

МЕТОДИКА МАКРОЕКОНОМІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ СОЦІАЛЬНОЇ НАПРУЖЕНОСТІ: АНАЛІЗ, ОЦІНКА, ДІАГНОСТИКА

©2019 БРІЛЬ М. С., ПИВАВАР І. В.

УДК 316
JEL: C82; C31; E03

Бріль М. С., Пивавар І. В. Методика макроекономічного дослідження рівня соціальної напруженості: аналіз, оцінка, діагностика

Метою роботи є дослідження соціальної напруженості в країнах Європейського Союзу на основі застосування економіко-математичного моделювання на макроекономічному рівні. У роботі розкрито теоретичні підходи до явища соціальної напруженості на макrorівні, сформовано індикативний простір, проаналізовано фактори впливу, механізм формування та стадії розвитку. Досліджено сучасний макроекономічний стан соціальної напруженості в країнах ЄС. Розроблено комплексну схему оцінки та аналізу соціальної напруженості в країнах ЄС, що містить реалізацію чотирьох основних етапів за обраними факторами-індексами. Сформовано індекс соціальної напруженості для країн ЄС, виявлено ступень впливу факторів на індекс соціальної напруженості на основі методів кореляційного та регресійного аналізу. Побудовано модель оцінки рівня соціальної напруженості для виявлення закономірності розвитку за певний період розвитку. З метою виявлення груп країн зі схожим факторами соціальної напруженості та деталізації отриманої інтегральної шкали розроблено модель класифікації країн за рівнем соціальної напруженості методом Уорда із застосуванням Гар-статистики та k-середніх. На основі використання алгоритму навчання нейронної мережі знайдено групу країн, до якої належить Україна стосовно факторів формування соціальної напруженості. Використано функцію прогнозу, яка передбачена функціоналом нейронної мережі, згідно з якою Україна потрапляє до кластера з високим рівнем соціальної напруженості, тобто має подібний фон функціонування механізму соціальної напруженості з такими країнами, як Болгарія, Румунія, Македонія, Сербія, Туреччина та Чорногорія. Отже, пропонується методика макроекономічного дослідження рівня соціальної напруженості є дієвим інструментом комплексної діагностики, що дозволить акцентувати увагу на розробці адекватних і ефективних стратегій попередження наростання соціальної напруженості та своєчасної мінімізації загроз, з нею пов'язаних.

Ключові слова: соціальна напруженість, моделювання, механізм, індикатор, регресія, кореляція, кластерний аналіз, нейронна мережа.

DOI:

Рис.: 6. **Табл.:** 5. **Формул.:** 4. **Бібл.:** 17.

Бріль Михайло Сергійович – кандидат економічних наук, доцент кафедри політичної економії, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

E-mail: msbrill01@gmail.com

Пивавар Ірина Володимирівна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри політичної економії, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

E-mail: pivavariv@ukr.net

УДК 316
JEL: C82; C31; E03

UDC 316
JEL: C82; C31; E03

Бріль М. С., Пивавар И. В. Методика макроекономического исследования уровня социальной напряженности: анализ, оценка, диагностика

Bril M. S., Pivavar I. V. A Methodology for Macro-Economic Research on Social Tension: Analysis, Evaluation, Diagnostics

Целью работы является исследование социальной напряженности в странах Европейского Союза на основе применения экономико-математического моделирования на макроекономическом уровне. В работе раскрыты теоретические подходы к такому явлению, как социальная напряженность на макроуровне, сформировано индикативное пространство, проанализированы факторы влияния, механизм формирования и стадии развития. Исследовано современное макроекономическое состояние социальной напряженности в странах ЕС. Разработана комплексная схема оценки и анализа социальной напряженности в странах ЕС, содержащая реализацию четырех основных этапов по выбранным факторам-индексам. Сформирован индекс социальной напряженности для стран ЕС, выявлена степень влияния факторов на индекс социальной напряженности на основе методов корреляционного и регрессионного анализа. Построена модель оценки уровня социальной напряженности для выявления закономерности развития за определенный период развития. С целью выявления групп стран с похожими факторами социальной напряженности и детализации полученной интегральной шкалы разработана модель классификации стран по уровню социальной напряженности методом Уорда с применением Гар-статистики и k-средних. На основе использования алгоритма обучения нейронной сети найдена группа стран, к которой принадлежит Украина относительно факторов формирования социальной напряженности. Использована функция прогноза, предусмотренная функционалом нейронной сети, согласно которому Украина попадает в кластер с высоким уровнем социальной напряженности, то есть

The publication is aimed at researching social tensions in the European Union on the basis of the application of economic-mathematical modeling at the macro-economic level. The publication discloses theoretical approaches to such phenomenon as social tension at the macro-level, forms an indicative space, analyzes the influence factors, the mechanism of formation, and stages of development. The current macro-economic status of social tensions in the EU countries is researched. A comprehensive scheme for evaluation and analysis of social tensions in the EU countries is developed, containing implementation of the four main stages according to the selected factors-indices. A social tension index for the EU countries is formed, the extent of the influence of factors on the social tension index based on methods of correlation and regression analysis is identified. A model of evaluation of the level of social tension has been built to identify regularities of development over a certain period of development. In order to identify groups of countries with similar factors of social tension and to detail the resulting integrated scale, a model has been developed to classify countries, applying the Ward's method, by the level of social tension using Gap-statistics and k-averages. Based on the use of the neural network learning algorithm, a group of countries in which also belongs Ukraine has been found, showing relation to the factors of social tension formation. The function of forecast provisioned by the functional of neural network is used, according to which Ukraine falls into a cluster with a high level of social tension, that is, has a similar background for functioning of

имеет подобный фон функционирования механизма социальной напряженности с такими странами, как Болгария, Румыния, Македония, Сербия, Турция и Черногория. Таким образом, предлагаемая методика макроэкономического исследования уровня социальной напряженности является действенным инструментом комплексной диагностики, что позволит акцентировать внимание на разработке адекватных и эффективных стратегий по предупреждению нарастания социальной напряженности и своевременной минимизации угроз, связанных с ней.

Ключевые слова: социальная напряженность, моделирование, механизм, индикатор, регрессия, корреляция, кластерный анализ, нейронная сеть.

Рис.: 6. **Табл.:** 5. **Формул:** 4. **Библ.:** 17.

Бриль Михаил Сергеевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры политической экономики, Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнецца (просп. Науки, 9а, Харьков, 61166, Украина) **E-mail:** msbrill01@gmail.com

Пивавар Ирина Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры политической экономики, Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнецца (просп. Науки, 9а, Харьков, 61166, Украина) **E-mail:** pivavariv@ukr.net

the mechanism of social tension with such countries like Bulgaria, Romania, Macedonia, Serbia, Turkey and Montenegro. Thus, the proposed methodology for macro-economic research on the level of social tension is an effective tool for integrated diagnostics, which will allow to focus on the development of adequate and effective strategies for prevention of increase in social tensions and to minimize the threats associated with it in a timely manner.

Keywords: social tension, modeling, mechanism, indicator, regression, correlation, cluster analysis, neural network.

Fig.: 6. **Tabl.:** 5. **Formulae:** 4. **Bibl.:** 17.

Bril Mykhailo S. – PhD (Economics), Associate Professor of the Department of Political Economy, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: msbrill01@gmail.com

Pivavar Iryna V. – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Political Economy, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: pivavariv@ukr.net

На сучасному етапі розвитку для кожної країни світу характерний високий рівень соціальної напруженості, який виявляється в політичній та економічній нестабільності, терористичних атаках, руйнуванні систем соціальних гарантій, погіршенні рівня життя та затяжній кризі, що погано відображається на настроях суспільства. Європейські країни не оминули зазначені проблеми, що стало підґрунтям для поширення соціальної напруженості. Унаслідок негативного впливу світової фінансової кризи, розповсюдження акцій протесту, дестабілізації соціальної, економічної та політичної сфер життя європейців останніми роками спостерігається загострення рівня соціальної напруженості в країнах Європейського Союзу, які мають подібну структуру, схожі пріоритети, вектори розвитку та пов'язані політичні орієнтації.

Становлення, функціонування та розвиток соціальної напруженості є доволі актуальним моментом і для України на шляху євроінтеграції. Підтвердження наявності соціальної напруженості в Україні знаходимо в результаті порівняння рейтингів України в системі міжнародних індексів від дослідницького центру New Economic Foundation [10]. Так, Україна посідає 123 місце зі 151 країни за індексом щастя (про цей та інші індекси у статті буде пізніше), причому це нижче від таких, наприклад, країн, як Замбія, Кенія, Ефіопія; 131 місце зі 168 країн за індексом сприйняття корупції (гірше, ніж у Нікарагуа, Ірані, Того, Мозамбіку, Кот-д'Івуарі); 129 місце зі 180 країн за індексом свободи ЗМІ (краще України такі країни, як Колумбія, Оман, Туніс, Афганістан, Замбія); 83 місце зі 187 за індексом людського розвитку (гірше Болівії та Екватору); 163 місце зі 178 за рівнем економічної свободи (гірше, ніж Соломонові острови, Білорусь); 150 місце зі 162 країн за індексом миролюбності (Лівія, Ізраїль, Мексика, Йоме́н, Чад, Руанда мають кращі результати). Непоганий рейтинг має Україна за індексом рівня освіти – 29 місце серед 198 країн, середнє поло-

ження в рейтингу за рівнем соціального прогресу (64 зі 133 країн). За рівнем ВВП на душу населення наша країна посідає 118 місце зі 187 країн, а за індексом тривалості життя – 124 місце зі 191 країни.

Складна ситуація в Україні, яка стала наслідком глибокої кризи в усіх сферах життя, революції 2013–2014 рр. і війни, підвела державу до критичної точки: високий рівень безробіття, бідності, інфляції тощо; неефективне соціальне забезпечення населення; високий рівень коруптованості; значна диференціація доходів населення; високий рівень недовіри до влади; великий обсяг тіньового сектора економіки тощо. Аналіз соціальної, економічної та політичної ситуації в країні останніми роками дозволив стверджувати про формування соціальної напруженості в Україні, проявами якої стали злочинність, негідний спосіб життя, соціальні конфлікти, демографічна криза і т. ін.

Отже, наявність соціальної напруженості властива як для України, так і для країн Європейського Союзу. Тому оцінка рівня соціальної напруженості та виявлення факторів її формування, а потім і розробка заходів усунення, є доволі актуальним завданням для сучасних дослідників та науковців.

Питанням дослідження соціальної напруженості займаються науковці різних галузей, цю проблематику вивчають в межах таких наук, як: психологія, соціологія, соціальна філософія, соціальна психологія, політологія та ін. Вивченням цього явища займалися такі вчені: Баранова Г. В., Фролов В. А., Кондрашин А. В. [4], Головенько В. А. [5], Толстова Ю. Н. і Вороніна Н. Д. [14], Яценко Л. Д. і Коломієць О. О. [15], Сірий Є. В. [11], Андренко О. А. [1] та багато інших дослідників [2; 9]. Проаналізувавши думки різних науковців, робимо висновок, що соціальна напруженість – це складне та багаторівневе явище, яке має свій механізм утворення та розвитку. Для його дослідження слід акцентувати увагу на розробці адекватних і ефективних моделей діагностики соціальної

напруженості, оцінці й аналізі цього явища на макрорівні. Однак в арсеналі вчених ще немає ефективної методології виявлення соціальної напруженості та своєчасної мінімізації загроз, з нею пов'язаних. Тому метою даного дослідження є оцінка та аналіз рівня соціальної напруженості в країнах Європейського Союзу на основі застосування широкого кола методів економіко-математичного моделювання.

Для досягнення поставленої мети в межах даної статті розроблено комплексну схему моделювання оцінки та аналізу соціальної напруженості на макрорівні (на прикладі країн – членів ЄС і тих, що є претендентами на вступ до Союзу), яку наведено на *рис. 1*.

Опишемо комплексну схему моделювання соціальної напруженості в країнах ЄС і акцентуємо увагу на основних її етапах.

Етап 1. На першому кроці було сформовано індикативний простір такого явища, як соціальна напруженість, для чого проведено концептуальний і

порівняльний аналіз робіт, у результаті чого за інформаційну базу оцінки соціальної напруженості обрано різноманітні міжнародні індекси, методологія розрахунку котрих пов'язана з отриманими факторами. Розглянуті індекси вже розраховані дослідницьким центром при Колумбійському університеті «Інститут землі» та ООН [10]. Перелік обраних факторів наведено в *табл. 1*.

У рамках **етапу 2** було здійснено формування індексу соціальної напруженості для країн ЄС, скорочення вхідної вибірки, виявлено ступінь впливу факторів на індекс соціальної напруженості. Для цього було використано методи кореляційного та регресійного аналізу. Об'єктом дослідження стали 28 країн – членів Європейського Союзу і 5 країн – кандидатів на вступ [12; 13].

На першому кроці дослідження були обчислені значення індексу соціальної напруженості за формулою (1):

$$ICH = \sqrt{\sum I^+ + \sum (100 - I^-)}, \quad (1)$$

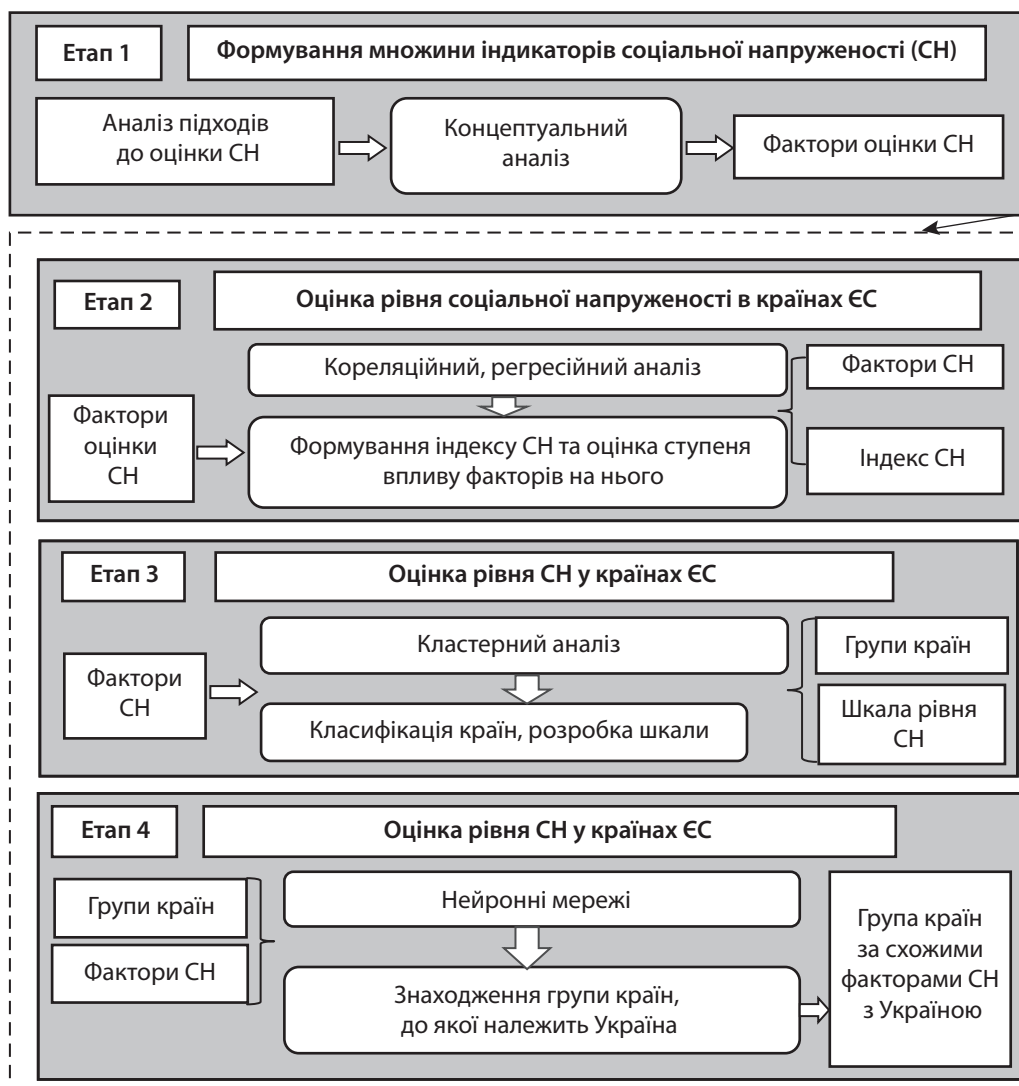


Рис. 1. Концептуальна схема оцінки та аналізу соціальної напруженості на макрорівні

Фактори соціальної напруженості

Назва	Фактор	Назва	Фактор
Ф1	Індекс щастя	Ф9	Індекс ефективності систем охорони здоров'я
Ф2	Індекс рівня освіти	Ф10	Індекс якості життя людей похилого віку
Ф3	Індекс розвитку людського потенціалу	Ф11	Індекс глобальної конкурентоспроможності
Ф4	Індекс навмисних вбивств	Ф12	Індекс слабкості (нестабільності)
Ф5	Індекс верховенства закону	Ф13	Індекс екологічної ефективності
Ф6	Індекс ефективності праці уряду	Ф14	Індекс тероризму
Ф7	Індекс економічної свободи	Ф15	Індекс соціального розвитку
Ф8	Індекс вживання спиртного		

де I^+ – фактори, що мають прямий зв'язок з індексом соціальної напруженості; I^- – фактори, що мають зворотний зв'язок.

Далі за допомогою кореляційного аналізу було проаналізовано змінні, що впливають на індекс соціальної напруженості в досліджуваний період. Кореляційний аналіз дозволив встановити рівень залежності однієї величини (показника) від іншої у вигляді коефіцієнта кореляції. При значенні коефіцієнта кореляції, що перевищує 0,7–0,8 між парами факторів, цей зв'язок вважався щільним. Але наявність такого типу зв'язків між факторами викривляє результати регресійного аналізу соціальної напруженості. З 15 факторів простір ознак цього явища був звужений (застосовувався метод послідовного виключення) до 8, які формують соціальну напруженість і доцільно її описують (табл. 2).

На наступному кроці, з метою виявлення закономірності розвитку соціальної напруженості за певний період їх розвитку, було побудовано модель індексу соціальної напруги. Загальний вигляд отриманої моделі показано у формулі (2):

$$ICH = b_0 + b_1 \cdot \Phi_1 + b_2 \cdot \Phi_2 + \dots + b_n \cdot \Phi_n, \quad (2)$$

де ICH – індекс соціальної напруженості; b_1, b_2, \dots, b_n – параметри моделі, коефіцієнти, розраховані емпіричним шляхом; b_0 – вільний член, що характеризує рівень соціальної напруги, яка формується під впливом неврахованих факторів (вага кожного з яких є незначною); $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ – фактори, що детермінують соціальну напруженість.

Результати моделювання дозволили сформува-ти індекс соціальної напруженості таким чином:

$$ICH = 32,47 - 0,16 \cdot \Phi_1 + 6,68 \cdot \Phi_2 - 15,05 \cdot \Phi_3 - 0,03 \cdot \Phi_4 - 1,16 \cdot \Phi_5 - 0,04 \cdot \Phi_6 - 0,05 \cdot \Phi_7 + 0,57 \cdot \Phi_8. \quad (3)$$

Після проведення статистичної оцінки показників можна зазначити, що розрахункові дані регресійної статистики підтверджують якість отриманої функції множинної регресії: коефіцієнт множинної регресії досить великий ($R = 0,96$) і показує якісний

підбір факторів соціальної напруженості; коефіцієнт множинної детермінації (R -квадрат = 0,92) показує, що регресійною моделлю пояснюється не менше 92% дисперсії даних; усі параметри регресійного рівняння статистично значущі.

Отже, після проведених розрахунків зазначимо, що оптимальною кількістю факторів, якими можна пояснити 96% варіації індексу соціальної напруженості, є 8. Вони статистично значущі. Найсуттєвіше впливає на індекс соціальної напруженості індекс праці уряду (зворотний зв'язок $-0,96$). Також можна виділити індекс щастя, який має зворотний щільний зв'язок з індексом соціальної напруженості ($-0,89$). Індекс верховенства закону корелює з індексом соціальної напруженості ($-0,83$). Коефіцієнт кореляції між індексом розвитку людського потенціалу й індексом соціальної напруженості становить ($-0,81$). Індекс економічної свободи має зворотний зв'язок з індексом соціальної напруженості ($-0,71$). Своєю чергою, індекс вживання спиртного має додатний зв'язок з досліджуваним індексом (0,71). Індекс навмисних убивств має коефіцієнт кореляції з індексом соціальної напруженості (0,77). Індекс економічної свободи має зворотний зв'язок ($-0,71$).

Сформована регресійна модель є адекватною і може бути використана на практиці. Порівняємо розрахункові значення (за формулою (1)) індексів соціальної напруженості країн ЄС та ті, що отримані за допомогою регресійної моделі (формула (3)), використовуючи діаграму на рис. 2.

Після візуального аналізу діаграми можна зазначити, що характер зростання та спаду комплексного індексу соціальної напруженості (за формулою (1)) повторює зростання та спад індексу соціальної напруженості, який був розрахований за регресійною моделлю. Коефіцієнт кореляції між зазначеними показниками доволі значний і дорівнює 0,98, що свідчить про щільний зв'язок. Отже для оцінки рівня соціальної напруженості в країнах ЄС можна використовувати дві моделі: розрахунок індексу соціальної напруженості за формулою і на основі регресійної

Перелік факторів, які формують соціальну напруженість і доцільно її описують [10]

Назва	Фактор	Зміст фактора
Ф1	Індекс щастя	Комбінований показник, який вимірює досягнення країн світу з точки зору їх здатності забезпечити своїм жителям щасливе життя. На нього впливає рівень ВВП на душу населення, соціальна підтримка, тривалість здорового життя, свобода життєвого вибору, щедрість (благодійність), сприйняття корупції, негативне майбутнє
Ф2	Індекс рівня освіти	Рівень грамотності дорослого населення (дві третини значення) та комбінований показник сукупної частки учнів (одна третина значення)
Ф3	Індекс розвитку людського потенціалу	Сукупний показник рівня розвитку людини в країні, є дестимулятором соціальної напруженості, вимірює досягнення країни з точки зору стану здоров'я, отримання освіти та фактичного доходу її громадян
Ф4	Індекс навмисних вбивств	Сукупний показник рівня навмисних убивств у країні, розраховується за рік на 100 000 осіб, індикатор злагоди в суспільстві, показує наскільки люди вдоволені станом речей навколо
Ф5	Індекс верховенства закону	Інтегральний показник, який вимірює досягнення держав з точки зору забезпечення правового середовища, яке базується на універсальних принципах верховенства закону. Індекс являє собою комбінований показник, що розраховується на основі даних, отриманих з експертних джерел і опитувань громадської думки в країнах, охоплених дослідженням
Ф6	Індекс ефективності праці уряду	Інтегральний показник, який відображає якість та ефективність державного управління, містить фактори соціальної напруженості, які відносяться до соціальної та політичної сфер життя людини
Ф7	Індекс економічної свободи	Комбінований показник, який оцінює рівень економічної свободи в країнах. Даний індекс описує фактори соціальної напруженості, які відносяться до економічної та соціальної сфер життя
Ф8	Індекс вживання спиртного	Комбінований показник, який відображає кількість вживання етилового спирту в літрах на одну особу

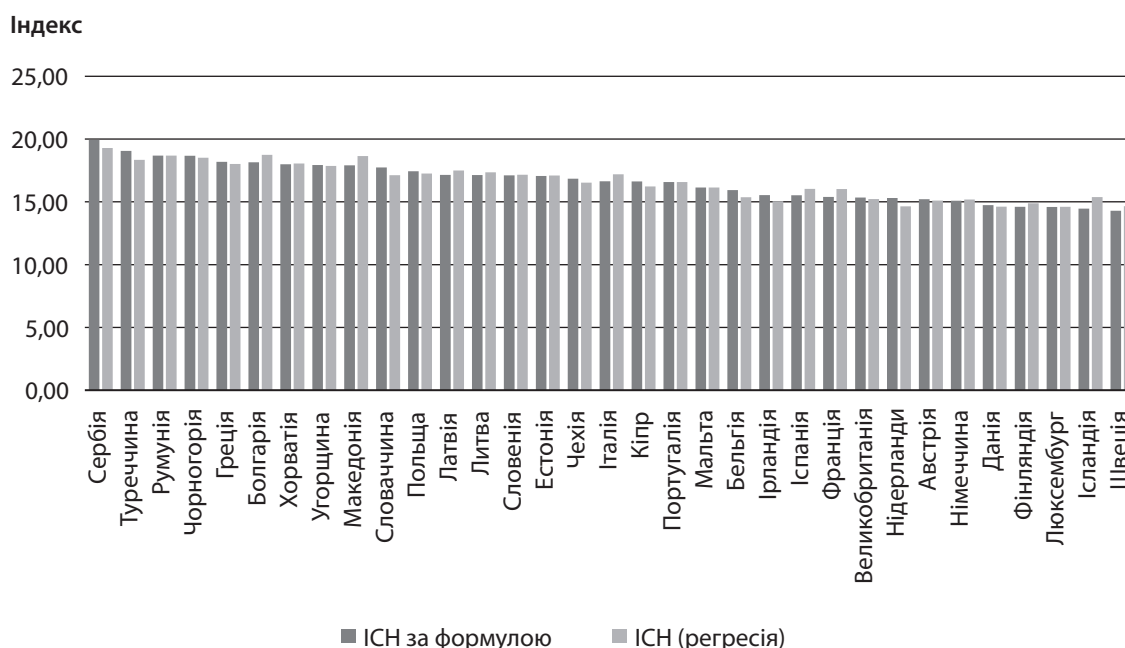


Рис. 2. Індeksi соціальної напруженості по країнах ЄС

моделі. Але регресійна модель є більш оптимальною і зручною для використання на практиці. Її можна застосовувати не тільки для оцінки соціальної напруженості, а і для прогнозування, що є важливим для складних соціально-економічних систем.

Далі розрахуємо індекс соціальної напруженості, використовуючи алгоритм обчислення інтегрального показника [1; 3; 6]:

$$d_i^* = 1 - \frac{c_{io}}{c_o}, \quad (4)$$

$$c_o = \bar{c}_o + 2S_o; \bar{c}_o = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^w c_{io};$$

$$S_o = \sqrt{\frac{1}{w} \sum_{i=1}^w (c_{io} - \bar{c}_o)^2}.$$

Проаналізуємо отримані результати та порівняємо їх з раніше обчисленим індексом соціальної напруженості, упорядкувавши їх від найбільшого значення до найменшого. Результати наведено в *табл. 3*.

Після аналізу результатів можна стверджувати, що країна з найбільшим рівнем соціальної напруженості – це Сербія (зайняла перше місце в обох рейтингах), а країна з низьким рівнем цього явища – це Швеція (зайняла останнє місце за обома рейтингами).

Розглянемо основні соціально-економічні характеристики цих країн. Сербія – це країна – кандидат на вступ до Європейського Союзу. Через значні проблеми у з економічним станом у країні досить значний рівень безробітних (майже 25%), великий зовнішній борг, відсутність ефективних реформ і закордонних інвестицій. Середній рівень заробітної плати в Сербії найнижчий серед балканських країн. Сербія – це країна з високим рівнем соціальної напруженості. Швеція – член Європейського Союзу. Економіка країни характеризується стійким зростанням. Високий рівень життя, медицини, соціального захисту. Найбільшим фактором дестабілізації в Швеції є проблема мігрантів. У Швеції наявний низький рівень соціальної напруженості.

У рамках реалізації **етапу 3**, з метою виявлення груп країн зі схожими факторами соціальної напруженості, здійснено кластерний аналіз. Вхідними даними виступили результати, які були отримані на етапі 2 реалізації комплексної схеми моделювання соціальної напруженості в країнах ЄС, а саме: ІСН побудований на основі регресійної моделі. З метою деталізації отриманої шкали було проведено групування досліджуваних об'єктів за факторами соціальної напруженості.

Для обґрунтування необхідної кількості кластерів було реалізовано метод Уорда та розраховані

Таблиця 3

Рейтинг країн за рівнем соціальної напруженості

Рейтинг	Країна	ІСН (Інтегральний)	Країна	ІСН (регресія)
1	2	3	4	5
1	Сербія	0,615953	Сербія	19,28
2	Туреччина	0,594163	Болгарія	18,74
3	Румунія	0,569181	Румунія	18,68
4	Чорногорія	0,565339	Македонія	18,64
5	Греція	0,561792	Чорногорія	18,51
6	Болгарія	0,552014	Туреччина	18,34
7	Хорватія	0,542191	Хорватія	18,05
8	Угорщина	0,535311	Греція	18,02
9	Македонія	0,526691	Угорщина	17,85
10	Словаччина	0,501074	Латвія	17,50
11	Польща	0,48585	Литва	17,36
12	Латвія	0,478457	Польща	17,25
13	Литва	0,476026	Італія	17,19
14	Словенія	0,470689	Словенія	17,15
15	Естонія	0,470542	Словаччина	17,12
16	Чехія	0,463577	Естонія	17,09
17	Італія	0,446113	Португалія	16,57
18	Кіпр	0,444496	Чехія	16,53
19	Португалія	0,418941	Кіпр	16,23
20	Мальта	0,407445	Мальта	16,14

1	2	3	4	5
21	Бельгія	0,380058	Іспанія	16,03
22	Ірландія	0,376371	Франція	16,02
23	Іспанія	0,375373	Ісландія	15,38
24	Франція	0,335968	Бельгія	15,36
25	Великобританія	0,323211	Великобританія	15,22
26	Нідерланди	0,303439	Німеччина	15,18
27	Австрія	0,29663	Австрія	15,10
28	Німеччина	0,279157	Ірландія	15,05
29	Данія	0,275634	Фінляндія	14,88
30	Фінляндія	0,264634	Люксембург	14,65
31	Люксембург	0,257162	Нідерланди	14,63
32	Ісландія	0,244685	Данія	14,62
33	Швеція	0,233335	Швеція	14,61

функціонали якості для 2, 3, 4, 5 та 6 кластерів, які показали доцільність розбиття даної сукупності на 4 або на 6 кластерів. Застосування Гар-статистики дозволило зробити висновок, що найкращим варіантом є розбиття на 4 групи [7]. Отже, далі було здійснене групування країн методом k -середніх [8] на основі отриманої інформації про оптимальну кількість кластерів. За результатами кластерного аналізу серед досліджуваних країн утворилося чотири групи з високим, середнім, помірним і низьким рівнем соціальної напруженості та спільними факторами утворення і розвитку соціальної напруженості. Аналіз наведених результатів показав, що відстані між об'єктами кожного кластера до центра адекватні, що свідчить про суттєву схожість між ними (рис. 3).

Для кластера 3 характерне найвище значення індексу щастя, розвитку освіти, людського потенціалу, верховенства закону, ефективності праці уряду та економічної свободи. Натомість також характерний низький рівень вбивств, невелике значення індексу споживання алкоголю та низький рівень соціальної напруженості по останньому фактору. Таким чином, даний кластер у загальному сприйнятті нагадує об'єднання країн з низьким рівнем соціальної напруженості. За подібною схемою мітку «помірного» рівня соціальної напруженості тепер має кластер 1. Мітку «середнього» рівня соціальної напруженості має кластер 2. Високий рівень соціальної напруженості спостерігається у країнах із кластера 4. Кластери у просторі розподілилися згідно з рис. 4.

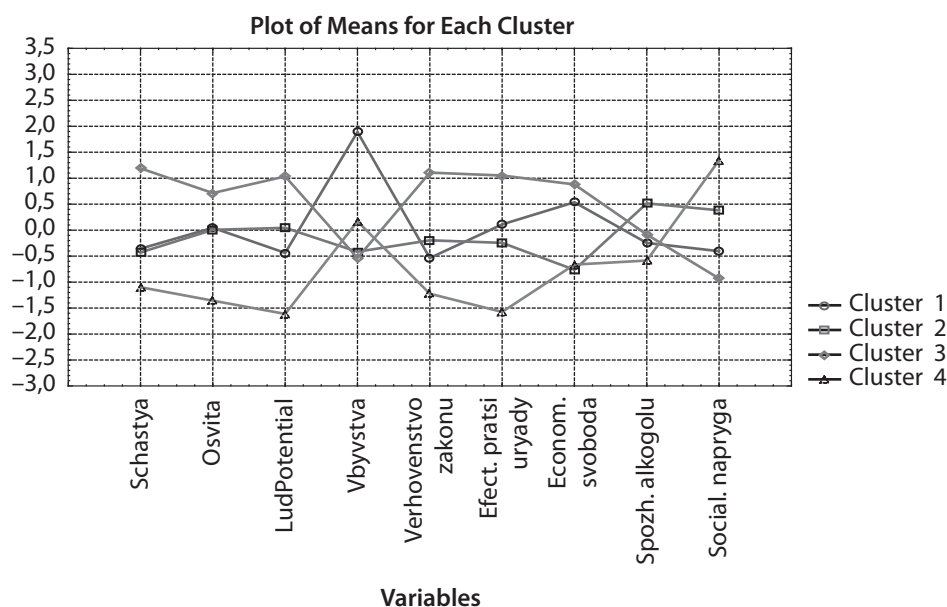


Рис. 3. Графік середніх величин

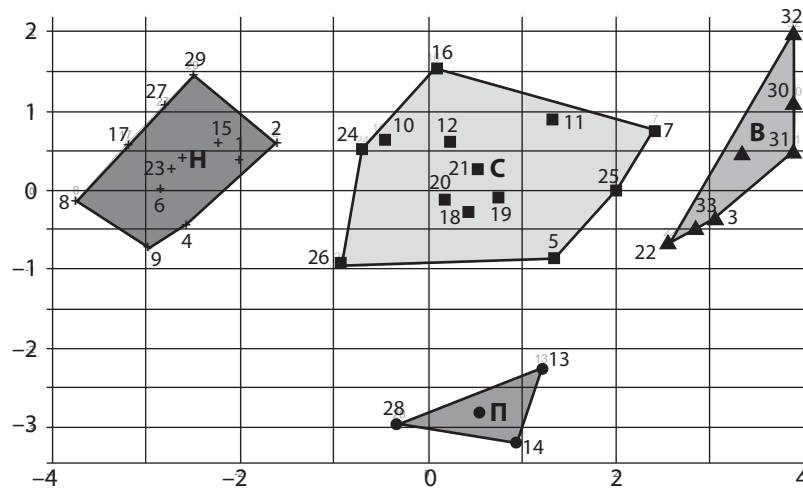


Рис. 4. Графічна інтерпретація побудованих кластерів

Проведемо інтерпретацію результатів та визначимо, до якої групи потрапила кожна країна ЄС. Інтерпретацію отриманих результатів наведено в табл. 4. Деталізацію шкали рівня соціальної напруженості за утвореними кластерами наведено в табл. 5.

Таблиця 4

Інтерпретація результатів кластеризації

Рівень СН	Перелік країн
Низький	Австрія, Бельгія, Великобританія, Німеччина, Данія, Ірландія, Люксембург, Нідерланди, Фінляндія, Швеція, Ісландія
Помірний	Кіпр, Латвія, Литва, Мальта, Естонія
Середній	Угорщина, Греція, Іспанія, Італія, Польща, Словаччина, Словенія, Португалія, Франція, Хорватія, Чехія
Високий	Болгарія, Румунія, Македонія, Сербія, Туреччина, Чорногорія

Таблиця 5

Результати деталізації шкали ІСН

Шкала	Рівень СН	Перелік країн
19,28–18,34	Високий	Болгарія, Румунія, Македонія, Сербія, Туреччина, Чорногорія
18,05–16,02	Середній	Угорщина, Греція, Іспанія, Італія, Польща, Словаччина, Словенія, Португалія, Франція, Хорватія, Чехія, Кіпр, Латвія, Литва, Мальта, Естонія
15,38–14,61	Низький	Австрія, Бельгія, Великобританія, Німеччина, Данія, Ірландія, Люксембург, Нідерланди, Фінляндія, Швеція, Ісландія

Після аналізу результатів можна стверджувати, що на розробленій шкалі рівня соціальної напруженості вдалося виділити 3 зони. У середній зоні виділяються країни зі своєю специфікою, до них належать: Кіпр, Латвія, Литва, Мальта, Естонія. Найбільш привабливими для життя та роботи вважаються країни із кластера з низьким рівнем соціальної напруженості. Своєю чергою, найгірше становище мають країни із високим рівнем цього явища.

Етап 4 передбачає виявлення групи країн, до якої належить Україна за рівнем соціальної напруженості. Для реалізації задачі був використаний алгоритм навчання нейронної мережі [9], що цілком підходить для рішення задачі класифікації, тобто знаходження кластера країн ЄС і кандидатів на членство, у який входить Україна за схожими факторами соціальної напруженості. Параметри якості підтвердили можливість використання даної моделі для рішення задачі знаходження групи країн, які за факторами формування рівня соціальної напруженості схожі з Україною. Отже, знайдено нейронну мережу, котра майже абсолютно точно повторює задану класифікацію. Проаналізуємо параметри моделі на рис. 5.

Далі використаємо дані по всіх вказаних світових індексах, котрі відповідають українським реаліям. Для розуміння того, в який саме кластер потрапила Україна, використаємо функцію прогнозу, яка передбачена функціоналом нейронної мережі, та проаналізуємо результат (рис. 6).

Згідно з побудованою моделлю Україна потрапляє до кластера номер 4, в якому знаходяться країни з високим рівнем соціальної напруженості. Тобто Україна має фон функціонування механізму соціальної напруженості, подібний до Болгарії, Румунії, Македонії, Сербії, Туреччини та Чорногорії.

ВИСНОВКИ

Робота присвячена дослідженню особливостей моделювання рівня соціальної напруженості в

Class (Classification summary) (Spreadsheet1)						
Samples: Train						
		Class-1	Class-2	Class-3	Class-4	Class-All
2.MLP 0-11-4	Total	8.0000	4.0000	8.0000	5.0000	25.0000
	Correct	8.0000	4.0000	8.0000	5.0000	25.0000
	Incorrect	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Correct (%)	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
	Incorrect (%)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Рис. 5. Класифікація, отримана за нейронною мережею

Custom predictions spreadsheet (Spreadsheet1)									
Cases	2. Class_(t)	Schastya	Osvita	LudPotential	Vbyvstva	Verhovenstvo zakonu	Efect. pratsi	Econom. svoboda	Spozh. alkohol
1	4	-2.61000	-0.44	2.21000	1.930000	-1.55000	-3.45000	-3.75000	1.690000

Рис. 6. Результат побудови нейромережевої класифікації

країнах Європейського Союзу. Запропоновано моделі аналізу й оцінки цього явища; виявлено спільні фактори формування рівня соціальної напруженості для різних країн Європейського Союзу. У результаті реалізації запропонованого механізму моделювання було здійснено оцінку індексу соціальної напруженості країн ЄС і претендентів до вступу в нього, на основі чого країни були об'єднані у кластери. Вдалося виявити 3 зони зі своїми специфічними формами прояву цього явища. До групи країн з низьким рівнем соціальної напруженості ввійшло 12 країн; до зони із середнім рівнем – 16, а до країн з високим рівнем цього явища – 5 країн. Останнім кроком алгоритму стала нейромережева класифікація, котра показала місце України в загальноєвропейській градації країн за рівнем соціальної напруженості.

Отже, пропонується методика макроекономічного дослідження рівня соціальної напруженості є дієвим інструментом комплексної діагностики, що дозволить акцентувати увагу на розробці адекватних і ефективних стратегій попередження наростання соціальної напруженості та своєчасної мінімізації загроз, пов'язаних з нею. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Андренко О. А., Мордовцев О. С. Використання моделі інтегрального індикатора для оцінки рівня соціальної напруженості адміністративного району. *Вісник НТУ «ХПІ». Тематичний випуск «Актуальні проблеми управління та фінансово-господарської діяльності підприємства»*. 2011. № 62. С. 3–8. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/17827/1/vestnik_HPI_2011_62_Andrenko_Vukorystannia.pdf
2. Андренко О. А. Соціальна напруженість як вид загрози соціально-економічній безпеці регіону. *Бізнес Інформ*. 2013. № 9. С. 119–123. URL: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2013-9_0-pages-119_123.pdf
3. Артищук І. В. Інтегральний показник ефективності розвитку суб'єктів господарювання як критерій прийняття управлінських рішень. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2009. Вип. 19.7. С. 253–259.

4. Баранова Г. В., Фролов В. А., Кондрашин А. В. Особенности социальной напряженности в регионах России. *Социологические исследования*. 2011. № 6. С. 48–55.

5. Головенько В. А. Рівень соціальної напруженості та потенціал соціального протесту в суспільстві: можливості соціологічного дослідження та прогнозування. *Український соціум*. 2007. № 5-6. С. 137–152. URL: https://ukr-socium.org.ua/wp-content/uploads/2007/11/137-152__no-5-6__vol-22__2007__UKR.pdf

6. Грызлов И. Н., Белов В. П. Информационная технология оценки социальной напряженности в регионах России. *Информационные системы и технологии*. 2010. № 1/57. С. 50–57.

7. Дронов С. В. Многомерный статистический анализ : учебное пособие. Барнаул : Изд-во Алтайского государственного университета, 2003. 244 с.

8. Дюрэн Б., Оделл П. Кластерный анализ / пер. с англ. Е. З. Демиденко под ред. и с предисл. А. Я. Боярского. М. : Статистика, 1977. 128 с.

9. Новотарський М. А., Нестеренко Б. Б. Штучні нейронні мережі: обчислення // Праці Інституту математики НАН України. Т. 50. Київ : Ін-т математики НАН України, 2004. 408 с. URL: http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka_trudy/ShtuchnNejronMeregNester2004.pdf

10. OECD Better Life Index. URL: <http://www.oecdbetter-lifeindex.org/>

11. Сірий Є. В. Системний аналіз соціальної напруженості в контексті побудови її концептуальної моделі та алгоритмізації дослідження. *Проблеми соціальної роботи: філософія, психологія, соціологія*. 2017. № 1. С. 70–77.

12. Соціальні індикатори рівня життя населення: статистичний збірник. URL: https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/Arhiv_u/15/Arch_si_zb.htm

13. Enterprise Surveys Data. URL: <http://www.enterprisesurveys.org/en/data>

14. Толстова Ю. Н., Воронина Н. Д. Расширение понятия социологического измерения и его использование для измерения социальной напряженности. *Мониторинг общественного мнения*. 2011. № 5. С. 25–36.

15. Яценко Л. Д., Коломієць О. О. Методичні засади та результати комплексної оцінки соціальної напруженості в Україні. *Вісник Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова. Серія «Економіка»*. 2015. Т. 20. Вип. 3. С. 204–208. URL: http://visnyk-onu.od.ua/journal/2015_20_3/48.pdf

16. European Innovation Scoreboards. URL: <https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards/>

17. Eurostat. URL: <http://ec.europa.eu/eurostat>

REFERENCES

Andrenko, O. A. "Sotsialna napruzhenist yak vyd zahrozy sotsialno-ekonomichnii bezpetsi rehionu" [Social Tension as a Threat to Socio-economic Security of a Region]. *Biznes Inform*. 2013. https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2013-9_0-pages-119_123.pdf

Andrenko, O. A., and Mordovtsev, O. S. "Vykorystannia modeli intehralnogo indykatora dlia otsinky rivnia sotsialnoi napruzhenosti administratyvnoho raionu" [Use of the Integral Indicator Model to Estimate the Level of Social Tension of the Administrative District]. *Visnyk NTU «KhPI». Thematic issue «Aktualni problemy upravlinnia ta finansovo-hospodarskoi diialnosti pidpriemstva»*. 2011. http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/17827/1/vestnik_HPI_2011_62_Andrenko_Vykorystannia.pdf

Artyshchuk, I. V. "Intehralnyi pokaznyk efektyvnosti rozvytku subiektiv hospodariuvannia yak kryterii pryiniattia upravlynskykh rishen" [Integral Index of Efficiency of Development of Subjects of Menage as Criterion of Acceptance of Administrative Decisions]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, no. 19.7 (2009): 253-259.

Baranova, G. V., Frolov, V. A., and Kondrashin, A. V. "Osobennosti sotsialnoy napryazhennosti v regionakh Rossii" [Features of Social Tension in the Regions of Russia]. *Sotsiologicheskoye issledovaniya*, no. 6 (2011): 48-55.

Dronov, S. V. *Mnogomernyy statisticheskiy analiz* [Multivariate Statistical Analysis]. Barnaul: Izd-vo Altayskogo gosudarstvennogo universiteta, 2003.

Dyuran, B., and Odell, P. *Klasternyy analiz* [Cluster Analysis]. Moscow: Statistika, 1977.

Enterprise Surveys Data. <http://www.enterprisesurveys.org/en/data>

European Innovation Scoreboards. <https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards/>

Eurostat. <http://ec.europa.eu/eurostat>

Gryzlov, I. N., and Belov, V. P. "Informatsionnaya tekhnologiya otsenki sotsialnoy napryazhennosti v regionakh Rossii" [Information Technology for Assessing Social Tension in the Regions of Russia]. *Informatsionnyye sistemy i tekhnologii*, no. 1/57 (2010): 50-57.

Holovenko, V. A. "Riven sotsialnoi napruzhenosti ta potentsial sotsialnoho protestu v suspilstvi: mozhlyvosti sotsiologichnoho doslidzhennia ta prohozuvannia" [Level of Social Tension and Potential of Social Protest in Society: Opportunities for Sociological Research and Forecasting]. *Ukrainskyi sotsium*. 2007. https://ukr-socium.org.ua/wp-content/uploads/2007/11/137-152__no-5-6__vol-22__2007__UKR.pdf

Novotarskyi, M. A., and Nesterenko, B. B. "Shtuchni neironni merezhi: obchyslennia" [Artificial Neural Networks: Calculations]. *Pratsi Instytutu matematyky NAN Ukrainy*. 2004. http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka_trudy/ShtuchnNejronMeregNester2004.pdf

OECD Better Life Index. <http://www.oecdbetterlifeindex.org/>

"Sotsialni indykatory rivnia zhyttia naselennia: statystychnyi zbirnyk" [Social Indicators of Living Standards of the Population: a Statistical Compilation]. https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/Arhiv_u/15/Arch_si_zb.htm

Siryi, Ye. V. "Systemnyi analiz sotsialnoi napruzhenosti v konteksti pobudovy yii kontseptualnoi modeli ta alhorytmizatsii doslidzhennia" [System Analysis of Social Tension in Context of the Construction its Conceptual Model and Research Algorithmization]. *Problemy sotsialnoi roboty: filozofia, psykholohiia, sotsiologhiia*, no. 1 (2017): 70-77.

Tolstova, Yu. N., and Voronina, N. D. "Rasshirennye ponyatiya sotsiologicheskogo izmereniya i yego ispolzovaniye dlya izmereniya sotsialnoy napryazhennosti" [Expanding the Concept of the Sociological Dimension and its use for Measuring Social Tension]. *Monitoring obshchestvennogo mneniya*, no. 5 (2011): 25-36.

Yatsenko, L. D., and Kolomiets, O. O. "Metodychni zasady ta rezultaty kompleksnoi otsinky sotsialnoi napruzhenosti v Ukraini" [Methodical Bases and Results of the Comprehensive Evaluation of Social Tension in Ukraine]. *Visnyk Odeskoho natsionalnogo universytetu im. I. I. Mechnykova. Seriiia «Ekonomika»*. 2015. http://visnyk-onu.od.ua/journal/2015_20_3/48.pdf