _витрати на середовище_	Низкое:< 342901,627342029	21
СКО _витрати на середовище_	Низкое:< 288234,626193818	20
Рост _витрати на середовище_	Низкое:< 739425,918124032	18
Рост _викиди вуглецю_	Среднее:-4028,0933842944 - 216,8787145728	1
Рост _продукції_	Низкое:< 77349121,1326456	1

За даним аналізом можна зробити наступні висновки: в першу категорію увійшли регіони з низьким рівнем шкідливих викидів та витратами на персонал. Це регіони без розвиненої промисловості з помірними

витратами підприємств на підтримку працівників. Значних змін у кількості задіяних у підприємства працівників стало збільшується.

Проаналізуємо кластер 2. До цього кластеру відносяться такі регіони як Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Київська, Луганська, Полтавська, Харківська області.

Другий кластер характеризується наступними характеристиками (табл.3.5).

Таблиця 3.5 - Характеристика кластеру 2

Стовбец	Значення	Важливість у %
СКО _викиди речовин_	Среднее:33,502394944 - 163,1016636416	35
Рост _витрати на середовище_	Среднее:739425,918124032 - 1987735,51220654	33
СКО _інвестицій_	Среднее:90005,5426793472 - 676550,476719718	28
СКО _витрати на середовище_	Высокое:>= 516068,619426202	27
Середнє значення _витрати на середовище_	Высокое:636797,562493338 - 2291954,27998597	27
Середнє значення _інвестицій_	Среднее:184307,307380736 - 714445,43874007	27
СКО _витрати на середовище_	Среднее:288234,626193818 - 516068,619426202	25
Середнє значення _викиди речовин_	Высокое:629,3593749504 - 1108,7437498368	25
Середнє значення _витрати персонал_	Высокое:19665719,2475034 - 41988007,0526534	25
СКО _викиди вуглецю_	Высокое:6697,0645192704 - 11341,8410917888	25
Середнє значення _інвестицій_	Высокое:714445,43874007 - 1927653,70354893	24

За результатами кластерного аналізу до цієї групи потрапили регіони із помірним рівнем викиду отруйних речовин та росту поточних витрат на охорону навколишнього природного середовища. Але, самі витрати на навколишнє середовище у цьому кластері являються найбільшими за інші кластери. Цей кластер представлений регіонами із розвинутою промисловістю.

Можна дійти висновку що при значному збільшенні викидів речовин Високий рівень росту викидів вуглецю:11118,3964094464 - 35759,6843737088, витрати на покращення екологічного стану не є значними.

Проаналізуємо кластер 3. До цього кластеру відносяться такі регіони як Вінницька, Івано-Франківська, Львівська, Одеська, Черкаська області.

Другий кластер характеризується наступними характеристиками (табл.3.6).

Таблиця 3.6 - Характеристика кластеру 3

Стовбец	Значення	Важливість у %
СКО _викиди вуглецю_	Среднее:652,3916407808 - 6697,0645192704	100
Рост _викиди речовин_	Очень высокое:>= - 4,4394651672	55
Середнє значення _продукції_	Низкое:99659768,2879332 - 210243602,310234	49
Середнє значення _викиди речовин_	Среднее:59,2431839616 - 629,3593749504	32
Середнє значення _витрати персонал_	Среднее:8850140,26319299 - 19665719,2475034	31
Рост _витрати персонал_	Среднее:16272684,5190504 - 26496168,0780296	26
СКО _працівників_	Среднее:20924,6483808256 - 38315,042144256	11
Рост _продукції_	Высокое:195432942,769747 - 297608727,689691	10
Середнє значення _витрати на середовище_	Низкое:< 342901,627342029	6
Середнє значення _викиди вуглецю_	Среднее:3486,4703696896 - 11118,3964094464	5
СКО _витрати на середовище_	Низкое:< 288234,626193818	5
Рост _витрати на середовище_	Низкое:< 739425,918124032	2

За даними кластеризації до цього класу увійшли регіони із середнім значенням шкідливих викидів та низьким рівнем росту витрат на навколишнє середовище. На відміну від інших кластерів об'єкти цього показують дуже високий рівень росту забруднення із низьким значенням виробленої продукції підприємствами. В основному це області направлені на

рекреаційний сектор та туризм без значних промислових об'єктів. Ріст викидів значною мірою обумовлений розвитком економіки та появою нових підприємств за розглянутий період.

Результати аналізу можна побачити на рисунку 3.7 у якому показано співвідношення низького, середнього, високого та дуже високого рівня росту викидів, витрат на екологію та виробництво за категоріями.

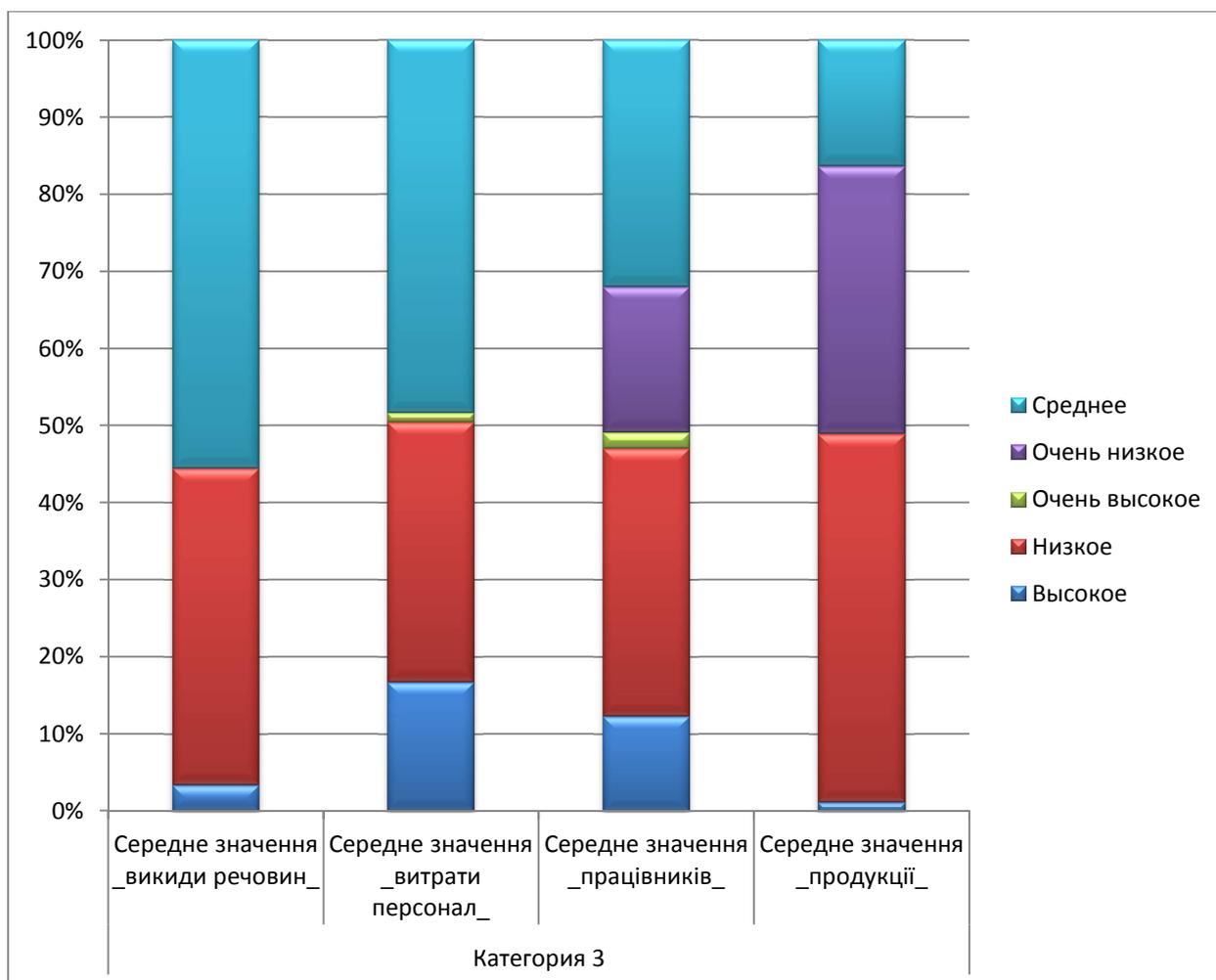


Рисунок 3.7 – Результати кластерного аналізу

Отже, можна зробити висновки, що регіони із розвиненою промисловістю (кластер 2) показують найбільший ріст у витратах на підвищення якості екології. Також, кластер 3 характеризується значним рівнем ростом кількості виготовленої продукції та збільшенням шкідливих

викидів при незмінно малому вкладу у підтримання навколишнього середовища.

За результатами проведеного кластерного аналізу виділено три групи регіонів для яких доцільно застосовувати різні типи стратегій для впровадження концепції сталого розвитку.

### 3.3 Розробка рекомендацій щодо впровадження концепції сталого розвитку в Україні

Не має сумнівів що через низку відмінностей у сталому розвитку підприємств у різних регіонах необхідно застосовувати різні стратегії інтеграції концепції.

Загалом, на основі постанови верховної ради України про Концепцію сталого розвитку у населених пунктів планується покращення сучасного стану розвитку за наступними напрямками узгодженість соціального, економічного, містобудівного і екологічного аспектів розвитку населених пунктів та оточуючих територій, удосконалення виробничої інфраструктури із забезпеченням її економічної ефективності і соціальним спрямуванням, створенням належних умов для розвитку підприємств усіх форм власності для продуктивної зайнятості населення, відновлення кадрового та наукового потенціалу, достатньої кількості робочих місць та інші.

Для цього планується низка заходів направлених на:

- забезпечення раціонального використання природних ресурсів;
- поліпшення соціальних умов життя населення;
- забезпечення населення житлом;
- удосконалення виробничої інфраструктури;
- розвиток транспортної інфраструктури;
- розвиток інженерної інфраструктури;

- формування повноцінного життєвого середовища у населених пунктах;
- поліпшення санітарно-гігієнічних умов;
- захист від несприятливих природних явищ;
- запобігання виникненню техногенних аварій.

Але, для реалізації наступних заходів використовується кошти місцевих підприємств та організацій усіх форм власності, капітальні вкладення державного та місцевих бюджетів. Тому необхідно виділяти саме ті заходи які принесуть найбільшу користь у рамках концепції сталого розвитку для регіону.

На основі проведеного кластерного аналізу у розділі 3.2 запропонуємо рекомендації щодо вибору пріоритетних заходів по регіонам (табл.3.7).

Таблиця 3.7 – Рекомендації щодо заходів для досягнення концепції сталого розвитку по регіонам

№ Кластера	Регіони що увійшли до кластера	Рекомендовані заходи
1	Волинська, Житомирська, Закарпатська, Кіровоградська, Миколаївська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Херсонська, Хмельницька, Чернівецька та Чернігівська області	а) забезпечення раціонального використання природних ресурсів; б) удосконалення виробничої інфраструктури; в) удосконалення виробничої інфраструктури.
2	Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Київська, Луганська, Полтавська, Харківська області	а) поліпшення соціальних умов життя населення; б) поліпшення санітарно-гігієнічних умов; в) запобігання виникненню техногенних аварій.
3	Вінницька, Івано-Франківська, Львівська, Одеська, Черкаська області	а) захист від несприятливих природних явищ; б) удосконалення виробничої інфраструктури; в) формування повноцінного життєвого середовища у населених пунктах.

Данні рекомендації визначають пріоритетні заходи для областей на які необхідно приділити більшу увагу. Застосування заявлених пріоритетів дозволить проводити дії щодо досягнення концепції сталого розвитку ефективніше.

Застосування рекомендацій дозволить на основі більш ефективного розподілу фінансових ресурсів дати можливість здійснити наступні завдання:

- забезпечити щорічне зростання валового внутрішнього продукту в середньому на рівні не менше ніж 6% – на період 2021–2025 рр. і 7% – на період 2026–2030 рр.;

- сприяти зміні структури експорту в бік зростання продукції та послуг з високою часткою доданої вартості, зокрема до 2030 року підвищити в структурі експорту частку продукції високотехнологічних секторів економіки до 15%;

- домогтися підвищення продуктивності в економіці шляхом диверсифікації, технічної модернізації, створення стимулів, у тому числі податкових, для інноваційної діяльності та збільшення кількості робочих місць.

## ВИСНОВКИ

Особливістю функціонування підприємств у сучасних умовах тривалої кризи є їхня постійна залежність від усієї сукупності промислових і непромислових суб'єктів, що характеризується підвищеною жорсткістю конкурентної боротьби. Як наслідок, це негативно позначається на конкурентоспроможності й стійкості функціонування вітчизняних підприємств. Тому основним завданням підприємства в сучасних економічних умовах є вирішення задачі стійкого розвитку та здатності протистояти несприятливим ситуаціям.

Було виділено основні чинники відновлення основних соціально-економічних показників підприємств України:

- скорочення інвестицій;
- погіршення стану науково-інноваційного потенціалу;
- вичерпування сировинної моделі економіки країни;
- зменшення обсягів сільськогосподарського виробництва;
- гіпертрофія експортоорієнтованого сектора економіки;
- зменшення міжрегіонального зв'язку;
- погіршення екологічного стану.

У даній роботі детально досліджено поняття та сутність сталого розвитку підприємств. Проведено наукові дослідження сутності поняття та принципів концепції сталого розвитку. Проаналізовано особливості моделей та оцінки сталого розвитку підприємств.

Було проаналізовано моделі та методи аналізу динаміки сталого розвитку підприємств. Також проведено аналіз застосування кластерного аналізу для аналізу сталого розвитку підприємств.

Проаналізована динаміка сталого розвитку підприємств України, на основі якої винайдені та описані основні чинники відновлення основних соціально-економічних показників підприємств України

Побудовано кластерний аналіз динаміки сталого розвитку підприємств України за регіонами. На основі кластеризації регіони були розбиті на три групи. Проведено детальний аналіз кожної з груп регіонів.

На основі кластерного аналізу запропоновано рекомендації щодо пріоритетних заходів підвищення рівня сталого розвитку України на основі кластерного аналізу, що дозволяє більш ефективно розподіляти фінанси.

Отримані результати можуть бути використано при розробці місцевих бюджетів, для покращення ефективності розподілу фінансових ресурсів, що дозволить збільшити якість досягнення цілей сталого розвитку.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Васюк Н.В. Формування механізму стійкого розвитку машинобудівних підприємств. *Інноваційна економіка*. 2012. № 10. С. 125-128.
2. Гончаренко О.М. Прогнозування стійкого розвитку підприємства. *Вісник національного університету «Львівська політехніка»*. 2010. № 691. URL: [http://archive.nbuiv.gov.ua/portal/natural/Vnulp/Menegment/2010\\_691/21.pdf](http://archive.nbuiv.gov.ua/portal/natural/Vnulp/Menegment/2010_691/21.pdf)
3. Макуха Л.С. Стійкий розвиток підприємств: сучасний стан проблеми. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2008. № 5. URL: [http://archive.nbuiv.gov.ua/portal/natural/Upsal/2008\\_5/index.htm](http://archive.nbuiv.gov.ua/portal/natural/Upsal/2008_5/index.htm)
4. Перерва П.Г., Косенко А.В., Косенко О.П. Антикризові інструменти сталого розвитку підприємства: інноваційна, інвестиційна та маркетингова політика. *Вісник національного технічного університету «ХПИ»*. 2012. № 25. С. 100-106.
5. Качан Є.П., Царик Т.Є., Ткач Д.В. Розміщення продуктивних сил і регіональна економіка : навч. посіб. Київ : Видавничий Дім "Юридична книга", 2005. 704 с.
6. Стадник В.В., Йохна М.А. Менеджмент : підручник. Київ : Академвидав, 2010. 472 с.
7. Шандова Н.В. Оцінка загальної стійкості розвитку промислового підприємства. *Актуальні проблеми економіки*. 2006. № 9. С. 169-173.
8. Шандова Н. В. Розробка механізму управління стійким розвитком підприємств машинобудування. *Актуальні проблеми економіки*. 2007. № 2. С. 101-105.
9. Андрюшків Б. М. Інструменти управління ресурсним забезпеченням розвитку підприємств. *Економіка і управління*. 2017. № 2 (74). С. 34–38.
10. Новікова О. Ф. Сталий розвиток промислового регіону. Донецьк, 2012. 534 с.

11. Беликова Т. Ю. Управление стратегическим развитием жизнеспособных экономических систем : модели, механизмы и инструменты. Донецк, 2012. 381 с.
12. Мельника Л. Г. Устойчивое развитие : теория, методология, практика : учебник. Сумы : Университетская книга, 2009. 1216 с.
13. Філіпішина Л. М., Білопольський М. Г. Модель взаємодії підприємства із зовнішнім середовищем на етапі побудови стійкого розвитку бізнесу та суспільства. *Вісник економічної науки України*. 2017. № 1 (32). С. 3–7.
14. Наукові засади розробки стратегії сталого розвитку України: монографія / ІПРЕЕД НАН України, ІГ НАН України, ІППЕ НАН України. Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2012. Дод. 1. С. 635
15. Наукові засади розробки стратегії сталого розвитку України: монографія / ІПРЕЕД НАН України, ІГ НАН України, ІППЕ НАН України. Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2012. Дод. 2. С. 651
16. Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року. URL: [http://kievcity.gov.ua/content/13\\_strateghiya-rozvytku-2025.html](http://kievcity.gov.ua/content/13_strateghiya-rozvytku-2025.html)
17. Про затвердження нової редакції Екологічної політики м. Миколаєва: рішення Миколаївської міської ради від 23.12.2011 р. ф 12/19. URL: <http://ngik.gorsoviet.mk.ua/ru/showdoc/?doc=18163>
18. Индикаторы устойчивого развития: публикации проекта «Роза Ветров». URL: <http://www.ecology.donbass.com/pages/publ/indicators2000.htm>
19. Жизнеспособная планета жизнеспособных людей: будущее, которое мы выбираем. Обзор: доклад Группы высокого уровня Генерального секретаря ООН по глобальной устойчивости. URL: <http://www.un.org/gsp/sites/default/files/attachments/Overview%20-%20Russia.pdf>
20. . Perspectives for Germany. Our Strategy for Sustainable Development. URL: <http://www.bundesregierung.de/Content/EN/StatischeSeiten/Schwerpunkte/Nachh>

altigkeit/  
langfassung.pdf?\_\_blob=publicationFile&v=1

Anlagen/perspektives-for-germany-

21. The UK Government Sustainable Development Strategy. URL: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/69412/pb10589-securingthe-future-050307.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69412/pb10589-securingthe-future-050307.pdf)

22. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. URL: <http://economy.gov.by/ru/macroeconomy/nacionalnaya-strategiya>

23. Матюшева О.О. Розробка індикаторів сталого розвитку країни: вітчизняний та зарубіжний досвід. Жур. Стратегічні пріоритети, № 1(30). 2014.

24. Герасимчук В. Г. Управлінський вектор економічної складової сталого розвитку: Україна та світ. *Економіст*. 2007. № 9. С. 7—9.

25. Данилишин Б., Чижова В. Науково-інноваційне забезпечення сталого економічного розвитку України. *Економіка України*. 2004. № 3. С. 4—11.

26. Кирич Н. Б. Конкуентоспроможність переробних підприємств — запорука економічної стабільності галузі та сталого розвитку суспільства. *Галицький економічний вісник*. 2010. № 1(26). С. 45—50.

27. Тибінь А., Смачило І. Удосконалення управління підприємством в контексті сталого розвитку. *Вісник ТНЕУ*. 2009. № 1. С. 45—52.

28. Шубравська О. Сталий економічний розвиток: поняття і напрям досліджень. *Економіка України: політико-економічний журнал*. 2005. № 1. С. 36—42.

29. Данилов-Данильян В. И. Устойчивое развитие (теоретико-методологический анализ). *ЭММ*. 2003. № 2. С. 123—135.

30. Зеткина, О. В. Об управлении устойчивостью предприятия. Москва : Аудит; ЮНИТИ, 2003. 134 с.

31. Череп А. В., Пуліна Т. В. Створення та розвиток кластерних об'єднань підприємств харчової промисловості: теорія та практика : монографія. Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. 260 с.
32. Duran D.C., Artene A., Gogan L.M., Duran V. The Objectives of Sustainable Development – Ways to Achieve Welfare. *Procedia Economics and Finance*. 2015. Vol. 26. P. 812–817.
33. Bolis I., Morioka S.N., Sznelwar L.I. When sustainable development risks losing its meaning. Delimiting the concept with a comprehensive literature review and a conceptual model. *Journal of Cleaner Production*. 2014. Vol. 83. P. 7–20.
34. Tretyakova E.A. Evolution of research and evaluation methodology of sustainable development of social and economic system. *World Applied Sciences Journal*. 2013. Vol. 25. № 5. P. 756–759.
35. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С., Рейф И.Е. Перед главным вызовом цивилизации. Москва : ИНФРА-М, 2005. 224 с.
36. Мюлдер Е.В. Составляющие концепции устойчивого развития: экологическая, экономическая и социальная. *Социосфера*. 2013. № 4. С. 44–45.
37. Катькало В.С. Ресурсная концепция стратегического управления: генезис основных идей и понятий. *Вестник Санкт-Петербургского университета*. 2002. Вып. 4. С. 20–42.
38. Клейнер Г.Б. Ресурсная теория системной организации экономики. *Российский журнал менеджмента*. 2011. Т. 9. № 3. С. 3–28.
39. Клейнер Г.Б. Государство – регион – отрасль – предприятие: каркас системной устойчивости экономики. *Экономика региона*. 2015. № 2. С. 50–58.
40. Петухов Р.М. Оценка эффективности промышленного производства: методы и показатели. Москва : Экономика, 1990. 95 с.
41. Павлов К.В. Интенсификация экономики в условиях неопределенности рыночной среды. Москва : Магистр, 2007. 271 с.

42. Бабичева Н.Э. Теоретико-методологические основы экономического анализа развития организаций на основе ресурсного подхода. Москва : Финансы и кредит, 2012. 256 с.

43. Галачиева С.В., Дыгов Х.З. Подходы к определению устойчивого развития макрорегиона. *Экономические науки*. 2012. № 12. С. 118–121.

44. Zucchella A., Urban S. Futures of the sustainable firm: An evolutionary perspective. *Futures*. 2014. Vol. 63. P. 86–100. doi: 10.1016/j.futures.2014.08.003

45. Бобылев С.Н., Кудрявцева О.И., Соловьева С.В. Индикаторы устойчивого развития для городов. *Экономика региона*. 2014. № 3. С. 101–110.

46. Ускова Т.В. Управление устойчивым развитием региона. Вологда : ИСЭРТ РАН, 2009. 355 с.