

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ І СИСТЕМОГО АНАЛІЗУ**

## **Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

**МАГІСТРА**

(освітній ступінь)

на тему: «Моделювання стану соціально-економічного розвитку регіонів»

Виконала: студентка 2 року навчання,

групи 8.04.051.020.20.01,

спеціальності 051 «Економіка»

освітньо-професійної програми

«Економічна кібернетика»

Карцева Д. А.

Керівник: к.е.н., доц. Чаговець Л. О.

Рецензент: к.е.н., доц. Більовська О. О.

Харків – 2021 рік

## РЕФЕРАТ

Звіт по дипломній роботі: 78 сторінок, 3 розділи, 30 малюнків, 2 додатки, 37 джерел.

Об'єктом дослідження є процеси соціально-економічного розвитку регіонів.

Предметом дослідження є економіко-математичні методи моделювання соціально-економічного розвитку регіонів.

Мета роботи – розробка комплексу моделей оцінки й аналізу стану соціально-економічного розвитку регіонів із використанням сучасних методів економіко-математичного моделювання, що дозволить підвищити якість формування та прийняття управлінських рішень під час розробки системних стратегій регіонального розвитку.

Розглянута проблема соціально-економічного розвитку регіонів України та країн Європейського Союзу. Виявлено перелік чинників, які формують соціально-економічну складову регіонів.

Для реалізації поставленої мети була побудована модель класифікації стану соціально-економічного розвитку регіонів України та країн Європейського Союзу за допомогою кластерного аналізу. Для здійснення оцінки стану соціально-економічного розвитку регіону розроблена економіко-математична модель із використанням алгоритмів дерев рішень. З метою звуження інформативного простору чинників та оцінки рівня їх впливу на загальний стан соціально-економічного розвитку регіону було розроблено відповідні моделі на базі методу головних компонент та факторного аналізу. Оцінка соціально-економічного стану регіонів здійснювалась за даними 2018 – 2020 років.

Результати можуть бути впроваджені на рівні місцевої та державної влади для покращення якості формування та ухвалення управлінських рішень під час розробки комплексу стратегічних напрямків соціально-економічного розвитку регіону.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ, РЕГІОН, СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК, КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ, ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ, ДЕРЕВА РІШЕНЬ, МЕТОД ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ

## РЕФЕРАТ

Отчет по дипломной работе: 78 страниц, 3 раздела, 30 рисунков, 2 приложения, 37 источников.

Объектом исследования являются процессы социально-экономического развития регионов.

Предметом исследования являются экономико-математические методы моделирования социально-экономического развития регионов.

Цель исследования – разработка комплекса моделей оценки и анализа состояния социально-экономического развития регионов с использованием современных методов экономико-математического моделирования, что позволит повысить качество формирования и принятия управленческих решений при разработке системных стратегий регионального развития.

Рассмотрена проблема социально-экономического развития регионов Украины и стран Европейского Союза. Выявлен список факторов, формирующих социально-экономическую составляющую регионов.

Для реализации поставленных целей была построена модель классификации состояния социально-экономического развития регионов Украины и стран Европейского Союза с помощью кластерного анализа. Для оценки состояния социально-экономического развития региона разработана экономико-математическая модель с использованием алгоритмов деревьев решений. С целью сужения информативного пространства факторов и оценки уровня их влияния на общее состояние социально-экономического развития региона разработаны соответствующие модели на базе метода главных компонент и факторного анализа. Оценка социально-экономического состояния регионов осуществлялась по данным 2018 – 2020 годов.

Результаты могут быть внедрены на уровне местных и государственных властей для улучшения качества формирования и принятия управленческих решений при разработке комплекса стратегических направлений социально-экономического развития региона.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ, РЕГИОН, СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ, КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ, ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ, ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ, МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

## ABSTRACT

Thesis report: 78 pages, 3 sections, 30 drawings, 2 appendices, 37 sources.

The object of research is the processes of socio-economic development of regions.

The subject of research is economic and mathematical methods of modeling the socio-economic development of regions.

The aim of the study is to develop a set of models for assessing and analyzing the state of socio-economic development of regions using modern methods of economic and mathematical modeling, which will improve the quality of formation and management decisions when developing systemic strategies for regional development.

The problem of social and economic development of the regions of Ukraine and the countries of the European Union is considered. The list of factors that form the socio-economic component of the regions is revealed.

To achieve this goal, a model for classifying the state of socio-economic development of the regions of Ukraine and the European Union using cluster analysis was built. An economic-mathematical model using decision tree algorithms has been developed to assess the state of socio-economic development of the region. In order to narrow the information space of factors and assess the level of their impact on the overall state of socio-economic development of the region, appropriate models were developed based on the method of main components and factor analysis. The assessment of the socio-economic condition of the regions was carried out according to the data of 2018-2020.

The results can be implemented at the level of local and state authorities to improve the quality of formation and adoption of management decisions during the development of a set of strategic directions of socio-economic development of the region.

**KEY WORDS:** STATUS SIMULATION, REGION, SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT, CLUSTER ANALYSIS, FACTOR ANALYSIS, TREES OF DECISIONS, METHOD OF METHODS

## ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТАНУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ	11
1.1. Основні напрямки соціально-економічного розвитку регіонів	11
1.2. Аналіз підходів до моделювання соціально-економічного розвитку регіонів	19
1.3. Аналіз впливу пандемії COVID-19 на регіональний розвиток	26
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ	34
2.1. Концептуальна схема дослідження	34
2.2. Методи кластерного аналізу в оцінці стану соціально-економічного розвитку регіонів	37
2.3. Методи дерев рішень для оцінки стану соціально-економічного розвитку регіонів	42
2.4. Застосування методів факторного аналізу для аналізу стану соціально-економічного розвитку регіонів	44
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ СТАНУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ	48
3.1. Побудова моделі класифікації (ідентифікації) стану соціально-економічного розвитку регіонів	48
3.2. Розробка моделей сегментації соціально-економічного розвитку регіонів України	58
3.3. Розробка моделі оцінки впливу індикаторів на стан соціально-економічного розвитку регіонів	64
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
ДОДАТОК А	74
ДОДАТОК Б	77

## ВСТУП

Соціально-економічний розвиток на територіальному рівні можна охарактеризувати як вплив органів місцевого самоврядування через певні комплекси методів та засобів на об'єкти управління у регіоні, метою якого є досягнення мети економічного і соціального розвитку. Без формування механізму територіального управління неможливе функціонування ринкової системи господарювання. Цей механізм повинен складатися з елементів, які здатні впливати на кожну зі складових соціально-економічної системи регіону. До основних складових можна віднести продуктивні сили, а саме – засоби виробництва і люди. Від напрямів управлінського впливу та їх узгодженості залежить наскільки ефективно будуть використовуватися продуктивні сили.

Можна говорити про наявність великої кількості публікацій на тему соціально-економічного розвитку регіонів, що підтверджує інтерес до даної тематики в наукових колах. Велика кількість науковців досліджували та розв'язували проблеми регіонального управління, а саме: О. Амоша, Р. Бекофф, В. Геєць, М. Долішній, С. Дорогунцов та інші. Вирішенням питань оцінки та прогнозування соціально-економічного стану регіональних систем (СЕСР) займались С. Айвазян, О. Бакаєв, В. Бакуменко, В. Глушков, Н. Костіна, В. Ситник, Т. Клебанова, Н. Гавкалова та інші. Але й досі залишається багато питань обґрунтування оцінки СЕСР з точки зору математичного моделювання. Тому, тема дипломної роботи залишається актуальною і цікавою для подальших досліджень та розробок.

Метою роботи є розробка комплексу моделей оцінки й аналізу стану соціально-економічного розвитку регіонів (СЕР) із використанням сучасних методів економіко-математичного моделювання, що дозволяють підвищити якість формування та прийняття управлінських рішень під час розробки системних стратегій регіонального розвитку.

Для досягнення наведеної мети роботи було поставлено та вирішено такі завдання:

проаналізувати основні напрямки соціально-економічного розвитку регіональних формацій різного рівня ієрархії;

розглянути сценарії соціально-економічного розвитку регіонів;

проаналізувати вплив пандемії COVID-19 на регіональний розвиток;

розробити концептуальну схему оцінки й аналізу соціально-економічного розвитку регіонів;

побудувати моделі класифікації регіонів за станом соціально-економічного розвитку;

розробити моделі ідентифікації та прогнозування стану соціально-економічного розвитку регіонів за допомогою методів багатовимірної аналізу, зокрема кластерного аналізу та методу «дерев рішень».

побудувати модель оцінки впливу головних індикаторів на стан соціально-економічного розвитку та здійснити їх ранжування на основі використання методу головних компонент.

Об'єктом дослідження є процеси соціально-економічного розвитку регіонів.

Предметом дослідження є економіко-математичні методи моделювання соціально-економічного розвитку регіонів.

Інформативною базою дослідження були праці зарубіжних та вітчизняних провідних учених у сфері соціально-економічного розвитку, нормативні документи, офіційні матеріали Державної служби статистики України та офіційна інформація з Європейської служби статистики.

Робота містить опис комплексу математичних моделей з вирішення завдання оцінки й аналізу СЕР регіонів на основі використання інструментарію кластерного аналізу, опис побудови моделі прогнозування стану СЕР регіонів із використанням методів дерев рішень, опис розробки моделі оцінки впливу індикаторів на стан СЕР регіонів на базі використаного методу головних компонент.

Результати досліджень можуть бути застосовані під час реалізації програм реформування систем управління регіонами, удосконаленні напрямків забезпечення гідних умов життя населення територіальних громад та створенні алгоритмів оптимізації взаємозв'язків між територіями.

## РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТАНУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ

### 1.1. Основні напрямки соціально-економічного розвитку регіонів

Починаючи поглиблюватись у процеси соціально-економічного розвитку регіонів необхідно розібратись що ж представляє собою поняття «соціально-економічний розвиток». Соціально-економічний розвиток – це нелегке багатозначне поняття, яке охоплює процес функціонування народного господарства за двома основними напрямками: соціальними й економічними. Під соціальним напрямком мається на увазі рівень соціального забезпечення, що показує, комфортно або ні мешкати населенню в державі і якою мірою вона забезпечує громадянам соціальні блага. Під економічним напрямком маються на увазі показники виробничого процесу та торгівлі товарами і послугами на певній територіальній одиниці.

Соціально-економічний розвиток вважається одним з найважливіших показників для оцінки рівня розвитку держави як для кожного з мешканців країни, так і у світовому господарстві.

Головним та найважливішим показником, який відображає стан соціально-економічного розвитку є валовий внутрішній продукт (далі ВВП). Даний показник представляє собою сумарний обсяг виробництва послуг та товарів за певний проміжок часу в усіх галузях економіки на території певної держави. Показник ВВП використовується з метою оцінки результатів виробництва та споживання, і навіть формує уявлення про загальний матеріальний добробут нації. Також цей показник характеризує стан економіки країн в цілому, впливає на курс національної валюти і грошово-кредитну політику, використовується для міжнародного порівняння.

Існує номінальний та реальний ВВП, їх різниця в тому, що реальний ВВП вимірюється в постійних, незмінних цінах, що існують на момент виробництва, а номінальний – в поточних цінах. Нижче запропонований графік, на якому зображений показник – номінальний валовий внутрішній продукт у розрізі часу з 2002 року до 2020 року включно.





Рис. 1.1. Графік ВВП України за 2002-2020 роки

З рисунку 1.1 бачимо, що з кожним роком даний показник збільшується, лише у 2009 році спостерігаємо зниження показника. Причиною даного спаду є економічна криза 2008 – 2009 рр., яка є наслідком світової фінансової кризи [1]. Економіка значно погіршилась через негативні торговельні умови та перепрофілювання потоків капіталу, зовнішній попит значно зменшився, але він швидко відновився в 2010 – 2011 роках.

Існує ще один показник, який вважається важливим для соціально-економічному розвитку – валовий внутрішній продукт на душу населення. Якщо порівняти даний показник України з іншими країнами, то можна побачити у якій з країн вищий рівень життя та більш конкурентоспроможна економіка країни [2]. Наразі, за даними 2020 року, наданими Світовим Банком, Україна займає 86 місце у «Рейтингу країн і територій за розміром ВВП на душу населення». Сусідами нашої країни у цьому списку є такі країни: Іран (85 місце), Шрі-Ланка (84 місце), Парагвай (87 місце) та Молдова (88 місце).

На рисунку, поданому нижче, зображено співставлення країн Євросоюзу з Україною за показником ВВП на душу населення за 2020 р.

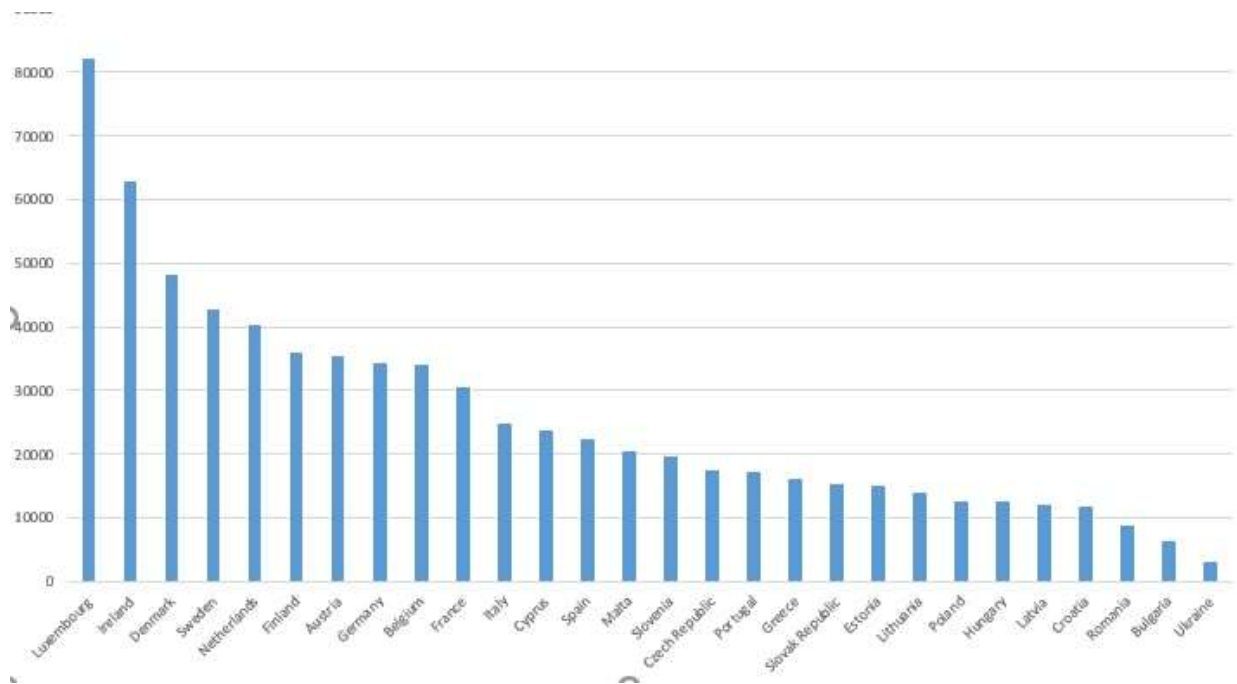


Рис. 1.2. Графік ВВП на душу населення за 2020 рік у країнах ЄС та Україні

Аналізуючи рис. 1.2 бачимо, що Україна посідає останнє місце в цьому рейтингу. Отже можна дійти висновку, що рівень життя людей в Україні значно гірший, ніж в будь-якій країні Євросоюзу.

Кожна держава у світі залучена в процеси глобалізації, і, звичайно, що Україна не є винятком. Наразі, на сучасному етапі, Україна стоїть перед складним завданням інтеграції у європейське співтовариство. Її соціально-економічний розвиток має бути направлено на приведення національних стандартів функціонування народного господарства до вимог і стандартів європейських держав. Але слід зауважити, що зміни повинні проходити з урахуванням соціальних інтересів мешканців України.

Окремі аспекти описаної вище теми досліджували вітчизняні вчені, як: В. Геєць, Т. Клебанова, Н. Дубровіна, В. Іванов, О. Черняк, порушуючи різні питання та проблеми планування, оцінки й прогнозування соціально-економічного розвитку.

Питання соціально-економічного розвитку у контексті долучення України до Євросоюзу вважається дуже масштабним і глобальним, тому цій темі присвячено наразі багато уваги. З моменту прийняття Україною європейського напрямку розвитку було помітно її вплив на регіональну політику. Цьому аспекту приділено

багато уваги в європейських концептуальних документах розвитку. Оскільки в Україні до 2020 року не було законодавчо закріпленої концепції державної регіональної політики, то ці питання відобразились в документах про партнерство України з Європейським Союзом (ЄС). Саме на основі цього пріоритети подальшого розвитку регіонів нашої країни базуються на принципах європейської політики регіонального розвитку.

Угода про співробітництво та партнерство між Європейськими співтовариствами та їх членами – державами у 2015 році передбачає регіональне співробітництво у плануванні використання земель та формування регіональної політики з акцентом на розвиток відсталих районів [3].

Свою увагу варто звернути про цікавий законопроект, який так і не був прийнятий, «Про Концепцію державної регіональної політики». Даний законопроект визначає напрями розвитку продуктивних сил для мезорегіонів. Пріоритети розвитку продуктивних сил мезорегіонів України відповідно до Концепції державної регіональної політики 2020 року наведений у таблиці 1.1 нижче [4].

Таблиця 1.1

#### Пріоритети розвитку продуктивних сил мезорегіонів України

Назва та склад областей мезорегіону	Пріоритети розвитку
1	2
Донецький (Донецька та Луганська області)	Реструктуризація вугільної промисловості, покращення стану екологічної ситуації, зайнятість населення, розвиток сільського господарства, інфраструктура населених пунктів: водопостачання, транспорт нарощування потужностей легкої та харчової промисловостей.
Східний (Полтавська, Сумська та Харківська області)	Покращення екологічної ситуації, видобуток нафти, газу, структурні перетворення у промисловості, створення технопарків, розвиток екологічних виробництв, інфраструктури, транспорту, комунікацій.
Придніпровський (Дніпропетровська, Запорізька, Кіровоградська області)	Переоснащення підприємств машинобудування, розвиток енергетики, структурні перетворення у промисловості, конверсія оборонних підприємств, нарощення експорту, покращення екологічної ситуації, розвиток сільського господарства, використання науково-виробничого потенціалу.

Центральний (Київська, Черкаська області та місто Київ)	Посилення харчової та легкої промисловості, структурна перебудова економіки, авіабудування, переоснащення підприємств хімічної промисловості та агрокомплексу, покращення екологічного стану, розвиток наукоємного виробництва.
---	---

Закінчення табл. 1.1

1	2
Поліський (Волинська, Житомирська, Рівненська та Чернігівська області)	Розвиток наукоємних виробництв, соціальної інфраструктури, модернізація підприємств сільськогосподарського машинобудування, приладобудування, інтенсифікація лісгосподарства, збереження історичної спадщини, конверсія підприємств оборонного комплексу, зайнятість населення.
Подільський (Вінницька, Тернопільська та Хмельницька області)	Структурна перебудова підприємств енергетики та машинобудування, розвиток агропромислового комплексу, легкої промисловості, рекреаційної індустрії, екологічна безпека, експортна орієнтація.
Причорноморський (Миколаївська, Одеська та Херсонська області)	Раціональне використання рекреаційних та водних ресурсів, розвиток морегосподарського комплексу, впровадження ресурсозберігаючих технологій, розширення зрошувальних земель, освоєння енергетичних ресурсів шельфів Чорного моря, розвиток виробничої інфраструктури.
Карпатський (Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська та Чернівецька області)	Структурна перебудова промисловості, формування рекреаційного комплексу, розвиток легкої промисловості, сільського господарства, автомобільного машинобудування, розвиток художніх промислів та народних ремесл, прикордонне співробітництво, зайнятість населення та соціальний захист, впровадження технологій комплексної переробки корисних копалин та глибокого буріння, реконструкція виробництва у хімічній промисловості.

Концепція встановила спільні пріоритети розвитку для всіх регіонів у здійсненні економічних реформ, передачі деяких повноважень від центральної влади до місцевих населених пунктів, управлінні комунальною власністю, запровадженню бюджетної автономії регіонів. Пріоритетними напрямками є збільшення експорту, перебудова економіки, інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, повна зайнятість, покращення навколишнього середовища, раціональне використання рекреаційних ресурсів, розвиток регіональної та

міжрегіональної інфраструктури, збереження стану історико-культурної спадщини, покращення демографічної ситуації, захист національних меншин.

Звертаючи свою увагу на Україну, у Спільній стратегії Європейського Союзу, яка погоджена Європейською Радою, описано погляд країн Європи на регіональну політику України в умовах співпраці з нею [5]. Пріоритетними напрямками стали регіональна та транскордонна співпраця щодо спрямованостей прикордонного регулювання та розвитку інфраструктури транспорту, електроенергетики, мережі трубопроводів, телекомунікацій.

Вийшла Постанова Верховної Ради України «Про концепцію сталого розвитку населених пунктів» після прийняття ООН програми «Про порядок денний на XXI століття» та Резолюції другої Конференції ООН щодо питань регіональної політики і розвитку міст та населених пунктів. У Постанові було визначено пріоритетні напрямки регіональної політики сталого розвитку населених пунктів України та шляхи їх досягнення. Тут знову піднялося питання скупчення влади в центрі, що в свою чергу викликає диспропорцію у соціально-економічному розвитку України.

Повертаючись до поточних українських реалій, можна стверджувати про наявність певних проблем, котрі виникають при сучасному становленні СЕР та чітко виражені у матеріалах Н. Гавкалової. Доволі давно на українських територіях спостерігається нерівномірність їх розвитку. Тому склалася цільна картина, що присутні проблеми та суперечності в територіальному розвитку України. На перший план виходять труднощі між аналізом продуктивних сил та застарілих фондів. Інколи відбувається розбалансування в формах споживання та виробництва, порушуються баланси при проведенні модернізаційних дій чи навпаки проводиться «псевдомодернізація», котра фактично не дозволяє регіонам розвиватись в адекватному русі. Логічно, можуть виникати труднощі при втіленні процесів централізації та децентралізації, розуміється поява проблем при переділі поточних продуктивних сил всередині регіональних сполук. Наявність подібних неточностей дозволяє говорити про відсутність пропорцій розвитку регіонів в Україні.

До вищесказаного слід додати і основні проблеми, котрі вже давно підкреслені у різноманітних джерелах та стосуються загальнонаціонального питання формування регіональної політики України. Сюди можна віднести:

- низький рівень конкурентоспроможності регіонів;
- диспропорції розвитку регіонів;
- хаотичність інвестиційних процесів;
- відсутність національних та регіональних програм по забезпеченню праці;
- низький інноваційний потенціал регіонів;
- сировинна направленість виробництва;
- скорочення фінансування;
- погіршення умов праці та демографічної ситуації [6].

Для того, щоб соціально-економічний розвиток України дійсно приносив відповідні та реальні результати, потрібно звернути увагу на реалізацію напрямків роботи, котрі полягають в такому:

регіональне керівництво має взяти на себе обов'язки фактичного керівника регіону та забезпечити створення програми по створенню або підтримки найбільш пріоритетних векторів соціально-економічний розвиток регіону;

важливим є фактор економічного відставання від краще готових регіонів, тому важливо створити такі механізми, котрі дають можливість прискорити економічний ріст, орієнтуючись на «сильні» сторони регіону;

підприємства, котрі займаються продукцією внутрішніх потреб регіону мають отримувати першочергову підтримку;

кількість якісних робочих місць повинна поступово зростати;

ріст інвестиційної привабливості;

постійне функціонування та взаємодія органів місцевого самоврядування, підприємств та економічно активного населення.

Важливою для України залишається уже вказана проблема проведення децентралізації, котра стосується адміністративних змін. Таким чином перед нашою державою стоять питання по:

доступу місцевої влади до фінансових та кредитних ринків;

створення нових принципів роботи на місцях із використанням бюджетних коштів;

зміна руху грошового забезпечення, котра полягає в реорганізації регіональних програм для забезпечення розвитку соціальної та економічної структури регіонів.

Найгостріші проблеми регіонів України схожі з проблемами Європейських регіонів. В економічній сфері – це деградація сільських районів, урбанізація, нерациональне землекористування, відсутність екологічної інфраструктури, незадовільний стан інженерних та комунікаційних мереж, у соціальній сфері – це нестабільність соціально-економічних умов у державі, демографічна деградація, зниження якості життя населення, безробіття, а в екологічній сфері – це важка санітарно-гігієнічна ситуація, забруднення довкілля та багато інших.

Саме тому пріоритетними напрямками розвитку населених пунктів стало раціональне використання природних ресурсів, житлова політика, якісні умови життя населення, виробнича, транспортна та інженерна інфраструктура, поліпшення санітарно-гігієнічних умов, запобігання виникненню техногенних аварій.

Поліпшення муніципального регулювання розвитку регіонів ґрунтується на більш чіткому визначенні цінностей і стратегій становлення регіонів, стимулюванні міжрегіональних і транскордонних зв'язків, стимулюванні розвитку «пригнічених» регіонів за допомогою інноваційної, бюджетної, податкової, цінової, інвестиційної та грошово-кредитної політики, також формуванні фінансової бази регіональної влади, збільшенні кількості ринків продовольства, землі, праці, капіталу, залученні заощаджень з метою утворення інвестиційного потенціалу регіонів, запровадження коефіцієнтів податкової спроможності територій.

Дослідження інформаційної бази соціально-економічного стану та розвитку регіонів дозволили зробити висновок про те, що аналіз та узагальнення еволюційних етапів формування пріоритетних напрямків у соціально-економічному розвитку регіонів трансформувалися протягом всього періоду незалежності України. Регіональні пріоритети розвитку регіонів України співпадають з європейськими стандартами. Також треба відзначити багатоспрямованість державної політики,

загарбницьку стратегію розвитку регіонів, яка визначається великою кількістю цілей і завдань, більша орієнтація на економічну складову, ніж на соціальну, а екологічному питанню приділено увагу за остаточним принципом.

Економічний розвиток регіону формується для того, щоб реальний рівень життя регіону зростав, а добробут тільки збільшився. Для цього пропонується робити ставку на використання найбільш цінних ресурсів, котрі існують в конкретному регіоні. Мова йде про фізичний, соціальний та людський капітали, котрі в правильній сполуці дозволяють функціонувати регіонам на основі грамотного та продуманого використання ресурсів. Їх використання призводить до певних результатів діяльності регіону, котрий стосується реальних успіхів по роботі регіонального керівництва. Базовими успіхами при цьому можна вказати повноцінне забезпечення продуктами та послугами все населення, наявність високого рівня зайнятості в регіоні, що тим самим супроводжується гідним доходом громадян та зовнішній благоустрій територій як візуальна основа отриманих результатів.

## 1.2. Аналіз підходів до моделювання соціально-економічного розвитку регіонів

Базою прогнозування соціально-економічного стану та розвитку регіону є припущення, що за минулим і сучасним станом можливо визначити майбутній стан економіки регіону. Майбутній стан звичайно супроводжується невизначеністю, що в свою чергу пояснюється великою кількістю наявності варіантів можливого розвитку. Також слід зазначити, що на соціально-економічний стан регіону прямо впливають прийняті економічні закони у майбутньому, які в свою чергу залежать не лише від минулого та сучасного стану економіки, а й від управлінських рішень, прийнятих та реалізованих у майбутньому.

Моделювання соціально-економічного стану та розвитку регіону визначається як метод наукового пізнання, який заснований на заміні об'єкта або явища, що вивчається, на їх аналог моделлю, що має ознаки оригіналу [7]. Методи економіко-



математичного моделювання застосовуються в тих випадках, коли треба об'єднати різні характеристики явища чи процесу у формалізовану логічну модель. Моделювання вищеописаного ґрунтується на таких математичних методах як кластерний аналіз, факторний аналіз, метод «дерева рішень». Проблемам економіко-математичного моделювання соціально-економічного розвитку регіонів приділено багато уваги науковців, а саме: Харламов Г. О., Плахтій М. О., Дрожжина Л. В. Наприклад, Трусова Т. В. звертала свою увагу на такі галузі як медицина та соціальна сфера [8–9]. Коконова К. Ю. досліджувала галузь енергетики, а Коваленко О. Ю. займалась рекреаційною сферою регіонів [10–11].

Наразі існує актуальне завдання для держави – представити майбутнє, яке набуватиме принципово інших форм та структур, його не можна пояснити як продовження минулого. Дана проблема називається передбачення, а цей термін застосував Гастон Бергер ще наприкінці 50-х років у журналі «Два світи» [12].

Потрібно відмітити, що кінцевих вирішень даної проблеми сьогодні не існує, є лише спроби побудувати можливі сценарії розвитку певних явищ у майбутньому. Відмінністю використання методу передбачення є те, що для нього беруться не кількісні показники, а якісні. Це не перший метод, який базується на наявності якісних показників, ще в 60-ті роки був розроблений метод, який назвали методом Делфі на честь грецького оракула. Але слід зазначити, що методи, які використовують показники якісного характеру не можуть в повному обсязі розв'язати означену проблему.

Передбачення є процесом застосування багатьох методів у певній послідовності, а весь такий процес прийнято називати системним аналізом.

Взагалі поняття передбачення в основному застосовується для технологічного сегмента розвитку суспільства, тому доцільно використовували термін технологічного передбачення, бо саме технологічні зміни впливають на розвиток всіх сфер суспільства.

Для будь-якої країни світу є бажаним розвиток технологічного передбачення як фундамент для стратегії змін, яке несе майбутнє для людства. Для цього використовуються певні методи, але кожен з них сам по собі не розв'язує проблеми,

лише в комплексі вони мають змогу сформувати процес технологічного передбачення.

Методи, про які далі буде йти мова називаються методами якісного аналізу. Вони базуються на експертних висновках у конкретній сфері. Основою цього методу є оцінки значень змінних від експертів.

Існує чотири різні етапи методів якісного аналізу:

- 1) вивчення проблеми;
- 2) аналіз проблеми;
- 3) написання сценаріїв;
- 4) оцінка реалістичності сценаріїв.

На етапі вивчення проблеми визначають фокус досліджень та формулюють важливі критерії для обраної проблеми. Методи вважаються дуже простими, але важливими, бо через втрату інформації на цьому етапі подальше дослідження буде не ефективними.

Для вивчення проблеми застосовується два методи: метод сканування та метод мозкового штурму [13]. Перший використовують для осмислення проблеми, яка виникла та розробляють відходи для її вирішення. В основу цього методу полягають наступні етапи:

створення групи експертів, до неї входять люди, які спеціалізуються на галузі, в якій виникла певна проблема;

висловлювання думок кожного з фахівців, створення анотації концептуального характеру кожним членом, але всі ідеї на давньому етапі не обговорюються;

люди, які прийматимуть рішення розглядають анотації фахівців та поділяють їх на кластери;

потім відбираються конструктивні кластери, які більш детально вивчаються.

Другий метод – метод мозкового штурму використовується для більш глибокого дослідження проблем у вузьких напрямках. Перш за все визначаються вузькі напрямки за допомогою кластерізації, застосованої в експертному методі. Основою цього методу є:

формулювання проблеми в вузькому фокусі;

створення групи експертів які знаються на певній галузі;

складання багатьох ідей та способів вирішення проблеми обговорення сформульованих ідей (визначення переваг та недоліків);

кластеризація ідей на дві категорії: ідеї які важливі на майбутнє та ідеї які важливі на поточний момент часу;

задокументування ідей та підходів, які будуть використовуватись на наступних етапах передбачення, задання переліку критеріїв за якими експерти мають вигадати свої ідеї.

Можна дійти висновку, що краще використовувати обидва методи, які наведені вище для більш конструктивного вирішення проблеми, яка виникла.

Для якісного аналізу проблеми слід застосовувати іншу групу методів. До них входять:

1) метод Делфі, більш відомий під назвою «метод експертних оцінок», основна ідея методу – отримати висновки експертних груп щодо поведінки пов'язаних характеристик у майбутньому, які викликали інтерес, а отримані результати можуть бути використані для побудови сценаріїв поведінки системи, яка досліджується; у цьому методі застосовуються опитувальні форми для збирання оцінок характеристик, які досліджуються, експертам, які працюють над певною проблемою;

2) метод перехресного впливу базується на використанні висновків від експертів для характеризування майбутнього для певного проміжку часу, на початку визначаються важливі події, що можуть статися на визначеному проміжку часу для певного досліджуваного сектору, потім будується матриця перехресного впливу, яка визначає взаємний вплив подій;

Вигляд цієї матриці зображено на рис 1.3 нижче:

Подія	Результат впливу			
	A1	A2	A3	A4

A1			↑	
A2				↑
A3				
A4		↑		

Рис. 1.3. Матриця перехресного впливу

На цій матриці досить наглядно зображено вплив першої події A1 на третю подію A3, в свою чергу подія A2 впливає на подію A4, яка впливає на подію A2. Після побудови матриці використовують методи моделювання складних систем, це може бути, наприклад, імітаційне моделювання.

3) метод Сааті використовується у галузі неструктурованого прийняття рішень, розглядається як допоміжний метод для розв'язання задач візуалізації майбутнього, суть методу полягає у знаходженні спільного у висновках експертів, саме це і є основою для створення сценаріїв майбутнього;

4) метод написання сценаріїв складається з таких етапів: встановлення мети, враховуючи час; складення широкої програми досліджень, включаючи соціальну, економічну, екологічну та політичну складові; зробити припущення для побудови сценарію, при необхідності змінити припущення; побудувати альтернативну схему подій, що в майбутньому будуть скелетом для розроблених сценаріїв; написати сценарій відповідно вищеописаним крокам; проаналізувати написані сценарії; за допомогою сценаріїв побудувати політику, в рамках якої діятиме суб'єкт; розробити альтернативні стратегії поведінки суб'єкта; використати імітаційне моделювання, звертаючи увагу на стратегічне розположення ресурсів;

5) метод моделей Байеса, який спрямований на передбачення можливих сценаріїв майбутнього, суть якого є розділення написаних сценаріїв на реальні і сумнівні.

Головною ціллю прогнозування сценарію соціально-економічного розвитку регіонів є визначення загальної мети розвитку досліджуваного регіону, відображення вирішення поставлених завдань, а також виявлення перешкод і недоліків, які можуть бути.

Сценарії соціально-економічного розвитку регіону мають звертати увагу на соціальну, економічну, екологічну складові, а також на проблему сталого використання ресурсів, особливості транскордонного співробітництва, менталітет жителя регіону, етнічні зв'язки та розвиток в цілому.

Приділяючи увагу особливостям сценарного аналізу прикордонного регіону, Королюк Ю. Г. виокремлює чотири аспекти їх прояву:

аспект об'єкта дослідження;

аспект навколишнього середовища;

аспект використання підходів до моделювання об'єкта дослідження;

аспект підсистеми управління об'єктом, її керованість [14].

Сценарне прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів має дві основні мети:

1) передбачення та аналіз змін, які можливі при певних економічних, організаційних чи технічних заходів;

2) визначення умов, при яких буде досягнуто задану мету у розвитку регіону та виявлення проблем, які можуть виникнути у ході роботи.

Аналізуючи головні складові та регіональні особливості економічної діяльності, характер природно-ресурсного потенціалу, ціннісні складові регіону, а також конкурентні переваги регіону пропонуються такі принципи прогнозування сценаріїв:

принцип територіальності;

принцип оцінки стану сучасного економічного розвитку регіону;

принцип науковості (обґрунтування прогнозів з урахуванням закономірностей соціально-економічного стану регіону)

принцип системності, який забезпечує комплексний підхід до довгострокового та короткострокового планування;

екологічний принцип;

принцип альтернативних можливостей економічного розвитку регіону;

принцип поєднання прикордонного територіального розташування та раціонального використання природних ресурсів.

Будь-який зі сценаріїв складається з двох типів змінних – ендогенних та екзогенних. В свою чергу екзогенні змінні задаються за межами регіону і у сценаріях виступають незалежними величинами. Ендогенні змінні задаються в межах регіону і є, на відміну екзогенним змінним, залежними величинами.

За отриманими результатами наукових досліджень та підходам до сценарного прогнозування було сформовано такі змінні сценарії [15]:

1) ріст потенціалу розвитку регіону та ріст рівня соціально-економічного розвитку;

2) зменшення потенціалу розвитку регіону та зниження рівня соціально-економічного розвитку;

3) ріст потенціалу розвитку регіону та зниження рівня соціально-економічного розвитку;

4) зменшення потенціалу розвитку регіону та ріст рівня соціально-економічного розвитку;

5) сталий рівень розвитку регіону та ріст рівня соціально-економічного розвитку;

6) сталий рівень розвитку регіону та зниження рівня соціально-економічного розвитку;

7) ріст потенціалу регіонального розвитку зі сталим рівнем соціально-економічного розвитку;

8) зниження потенціалу регіонального розвитку зі сталим рівнем соціально-економічного розвитку;

9) сталий рівень розвитку регіону на сталому рівні соціально-економічному розвитку.

Для того, щоб ефективно побудувати сценарії соціально-економічних процесів необхідно використовувати показник ефективності потенціалу регіону, який в свою

чергу пропонує можливі варіанти реалізації стратегії. Необхідно визначити критерії оцінки регіонального розвитку, ефективність їх використання, а при умові точного виокремлення діапазону коливань ефективності потенціалу розвитку стає можливим визначити причину його нераціонального використання, визначити ефективний сценарій та скоригувати перспективні показники соціально-економічного стану регіону.

Даний підхід дозволяє спрогнозувати найбільш вірогідні сценарії розвитку регіону:

коли регіон розвивається за 2-м, 6-м або 8-м варіантами сценарію, його можна вважати песимістичним;

реалістичним сценарій вважається у тому випадку, коли регіон розвивається на 3-м, 4-м або 9-м варіантом сценарію;

а коли регіон розвивається за 5-м, 7-м чи 1-м варіантом, його точно можна назвати оптимістичним.

Коли за базу береться показник ефективності потужності регіону, то визначається більш імовірні сценарії розвитку регіонів, які забезпечують оптимальне використання та розподіл природних ресурсів, ефективне використання транзиту регіону, розширення транскордонного виробництва та мінімізуються ризики, незалежно від розвитку майбутніх подій.

Насправді, сценарний метод використовується для прогнозування складних процесів – динаміка міжнародних відносин між країнами, саме тому розробка можливих сценаріїв дає змогу запропонувати рекомендаційні моделі, які стануть базовими для подальшої регіональної діяльності та державної влади.

На сьогодні єдиної думки щодо математичної оцінки й аналізу соціально-економічного розвитку регіонів немає. Прогнозування повинно здійснюватися комплексно і у результаті надавати найбільш можливо ймовірний перебіг подій, охоплюючи можливі наслідки.

### 1.3. Аналіз впливу пандемії COVID-19 на регіональний розвиток

Останні місяці, а якщо бути точнішими, то два роки, Україна та світ живуть у «новій реальності». Пандемія, яка спричинена коронавірусом COVID-19, кардинально змінила тенденції розвитку економіки, стан державних фінансів, соціально-культурне життя населення. Карантинні заходи в Україні, які набули чину з березня 2020 року, вважаються чи не найсуворішими в Європі. Вони оцінені на 93 біли зі 100 можливих у світовому рейтингу жорстокості карантину [16]. Було призупинено роботу багатьох підприємств, торгово-розважальних центрів та комплексів, транспорту, введено обмеження щодо пересування жителів у межах країни, області, району тощо. Звичайно, що все це негативно відобразилося на соціально-економічному стані регіонів України: скоротилась економічна активність підприємств; скоротились інвестиції, експорт та імпорт. Як наслідок, скоротилися доходи державного та місцевих бюджетів та помітно знизився рівень життя населення.

Всі ці умови дійсно ускладнили здійснення процесів адміністративно-фінансової децентралізації, реформування адміністративно-територіального устрою держави, а саме:

відбулося зниження надходжень місцевих бюджетів (зниження кількості надходжень єдиного податку, податку на доходи фізичних осіб, орендної плати) через запровадження карантинних заходів та пониження економічної мобільності;

через зростання дефіциту державного бюджету було зменшено можливості державної підтримки новостворених територіальних громад та зменшилися їх стимулювання;

мінімізовано підтримку реформ з боку фінансових установ, міжнародних фінансових організацій.

З одного боку, органи влади базового та регіонального рівнів відповідали за дотримання карантинних заходів у межах адміністративно-територіальних одиниць, а ось з іншого боку вони відповідали ще й за забезпечення життєвих процесів, інвестування в області та підтримку економічної діяльності. Новим критерієм спроможності регіонів та територіальних громад стала їх протиепідеміологічна



стійкість, яка базується на здатності громади запобігати поширенню епідемії, сприяти швидкому відновленню економіки, долати негативні соціально-економічні наслідки пандемії шляхом мобілізації [17].

Не можна не звернути увагу на те, що заходи щодо обмеження мобільності населення та проживання суб'єктів господарювання з обмеженнями в експортно-імпорتنій діяльності – це лише проблеми місцевих бізнесів. В Україні знизився обсяг виробництва у промисловості на 8,7% (якщо порівнювати дані за січень-травень 2019 року до відповідного періоду в 2018 році), у сільському господарстві – на 2%.

Найбільше всього впала промисловість Дніпропетровської області у регіональному розрізі, а також регіонів заходу (окрім Львівської області). Щодо Львівської області, реалізація промислової продукції на Львівщині не те що не впала, а навіть зросла на 3,3% (відповідно до того ж періоду минулого року) за рахунок збільшення виробництва хімічної та харчової промисловостей. Позитивна динаміка досліджується у фармацевтичній сфері – приріст 6,7%, а також у хімічній – приріст 9,3%. Обширно всі ці зміни можна дослідити на рис. 1.4, наведеному нижче.

Найменше всього карантинні обмеження відобразилися на підприємствах, забезпечуючих життєдіяльність адміністративно-територіальних одиниць, такі як постачання електроенергії та газу, виробництво споживчих товарів короткострокового споживання, фармацевтичні компанії. Але в свою чергу зменшилось виробництво споживчих товарів довгострокового використання на 32% та інвестиційних товарів на 27%.

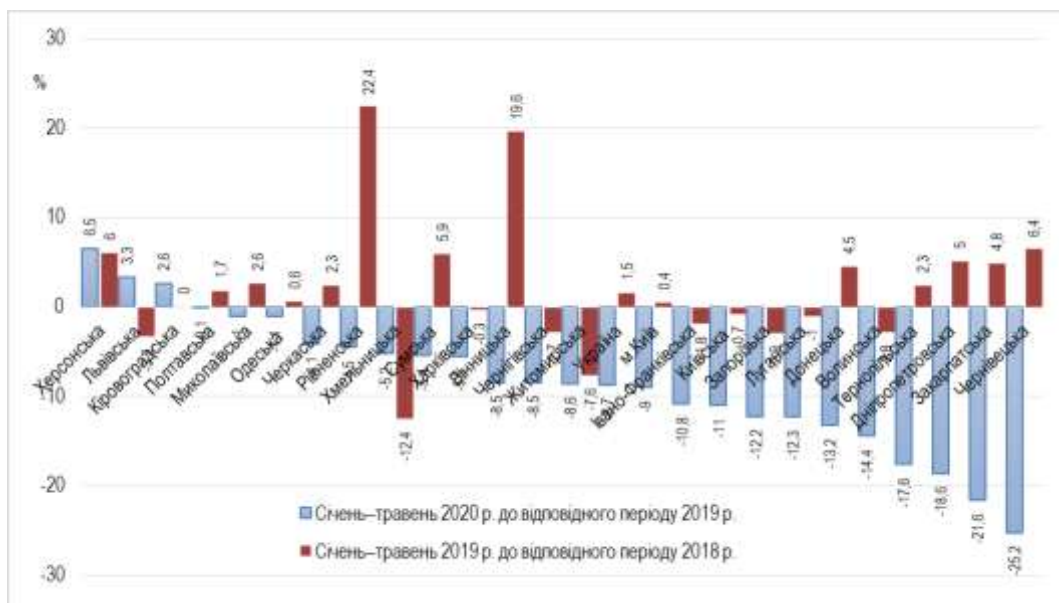


Рис. 1.4. Темпи приросту обсягів промислової продукції в розрізі регіонів України, % [18]

Звичайно, що транспортна сфера, туризм, готельно-ресторанний бізнес та культура зазнала суто негативні наслідки пандемії COVID-19. Збитки туристичної галузі України склали 1,5 млрд. доларів США за оцінками експертів [19]. Загальна ситуація в цих галузях відображає глобальні тенденції, пов'язані з пандемією. Коли поліпшиться епідеміологічна ситуація, найважчим завданням буде «повернути до життя» туристично-ресторанний бізнес, бо попит низький і залишиться на такому рівні через неплатоспроможність населення.

А ось сільське господарство зазнало менших витрат, порівняно з готельно-ресторанною сферою, через свою специфіку організації праці в цій сфері та споживання сільськогосподарської продукції. Найбільшою проблемою для сільгоспвиробників став збут своєю продукції через запроваджені карантинні заходи, адже близько 80% вітчизняних овочів реалізується дрібними сільгоспвиробниками через ринки, робота яких обмежена [20].

Найбільші темпи падіння сільськогосподарського виробництва помічені в південних областях України, а саме – в Миколаївській, Одеській, Запорізькій та Херсонській областях. Необхідно зазначити, що всі ці регіони в 2019 році характеризувалися однаковою негативною тенденцією. Темпи приросту

виробництва сільськогосподарської продукції в розрізі регіонів України наведено на рис. 1.5, який знаходиться нижче.

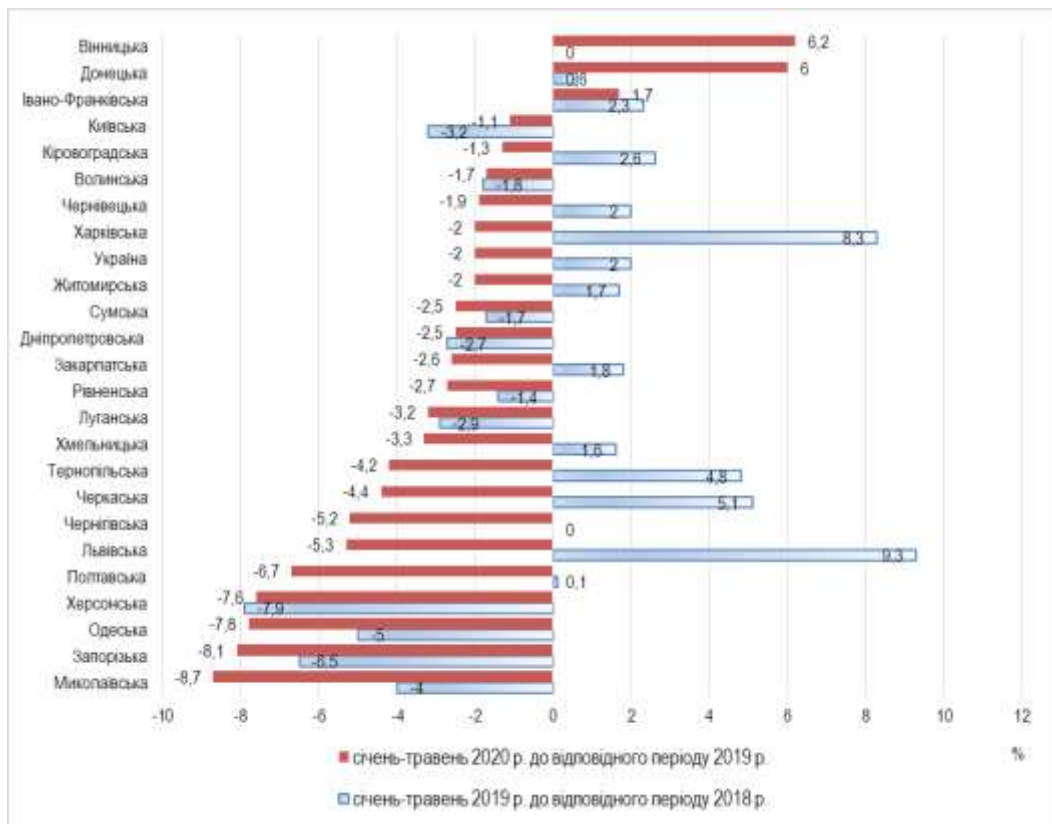


Рис.1.5. Темпи приросту виробництва сільськогосподарської продукції в розрізі регіонів України, % [18]

Від’ємна динаміка експортно-імпоротної активності вітчизняних підприємств спричинена падінням економічної активності на світових ринках та введенням жорстких карантинних заходів у більшості країн світу, хоча вони є найбільшими торговельними партнерами України. В період січня – травня 2020 року спостерігалось значне зниження експорту, зменшення аж на 6,5 % до відповідного періоду 2019 року, та зниження імпорту на 14,5%.

Слід відзначити, що останні п’ять років Україна всіма силами нарощувала експорт та імпорт. До товарної структури експорту, що показали динаміку зростання, за п’ять місяців 2020 року ввійшли продукти харчування, сільськогосподарська продукція і, звичайно, фармацевтична продукція, що й досі користується великим попитом. У структурі імпорту спостерігається тенденція до скорочення енергоресурсів за рахунок зниження цін і зменшення споживання, а



збереження заробітної плати, збільшилась в три рази порівняно з відповідним періодом 2019 року і становила 96 тис. осіб, а кількість переведених осіб з економічних причин на не повний робочий день чи тиждень зросла на 15% - до 157,9 тис. осіб [21].

У розрізі регіону найскладніша ситуація на ринку праці склалася в промислово розвинених територіях, а саме в Запорізькій, Дніпропетровській та Харківській областях, що пояснюється скупченням там найкрупніших промислових підприємств.

У розрізі галузей найбільша частка працівників, які були вимушені піти у відпустку, але без збереження заробітної плати або були переведені на не повний робочий день чи тиждень, характерологічна для таких видів діяльності, як харчування та проживання – 2,1% та 9,3% від усіх працівників відповідно, будівництво – 3,6%, промисловість – 2,5%, транспорт – 1,7%, професійна та наукова діяльність – 1,4% і 4,8% відповідно.

Динаміка прихованого безробіття в розрізі регіонів за перший квартал 2020 року порівняно з відповідним періодом 2019 року зображено на рис. 1.7 нижче.

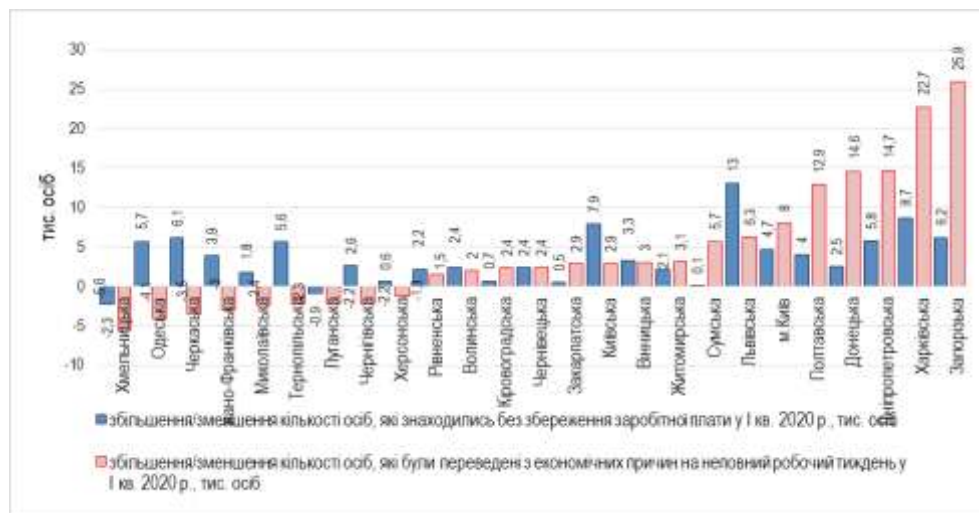


Рис. 1.7. Динаміка прихованого безробіття в розрізі регіонів

Сьогодні країни Євросоюзу переживають один з найважчих етапів в історії свого розвитку, який в свою чергу викликаний пандемією COVID-19. Країни зіштовхнулися з соціально-політичною та фінансово-економічною нестабільністю,

ситуація ускладнюється міграційною кризою, новими терористичними загрозами та активізацією сепаратистських рухів. Аналіз останніх опитувань каже про протестні настрої населення через неефективність органів державної влади у боротьбі з наслідками пандемії.

Ще одним викликом для країн Євросоюзу стало ухвалення бюджету на майбутні роки, який називається Планом Маршала. Бюджет ЄС на 2021-2027 роки має стати консолідуючою основою для відродження Європейських країн. Але ці дії загострили суперечки в Європейському Союзі через бюджетну статтю про часткове списання боргу Греції, яка наразі є великим боржником і не змогла подолати фінансову кризу ще з 2008 року. У контексті пандемії у 2020 році Європейський Союз разом з Міжнародним Валютним Фондом виділили Греції 248 млрд. євро на погашення боргу і саме ці дії загострили протиріччя між країнами ЄС.

Наразі сучасний політичний розвиток країн-членів ЄС характеризується значним посиленням позиції євроскептиків, які сформували свої групи в Європарламенті. Поширення даного руху – євроскептицизму породжують дезінтеграційні процеси в ЄС, які посилюються наслідками COVID-19 своїм негативним ставленням до євроінтеграції. Саме тому в цих нестабільних умовах головними пріоритетами мають бути наступні заходи:

дотримання принципу солідарності, лояльної співпраці, який закріплений у частині 3 статті 4 Договору про Європейський Союз: «Держави-члени вживають всіх необхідних заходів для забезпечення виконання зобов'язань, що витікають із договорів або з актів установ Союзу. Держави-члени сприяють виконанню завдання Союзу і утримуються від будь-яких дій, які можуть поставити під загрозу досягнення цілей Союзу» [21];

покріплення співпраці у сфері безпеки та оборони, боротьби з тероризмом;

впровадження ефективних заходів щодо обмеження поширення коронавірусу, створення загальноєвропейського запасу медичних матеріалів, забезпечення країн-членів ЄС необхідним медичним обладнанням;

подолання соціально-економічних наслідків через адресну підтримку малого та середнього підприємництва, галузей економіки, які найбільше постраждали від карантинних обмежень, а також захисту працівників, зайнятих у цих сферах;

можливість для урядів надавати державну підтримку компаніям і підприємствам шляхом зняття обмежень Закону про стабільність та зростання, який встановлює жорсткі обмеження на бюджетний дефіцит. Цей захід допоможе використати інструмент зовнішнього запозичення;

прийняття концепції короткострокової роботи, яка дозволяє підприємствам залучати працівників до виконання лише існуючих замовлень на обмежений проміжок часу, зберігаючи попередній рівень заробітної плати;

надати адресну допомогу галузям економіки, які найбільше постраждали від COVID-19 через різке падіння попиту на їх послуги, а саме – готелям, туристичні сфері та авіації.

## РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ

### 2.1. Концептуальна схема дослідження

В даній роботі звернемо увагу на використання та втілення методів математичного моделювання, щоб оцінити стан соціально-економічного розвитку регіонів. Зрозуміло, що вивчення стану соціально-економічного розвитку можливо тільки завдяки підходу до питання із точки зору побудови структурованої системи пов'язаних факторів, що поступово складатимуть кінцеву оцінку стану.

Отже, в роботі запропоновано комплекс економіко-математичних моделей оцінки й аналізу регіонального розвитку із використанням сучасного апарату

математичного моделювання, який має певний алгоритм та складається з низки структурних елементів, які й формують загальну структуру (рис. 2.1).

Уявимо алгоритм, який представлений у концептуальному вигляді.

На першому етапі дослідження виконується аналіз теоретичних основ соціально-економічного розвитку регіонів. Спочатку розглядаються основні напрямки соціально-економічного розвитку регіонів, особливу увагу приділено тому, що Україна прийняла європейський вектор руху з перших років незалежності, що вплинуло на подальший регіональний розвиток.

Далі був зроблений аналіз підходів до моделювання соціально-економічного розвитку регіонів, визначено, що жоден з методів не зможе в повній мірі самостійно запропонувати конструктивне вирішення досліджуваної проблеми. Також значну увагу приділено сценаріям соціально-економічного розвитку регіонів, визначено головну ціль сценарного прогнозування.

Звичайно неможливо було не звернути увагу на вплив COVID-19 на регіони та їх подальший розвиток. Як було зазначено вище, вплив пандемії, запровадження карантинних заходів та обмеження мобільності населення у сукупності внесли суттєві зміни на українських теренах та в країнах Євросоюзу.

Аналіз низки літературних джерел дозволив структурувати інформацію про методи математичного моделювання, що застосовуються наразі.

Другий етап дослідження полягає у визначенні факторів та індикаторів оцінки й аналізу його стану соціально-економічного розвитку, аналізі сучасних економіко-математичних методів моделювання регіонального розвитку.

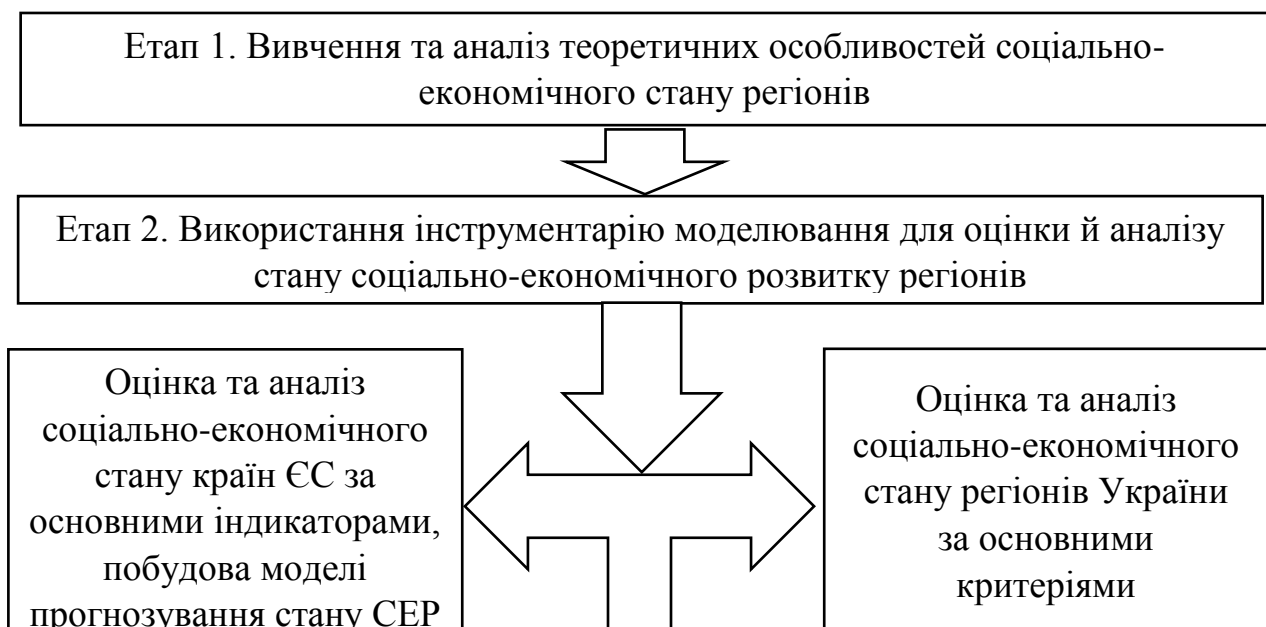






Рис.2.1. Концептуальна схема дослідження

Отже, на третьому етапі роботи виконується практичне застосування математичних методів моделювання до оцінки й аналізу соціально-економічного розвитку регіонів.

По-перше, планується здійснення кластерного аналізу за даними країн ЄС за такими факторами: ВВП на душу населення, середньорічний дохід, рівень безробіття, індекс рівня освіти, індекс економічної свободи, індекс глобальної конкурентоспроможності та індекс ведення бізнесу. Ця модель дозволить виділити серед однорідних регіонів країни зі схожими характеристиками та оцінити поточний стан соціально-економічного розвитку європейських країн. Далі буде здійснена побудова дерева рішень, завдяки чому є можливість здійснити оцінку стану соціально-економічного розвитку для України та розрахувати його поточне місце у регіональній кластеризації.

На другому кроці третього розділу здійснюється побудова моделей групування за станом соціально-економічного розвитку регіонів України із використанням методів ансупервайзорного навчання, зокрема кластерних ієрархічних агломеративних та ітеративних методів, а також розробка моделей ідентифікації та прогнозування стану соціально-економічного розвитку із використанням набору методів дерев рішень. Побудоване дерево рішень має підтвердити чи спростувати якісне розбиття регіонів на групи. А застосування кластерного аналізу на цьому етапі роботи дає можливість визначити які з областей України є сильними, які є середніми та які є слабкими за своїм розвитком. Аналіз літературних джерел та з огляду на доступність статистичної бази оцінки дозволив встановити такі основні фактори оцінки СЕР: відсоток зайнятого населення у віці від 15 до 70 років до загального населення регіону, середньомісячна номінальна заробітна плата штатних працівників, валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу, капітальні інвестиції на одну особу, індекси споживчих цін.

На останньому кроці здійснюється побудова моделі сукупної оцінки рівня соціально-економічного розвитку регіонів України та аналізу його стану із застосуванням методів редукції основних індикаторів СЕР, зокрема, методу головних компонент, який дає можливість створити сукупну оцінку соціально-економічного розвитку регіонів завдяки скороченню кількості факторів. Після чого було проведено оцінку навантажень змінних по моделі, на основі чого здійснена градація факторів та зроблені висновки про найвпливовіший з них.

Проведення всіх вищеописаних дій допоможуть вирішити поставлені завдання та досягти основної мети роботи – оцінити стан соціально-економічного розвитку регіонів України та країн ЄС.

## 2.2. Методи кластерного аналізу в оцінці стану соціально-економічного розвитку регіонів

Особливо важливу роль в оцінці й аналізі соціально-економічного розвитку

регіонів становлять інструменти багатовимірного ансупервайзорного навчання, які дозволяють провести попередню кластеризацію регіонів. Під кластеризацією розуміється поєднання в групи схожих об'єктів та є фундаментальним завданням для аналізу даних та процесів Data Mining. Існує доволі широкий перелік використання кластерного аналізу: це і сегментація зображень, маркетинг, боротьба з шахрайством, прогнозування, аналіз текстів і багато інших. Часто кластеризація виступає початковим етапом при аналізі даних. Після знаходження схожих груп, слід застосувати інші моделі і моделі, кожна група моделюється окремо [22].

Завдання кластеризації частіше всього формулюються в таких наукових напрямках, як статистика, розпізнавання, оптимізація, машинне навчання. Маємо різні синоніми поняття кластер - клас, таксон, згущення.

Об'єкти даних містять подібні характеристики в одному кластері. Це значить, що досліджувані об'єкти є «синонімічними» в рамках однієї групи, але одночасно вони є різними між собою, або об'єднані з об'єктами в другій групі або в деяких інших кластерах.

Кластерний аналіз розподіляє існуючий набір точок в певний набір груп або так званих кластерів. Кластерний аналіз вважається навчанням без учителя звертаючи увагу на те, що кількість класів є невідомою ще на початку дослідження. Це дуже відрізняється від класифікації, оскільки моделі класифікації відносяться до навчання з учителем де необхідно задати мітки класу щоб збудувати модель класифікації [23].

Метод кластеризації зазвичай ґрунтується як конкретний метод перебору числа кластерів та визначення їх оптимальної кількості, під час перебору включають п'ять головних кроків [24]:

- 1) відбір вибірки для кластеризації;
- 2) виділення ознак, за допомогою яких буде відбуватися оцінка об'єкти в вибірці;
- 3) розрахунок значень міри схожості між досліджуваними об'єктами;
- 4) використання кластерного аналізу для групування схожих об'єктів;
- 5) перевірка реальності результатів кластерного аналізу.

На сьогоднішній день є велика кількість методів, щоб розбити групи об'єктів на кластери. Є більше десятки певних алгоритмів, а ще більше їх трансформацій.

Методи кластерного аналізу створені для того, щоб розв'язувати такі задачі:

здійснення групування об'єктів з урахуванням ознак, які відображають сутність і природу об'єктів. Вирішення такого завдання призводить до збільшення кількості знань про групи об'єктів, які кластеризуються;

перевірка припущень, висунутих раніше, про наявність конкретної структури в досліджуваній групі об'єктів, отже здійснюється пошук існуючої структури;

будування нових кластеризацій для явищ, про які мало вивчено, коли необхідно встановити наявність певних зв'язків всередині групи і намагатися принести до неї структуру.

Ієрархічний метод кластерного аналізу виділяється тим, що процес поєднання досліджуваних об'єктів при їх застосуванні носить ієрархічний характер і може бути представлений як деревоподібна діаграма, її ще називають дендрограма. Дендрограма (dendrogram, від грец. dendron – "дерево") представляє собою деревоподібну діаграму, яка містить в собі  $m$  рівнів, кожний з яких належить одному з шагів процесу послідовного укрупнення кластерів [24].

З кожним кроком чисельність кластерів збільшується або зменшується. Робота більшої кількості таких методів базується на підрахунку матриці схожості, яка показує міри відстаней – тобто числа, які виражають "подібність" обох об'єктів. Ієрархічні методи розділяються на агломеративні (об'єднувальні) та дивизивні (розділові) в залежності від напрямку аналізу.

Необхідно обрати метод для побудови дендрограми, який визначає спосіб перерахунку матриці подібності або різності після об'єднання або розділення об'єктів до кластеру.

Існує декілька способів побудови дендрограм:

- 1) метод одинокого зв'язку, інша назва – «метод ближнього сусіда»;
- 2) метод повного зв'язку, інша назва – «метод дальнього сусіда»;

3) метод середнього зв'язку. Він в свою чергу поділяється на зважений та незважений;

4) центроїдний метод. Він також поділяється на зважений та незважений, як і метод середнього зв'язку. Цей метод використовується для перерахунку матриці відстаней. Відстань між двома кластерами – відстань між їх центр ваги;

5) метод Уорда. Тут в якості відстані використовується відстань між кластерами береться приріст суми квадратів відстаней об'єктів до центрів кластерів, отриманих в результаті їх об'єднання. Для оцінки відстаней між кластерів використовуються методи дисперсійного аналізу. Цей метод направлений на об'єднання кластерів, які знаходяться не далеко один від одного.

Ієрархічні агломеративні методи характеризуються послідовним об'єднанням початкових елементів і відповідним зменшенням числа кластерів.

Ієрархічні агломеративні методи виділяються ключовим чином за правилами об'єднання у кластери. Є безліч різних правил угруповання, кожне з яких породжує своєрідний ієрархічний метод. Найбільш поширені чотири з них: метод Уорда, одиночного зв'язку, середнього зв'язку та повного зв'язку.

Ієрархічні дивизивні (розділові) методи вважаються повною протилежністю до агломеративних методів. На самому початку розрахунку алгоритму всі досліджувані об'єкти відносяться до одного кластера, а вже під час процесу класифікації згідно певних правил поступово від цього кластера відділяються групи об'єктів, які схожі між собою [23].

Метод кластеризації К-середніх (K-Means) – це неієрархічний метод, що дозволяє розділити об'єкти на задане число кластерів у відповідності з досить "тонким" критерієм, що представляє собою статистику Фішера: ставлення міжкластерної дисперсії до внутрішньокластерної. В результаті розділення відбувається так, щоб мінливість змінних всередині кластерів стала малою, але великою між кластерами.

Дія алгоритму така, що він намагається мінімізувати сумарне квадратичне відхилення точок кластерів від центрів цих же кластерів:

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in B_i} (x_j - \mu_i)^2 \quad (2.1)$$

де  $k$  – кількість кластерів;

$B_i$  – отримані кластери;

$i = 1, 2, \dots, k$ ;

$\mu$  - центри ваги векторів  $x_j \in B_i$ .

Або, що те ж саме, об'єкти, що входять в один і той же кластер, були розташовані в просторі змінних близько, а вхідні в різні кластери - далеко один від одного.

На відміну від ієрархічних методів метод К-середніх не враховує всі можливі варіанти розбиття для заданої кількості кластерів. Починаючи роботу з якогось, як правило, довільного варіанта, метод послідовно змінює роділ до тих пір, поки не перестане змінюватися критерій оптимізації. Через це, якщо на шляху алгоритму він відповідає не глобальному максимуму критерію, а невеликій "гірці", метод може перестати працювати до досягнення глобально-оптимального розділу, саме тому початкові умови є дуже важливими при використанні цього методу.

Інша проблема при роботі з даним методом полягає в тому, що досліднику доводиться з якихось міркувань задавати число кластерів.

Таким чином, цей метод кластеризації істотно відрізняється від розглянутого нами вище агломеративного методу ієрархічної кластеризації.

Даний метод має певні недоліки, а саме:

не гарантується, що буде досягнуто глобального мінімуму сумарного квадратичного відхилення  $A$ , а лише одного з локальних мінімумів.

від вибору вхідних центрів кластерів залежить результат, а оптимальний вибір вхідних центрів кластерів невідомий.

необхідно володіти інформацією про кількість кластерів.

### 2.3. Методи дерев рішень для оцінки стану соціально-економічного розвитку регіонів

Дерева рішень відносять до одного з найбільш ефективних інструментів інтелектуального аналізу даних і передбачуваної аналітики, які дають змогу вирішити задачі класифікації і регресії.

Вони представляють з себе ієрархічні деревовидні структури, які складаються з вирішальних правил, які в свою чергу генеруються в процесі навчання на навчальній вибірці. Дерева рішень вважаються найбільш інтерпретованою аналітичною моделлю.

Взагалі поштовхом до появи та розвитку дерев рішень були дослідження моделювання людської поведінки за допомогою комп'ютерних систем ще в 1950-х роках. Подальший розвиток дерев рішень пов'язано з такими видатними іменами як Джон Р. Куинлен (розробив алгоритм ID3), а також Лео Брейман (запропонував алгоритм CART) [25].

Само дерево рішень – це метод представлення вирішальних правил в ієрархічній структурі, яка складається з двох типів – вузол та листя.

У вузлах знаходяться вирішальні правила і відбувається перевірка відповідності прикладів цьому правилу за якимось атрибутом вибірки, яка навчається. Найпростіший варіант – в результаті перевірки більшість прикладів, що потрапили до вузла, поділяються на дві підмножини, в одну з яких потрапляють приклади, що задовольняють правило, а в іншу – ті, що не задовольняють правилу. Потім до кожної з підмножини знову застосовуються правила і процедура знову повторюється до тих пір, поки не буде досягнута умова зупинки алгоритму. Як результат, в останньому вузлу перевірка і розподіл не відбувається і він вважається листком. Листок – це рішення кожного з прикладів, які потрапили до нього.

Отже, на відміну від вузла, у листку міститься не правило, а підмножина об'єктів, які задовольняють всім правилам гілки, яка закінчується цим же листком. Логічним є те, що для того, щоб потрапити в листок приклад має задовольняти

кожному з правил, що лежать на шляху до цього листка. Оскільки шлях в дереві до кожного листка є єдиним, кожний приклад може потрапити лише в один листок.

Основною сферою вживання дерев рішень вважається підтримка процесів прийняття управлінських рішень, які використовуються у статистиці, аналізі даних, машинному навчанні.

За допомогою даного апарату можливо вирішити такі задачі:

1) класифікація – віднесення об'єктів до одного з заздалегідь відомого класу;  
 2) регресія (чисельне передбачення) – передвачення числового значення невідомої змінної для заданого вхідного вектору;

3) опис об'єктів – набір правил в дереві рішень дозволяє компактно описати об'єкти. Тому замість важких структур, які описують об'єкти, можна зберігати дерева рішень.

Наразі є велика кількість алгоритмів навчання дерев рішень : ID3, CART, C4.5, C5.0, NewId, ITrule, CHAID, CN2 і так далі. Але найбільшу популярність отримали наступні:

ID3 (Iterative Dichotomizer 3) – алгоритм дозволяє працювати лише з дискретною цільовою змінною. Тому дерева рішень, які побудовані за допомогою цього алгоритму є класифікуючими. Цей алгоритм не може працювати з даними, які пропустили;

C4.5 – удосконалена версія вищеописаного алгоритму, в яку додана можливість працювати з пропущеними значеннями атрибутів;

CART (Classification and Regression Tree) – алгоритм навчання дерев рішень, який дозволяє використовувати як дискретну так і безперервну цільову змінну. Тобто є можливість вирішувати як задачі класифікації так і задачі регресії.

До основних етапів побудови дерев рішень відносять:

1) вибір атрибута, за яким буде здійснюватися розподіл в певному вузлі (атрибута розподілу);

2) вибір критерію зупинки навчання;

3) вибір метода відсікання гілок;

4) оцінка точності дерева, яке збудувалося.



Основана мета відсікання гілок – скорочення дерева. Існують різні критерії розщеплювання, але найбільш відомими є міра ентропії та індекс Джині. Розглянемо кожен з критеріїв більш детально. Перший - міра ентропії - використовується в деяких методах міра інформативності підмножин атрибутів, підґрунтям є ентропійний підхід, відомими назвами є «міра інформаційного виграшу» або міра ентропії. Другий – індекс Джині – критерій відсікання, який започаткував Брейман та реалізован в алгоритмі CART. Цей індекс допомагає атрибуту вибратися на основі відстаней між розподіленням класів. Уявимо, що дана множина  $B$ , яка складається з об'єктів  $n$  класів, тоді індекс Джині, тобто  $gini(B)$ , буде розраховуватись за формулою:

$$gini(B) = 1 - \sum_{i=1}^n p_j^2 \quad (2.2)$$

де  $B$  – поточний вузол дерева;

$p_j$  – вірогідність класу  $j$  у вузлі  $B$ ;

$n$  – кількість класів.

Коли будується дерево, особливу увагу приділяють його розміру, оскільки він повинен бути оптимальним. Воно повинно бути одночасно складним (враховується інформація з набору даних, який досліджується) та простим. Дерево повинно використовувати інформацію, яка поліпшує якість моделі і водночас не звертати уваги на ту інформацію, яка її погіршує [26].

Насправді, метод дерева рішень має достатню кількість переваг: швидкий процес навчання, вилучення правил на природній мові, інтуїтивно зрозуміла класифікаційна модель, висока точність передбачення у порівнянні з другими методами, побудова непараметричних моделей.

#### 2.4. Застосування методів факторного аналізу для аналізу стану соціально-

економічного розвитку регіонів

Факторний аналіз – це розділ багатомірного статистичного аналізу, який об'єднує методи оцінки розмірності множини змінних, які досліджуються за допомогою дослідження структури коваріаційних або кореляційних матриць. Основне припущення факторного аналізу в тому, що кореляційні зв'язки між великою кількістю досліджуваних змінних визначаються існуванням меншої кількості гіпотетично недосліджуваних змінних або факторів. У термінах випадкової величини – результатів досліджень  $A_1, \dots, A_n$  загальною моделлю факторного аналізу виступає лінійна модель:

$$A_i = \sum_{j=1}^k a_{ij}f_j + b_iU_i + \varepsilon_i, i = 1, \dots, n \quad (2.3)$$

де  $f_j$  – загальні фактори, випадкові величини;

$U_i$  – фактори, які вважаються специфічними для величини  $A_i$  і не корельовані з  $f_j$ ;

$\varepsilon_i$  – випадкові помилки;

$a_{ij}$  – факторні навантаження (навантаження  $i$ -ї змінної на  $j$ -й фактор);

$a_{ij} + b_i$  – невідомі параметри.

Вважається, що  $k < n$  задано, випадкові величини  $\varepsilon_i$  є незалежними між собою.

Факторний аналіз дозволяє вирішити два важливих завдання: описати об'єкт відповідно до його призначення та максимально компактно. За допомогою методу факторного аналізу було виявлено, що за наявності певних факторів, які відповідають за знаходження ліній, можна знайти присутність лінійних статистичних зв'язків.

Виділяють дві цілі факторного аналізу – визначення зв'язків між змінних, їх класифікування та зменшення кількості змінних.

Для виявлення найбільш важчих чинників і, як наслідок, факторної структури, необхідно застосовувати метод головних компонент. Модель методу головних компонент має наступний вигляд:

$$a'j = \sum z_{jr} f_r \quad (2.4)$$

де  $a'j$  – нормалізоване значення  $j$ -ї ознаки;

$z_{jr}$  – вага  $r$ -ї компоненти у  $j$ -ї ознаки;

$f_r$  –  $r$ -та головна компонента.

Сенс цього методу і заміні корельованих компонентів некорельованими факторами. Ще однією з важливих характеристик методу – можливість виключення з аналізу всі інші компоненти, котрі не мають відношення до інтерпретації результатів. Метод головних компонент – єдиний у своєму роді математично обдуманий та обґрунтований метод факторного аналізу.

Факторний аналіз може буває: розвідувальним - здійснюється без припущення про число факторів і їх навантаженнях та конфірмаційним - для перевірки гіпотез про число факторів і їх навантаженнях. До обов'язкових умови факторного аналізу входять:

наявність усіх ознак повинна бути лише кількісною;

кількість ознак має бути вдвічі більшою за кількість змінних;

необхідно обрати таку вибірку, яка була б однорідною;

вихідна змінна має бути розподілена симетрично;

факторний аналіз проводиться за змінною, що корелює.

В результаті аналізу і один фактор між собою об'єднуються змінні, які корелюють, як наслідок, виникає перерозподіл дисперсії між компонентами і виходить проста та наглядна структурна схема факторів. Після об'єднання корельованість компонент всередині кожного фактора між собою буде вище, ніж їх корельованість з компонентами з інших ознак. Ця процедура також дозволяє

виділити сховані змінні, а це особливо важливо, коли аналізується соціальне уявлення і цінності.

Сутністю факторного аналізу є процедура обертання факторів, тобто перерозподілу дисперсії згідно з певним методом. Обертання може бути ортогональним і косокутним [27 – 28].

Головна проблема факторного аналізу - виявлення та аналіз головних факторів. При виділенні компонент зазвичай виникають труднощі, бо не існує єдиного критерію виділення факторів, саме тому інтерпретація факторів – суб'єктивна оцінка. Є декілька найбільш вживаних критеріїв для визначення числа факторів:

критерій Кайзера або критерій власних чисел. Цей критерій запропонував Кайзер. Напевно, він є найбільш часто використовуваним. Відбираються тільки фактори, у яких власні значення дорівнюють одному або більше одиниці. Мається на увазі, що якщо фактор не виділяє дисперсію, еквівалентну, хоча б дисперсії однієї змінної, то він опускається;

критерій кам'янистого осипу чи критерій відсіювання. Він є графічним методом, який запропонував психолог Кеттела. Власні значення можливо зобразити у вигляді графіка. Кеттел запропонував знайти таке місце на графіку, у якому спадання власних значень зліва направо максимально сповільнюється. Передбачається, що праворуч від цієї точки знаходиться тільки "факторіальних осип". Однак цей критерій є дуже суб'єктивним і, на відміну від критерію власних чисел, статистично необґрунтований. При цьому недоліки обох критеріїв заключаються в тому, що перший часто зберігає безліч факторів, а інший – другий залишає дуже мало факторів, але ці два критерії вважаються досить гарними коли умови нормальні, є відносно невелике число факторів і багато змінних. На практиці постає значне питання: коли коли придбаний висновок може бути змістовно інтерпретовано. Саме тому пропонується застосовувати ще кілька критеріїв;

критерій значущості. Він тим паче ефективний, коли модель генеральної сукупності відома і відсутні другорядні фактори. Але критерій непридатний для

пошуку змін у моделі і реалізуємо тільки в факторному аналізі за методом найменших квадратів чи максимальної правдоподібності;

критерій частки відтворної дисперсії. Фактори ранжуються за часткою дисперсії, що детермінується, коли відсоток дисперсії є несуттєвим, виділення потрібно зупинити. Переважно, щоб виділені фактори пояснювали понад 80% розкиду. Недоліки критерії: по-перше, суб'єктивність виділення, по-друге, специфіка даних може бути така, що всі головні чинники не зможуть сукупно пояснити бажаного відсотка розкиду. Тому головні чинники повинні разом пояснювати не менше 50,1% дисперсії;

критерій інтерпретацію і інваріантності. Цей критерій поєднує статистичну точність з особистими інтересами. Відповідно до нього, ключові чинники можливо виділяти до тих пір, поки стане можлива їх ясна інтерпретація. Вона, в свою чергу, знаходиться в залежності від величини факторних навантажень, тобто якщо в факторі є хоча б одне сильне навантаження, він має можливість бути інтерпретованим. Можливий і обернений варіант – у випадку, якщо сильні навантаження є, проте інтерпретація є складною, від цієї компоненти бажано відмовитися.

### РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ОЦІНКИ СТАНУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ

3.1. Побудова моделі класифікації (ідентифікації) стану соціально-економічного розвитку регіонів

Відповідно до запропонованої концептуальної схеми, наведеної у п.2.1., розглянемо реалізацію моделі групування країн Європейського союзу на основі використання кластерного аналізу, що дозволить виділити серед однорідних регіонів країни із схожими характеристиками. Ця модель дозволить оцінити поточний стан соціально-економічного розвитку європейських країн та покаже основні відмінності між елементами відповідних груп.

Для початку виберемо ключові індикатори для кластеризації. На основі аналізу теоретичних джерел та проаналізованої системи показників у п. 1.3, 2.1. пропонується обрати систему факторів, яка буде містити низку змінних, що комплексно оцінюють стан соціально-економічного розвитку європейських регіонів.

Серед факторів обрані такі критерії за 2018-2020 роки: ВВП на душу населення, середньорічний дохід, рівень безробіття, індекс рівня освіти, індекс економічної свободи, індекс глобальної конкурентоспроможності та індекс ведення бізнесу [29 - 33]. Дані приведені в Додатку А.

Застосуємо для розробки моделі агломеративний метод кластеризації за Уордом та проведемо поступову кластеризацію за роками окремо та загальну за 3 роки. На першому етапі визначається кількість кластерів для 2018 року. Результати подано на рис. 3.1.

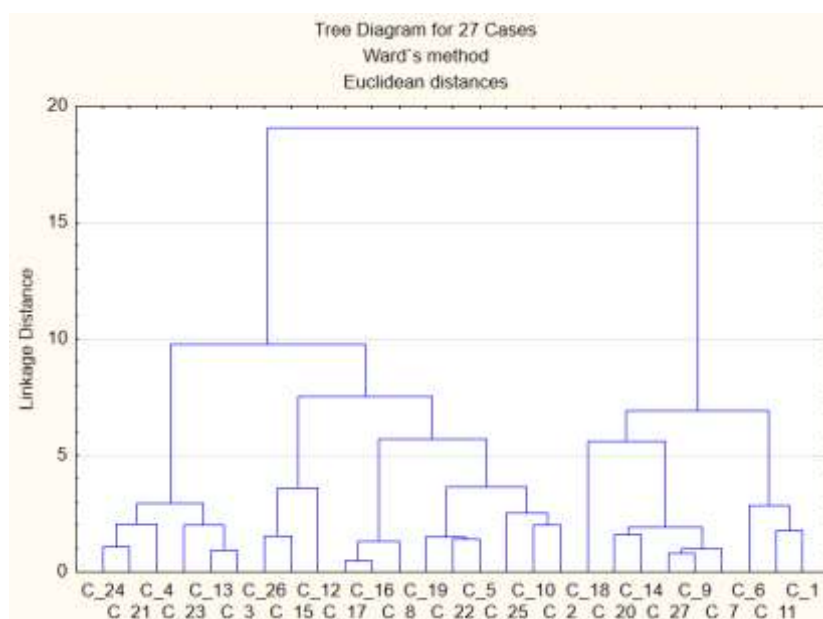


Рис. 3.1. Побудова дендрограми для 2018 року

Аналіз дендрограми дозволив дійти висновку, що можливо зробити кластеризацію на три групи. Графік середніх для цього розбиття показано на рис. 3.2.

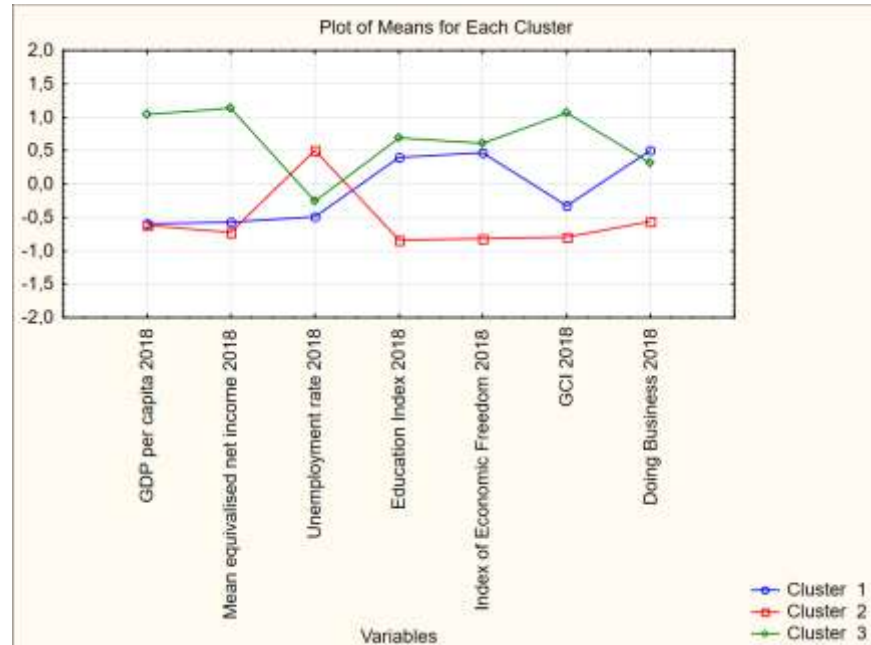


Рис. 3.2. Побудова графіку середніх для 2018 року

Кінцеву оцінку для отриманих графіків буде проведено в узагальненій таблиці результатів за країнами без прив'язки до фактично отриманого номеру кластеру. Аналогічно проведемо побудову для 2019 року. Спочатку визначається кількість кластерів для 2019 року. Результати подано на рис. 3.3.

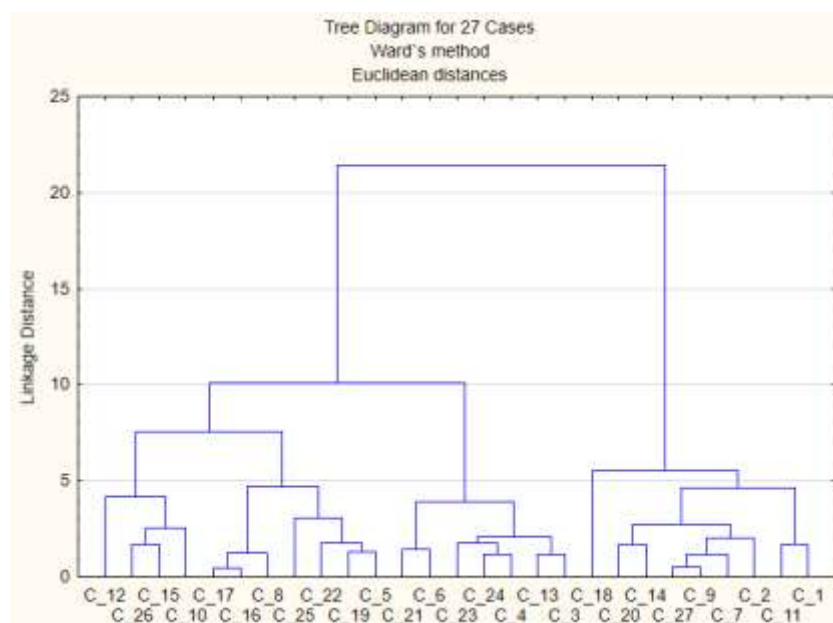


Рис. 3.3. Побудова дендрограми для 2019 року

На рисунку 3.3 видно, що можливо зробити кластеризацію на три групи. Графік середніх для цього розбиття показано на рис. 3.4.

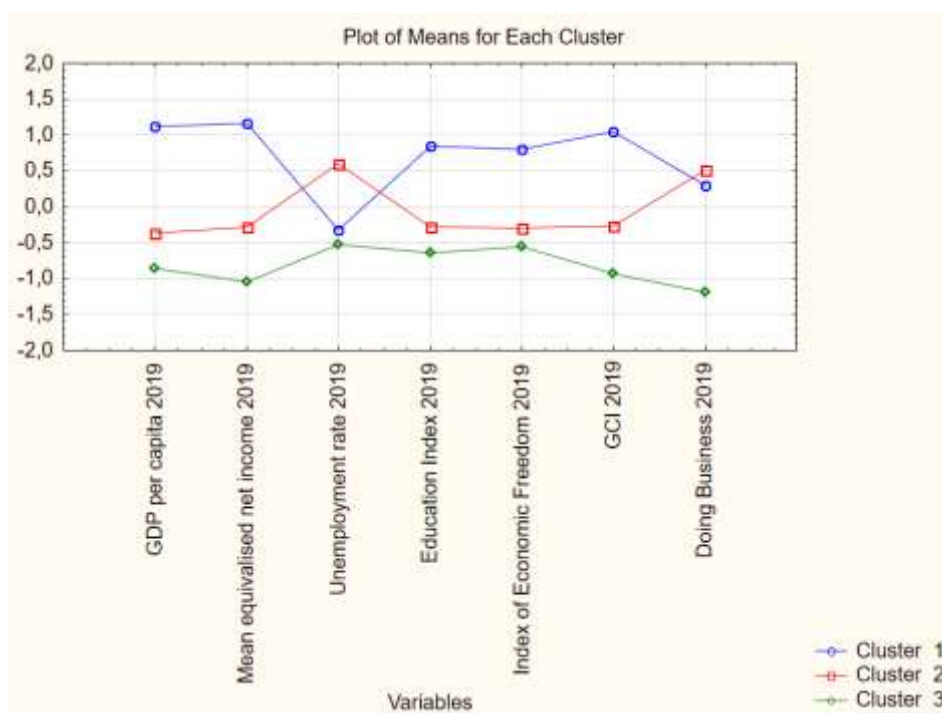


Рис. 3.4. Побудова графіку середніх для 2019 року

Схожу модель побудовано для даних 2020 року, тобто, спочатку відбувається процес визначення множини кластерів та перевірка розподілу регіонами за кластерами. Фактичний результат кластеризації подано на рис. 3.5.



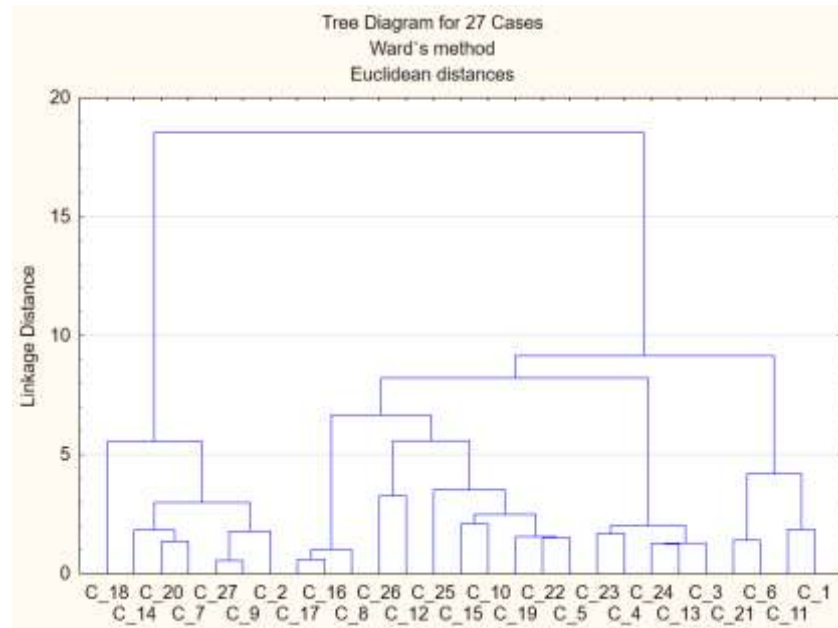


Рис. 3.5. Побудова дендрограми для 2020 року

Зображена на рис. 5 діаграма дозволяє дійти висновку про можливе виокремлення у вибірці трьох кластерів. Графік середніх за такої комбінації виглядає так, як показано на рис.3.6.

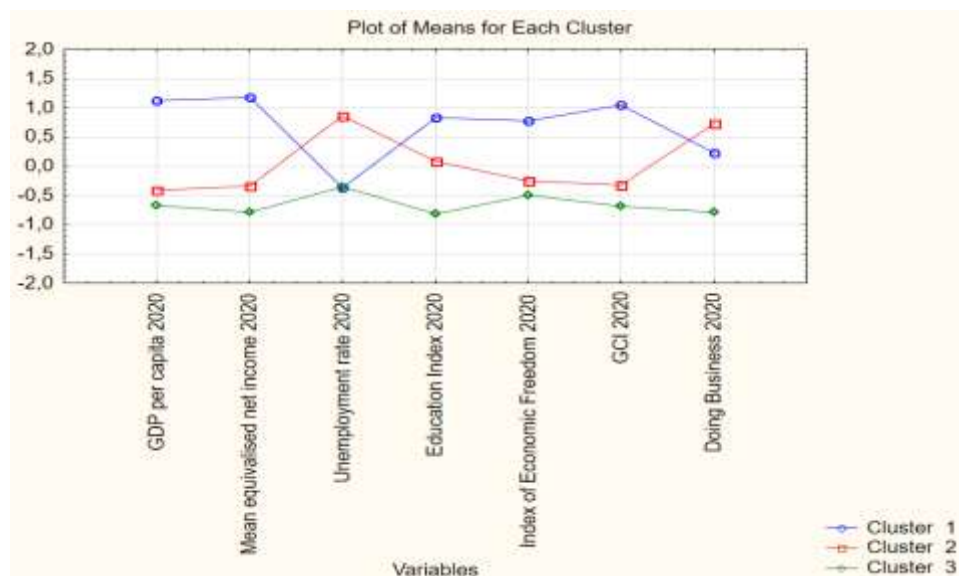


Рис.3.6. Побудова графіку середніх для 2020 року

У наступній таблиці показано типові розбиття на групи у динаміці (розбиття відбувається на основі характеристик «високого рівня СЕР», «достатнього рівня СЕР», «середнього рівня СЕР»).

Таблиця 3.1

## Розподіл країн за станом соціально-економічного розвитку

Країна	Рік		
	2018	2019	2020
1	2	3	4
Австрія	Високий	Високий	Високий
Бельгія	Середній	Високий	Високий
Болгарія	Достатній	Середній	Середній
Хорватія	Достатній	Середній	Середній
Кіпр	Середній	Достатній	Достатній
Чехія	Високий	Середній	Високий
Данія	Високий	Високий	Високий
Естонія	Середній	Достатній	Достатній
Фінляндія	Високий	Високий	Високий
Франція	Середній	Достатній	Достатній
Німеччина	Високий	Високий	Високий
Греція	Середній	Достатній	Достатній
Угорщина	Достатній	Середній	Середній
Ірландія	Високий	Високий	Високий
Італія	Середній	Достатній	Достатній
Латвія	Середній	Достатній	Достатній
Литва	Середній	Достатній	Достатній
Люксембург	Високий	Високий	Високий
Мальта	Середній	Достатній	Достатній
Нідерланди	Високий	Високий	Високий
Польща	Достатній	Середній	Достатній
Португалія	Середній	Достатній	Достатній
Румунія	Достатній	Середній	Середній
Словаччина	Достатній	Середній	Середній
Словенія	Середній	Достатній	Достатній
Іспанія	Середній	Достатній	Достатній
Швеція	Високий	Високий	Високий

Із таблиці видно, що з року в рік багато із досліджуваних країн мають мінливу характеристику (в основному – між групами із достатнім та середнім рівнями). Тому логічно створити загальну кластеризацію. Тобто тепер будується загальна, просторово-динамічна кластеризація за 2018-2020 роки. Емпірично було визначено, що фактор легкості ведення бізнесу не дає можливості виявити ключових розбіжностей між групами. Спочатку для неї також визначається прогнозована кількість кластерів за допомогою дендрограми, яку подано на рис. 3.7.

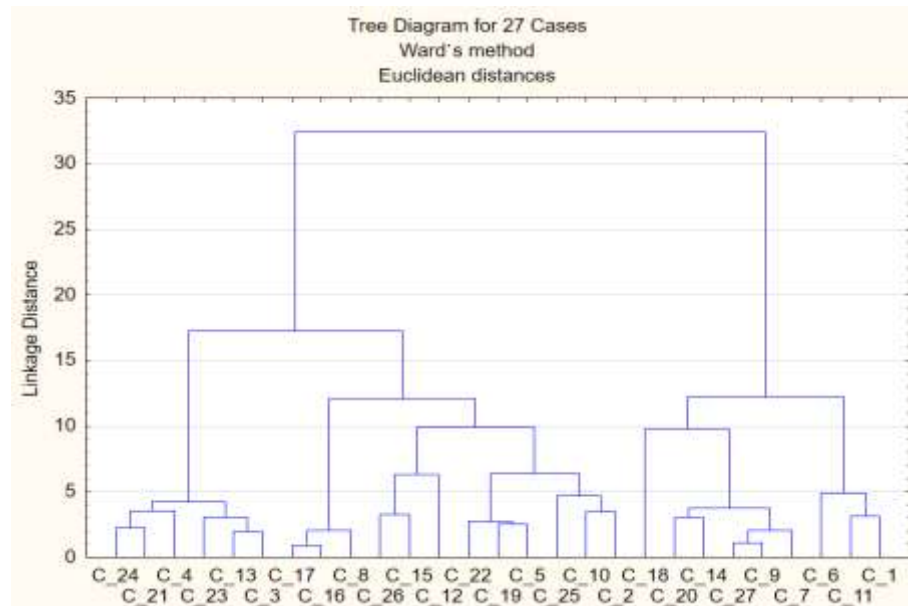


Рис. 3.7. Побудова дендрограми для 2018-2020 років

На попередньому рисунку видно, що можливо зробити вибірку на три групи. Графік середніх для цього розбиття показано на рис. 3.8.

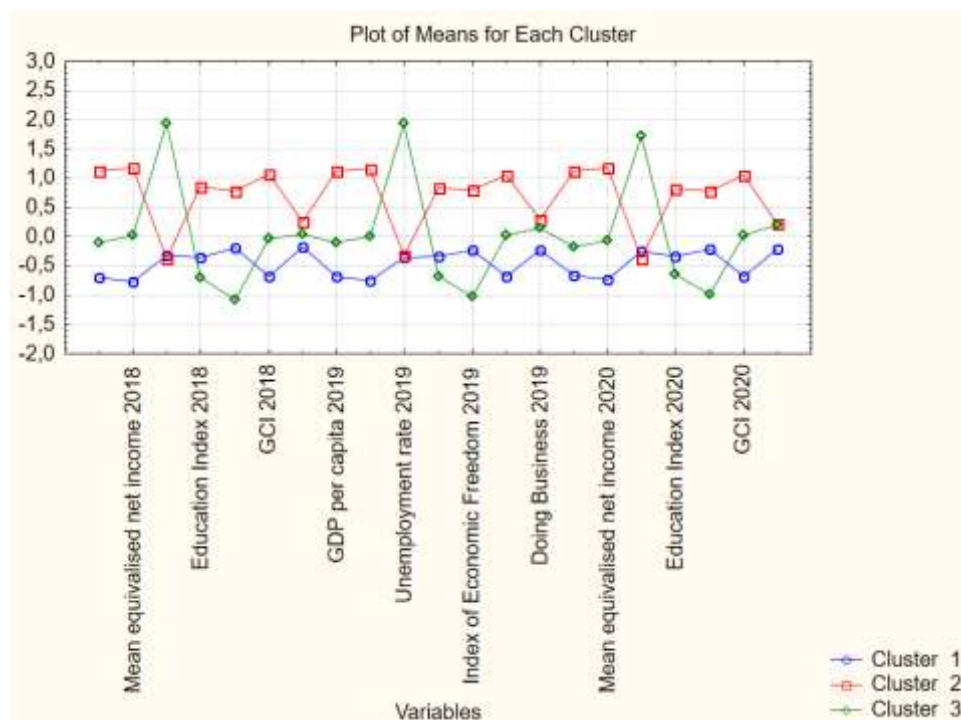


Рис. 3.8. Графік середніх просторово-динамічної кластеризації

Аналізуючи таблицю внутрішньогрупових та міжгрупових дисперсій для отриманого розбиття, можна сказати, що показники класифікації є статистично значущими і модель в цілому адекватна на рівні 95% (рис. 3.9).

Variable	Analysis of Variance (Spreadsheet5)					
	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p
<b>GDP per capita 2018</b>	18,02177	2	7,97823	24	27,10641	0,000001
Mean equivalised net income 2018	20,64596	2	5,35404	24	46,27379	0,000000
Unemployment rate 2018	17,61470	2	8,38530	24	25,20796	0,000001
Education Index 2018	10,30443	2	15,69557	24	7,87822	0,002342
Index of Economic Freedom 2018	10,54068	2	15,45932	24	8,18200	0,001953
GCI 2018	16,75655	2	9,24345	24	21,75362	0,000004
GDP per capita 2019	17,89471	2	8,10529	24	26,49337	0,000001
Mean equivalised net income 2019	19,91664	2	6,08336	24	39,28748	0,000000
Unemployment rate 2019	17,72749	2	8,27251	24	25,71527	0,000001
Education Index 2019	9,88460	2	16,11540	24	7,36036	0,003215
Index of Economic Freedom 2019	10,75553	2	15,24447	24	8,46644	0,001651
GCI 2019	16,50802	2	9,49198	24	20,86985	0,000006
GDP per capita 2020	17,75562	2	8,24438	24	25,84397	0,000001
Mean equivalised net income 2020	20,14106	2	5,85894	24	41,25193	0,000000
Unemployment rate 2020	13,82260	2	12,17740	24	13,62123	0,000111
Education Index 2020	9,48740	2	16,51260	24	6,89467	0,004306
Index of Economic Freedom 2020	10,02386	2	15,97614	24	7,52913	0,002897
GCI 2020	16,50802	2	9,49198	24	20,86985	0,000006

Рис. 3.9. Аналіз дисперсій по кластерам

Аналіз результатів кластеризації дозволив виокремити три кластери країн, склад яких в кінцевому вигляді показано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

## Аналіз результатів кластеризації

Назва групи	Склад групи
1	2
Кластер із високим рівнем соціально-економічного розвитку	Австрія, Чехія, Данія, Фінляндія, Німеччина, Ірландія, Люксембург, Нідерланди, Швеція
Кластер із достатнім рівнем соціально-економічного розвитку	Бельгія, Кіпр, Естонія, Франція, Греція, Італія, Латвія, Литва, Мальта, Португалія, Словенія, Іспанія
Кластер із середнім рівнем соціально-економічного розвитку	Болгарія, Хорватія, Угорщина, Польща, Румунія, Словаччина

Наступним кроком є побудова моделі прогнозування стану соціально-економічного розвитку країни. Для розробки моделі використано CART алгоритм супервайзорного навчання. На підставі розробленої моделі дерев рішень можна здійснити оцінку стану СЕР регіонів України. Для цього кожному із кластерів надається числова оцінка «1», «2», «3».

Ініціалізувавши метод CART, отримано результати розбиття (на основі даних 2020 року), показані на рис. 3.10.

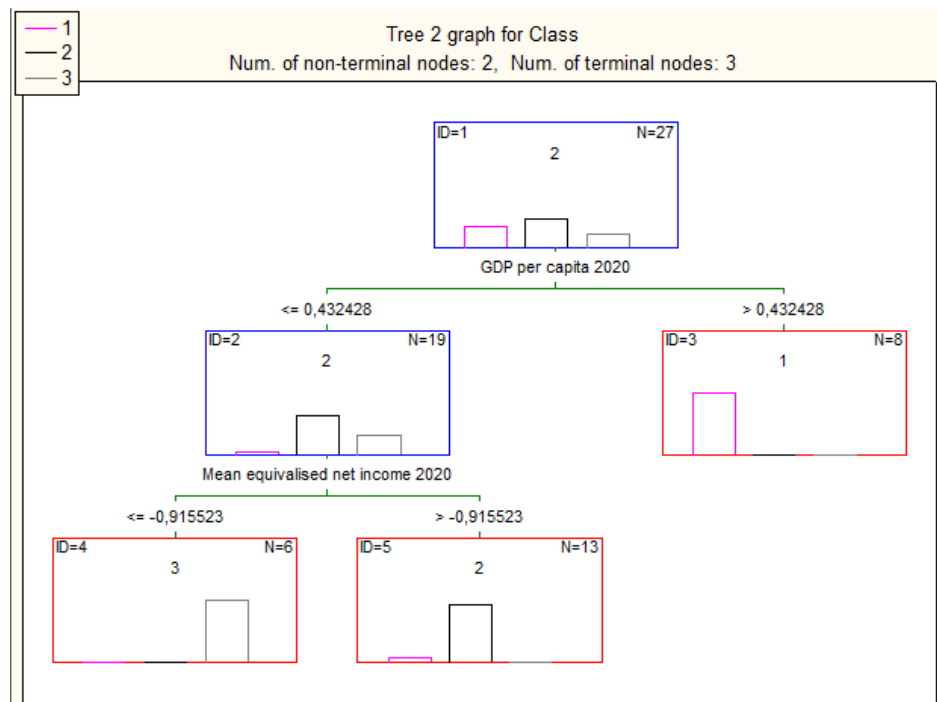


Рис. 3.10. Вигляд класифікаційного дерева

На рисунку 3.11 показана якість побудови дерева класифікацій. Видно, що 26 із 27 країн класифіковано згідно до правил дерева та відповідають результатам першочергової кластеризації, лише Чехія по моделі класифікаційних дерев має перейти до групи із «достатнім рівнем соціально-економічного розвитку».

Predicted values 2 (Spreadsheet1)						
Dependent variable: Class						
Options: Categorical response, Tree number 2, Analysis sample						
	Observed value	Predicted value	Probability for 1	Probability for 2	Probability for 3	Terminal node
1	1	1	1,000000	0,000000	0,000000	3
2	2	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
3	3	3	0,000000	0,000000	1,000000	4
4	3	3	0,000000	0,000000	1,000000	4
5	2	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
6	1	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
7	1	1	1,000000	0,000000	0,000000	3
8	2	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
9	1	1	1,000000	0,000000	0,000000	3
10	2	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
11	1	1	1,000000	0,000000	0,000000	3
12	2	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
13	3	3	0,000000	0,000000	1,000000	4
14	1	1	1,000000	0,000000	0,000000	3
15	2	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
16	2	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
17	2	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
18	1	1	1,000000	0,000000	0,000000	3
19	2	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
20	1	1	1,000000	0,000000	0,000000	3
21	3	3	0,000000	0,000000	1,000000	4
22	2	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
23	3	3	0,000000	0,000000	1,000000	4
24	3	3	0,000000	0,000000	1,000000	4
25	2	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
26	2	2	0,076923	0,923077	0,000000	5
27	1	1	1,000000	0,000000	0,000000	3

Рис. 3.11. Оцінка якості дерева класифікації

Орієнтуючись на рис. 3.9 можна сформулювати попередні правила розпізнавання та параметризації вхідних елементів. Вони є такими:

1. Якщо ВВП на душу населення більше стандартизованої оцінки 0,432428, то країну можна віднести до групи із високим рівнем соціально-економічного розвитку. В іншому випадку – використовуємо правило 2.

2. Якщо середнє значення доходу на душу більше стандартизованої оцінки -0,915523, то країну можна віднести до групи із достатнім рівнем соціально-економічного розвитку. В іншому випадку – країну можна віднести до групи із середнім рівнем соціально-економічного розвитку.

Правила розпізнавання стану соціально-економічного розвитку та параметризації вхідних елементів запишемо із конкретними величинами:

1. Якщо ВВП на душу населення більше 34129, то країну можна віднести до групи із високим рівнем соціально-економічного розвитку. В іншому випадку – використовуємо правило 2.

2. Якщо середнє значення доходу на душу більше 9497, то країну можна віднести до групи із достатнім рівнем соціально-економічного розвитку. В іншому випадку – країну можна віднести до групи із середнім рівнем соціально-економічного розвитку.

На основі побудованого, якісного дерева можна розрахувати поточне місце України у цій регіональній кластеризації. Величини ВВП на душу населення 2020 рівна 3726, а середнє значення доходу на душу становить 6301. Це означає, що нашу країну слід віднести до кластеру із середнім рівнем соціально-економічного розвитку.

### 3.2. Розробка моделей сегментації соціально-економічного розвитку регіонів України

У цій частині роботи відповідно до концептуальної схеми (рис. 2.1), наведеної у п. 2.1, здійснюється розробка моделі сегментації соціально-економічного розвитку регіонів України на базі регіональної статистики України, що дозволяє визначити області, які є «локомотивами» розвитку економічного та соціального потенціалу та території із середнім та низьким станом соціально-економічного розвитку, а, відповідно і низьким рівнем ефективності роботи господарюючих суб'єктів.

У якості математичного інструменту вибрано також методи кластерного аналізу. В якості початкових факторів використані зважені критерії: відсоток зайнятого населення у віці від 15 до 70 років до загального населення регіону, середньомісячна номінальна заробітна плата штатних працівників, валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу, капітальні інвестиції на одну особу, індекси споживчих цін [34 - 37].

Застосовується прийоми побудови кластерів за допомогою агломеративного методу та ітеративного методу К-середніх. Визначаємо кількість груп для 24 регіонів а міста Києва на основі створення дендрограми. Вона показана на рис. 3.12.

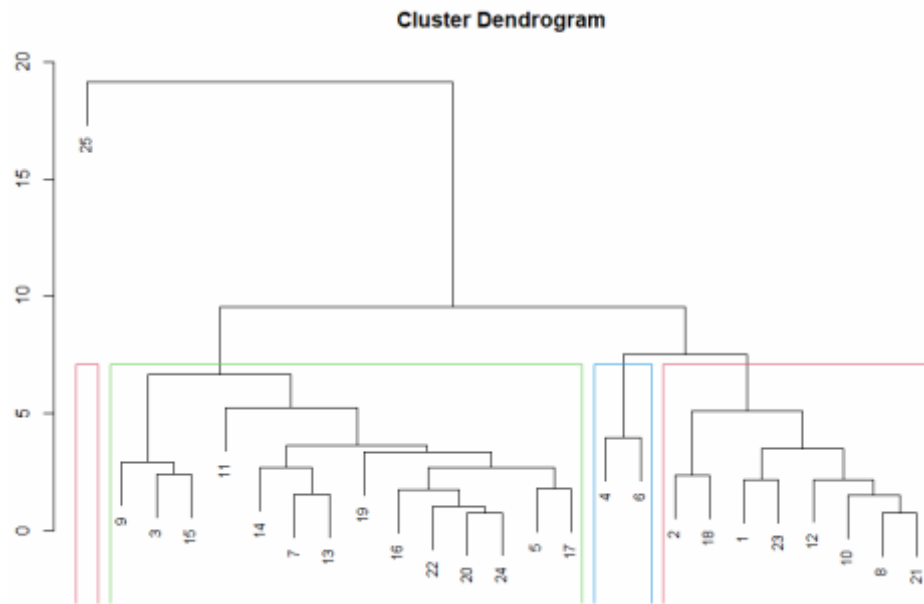


Рис. 3.12. Дендрограма розподілу регіонів

Для того, щоб підтвердити або спростувати гіпотезу про певну кількість кластерів слід додати графік «ліктя», який приведено на рис. 3.13.

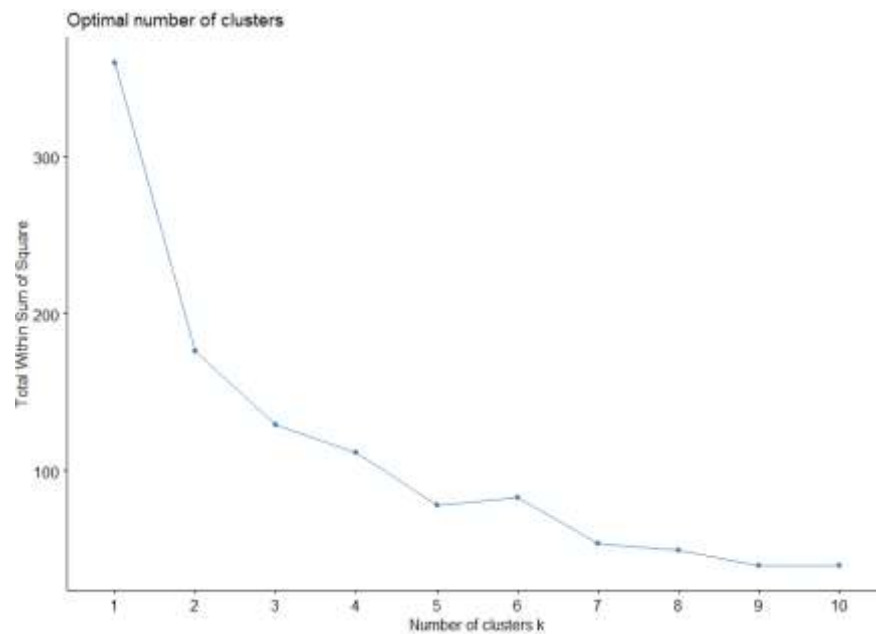


Рис. 3.13. Графік «ліктя»



Проаналізувавши дві побудови та оцінюючи початкові дані, можна виділити 4 групи для вхідної структури даних. Для такого розбиття є характерним графік середніх, який наведено на рис. 3.14.

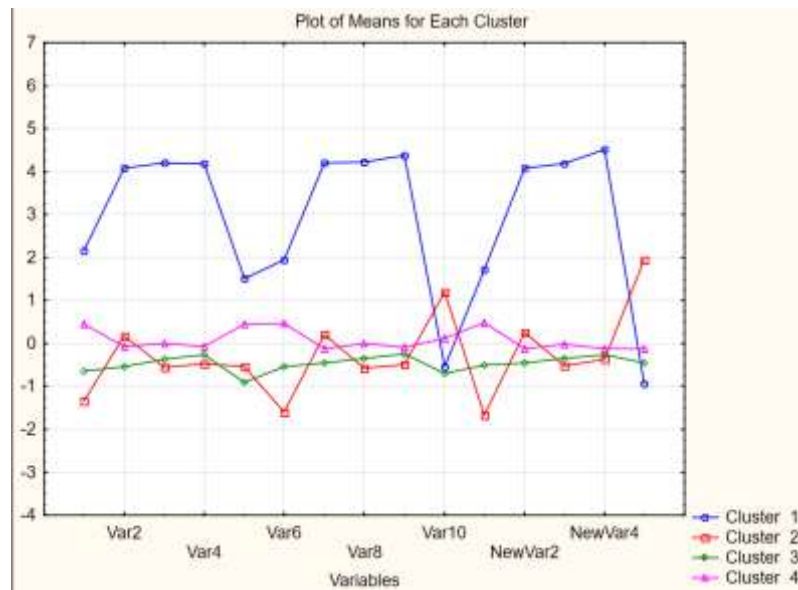


Рис. 3.14. Графік середніх значень для регіонів України

З метою інтерпретації вхідних елементів можна використати різноманітні типи візуалізації кластерного розподілу, проте на наступних двох рисунках показано найбільш відомі та вірні. На рисунку 3.15 подано першу:

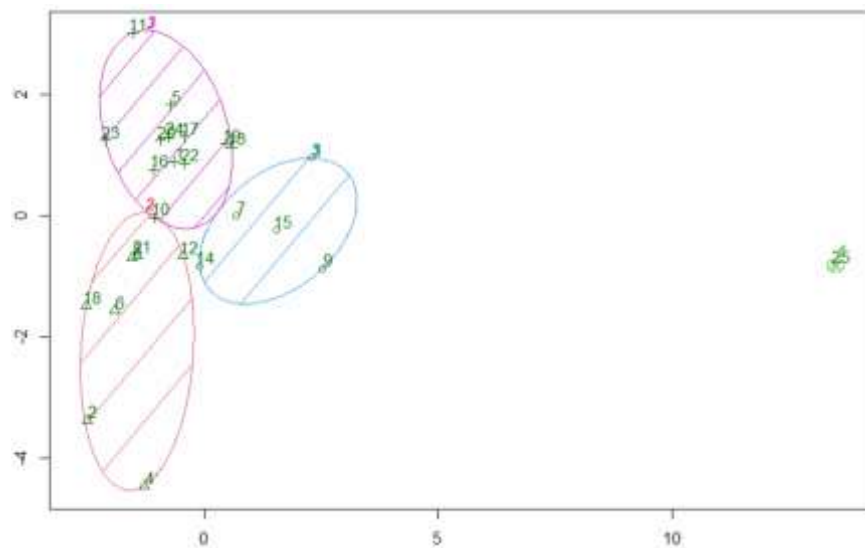


Рис. 3.15. Візуалізація кластерів

А на рисунку 3.16 подано візуалізацію, за якою здійснюються остаточні висновки за моделлю:



Рис. 3.16. Візуалізація кластерів за методом k-середніх

Виокремлені три кластери (з урахуванням м. Київ) мають таких склад елементів – регіонів (табл. 3.3)

Таблиця 3.3

#### Аналіз виділених кластерів

Назва групи	Склад кластеру
1	2
Група із найвищим рівнем соціально-економічного розвитку регіонів	м. Київ
Група із високим рівнем соціально-економічного розвитку регіонів	Дніпропетровська, Житомирська, Запорізька, Київська, Луганська, Миколаївська, Одеська, Полтавська, Рівненська, Сумська, Харківська, Херсонська, Черкаська, Чернігівська
Група із помірним рівнем соціально-економічного розвитку регіонів	Вінницька, Івано-Франківська, Кіровоградська, Львівська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька
Група із низьким рівнем соціально-економічного розвитку регіонів	Волинська, Донецька, Закарпатська

Отримані кластерні групи мають характеристики, що зібрані у наступній таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

## Вихідні характеристики отриманих груп

Назва групи	Характеристика
1	2
Група із найвищим рівнем соціально-економічного розвитку регіонів	Група із одного елемента, Київ кількісно і якісно переважає по всім із критеріїв протягом розглянутого періоду
Група із високим рівнем соціально-економічного розвитку регіонів	Всі критерії не мають різких змін, проте ламана у графіку середніх вище та краще, ніж у кластеру 3.
Група із помірним рівнем соціально-економічного розвитку регіонів	Всі критерії не мають різких змін, проте ламана у графіку середніх нижче та гірше, ніж у кластеру 2.
Група із низьким рівнем соціально-економічного розвитку регіонів	Кластер відмічається доволі найнижчим рівнем зайнятості та різким зростанням індексу споживчих цін у 2020 році

Для виокремлених груп здійснимо побудову моделі ідентифікації стану СЕР на базі дерев рішень (підхід CART).

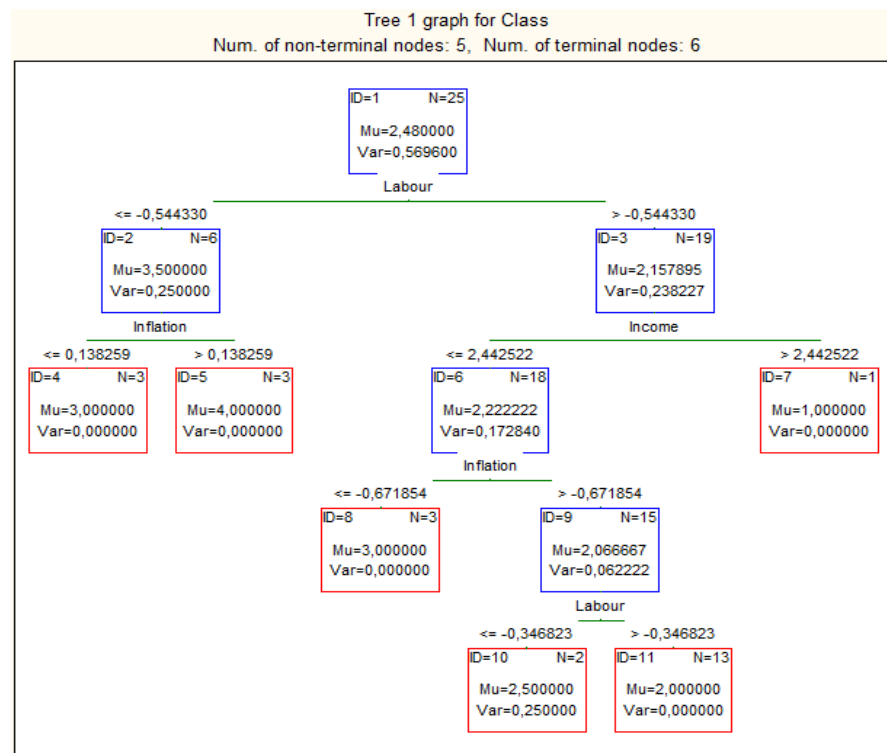


Рис. 3.17. Побудова класифікаційного дерева

Аналізуючи отриману структуру дерева, чітко видно основні критерії поділу на групи, які перш за все стосуються зайнятості в регіоні, отриманого доходу серед населення, а також інфляційними сподіваннями.

На рисунку 3.18 показана якість побудови дерева класифікацій. Видно, що 23 із 25 регіонів класифіковано згідно до правил дерева та відповідають результатам першочергової кластеризації, лише Львівська та Одеська області по вхідним характеристикам можуть бути віднесені як до групи із високим, так і з помірним рівнем розвитку.

Predicted values 1 (Spreadsheet27)				
Dependent variable: Class				
Options: Continuous response, Tree number 1, Analysis sample				
	Observed value	Predicted value	Standard error	Terminal node
1	3,000000	3,000000	0,000000	8,00000
2	4,000000	4,000000	0,000000	5,00000
3	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
4	4,000000	4,000000	0,000000	5,00000
5	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
6	4,000000	4,000000	0,000000	5,00000
7	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
8	3,000000	3,000000	0,000000	4,00000
9	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
10	3,000000	3,000000	0,000000	8,00000
11	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
12	3,000000	2,500000	0,500000	10,00000
13	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
14	2,000000	2,500000	0,500000	10,00000
15	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
16	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
17	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
18	3,000000	3,000000	0,000000	4,00000
19	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
20	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
21	3,000000	3,000000	0,000000	4,00000
22	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
23	3,000000	3,000000	0,000000	8,00000
24	2,000000	2,000000	0,000000	11,00000
25	1,000000	1,000000	0,000000	7,00000

Рис. 3.18. Оцінка якості дерева класифікації

Таким чином вдалось підтвердити якісне розбиття регіонів на групи та підтвердити можливість розподілу регіонів між групами на основі дерев

класифікації. Доволі чітко видно кількісні характеристики моделі, що відповідають за високу якість побудови.

### 3.3. Розробка моделі оцінки впливу індикаторів на стан соціально-економічного розвитку регіонів

Відповідно до концептуальної моделі із розділу 2.1 поданої роботи пропонується використати метод головних компонент, що дасть можливість створити сукупну оцінку соціально-економічного розвитку регіонів завдяки скороченню кількості факторів. Для більш адекватного рішення обрано дані за 2020 рік. Для початку дослідження варто обрати всі заявлені фактори та визначити кількість головних компонент. За методом Кайзера про відбір та аналіз лише факторних змінних обираємо власні значення, які не менші за 1.

Eigenvalues (Spreadsheet22)				
Extraction: Principal components				
Value	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	3,013723	60,27446	3,013723	60,27446
2	1,227437	24,54874	4,241160	84,82320

Рис. 3.19. Розрахунок власних чисел факторів

Бачимо що власні числа двох факторів перевищують значення 1, тобто кожен із них характеризуватиме мінімум один показник.

Використаємо критерій «кам'янистого осипу» для попереднього тлумачення кількості факторних змінних із вихідного масиву даних. Результат приведено на рис.3.20.

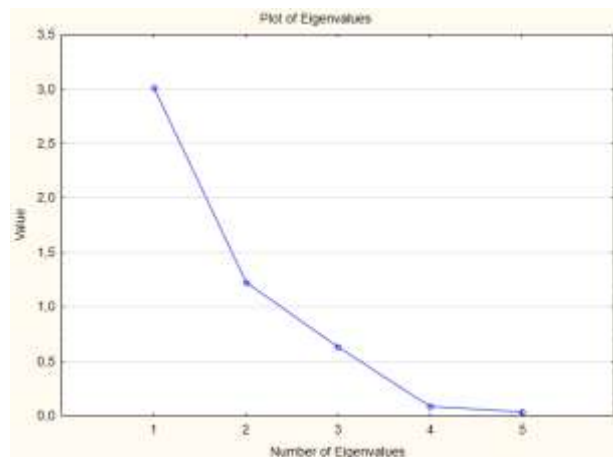


Рис. 3.20. Побудова графіку «кам'янистого осипу»

Визначаємо, що для дослідження потрібно використовувати два головних фактори для побудови майбутньої моделі. Далі знаходимо поточні навантаження факторних показників (рис. 3.21).

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized) (Spreadsheet22) Extraction: Principal components (Marked loadings are >,700000)	
	Factor 1	Factor 2
Var3	0,253925	-0,736635
Var6	0,972130	0,043602
Var9	0,944057	-0,244630
NewVar2	0,957993	-0,208066
NewVar5	0,020623	0,880091
Expl.Var	2,818933	1,422227
Prp.Totl	0,563787	0,284445

Рис. 3.21. Значення факторних навантажень змінних по моделі

Як видно з рис. 3.21, перший фактор має значущі навантаження за факторами середньомісячної заробітної плати, валового регіонального продукту у розрахунку на одну особу та капітальних інвестицій на одну особу. На другий фактору мають високі навантаження таких показників: відсоток зайнятого населення та індекси споживчих цін. Варто зазначити, що ці всі описані компоненти забезпечують рівень інформативності на рівні 84,82%. До головних компонент із додатними знаками відносяться саме компоненти зростання, а із знаком «-» приймаються значення коефіцієнтів-дестимуляторів. Виконаємо побудову факторних коефіцієнтів моделі (рис. 3.22).

Factor Score Coefficients (Spreadsheet22)	
Rotation: Varimax normalized	
Extraction: Principal components	
Variable	Factor
	1
	2
Var3	-0,013248
Var6	0,380321
Var9	0,326144
NewVar2	0,337005
NewVar5	0,140397

Рис.3.22. Таблиця коефіцієнтів факторних ознак лінійних рівнянь

Отже, маємо підсумкові рівняння, що означають використання кожної із приведених компонент:

$$Z1 = -0,013 \cdot x1 + 0,38 \cdot x2 + 0,326 \cdot x3 + 0,337 \cdot x4 + 0,14 \cdot x5$$

$$Z2 = 0,523 \cdot x1 + 0,179 \cdot x2 - 0,044 \cdot x3 - 0,014 \cdot x4 + 0,673 \cdot x5$$

Наведемо фактичні факторні значення факторів для кожного із приведених спостережень. Якщо отриманий показник має додатне значення, значить відображаються позитивні зміни у факторі, у випадку від'ємного значення – маємо негативні значення (рис. 3.23).

Factor Scores (Spreadsheet22)		
Rotation: Varimax normalized		
Extraction: Principal components		
Case	Factor 1	Factor 2
1	-0,210070	-0,63055
2	-0,312596	1,44044
3	0,615000	-0,51755
4	0,570677	3,05951
5	-0,499484	-0,84886
6	0,034301	2,26161
7	0,156380	-0,37771
8	-0,462949	-0,01523
9	0,870469	0,32570
10	-0,496923	-0,41470
11	-0,914355	-1,23851
12	0,028877	0,58905
13	-0,101855	-0,56000
14	-0,095219	0,00514
15	0,428747	-0,18233
16	-0,517993	-0,39197
17	-0,407567	-0,37903
18	-0,557126	0,66098
19	0,094288	0,54984
20	-0,522910	-0,57588
21	-0,426486	-0,12046
22	-0,244528	-0,32833
23	-0,877936	-0,73391
24	-0,438847	-0,52218
25	4,288105	-1,05507

Рис.3.23. Значення факторів

Таким чином було успішно скорочено поточних приведених значень соціально-економічного розвитку регіонів України з 5 до 2. Отримані елементи відображаються відповідні синонімічні властивості окремих змінних. Отримані оцінки показують на скільки по кожному із регіонів є реальна структура регіонів та наскільки добре передана емпірична інформація.

Повертаючись до результату по рис. 3.20, варто оцінити навантаження. Наші оцінки, які мають значення більше 0,7 сильно корелюють із фактором, а тому їх може бути включено до моделі.

Серед них можна провести градації та зрозуміти який із них максимально сильно впливає на кінцеве значення СЕР регіонів України. Результат показано в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Ранжування факторів СЕР для регіонів



Фактор	Ранг
1	2
Середньомісячна номінальна заробітна плата штатних працівників (стимулятор)	1
Капітальні інвестиції на одну особу (стимулятор)	2
Валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу (стимулятор)	3
Індекси споживчих цін (дестимулятор)	4
Відсоток зайнятого населення у віці від 15 до 70 років до загального населення регіону (стимулятор)	5

Таким чином, перед регіональними та загальнодержавними органами стоїть задача синергетичного характеру. Виходить, що першочерговим завданням є забезпечення підвищення заробітної плати працівників за допомогою зростання капітального інвестування та розширення валового регіонального продукту. При цьому важливо утримувати інфляційні сподівання та (що важливо) підвищуючи кількість зайнятих в економіці.

## ВИСНОВКИ

За результатами проведеного дослідження можна впевнено сказати, що соціально-економічний стан – це багатозначна характеристика, яка охоплює процес функціонування народного господарства за соціальним та економічним напрямками, показує наскільки комфортно мешкати жителям на певній території. Соціально-економічний розвиток вважається одним з найважливіших показників для оцінки розвитку держави як для окремого мешканця країни, так і для країни у світовому господарстві в цілому.

Аналіз теоретичних особливостей соціально-економічного стану та розвитку дозволили визначити, що поглиблення у дану тему залишається особливо

актуальним сьогодні, оскільки окремі питання цієї проблематики потребують обґрунтування з точки зору економіко-математичного моделювання, а результати мають істотне значення для поліпшення умов життя мешканців окремої території.

Під час створення концептуальної схеми дослідження враховувалися та отримали подальший розвиток теоретичних та практичних доробок з питань соціально-економічного розвитку регіону, також здійснено планування розрахункової частини дипломної роботи. Необхідним вважаємо виокремити проміжний етап роботи – аналітичний аналіз методів моделювання соціально-економічного стану регіонів, які є доцільними у використанні в межах вказаної теми.

У заключній частині роботи запропоновано моделі ідентифікації та прогнозування стану соціально-економічного розвитку країн ЄС на основі головних індикаторів розвитку, а саме – ВВП на душу населення, середньорічний дохід, рівень безробіття, індекс рівня освіти, індекс економічної свободи, індекс глобальної конкурентоспроможності та індекс ведення бізнесу для країн Євросоюзу; відсоток зайнятого населення у віці від 15 до 70 років для загального населення регіону, середньомісячна номінальна заробітна плата штатних працівників, валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу, капітальні інвестиції на одну особу, індекси споживчих цін – для України. Була реалізована модель групування країн Євросоюзу на основі використання кластерного аналізу, яка дозволила оцінити поточний стан соціально-економічного розвитку європейських країн та показала основні відмінності між елементами відповідних груп; побудована модель прогнозування стану соціально-економічного розвитку країн з використанням CART алгоритму супервайзорного навчання, на підставі розробленої моделі дерев рішень здійснено оцінку стану соціально-економічного розвитку для України.

Також була здійснена розробка сегментації регіонів України соціально-економічного розвитку, за наведеними вище даними, визначили ведучі області нашої країни за допомогою кластерного аналізу. Наступним кроком була створена модель оцінки впливу головних індикаторів на стан соціально-економічного розвитку та їх ранжування на основі використання методу головних компонент.

Підбиваючи підсумки, слід сказати, що в ході дослідження було досягнуто поставлену мету, а саме – побудовано комплекс моделей оцінки, аналізу та прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів із застосуванням системи інструментів Data Science та багатовимірною аналізу, який підвищує рівень розпізнавання поточного та прогнозного стану розвитку регіонів країни та якість ухвалення управлінських рішень з управління її макроекономічним розвитком. В цілому. Для досягнення заданої мети було вирішено наступні завдання:

проаналізовано основні напрямки соціально-економічного розвитку регіонів;

розглянуто сценарії соціально-економічного розвитку регіонів;

проаналізовано вплив пандемії на регіональний стан та подальший розвиток регіонів;

розроблено моделі класифікації регіонів для оцінки стану соціально-економічного розвитку;

застосовано метод «дерева рішень» для оцінки стану соціально-економічного розвитку регіонів;

застосовано факторний аналіз, а саме метод головних компонент для аналізу стану соціально-економічного розвитку регіонів.

.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Статистичний щорічник України за 2010 рік / Держкомстат України / За ред. О. Г. Осауленко. – К. : ТОВ «Август Трейд», 2011. – 559 с.
2. Data refer to the year 2010. World Economic Outlook Database September 2011 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo>
3. Медведев В. С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В. С. Медведев, В. Г. Потемкин / под общ. ред. к. т. н. В. Г. Потемкина. – М. : ДИАЛОГ-МИФИ., 2002. – 496 с.

4. Антонов В. В. Методика комплексної оцінки соціально-економічного розвитку області та її адміністративно-територіальних одиниць (на прикладі Дніпропетровської області) / В. В. Антонов, Л. М. Зайцева. – Дніпропетровськ : ДРІДУ НАДУ, 2004.
5. Регіони України: проблеми та пріоритети соціально-економічного розвитку : монографія / за ред. З. С. Варналія. – К. : Знання України, 2005. – 498 с.
6. Гавкалова Н. Л. Социально-экономическое развитие регионов: проблемы, перспективы, трансграничное сотрудничество / Н. Л. Гавкалова // Научные труды Донецкого національного технического университета. Серия: экономическая. – 2013. – №4(46). – С. 5 – 12.
7. Кулинич Р. О. Комплексна оцінка результатів соціально-економічного розвитку регіонів України (на основі розрахунку відхилень від середніх величин) / Р. О. Кулинич // Університетські наукові записки Хмельниц. ун-ту управління та права. – 2007. – № 1 (21). – С. 348-351.
8. Трусова Т. В. Математичні моделі процесу прийняття рішень щодо інвестування соціальної сфери та його інформаційна підтримка : автор. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 01.05.02 «Математичне моделювання та обчислювальні методи» / Т. В. Трусова. – К. , 2004. – 20 с.
9. Trusova T. V. Mathematical design and statistical analysis in the process of control after realization of investing in medicine // Abstracts. International Workshop. Prediction and decision making under uncertainties (PDMU-2004), May 25-30, 2004. – Ternopil (Ukraine), 2004. – P. 70–71.
10. Кононова К. Ю. Моделювання інвестиційних процесів в регіоні на основі енерговиробничих циклів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.03.02 «Економіко-математичне моделювання» / К. Ю. Кононова. – Х. , 2002. – 18 с.
11. Коваленко О.Ю. Економіко-математичне моделювання як інструмент ефективного управління природно-заповідними територіями / О. Ю. Коваленко // Наукові праці ЧДУ імені Петра Могили, 2008. – Т. 89. – Вип. 76.– С. 134-141.
12. Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і

соціального розвитку України : Закон України від 23 берез. 2000 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http:// zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1602-14](http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1602-14)

13. А.Браймен, Э. Белл. Методы социальных исследований. Группы, организации и бизнес / Пер. с англ. – Х. : Изд-во Гуманитарный Центр, 2012. – 776 с.

14. Кетков Ю. Л. MATLAB 7: программирование, численные методы / Ю. Л. Кочетков, А. Ю. Кетков, М. М. Шульц. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 752 с.

15. Головне управління статистики у Львівській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.stat.lviv.ua/>.

16. Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України : Закон України від 23 берез. 2000 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http:// zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1602-14](http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1602-14)

17. Про державні цільові програми : Закон України від 18 берез. 2004 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://zakon1. rada.gov.ua/laws/show/1621-15](http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1621-15)

18. Регіональна політика і територіальний розвиток [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

[http://re.gov.ua/re202002/re202002\\_005\\_StoronyanskaIZ,BenovskaLYa.pdf](http://re.gov.ua/re202002/re202002_005_StoronyanskaIZ,BenovskaLYa.pdf)

19. Кулинич Р.О. Комплексна оцінка результатів соціально-економічного розвитку України та країн СНД / Р. О. Кулинич // Університетські наукові записки. – Хмельницький : Вид-во Хмельниц. ун-ту упр. та права, 2008. – №1. – С.409 – 415

20. ЕВРОПЕЙСКАЯ ПРАВДА [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.eurointegration.com.ua/rus/tags/coronavirus/>

21. Конституційні акти Європейського Союзу (в редакції Лісабонського договору) / пер. Геннадія Друзенка та Світлани Друзенко, за заг. ред. Геннадія Друзенка. – К. : «К.І.С.», 2010.

22. Інноваційно-кластерний розвиток як чинник зростання конкурентоспроможності економічних систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/7046/1/Dissertation%20Onipko.pdf>

23. Лукань Л. Застосування кластерного аналізу для оцінки розвитку

малого підприємництва в регіонах України / Л. Лукань, Г. Цегелик // Формування ринкової економіки в Україні. – 2009. – №19. – С.73 – 80.

24. Бойко Л. І. Кластери як одна із ефективних форм співробітництва / Л. І. Бойко, С. В. Кудря // Економічний простір. – 2009. – № 1. – С.327–331.

25. Системи підтримки прийняття рішень [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://kist.ntu.edu.ua/textPhD/sppr2.pdf>

26. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений: учебное пособие / Орлов А. И. : – М. : МарТ, 2005. – 496 с

27. Иберла К. Факторный анализ: научное издание / К. Ибрела; Пер. с нем. В. М. Ивановой; Предисл. А. М. Дуброва. – М. : Статистика, 1980. – 398 с.

28. Факторный анализ в социально-экономических исследованиях / В. М. Жуковская, И. Б. Мучник. – М. : Статистика, 1980. – 152 с.

29. Аналіз соціально-економічного розвитку проблемних регіонів країн Європейського Союзу [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.problecon.com/export\\_pdf/problems-of-economy-2014-3\\_0-pages-45\\_53.pdf](https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2014-3_0-pages-45_53.pdf)

30. Індекси як критерії оцінки міжнародної соціально-економічної динаміки [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.visnykeconom.uzhnu.uz.ua/archive/31\\_2020ua/24.pdf](http://www.visnykeconom.uzhnu.uz.ua/archive/31_2020ua/24.pdf)

31. Eurostat. Real GDP per capita [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg\\_08\\_10/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_08_10/default/table?lang=en)

32. Eurostat. Mean and median income by age and sex [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>

33. Eurostat. Unemployment rates by sex, age and citizenship (%) [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=lfsq\\_urgan&lang=en](https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=lfsq_urgan&lang=en)

34. Статистичний збірник "Регіони України" 2018. Частина 1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2018/zb/11/zb\\_ru1ch2018.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zb_ru1ch2018.pdf)

35. Статистичний збірник "Регіони України" 2018. Частина 2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу:

[http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2018/zb/11/zb\\_ru2ch2018.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zb_ru2ch2018.pdf)

36. Статистичний збірник "Регіони України" 2019. Частина 1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу:

[http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2019/zb/12/zb\\_ru1ch2019.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/12/zb_ru1ch2019.pdf)

37. Статистичний збірник "Регіони України" 2019. Частина 2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу:

[http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2019/zb/12/zb\\_ru2ch2019.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/12/zb_ru2ch2019.pdf)

## ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – перша таблиця додатка

Вихідні дані 2018 року для побудови кластерного аналізу в частині 3.1

Country	GDP per capita 2018	Mean equivalised net income 2018	Unemployment rate 2018	Education Index 2018	Index of Economic Freedom 2018	GCI 2018	Doing Business 2018
1	2	3	4	5	6	7	8
Austria	37720,00	27804,00	4,60	0,87	71,80	76,30	83,10
Belgium	35520,00	25196,00	5,70	0,90	67,50	76,60	91,40
Bulgaria	6330,00	4644,00	4,70	0,79	68,30	63,60	85,40

Croatia	12200,00	7371,00	8,60	0,80	61,00	60,10	82,50
Cyprus	24430,00	17582,00	7,60	0,81	67,80	65,60	91,20
Czech Republic	17990,00	10098,00	2,00	0,89	74,20	71,20	83,50
Denmark	48450,00	33759,00	5,10	0,92	76,60	80,60	92,50
Estonia	14970,00	11746,00	4,40	0,88	78,80	70,80	95,20
Finland	36740,00	27389,00	6,00	0,93	74,10	80,30	92,40
France	32820,00	25379,00	9,00	0,81	63,90	78,00	93,30
Germany	35690,00	25882,00	3,20	0,94	74,20	82,80	83,50
Greece	17430,00	9034,00	18,70	0,83	57,30	62,10	92,40
Hungary	12690,00	6123,00	3,60	0,82	66,70	64,30	87,60
Ireland	58100,00	28630,00	5,40	0,92	80,40	75,70	94,40
Italy	27030,00	19208,00	10,80	0,79	62,50	70,80	86,80
Latvia	12140,00	8738,00	6,90	0,88	75,30	66,20	94,10
Lithuania	13400,00	8415,00	6,00	0,89	76,40	67,10	93,10
Luxembourg	84040,00	40075,00	5,30	0,80	69,71	71,47	90,28
Malta	22350,00	16749,00	3,60	0,82	69,71	71,47	90,28
Netherlands	41450,00	26848,00	3,50	0,91	84,20	82,40	94,30
Poland	12420,00	7337,00	3,80	0,87	63,40	68,20	82,80
Portugal	18190,00	11063,00	6,80	0,76	69,40	70,20	90,90
Romania	8700,00	3825,00	4,10	0,76	58,20	63,50	89,70
Slovakia	15510,00	7870,00	6,10	0,82	64,80	66,80	82,00
Slovenia	20240,00	14127,00	4,30	0,89	63,00	69,60	94,70
Spain	24880,00	16937,00	14,50	0,84	65,10	74,20	86,70
Sweden	43760,00	27703,00	5,90	0,91	76,30	81,70	94,70

Таблиця А.2 – друга таблиця додатка

Вихідні дані 2019 року для побудови кластерного аналізу в частині 3.1

Country	GDP per capita 2019	Mean equivalised net income 2019	Unemployment rate 2019	Education Index 2019	Index of Economic Freedom 2019	GCI 2019	Doing Business 2019
1	2	3	4	5	6	7	8
Austria	38110,00	28568,00	4,20	0,87	72,00	76,60	83,20
Belgium	36090,00	26275,00	5,20	0,90	67,30	76,40	91,40
Bulgaria	6630,00	5551,00	4,10	0,78	69,00	64,90	85,40
Croatia	12700,00	8089,00	7,20	0,80	61,40	61,90	82,60
Cyprus	25370,00	19302,00	6,40	0,83	68,10	66,40	91,20
Czech	18460,00	11068,00	2,00	0,89	73,70	70,90	82,10



Republic							
Denmark	49270,00	34332,00	4,90	0,92	76,70	81,20	92,50
Estonia	15510,00	12780,00	4,10	0,88	76,60	70,90	95,30
Finland	37200,00	28061,00	6,00	0,93	74,90	80,20	92,40
France	33320,00	26210,00	8,40	0,81	63,80	78,80	93,30
Germany	35980,00	26105,00	3,10	0,94	73,50	81,80	83,60
Greece	17760,00	9382,00	16,80	0,83	57,70	62,60	92,40
Hungary	13270,00	6568,00	3,30	0,82	65,00	65,10	87,90
Ireland	60130,00	29684,00	4,50	0,92	80,50	75,10	94,40
Italy	27210,00	19528,00	9,90	0,79	62,20	71,50	86,80
Latvia	12530,00	9749,00	6,00	0,88	74,20	67,00	94,10
Lithuania	14050,00	9264,00	6,40	0,89	75,90	68,40	93,20
Luxembourg	85030,00	42818,00	5,80	0,80	69,37	71,89	89,82
Malta	22720,00	17246,00	3,50	0,82	69,37	71,89	89,82
Netherlands	41980,00	27352,00	3,30	0,91	84,40	82,40	94,30
Poland	13020,00	8022,00	2,90	0,87	65,30	68,90	82,80
Portugal	18670,00	11786,00	6,80	0,76	68,60	70,40	90,90
Romania	9120,00	4419,00	3,90	0,76	58,90	64,40	83,90
Slovakia	15890,00	8523,00	5,60	0,82	65,50	66,80	82,00
Slovenia	20720,00	15236,00	4,00	0,90	58,30	70,20	92,90
Spain	25200,00	17287,00	13,80	0,84	65,70	75,30	86,90
Sweden	44180,00	26356,00	6,30	0,91	75,20	81,20	93,10

Таблиця А.3 – третя таблиця додатка

Вихідні дані 2020 року для побудови кластерного аналізу в частині 3.1

Country	GDP per capita 2020	Mean equivalised net income 2020	Unemployment rate 2020	Education Index 2020	Index of Economic Freedom 2020	GCI 2020	Doing Business 2020
1	2	3	4	5	6	7	8
Austria	35390,00	29503,00	5,50	0,87	73,30	76,60	83,20
Belgium	33950,00	27641,00	5,80	0,90	68,90	76,40	92,30
Bulgaria	6380,00	5927,00	5,30	0,78	70,20	64,90	85,40
Croatia	11720,00	8643,00	9,20	0,81	62,20	61,90	85,30
Cyprus	23770,00	19430,00	8,10	0,83	70,10	66,40	92,00
Czech	17340,00	11885,00	3,00	0,89	74,80	70,90	82,10

Republic							
Denmark	48150,00	34346,00	5,80	0,92	78,30	81,20	92,70
Estonia	15010,00	13705,00	7,40	0,88	77,70	70,90	95,40
Finland	36070,00	28683,00	7,40	0,93	75,70	80,20	93,50
France	30610,00	24842,00	8,30	0,82	66,00	78,80	93,10
Germany	34310,00	27520,00	3,10	0,94	73,50	81,80	83,70
Greece	16170,00	9993,00	16,20	0,85	59,90	62,60	96,00
Hungary	12680,00	7258,00	4,20	0,82	66,40	65,10	88,20
Ireland	62980,00	29684,00	5,70	0,92	80,90	75,10	94,40
Italy	24890,00	19528,00	9,50	0,79	63,80	71,50	86,80
Latvia	12150,00	10413,00	7,90	0,88	76,70	67,00	94,10
Lithuania	14030,00	10491,00	9,10	0,90	75,80	68,40	93,30
Luxembourg	82250,00	43687,00	6,60	0,81	70,55	71,89	89,62
Malta	20380,00	19048,00	4,40	0,83	70,55	71,89	89,62
Netherlands	40160,00	28805,00	4,00	0,91	84,10	82,40	94,30
Poland	12700,00	8907,00	3,10	0,87	67,00	68,90	82,90
Portugal	17070,00	12696,00	7,20	0,77	69,70	70,40	90,90
Romania	8810,00	4846,00	5,20	0,77	61,00	64,40	87,70
Slovakia	15180,00	9003,00	7,00	0,83	67,80	66,80	84,80
Slovenia	19720,00	15836,00	5,10	0,91	58,80	70,20	93,00
Spain	22350,00	18116,00	16,10	0,83	66,90	75,30	86,90
Sweden	42640,00	26646,00	7,90	0,92	74,90	81,20	93,10

## ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – перша таблиця додатка

Вихідні дані 2018 року для побудови кластерного аналізу в частині 3.2

Область	2018 Зайняте населення у віці 15– 70 років, відсотків до населення віком 15- 70 років	2018 Середньомісячна номінальна заробітна плата штатних працівників	2018 Валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу	2018 Капітальні інвестиції на одну особу	2018 Індекси споживчих цін
1	2	3	4	5	6
Вінницька	62,8	4189	37270	5224	110
Волинська	57,7	4047	30387	6144	111,8
Дніпропетровська	64,1	5075	65897	10239,5	112,7
Донецька	58,3	5989	26864	2806	111,6
Житомирська	63	4000	30698	4477,5	112,6
Закарпатська	60,9	4298	22989	3712,2	111,7
Запорізька	62,2	5080	50609	6323,7	112,3
Івано-Франківська	60	4202	33170	5765,8	110,9
Київська	62	5229	60109	19340,1	112,2
Кіровоградська	60,4	3974	39356	6599,2	112,3
Луганська	66,2	4637	10778	1877,4	110,7
Львівська	60,6	4559	37338	7395,5	111,9
Миколаївська	63,6	4887	41501	8435,7	112,2
Одеська	60,8	4809	41682	7036,7	113,6
Полтавська	61	4621	66390	10712	114,2
Рівненська	63,6	4364	30350	3723,7	112,3
Сумська	62,6	4131	37170	5207	114,2
Тернопільська	58,7	3695	24963	4615	111,6
Харківська	63,8	4448	45816	6141,1	114,1
Херсонська	62,8	4046	30246	4341,3	112,8
Хмельницька	59,5	4043	31660	7090,6	111,4
Черкаська	62,7	4148	40759	5268,7	112,7
Чернівецька	61,5	3828	20338	2945,9	111
Чернігівська	62,6	4002	35196	5160,3	112,8
Київ	66,7	8648	155904	36974,2	114

Таблиця Б.2 – друга таблиця додатка

Вихідні дані 2019 року для побудови кластерного аналізу в частині 3.2

Область	2019 Зайняте населення у	2019 Середньомісячна номінальна	2019 Валовий регіональний продукт у	2019 Капітальні інвестиції	2019 Індекси споживчих
---------	--------------------------------	---------------------------------------	---	----------------------------------	------------------------------

	віці 15–70 років, відсотків до населення віком 15-70 років	заробітна плата штатних працівників	розрахунку на одну особу	на одну особу	цін
1	2	3	4	5	6
Вінницька	61,9	6121	46615	7451,8	113
Волинська	55,8	5849	34310	6790,8	114,6
Дніпропетровська	63,4	6939	75396	13294,8	112,8
Донецька	57,9	7764	32318	4102,5	115,9
Житомирська	63,3	5836	38520	6244,4	113
Закарпатська	60,1	6355	25727	4478,7	113,9
Запорізька	61,8	6863	59729	9176,2	114,1
Івано-Франківська	60,1	6074	37220	7055,2	113,7
Київська	62,1	7188	74216	19840,4	113,8
Кіровоградська	60,8	5792	47469	7669,2	113,8
Луганська	65,6	5862	14251	1529,6	114,9
Львівська	60,8	6391	45319	9590,8	113
Миколаївська	63,3	6709	50091	9762,3	113,5
Одеська	60,4	6542	50159	9394,4	114,6
Полтавська	61,4	6551	81145	11225,3	113,1
Рівненська	62,3	6013	33958	5278,8	115
Сумська	63,1	5946	41741	6331,6	113,6
Тернопільська	57,9	5554	29247	6793,9	113,3
Харківська	64,5	6244	57150	7219,2	113,8
Херсонська	63,1	5842	36585	7012,4	114,4
Хмельницька	60,1	5938	37881	8224,4	113,8
Черкаська	63,2	6042	48025	6663,8	114,6
Чернівецька	61,8	5621	23365	3308,6	112,4
Чернігівська	63,1	5636	41726	7219,7	113,9
Київ	66,4	11135	191736	47093,3	113,4

Таблиця Б.3 – третя таблиця додатка

Вихідні дані 2020 року для побудови кластерного аналізу в частині 3.2

2020 Зайняте населення у віці 15–70	2020 Середньомісячна номінальна	2020 Валовий регіональний	2020 Капітальні інвестиції	2020 Індекси споживчих	2020 Зайняте населення у віці 15–70
-------------------------------------	---------------------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------	-------------------------------------

років, відсотків до населення віком 15-70 років	заробітна плата штатних працівників	продукт у розрахунку на одну особу	на одну особу	цін	років, відсотків до населення віком 15-70 років
1	2	3	4	5	6
63	7801	58384	11291,7	109	63
55,9	7324	49987	8400,1	109,9	55,9
63,6	8862	97137	18749,4	109,2	63,6
58,1	9686	39411	6469,4	112,3	58,1
64,2	7372	49737	7128	109,1	64,2
60,6	8070	34202	5978,3	112,2	60,6
63	8726	75306	9180,1	109,2	63
60,3	7551	46312	6843,5	109,1	60,3
62,5	9097	90027	23194,1	110	62,5
61,6	7191	55183	7603,6	109	61,6
67	7365	13883	1493,7	109,3	67
61,1	8001	58221	11563,8	110,1	61,1
64,3	8160	60549	8894,1	109,4	64,3
61,1	8011	62701	10034,4	109,3	61,1
62	8375	106248	13318,6	109,3	62
62,8	7469	42038	6242,2	109,3	62,8
64	7324	51419	7138,4	109,7	64
58,8	6969	38593	8007,8	109,7	58,8
64,9	7657	69489	8823,5	111,2	64,9
64,1	7058	45532	8505,5	109,5	64,1
61	7346	49916	8903,1	109,2	61
63,8	7478	59697	9184,2	109,7	63,8
62,1	6991	31509	4122,7	108,7	62,1
64,1	6995	55198	8932,2	109,6	64,1
66,8	13542	238622	69039,4	108,8	66,8