

УДК 519.86:330.34(1-32)

Технологія Data Mining у моделюванні нерівномірності соціально-економічного розвитку регіонів

Чаговець Л.О., Чаговець В.В., Діденко А.С.

Вступ. Оцінювання соціально-економічного стану регіонів та прийняття управлінських рішень, спрямованих на забезпечення їх збалансованого розвитку, потребує обробки великої кількості вихідних даних. Для формування системи показників та подальшого дослідження пропонується використовувати сучасну технологію Data Mining.

Технологія Data Mining є інтелектуальною обробкою даних з використанням методів машинного навчання (Machine Learning), математичної статистики та баз даних. Цей термін з'явився у 90-х роках, коли виникла необхідність збереження та швидкої обробки великих даних (Big Data). У Data Mining вирішуються такі класи задач, як класифікація, кластеризація, факторний аналіз та регресія, у тому числі прогнозування. Для їх вирішення використовуються різні методи та алгоритми, серед яких слід особливо відмітити дерева класифікації, алгоритми кластеризації, нейронні мережі, алгоритми виявлення асоціативних зв'язків з використанням спеціалізованих візуалізаторів.

Розглянемо їх застосування у формуванні системи показників для оцінювання нерівномірності соціально-економічного розвитку регіонів та вироблення управлінських рішень. Побудова моделі редукції індикаторів оцінки нерівномірності соціально-економічного розвитку регіонів України з використанням технології Data Mining є метою даної статті.

Аналіз літератури. Як показав аналіз наукової літератури [1 – 4, 6 – 15, 17, 18, 20 – 22, 24], дослідники, які вивчають нерівномірність соціально-економічного розвитку регіонів, використовують для її визначення різні дефініції, зокрема: «диференціація», «асиметрія», «поляризація», «диспропорція» тощо. Слід вказати, що кожен з цих термінів відображає окремі аспекти нерівномірності **Ошибка!**

Источник ссылки не найден. Існують також думки [14, 15, 20, 22], що диференціація, поляризація, диспропорція, дисгармонія регіонів є формами прояву або ступенями нерівності.

На наш погляд, між поняттями нерівномірність, диференціація, асиметрія, поляризація, диспропорція існує зв'язок, який несе не лише схоже смислове навантаження, але й має особливий характер, котрий проявляється в наступному: поняття диференціація, асиметрія, поляризація, диспропорція характеризують нерівномірність; зміна нерівномірності розвитку регіонів проходить три стадії (диференціацію – асиметрію – поляризацію); на кожній з цих стадій має місце посилення відмінностей, що дозволяє стверджувати про відповідність кожної стадії певному ступеню нерівномірності розвитку; поглиблення відмінностей обумовлено впливом комплексу певних соціально-економічних факторів. Аргументами в обґрунтуванні цього ствердження стали результати даного дослідження, спираючись на які встановлено відмінні особливості диференціації, асиметрії та поляризації, і котрі дозволили розмежувати ці поняття та встановити між ними взаємозв'язок.

Нерівномірність соціально-економічного розвитку проявляється через диспропорції, наростання яких відбувається в міру збільшення відмінностей, що з'являються зі зміною стадій (диференціації – асиметрією, асиметрії – поляризацією). Порухення пропорційного збалансованого розвитку може посилювати економічну та соціальну напруженість. Визначення ступеня нерівномірності розвитку, необхідного для ухвалення управлінських рішень, може спиратися на оцінку диспропорцій. На думку дослідників, диспропорція розуміється як різниця в параметрах, що характеризують соціально-економічний розвиток, і перевищує певний (граничний, критичний) рівень [8, 14, 15]. Отже, можна припустити, що шляхом визначення диспропорцій можна оцінити нерівномірність розвитку регіону як у цілому, так в окремих стадіях.

Між іншим, в роботах багатьох вітчизняних і зарубіжних авторів підкреслюється, що нерівномірність розвитку регіонів, будучи властивістю соціально-економічного простору, являє собою природне, нормальне явище,

характерне для території будь-якого рівня ієрархії. При цьому відзначається двоякий характер впливу нерівномірності [10, 13, 15]. Це проявляється в існуванні як позитивної, так і негативної складової її впливу на економічну і соціальну сфери. Позитивний вплив нерівномірності розвитку на функціонування регіональної соціально-економічної системи може виявлятися в тому, що одні території отримують можливість розвитку за рахунок більш ефективного використання власних і залучення зовнішніх ресурсів, тим самим підвищуючи свою конкурентоспроможність і стійкість. Негативний вплив соціально-економічної нерівності знаходить своє відображення в уповільненні економічного зростання, виснаженні людського капіталу, технологічному відставанні, зниженні довіри населення до влади, ослаблення економічних і соціальних зв'язків. Зазвичай нерівномірність розвитку територій викликає негативні наслідки.

З метою запобігання негативним наслідкам цього явища необхідна активна участь держави у регулюванні територіального розвитку. У виборі методів, засобів і форм державного впливу слід спиратися на визначення стадії нерівномірності соціально-економічного розвитку, виявлення її особливостей та факторів, що обумовлюють відмінності, впливаючи на які можна досягти найкращого результату.

Методи. Виконане дослідження проводилось з використанням методів та алгоритмів технології Data Mining у декілька етапів: визначення системи показників для оцінювання нерівномірності розвитку регіонів, звуження системи показників, групування регіонів за їх соціально-економічним станом та прогнозування стану регіону в наступних періодах.

Аналіз особливостей існуючих методичних підходів до оцінки нерівномірності соціально-економічного розвитку регіонів дозволив дійти висновку, що:

відсутність чіткої єдиної системи показників для оцінки рівня диспропорційності регіонального розвитку країни утворює додаткові труднощі у порівнянні отриманих результатів;

специфічність розрахункових формул значно ускладнює адаптування цих методів до визначення наявних міжрегіональних диспропорцій в Україні;

не встановлюється взаємозв'язок між отриманими результатами та змінами у темпах розвитку регіональних економік, що свідчить про некомплексність та незавершеність відповідних оцінок;

не визначено чіткий період, протягом якого слід проводити оцінку, що породжує серед фахівців невизначеність щодо часового проміжку;

не передбачено визначення напряму регіональних процесів (конвергенції або дивергенції) в країні, що знижує ефективність прийняття управлінських рішень із питань зменшення міжрегіональної диспропорційності.

Тому для досягнення мети даного дослідження удосконалено методичний підхід до оцінки міжрегіональної нерівномірності в Україні. Використовуючи основні переваги існуючих наукових підходів [16, 20, 22, 24], вважається доцільним удосконалення методичного підходу до оцінки міжрегіональної нерівномірності в Україні здійснювати з урахуванням таких вимог:

1) проводити оцінку міжрегіональної нерівномірності за інтегральним індексом економічного розвитку кожного регіону, який повністю ґрунтується на використанні економіко-математичних методів дослідження (без експертних оцінок);

2) сформована система показників має складатися із тих показників, що входять до номенклатури офіційних статистичних даних або розраховуватись на їх основі; тобто система показників, на основі якої проводитиметься оцінка, має бути інформаційно-доступною;

3) має бути чітко сформульованим алгоритм аналітичної частини дослідження із рекомендованим часовим проміжком, протягом якого має досліджуватись динаміка рівня міжрегіональної нерівномірності економічного розвитку, що полегшить проведення подібних досліджень іншими фахівцями у майбутньому;

4) необхідне не лише оцінити міжрегіональну нерівномірність, але й зіставити її з темпами приросту основних показників економічного розвитку

регіонів, що в результаті забезпечує завершеність та комплексність дослідження;

5) визначати напрями регіональних процесів (конвергенції або дивергенції) в країні, що стане підґрунтям для формування та корегування заходів регіональної політики, спрямованих на зменшення прояву міжрегіональної диспропорційності в країні та забезпечення стійкого зближення регіонів за соціально-економічним розвитком.

Результати. Моделювання нерівномірності соціально-економічного розвитку (СЕР) регіонів України здійснювалось відповідно до запропонованого комплексу моделей, який відбиває етапи дослідження [19, 23]. Розробку моделей відповідно до запропонованої концептуальної схеми досліджень було розпочато з моделювання звуження інформаційного простору індикаторів нерівномірності СЕР регіонів. Важливість побудови моделі обумовлена необхідністю обробки великої кількості вхідних даних. Визначення мінімально необхідної кількості вхідних показників (головних компонент), тобто звуження системи, або зниження її розмірності для вибіркового даних, та формування нової системи показників виконувалось за допомогою факторного аналізу.

Дану модель побудовано на основі показників-репрезентантів, що були виділені з системи структурних складових, віднесених до наступних груп: демографія, ринок праці, освіта, доходи населення, доходи та витрати домогосподарств, охорона здоров'я, житловий фонд, правопорушення, культура та відпочинок і туризм, навколишнє середовище, економічний потенціал, фінансовий потенціал, внутрішня торгівля, інвестиції, сільське господарство, промисловість, транспорт та зв'язок, організаційний потенціал, зовнішньоекономічна діяльність, інноваційний потенціал. Усього в систему увійшло 63 показника. Джерелом даних для даного дослідження стали збірники «Регіональна статистика» [5].

Модель вибору репрезентантів груп розроблено на основі методу центру ваги: за сформованою матрицею вхідних даних проведено стандартизацію даних, так як показники мають різну розмірність та одиниці й постає необхідність в їх урівноваженні; після цього розраховано матрицю відстаней, елементи якої

відображають сутність близькості показників в середині кожної групи (мірою відстаней виступає Евклідова) останнім кроком є вибір показників-репрезентантів груп, які мають найбільш значущу інформацію, властиву групі. Виконані розрахунки дозволили в якості чинників впливу на рівень соціально-економічного розвитку регіону вибрати такі 20 показників: x_4 – Кількість шлюбів, x_{11} – Кількість учнів, слухачів професійно-технічних навчальних закладів на 10000 населення, x_{14} – Середньомісячна номінальна заробітна плата, x_{18} – Кількість домогосподарств з дітьми, x_{26} – Захворюваність на активний туберкульоз, x_{28} – Прийняття в експлуатацію житла на 1000 осіб, x_{29} – Кількість виявлених злочинів, x_{36} – Кількість розміщених у колективних засобах розміщування, x_{40} – Скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об'єкти, x_{43} – Валовий регіональний продукт на одну особу, x_{44} – Рентабельність операційної діяльності підприємств, x_{46} – Обороти роздрібною торгівлі, x_{47} – Капітальні інвестиції на одну особу, x_{50} – Продуктивність праці в сільськогосподарських підприємствах, x_{51} – Обсяг реалізованої промислової продукції на одну особу, x_{53} – Доходи від надання послуг пошти та зв'язку, x_{55} – Абоненти мобільного зв'язку, x_{57} – Кількість юридичних осіб, x_{60} – Загальні обсяги імпорту послуг та x_{62} – Розподіл витрат за напрямками інноваційної діяльності.

Інструментальним засобом для побудови моделі редукції індикаторів нерівномірності є методи факторного аналізу та головних компонент. Розглянемо обчислювальні процедури методу головних компонент [8]. Алгоритм оцінювання за цим методом починається з побудови матриці вихідних даних X і завершується одержанням матриць факторного відображення та значень факторів A і F . З урахуванням прийнятих позначень n – кількість спостережень, m – кількість аналітичних ознак X , r – кількість значимих узагальнених ознак (латентних факторів):

$$X \rightarrow Z \rightarrow R(S) \rightarrow \left\{ \begin{array}{c} \Lambda \\ U \rightarrow V \end{array} \right\} \rightarrow A \rightarrow F \quad (1)$$

де X – матриця вихідних даних розмірністю $n \times m$;

n – число об'єктів спостереження;

m – число елементарних аналітичних ознак;

Z – матриця стандартизованих значень ознак;

R – матриця парних кореляцій;

Λ – діагональна матриця власних (характеристичних) чисел;

V – матриця нормованих власних (характеристичних) векторів.

A – матриця факторного відображення;

F – матриця значень головних компонент.

Кількість векторів V_j одержують перетворенням ненормованих власних векторів U : $V_j = \frac{U_j}{|U_j|}$, де $|U_j|$ – норма вектору U , $j = \overline{1, m}$. Власні вектори U_j знаходять з матричного рівняння: $(R - \lambda E)U = 0$. Розв'язання m систем лінійних рівнянь для кожного λ_j при $j = \overline{1, m}$ та значення власних векторів при цьому можна знайти, задаючи, принаймні, величину одного компонента кожного вектора [8]. Матриця факторного відображення A складається з елементів a_{rj} – вагових коефіцієнтів. Спочатку A має розмірність $m \times m$, що відповідає кількості елементарних ознак X_j , далі залишається r найбільш значущих компонент, $r \leq m$. Обчислюють матрицю A за даними матриці власних чисел Λ і нормованих власних векторів V за формулою [8]:

$$A = V\Lambda^{1/2}. \quad (2)$$

Матриця значень головних компонент $F_{r \times n}$, розраховується як:

$$F = A^{-1}Z'. \quad (3)$$

Таким чином, отримуємо матрицю найвпливовіших факторів серед вхідних

репрезентативних показників, що дозволяє виявити статистичний зв'язок та обґрунтувати висновки щодо найвагоміших показників нерівномірності за виокремленими компонентами. Одним з критеріїв відбору кількості головних компонент (факторів) є критерій Кайзера з використанням графіку «кам'янистого осипу» (рис. 2).

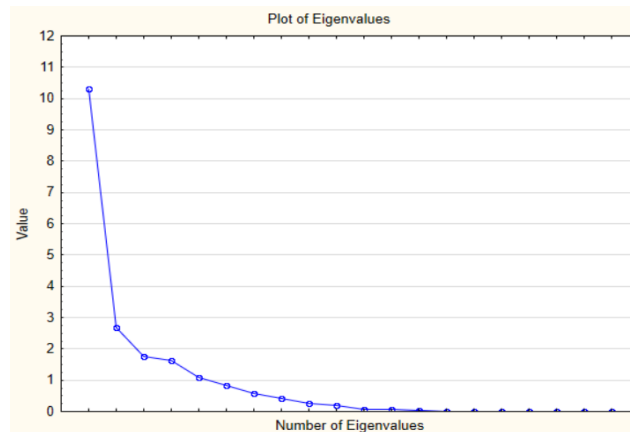


Рис. 2. Графік «кам'янистого осипу»

Визначення розмірності простору індикаторів оцінки нерівномірності та кількості головних компонент можна зробити за критерієм Кайзера, обчисливши таке значення абсиси, в якій графік власних чисел починає візуально згладжуватися в напрямку правої пологої його частини і, таким чином, зменшення власних значень максимально сповільнюється. Відповідно даного критерію, для подальшого дослідження варто вибрати 3 головних фактори. Тобто власні числа факторів становлять 10,29; 2,68 та 1,76 (рис. 3).

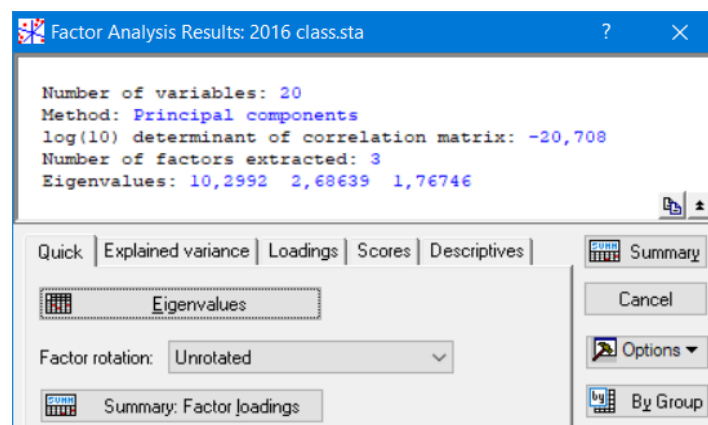


Рис. 3. Вибір кількості головних факторів

Наступним кроком є оцінювання рівня інформативності головних компонент (рис. 4).

Eigenvalues (2016 class.sta)				
Extraction: Principal components				
Value	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	10,29924	51,49618	10,29924	51,49618
2	2,68639	13,43194	12,98562	64,92812
3	1,76746	8,83729	14,75308	73,76541

Рис. 4. Оцінка рівня інформативності головних компонент

З рис. 4 видно, що отримані головні компоненти пояснюють 73,8 % всієї варіації вихідної системи показників – ця величина задовільна для подальшого дослідження, причому перша головна компонента пояснює 51,5 % загальної дисперсії, друга – 13,4 %, а третя описує 8,8 %. Значення спільностей для виділених факторів за стандартним методом та за процедурою обертання факторів Varimax наведено на рис. 5.

Communalities (2016 class.sta)				
Extraction: Principal components				
Rotation: Unrotated				
Variable	From 1 Factor	From 2 Factors	From 3 Factors	Multiple R-Square
x4	0,856619	0,861099	0,925141	0,999373
x11	0,073385	0,119833	0,476309	0,863162
x14	0,558917	0,618131	0,755287	0,985907
x18	0,872361	0,874806	0,935464	0,998968
x26	0,755675	0,758554	0,781409	0,984547
x28	0,015316	0,382066	0,416669	0,976306
x29	0,775672	0,779305	0,793358	0,962470
x36	0,384378	0,419601	0,628762	0,941401
x40	0,566401	0,723716	0,732382	0,996379
x43	0,427614	0,832941	0,845848	0,992714
x44	0,016024	0,429193	0,453414	0,907238
x46	0,823471	0,857265	0,899042	0,995733
x47	0,233466	0,806155	0,862571	0,991731
x50	0,000047	0,042000	0,631253	0,906982
x51	0,468515	0,535282	0,583395	0,979822
x53	0,733767	0,863758	0,865068	0,995442
x55	0,598627	0,895767	0,902782	0,991751
x57	0,913412	0,955079	0,955166	0,996461
x60	0,777568	0,779278	0,857884	0,994128
x62	0,448000	0,451793	0,451878	0,984368

Communalities (2016 class.sta)				
Extraction: Principal components				
Rotation: Varimax raw				
Variable	From 1 Factor	From 2 Factors	From 3 Factors	Multiple R-Square
x4	0,771802	0,870406	0,925141	0,999373
x11	0,013280	0,200186	0,476309	0,863162
x14	0,543069	0,558041	0,755287	0,985907
x18	0,851770	0,897031	0,935464	0,998968
x26	0,668919	0,763464	0,781409	0,984547
x28	0,009872	0,416234	0,416669	0,976306
x29	0,676748	0,782551	0,793358	0,962470
x36	0,332659	0,405858	0,628762	0,941401
x40	0,677967	0,684746	0,732382	0,996379
x43	0,158121	0,844140	0,845848	0,992714
x44	0,093797	0,347391	0,453414	0,907238
x46	0,669746	0,851129	0,899042	0,995733
x47	0,033888	0,860908	0,862571	0,991731
x50	0,000993	0,001001	0,631253	0,906982
x51	0,286120	0,556956	0,583395	0,979822
x53	0,855397	0,857465	0,865068	0,995442
x55	0,795375	0,840476	0,902782	0,991751
x57	0,926689	0,946674	0,955166	0,996461
x60	0,612501	0,776472	0,857884	0,994128
x62	0,422507	0,451117	0,451878	0,984368

Рис. 5. Значення спільностей

Для інтерпретації значень отриманих головних компонент необхідно також розглянути їх статистично значущі навантаження, що фактично подано

коефіцієнтами кореляції між змінними та виокремленими факторами (рис. 6).

Factor Loadings (Unrotated) (2016 Extraction: Principal components (Marked loadings are >.700000)				Factor Loadings (Varimax raw) (2016 Extraction: Principal components (Marked loadings are >.700000)			
Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3
x4	-0.92554	-0.066936	0.253064	x4	0.878522	0.314013	-0.233955
x11	0.27090	0.215516	0.597056	x11	-0.115238	-0.432327	-0.525474
x14	-0.74761	0.243340	-0.370345	x14	0.736932	0.122362	0.444124
x18	-0.93400	0.049449	0.246288	x18	0.922914	0.212746	-0.196044
x26	-0.86930	-0.053654	0.151180	x26	0.817875	0.307482	-0.133960
x28	-0.12376	-0.605599	-0.186018	x28	-0.099356	0.637465	0.020861
x29	-0.88072	-0.060272	0.118544	x29	0.822647	0.325273	-0.103957
x36	-0.61998	-0.187679	0.457340	x36	0.576766	0.270552	-0.472127
x40	-0.75260	0.396629	-0.093093	x40	0.823388	-0.082334	0.218256
x43	-0.65392	-0.636653	-0.113607	x43	0.397644	0.828263	-0.041332
x44	0.12659	-0.642782	0.155631	x44	-0.306264	0.503581	-0.325612
x46	-0.90745	-0.183832	0.204394	x46	0.818380	0.425890	-0.218891
x47	-0.48318	-0.756762	-0.237519	x47	0.184088	0.909406	0.040774
x50	-0.00683	-0.204825	0.767629	x50	0.031506	0.002801	-0.793885
x51	-0.68448	-0.258392	-0.219348	x51	0.534902	0.520419	0.162602
x53	-0.85660	0.360542	0.036197	x53	0.924877	-0.045480	0.087195
x55	-0.77371	0.545106	-0.083756	x55	0.891838	-0.212372	0.249612
x57	-0.95573	0.204126	-0.009317	x57	0.962647	0.141367	0.092153
x60	-0.88180	-0.041349	-0.280368	x60	0.782624	0.404934	0.285327
x62	-0.66933	0.061593	0.009231	x62	0.650005	0.169145	0.027599
Expl. Var	10.29924	2.686388	1.767458	Expl. Var	9.401219	3.511025	1.840838
Prp. Totl	0.51496	0.134319	0.088373	Prp. Totl	0.470061	0.175551	0.092042

Рис. 6. Факторні навантаження

Аналіз значень навантажень, дозволив дійти висновку, що перша головна компонента, на яку мають статистично значущі навантаження індикатори x₄, x₁₄, x₁₈, x₂₆, x₂₉, x₄₀, x₄₆, x₅₃, x₅₅, x₅₇, x₆₀, характеризує соціальний потенціал розвитку регіонів, друга – економічний потенціал (x₄₃, x₄₇), а третя – сільсько-господарський (x₅₀). Таблиця коефіцієнтів лінійних рівнянь регресії, за якими розраховується значення факторів для спостережень наведено на рис. 7.

Factor Score Coefficients (2016 cla Rotation: Unrotated Extraction: Principal components				Factor Score Coefficients (2016 cla Rotation: Varimax raw Extraction: Principal components			
Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3
x4	-0.089865	-0.024917	0.143180	x4	0.093408	0.018538	-0.141874
x11	0.026303	0.080225	0.337805	x11	0.040813	-0.163564	-0.304666
x14	-0.072589	0.090583	-0.209535	x14	0.072483	-0.006988	0.228203
x18	-0.090687	0.018407	0.139346	x18	0.107588	-0.019632	-0.126568
x26	-0.084404	-0.019973	0.085535	x26	0.083052	0.026133	-0.085197
x28	-0.012016	-0.225432	-0.105246	x28	-0.073246	0.234436	0.041420
x29	-0.085513	-0.022436	0.067070	x29	0.081127	0.033216	-0.068040
x36	-0.060197	-0.069863	0.258756	x36	0.064782	0.021355	-0.266095
x40	-0.073073	0.147644	-0.052670	x40	0.109710	-0.096631	0.092405
x43	-0.063492	-0.236992	-0.064277	x43	-0.023718	0.252518	0.000410
x44	0.012291	-0.239274	0.088054	x44	-0.077707	0.192002	-0.149175
x46	-0.088109	-0.068431	0.115643	x46	0.074586	0.064153	-0.127045
x47	-0.046914	-0.281703	-0.134385	x47	-0.061881	0.304483	0.055475
x50	-0.000663	-0.076245	0.434312	x50	0.027498	-0.035533	-0.438659
x51	-0.066459	-0.096186	-0.124103	x51	0.017056	0.140018	0.095782
x53	-0.083171	0.134211	0.020479	x53	0.123540	-0.098686	0.018664
x55	-0.075123	0.202914	-0.047388	x55	0.129942	-0.147448	0.102163
x57	-0.092796	0.075985	-0.005272	x57	0.110921	-0.036267	0.028177
x60	-0.085618	-0.015392	-0.158628	x60	0.056838	0.081444	0.151216
x62	-0.064988	0.022928	0.005223	x62	0.069044	-0.000027	0.003046

Рис. 7. Таблиця коефіцієнтів лінійних рівнянь регресії

Значення факторів для кожного спостереження наведено на рис. 8. За цими значеннями робляться висновки про відношення регіонів до відповідних факторів. Додатне значення фактора відображає додатні значення показників нерівномірності, а від'ємні – від'ємні значення показників. Величина додатного фактора відповідає силі надання переваги даного фактора.

Factor Scores (2016 class.sta)				Factor Scores (2016 class.sta)			
Rotation: Unrotated				Rotation: Varimax raw			
Extraction: Principal components				Extraction: Principal components			
Case	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Case	Factor 1	Factor 2	Factor 3
1	0,34209	-0,42279	1,01865	1	-0,336602	0,02167	-1,10438
2	0,72514	-0,17601	0,22646	2	-0,711250	-0,14112	-0,28687
3	-2,87307	0,21479	-0,04278	3	2,764538	0,79106	0,18457
4	-1,29556	2,67848	-1,26470	4	1,925514	-1,68847	1,97324
5	0,57545	0,00103	0,28445	5	-0,507055	-0,26521	-0,29088
6	0,56971	0,31193	-1,39167	6	-0,600046	-0,14040	1,40672
7	-0,66197	-0,27601	-0,32504	7	0,495632	0,55435	0,25901
8	0,39884	-0,03782	-0,15542	8	-0,405381	-0,06351	0,12765
9	-1,03549	-2,58668	-2,00357	9	-0,090587	3,18743	1,26868
10	0,71982	-0,50821	-0,12830	10	-0,854402	0,24843	-0,03390
11	0,71310	2,38161	-0,51646	11	0,030584	-2,28195	1,11314
12	-1,04242	-0,08250	2,98413	12	1,305791	-0,29277	-2,86490
13	0,15729	0,00230	-0,47964	13	-0,203748	0,06051	0,45785
14	-1,40725	0,26539	0,44687	14	1,460553	0,12871	-0,31731
15	-0,29923	-1,26108	-0,91027	15	-0,229590	1,46803	0,54830
16	0,71315	0,42743	0,41444	16	-0,484742	-0,73099	-0,30613
17	0,67449	-0,28174	0,52801	17	-0,661874	-0,10076	-0,60406
18	0,93454	-0,12160	1,16405	18	-0,780021	-0,48850	-1,18156
19	-1,26804	0,03142	0,71627	19	1,286637	0,22891	-0,64352
20	0,63548	0,02442	0,11554	20	-0,575942	-0,26601	-0,12375
21	0,59479	-0,61218	0,67903	21	-0,674835	0,19011	-0,83550
22	0,44200	-0,35852	-0,03430	22	-0,534256	0,18402	-0,07608
23	1,03063	0,54655	-0,78214	23	-0,886329	-0,65765	0,86866
24	0,65651	-0,16024	-0,54359	24	-0,732590	0,05413	0,46104

Рис. 8. Значення факторів для кожного регіону

Таким чином, проведення редукції даних дозволило коректно зменшити інформаційний простір показників до 14 і виділити три нові головні компоненти, що характеризують соціально-економічний розвиток регіонів України за такими факторними групами як соціальний потенціал, економічний потенціал, сільськогосподарський потенціал та захищеності (рис. 9).

Проведене дослідження дає можливість надалі провести якісну оцінку нерівномірності соціально-економічного розвитку регіонів з точки зору їх групування за рівнем соціально-економічного розвитку, проаналізувати процеси конвергенції регіонів, а також спрогнозувати рівень інерційності регіонального

Соціальний потенціал	1 група
X ₄	Кількість шлюбів
X ₁₄	Середньомісячна номінальна заробітна плата штатних працівників
X ₁₈	Кількість домогосподарств з дітьми
X ₂₆	Захворюваність на активний туберкульоз
X ₂₉	Кількість виявлених злочинів
X ₄₀	Скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об'єкти
X ₄₆	Оборот роздрібної торгівлі
X ₅₅	Абоненти мобільного зв'язку
X ₆₀	Загальні обсяги імпорту послуг
Економічний потенціал	2 група
X ₄₃	Валовий регіональний продукт на одну особу
X ₄₇	Капітальні інвестиції на одну особу
X ₅₁	Обсяг реалізованої промислової продукції на одну особу
X ₄₄	Рентабельність операційної діяльності підприємств
Сільськогосподарський потенціал	3 група
X ₅₀	Продуктивність праці в сільськогосподарських підприємствах

Рис. 9. Факторні групи показників соціально-економічного розвитку регіонів

розвитку, що за умови збереження зовнішніх чинників буде обумовлювати стан потенціалу у низці регіонів.

Висновки. Таким чином, аналіз проблематики нерівномірності соціально-економічного розвитку регіонів України дав можливість дійти висновків щодо актуалізації проблеми нерівномірності розвитку регіонів. Проведений монографічний аналіз, систематизація й узагальнення сучасних наукових доробок вітчизняних та закордонних учених, дозволив виявити існування низки підходів до визначення та оцінки нерівномірності соціально-економічного розвитку регіонів та відсутність єдиної бази оціночних індикаторів СЕР; існування значної кількості суттєвих стохастичних чинників, які обумовлюють соціально-економічні регіональні відмінності та потребують докладного вивчення їх впливу на рівень нерівномірності регіонального розвитку. Розроблені моделі редукції індикаторів оцінки нерівномірності соціально-економічного розвитку регіонів України методами Data Mining, зокрема, методом головних компонент дозволили

суттєво зменшити інформаційний простір оціночних показників. За результатами моделювання визначено вплив та навантаження індикаторів нерівномірності за напрямками соціально-економічного розвитку регіонів, виокремлено факторні групи індикаторів СЕР за їх головними компонентами.

Перспективами подальших досліджень за даним напрямком слід відмітити можливість розробки моделей класифікації станів СЕР та прогнозування рівня нерівномірності СЕР на базі сформованого комплексу моделей оцінки асиметричності та нерівномірності регіонального розвитку, формування системи напрямків та виокремлення найсуттєвіших стратегічних важелів регіонального розвитку. Здобуті результати дають можливість масштабування моделей за даними країн Європейського союзу, що є базисом для подальшого удосконалення моделей вирівнювання асиметричності розвитку макрорегіонів.

Література

1. Balta-Ozkan, N., Watson, T. and Мосса, E. Spatially uneven development and low carbon transitions: Insights from urban and regional planning. *J Energy Policy* 85:500–510 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.05.013>. Available from: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421515002062, last accessed 2019/04/14.
2. Bulman, D.: Conclusion: A New Political Economy of Uneven Regional Development. In: *Incentivized Development in China: Leaders, Governance, and Growth in China's Counties*. Cambridge, Cambridge University Press, p 225–232 (2016). <https://doi.org/10.1017/CBO9781316694497.007>.
3. Геєць В. М. Структурні зміни та економічний розвиток України : монографія В.М. Геєць, Л. В. Шинкарук, Т. І. Артёмова. – К.: Ін-т економіки та прогнозув., 2011. – 696 с.
4. Даніленко А. І. Ризики та перспективи розвитку України у період посткризового відновлення : монографія А. І. Даніленко, В. В. Зімовець, В. І Сіденко – К.: Ін-т економіки та прогнозув. 2012. – 348 с.
5. Державна служба статистики України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.ukrstat.gov.ua.

6. Жаліло Я. А. Післякризовий розвиток економіки України / Я. А. Жаліло, Д. С. Покришка, Я. В. Белінська. – К. : НІСД, 2011. – 66 с.
7. Essays, U.: The uneven distribution of economic activity across regions. Available from: www.ukessays.com/essays/economics/the-uneven-distribution-of-economic-activityacross-regions-economics-essay.php?vref=1, last accessed 2019/04/13
8. Бізнес-аналітика багатомісних процесів / Т. С. Клебанова, Л. С. Гур'янова, О. В. Панасенко та ін. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. – 292 с.
9. Коляда Ю. В. Адаптивна парадигма моделювання економічної динаміки : монографія / Ю. В. Коляда ; Держ. вищ. навч. закл. Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана. – Київ : КНЕУ, 2011. – 297с.
10. Койчуев Т. О неравномерности экономического развития стран в современном мире / Т. Койчуев // Общество и экономика. – 2014. – № 6. – С. 5-12.
11. Kravchenko T. Adaptive of modeling of region economic development strategy / T. Kravchenko // Canadian Journal of Science, Education and Culture. – Toronto : University of Toronto, 2014. – No.2. (6), (July– December), Vol. 2. – P. 894-900.
12. Ласуэн Х. Р. Урбанизация и экономическое развитие: временное взаимодействие между географическими и отраслевыми кластерами / Х. Р. Ласуэн // Пространственная экономика. – 2010. – № 1. – С. 68-101.
13. Минакир П. А. Мнимые и реальные диспропорции экономического пространства / П.А. Минакир // Пространственная экономика. – 2008. – № 4. – С. 5-18.
14. Неравномерность и цикличность динамики социально-экономического развития регионов: оценка, анализ, прогнозирование / Под ред. Т. С. Клебановой, Н. А. Кизима. – Х. : ФЛП Александрова К.М.; ИД «ИНЖЭК», 2012. – 512 с.
15. Попов П. А. Дефиниции социально-экономической асимметрии муниципальных организаций региона / П.А. Попов // Социально-экономические явления и процессы. – 2010. – № 5. – С. 85-88.

16. Постанова КМУ від 20.05.2009 № 476 «Про запровадження оцінки міжрегіональної та внутрішньорегіональної диференціації соціально-економічного розвитку регіонів» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/476-2009-п>

17. Решетило В. П. Синергия становления и развития региональных экономических систем : монография / В. П. Решетило; Харк. нац. акад. город. хоз-ва. – Харьков : ХНАМГ, 2009. – 218 с.

18. Pallares-Barbera M., Suau-Sanchez P., Le Heron, R. and Fromhold-Eisebith, M. Uneven Development and Regional Challenges: Introduction to the Globalising Economic Spaces In: Special Issue *Urbani izziv*, vol 23, supplement 2, p 2-20 (2012). https://scholar.harvard.edu/files/montserrat-pallares-barbera/files/urbani-izziv-en-2012-23supplement-2-000_introd.pdf, last accessed 2019/04/13.

19. Chagovets L. Machine Learning Methods Applications for Estimating Unevenness Level of Regional Development / Chagovets L., Chahovets V., Chernova N. // *Data-Centric Business and Applications. Evolvments in Business Information Processing and Management (Volume 3)* Springer, Cham, 2020. – Pp. 141-162. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-35649-1>

20. Сторонянська І. Оцінка асиметрії соціально-економічного розвитку регіонів України та обґрунтування пріоритетів державної регіональної політики / І. Сторонянська // *Регіональна економіка*. – 2006. – № 4. – С. 101-110.

21. Cutrini E. Economic integration, structural change and uneven development in the European Union, https://relocal.eu/wp-content/uploads/sites/8/2018/09/ERSA_Cutrini.pdf, last accessed 2019/04/14.

22. Сценарные модели сбалансированного социально-экономического развития регионов / под ред. Т. С. Клебановой, О. В. Мозенкова : Монография. – Бердянск, 2013. – 328 с.

23. Чаговец Л. О. Концептуальний базис оцінки та прогнозування нерівномірності соціально-економічного розвитку регіонів / Чаговец Л. О., Чаговец В.В., Діденко А.С. // *Инструментальные средства моделирования систем в информационной экономике* / Под ред. докт. экон. наук, проф.

В.С. Пономаренко, докт. экон. наук, проф. Т.С. Клебановой. – Харьков: ВШЭМ – ХНЭУ им. С. Кузнеця, 2019. – 472 с. –С. 281-302.

24. Чепик А.Е. Вопросы прогнозирования внутрирегиональной неравномерности экономического развития региона / А.Е. Чепик // Экономические науки. – 2014. – № 12 – С. 129 –134.