

## ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ РЕГІОНУ

### ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING OF MIGRATORY PROCESSES OF THE REGION

*У статті розглядаються основні питання економіко-математичного моделювання міграційних процесів сталого розвитку регіону. Проводиться статистичний аналіз процесу міграції населення регіону, моделювання міграційних процесів міста, розробка варіантів прогнозу регулювання міграційного процесу на перспективу. Для покращення результатів моделювання було розглянуто чотири сценарії зміни значень факторів. Моделювання за четвертим сценарієм дало найкращі результати. Тільки зміна всіх трьох факторів може поліпшити результати моделювання.*

**Ключові слова:** сталий розвиток, міграція населення, інтенсивність міграції, моделювання, прогнозування.

*В статье рассматриваются основные вопросы экономико-математического моделирования миграционных процессов устойчивого развития региона. Проводится статистический анализ процесса миграции населения региона, моделирование миграционных процессов города, разработка вариантов прогноза регулирования*

*миграционного процесса на перспективу. Для улучшения результатов моделирования были рассмотрены четыре сценария изменения значений факторов. Моделирование по четвертому сценарию дало лучшие результаты. Только изменение всех трех факторов может улучшить результаты моделирования.*

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, миграция населения, интенсивность миграции, моделирование, прогнозирование.

*The article discusses the main issues of economic and mathematical modeling of migration processes for sustainable development of the region. There is carried out a statistical analysis of the population migration of the region, the modeling of the city migration, versions of the forecast of regulation of migratory process for prospect are developed. Four scenarios change factor values were considered to improve the simulation results. The best results of modeling have received according to the fourth scenario. Only change of all three factors can improve the modeling results.*

**Key words:** sustainable development, migration, modeling, prediction.

УДК 519.21:330.342

**Литвинова О.Б.**

старший викладач кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і моделювання економіки Комунальний вищий навчальний заклад «Інститут підприємництва «Стратегія» Дніпропетровської обласної ради»

**Постановка проблеми.** На сьогодні однією з актуальних проблем світу є проблема міграції населення, адже воно є виробником і споживачем виробничих благ. Скорочення чисельності населення, зниження тривалості життя і народжуваності, від'ємне сальдо міграції стали характерними ознаками сучасної демографічної ситуації. Це визначає необхідність застосування методів та методик економіко-математичного моделювання міграційних процесів регіону.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням моделювання демографічних процесів присвячено багато робіт зарубіжних та вітчизняних дослідників. До вчених, які зробили вагомий внесок у розгляд та вивчення цього питання, можна віднести: Д. Граунта, Д. Форрестера, Д. Медоуза, Ж. Бертильона, У. Петті, У. Фарра, Г. Кінга, Е. Галлея, Л. Кетле, Т. Мальтуса, П. Уелптона, В. Лексиса, М. Кремера, А. Лотки та ін. Серію фундаментальних робіт по вивченню макрооб'єкта «Світ-система» виконали С. Капиця, А. Коротаєва, А. Малкова, Д. Халтуріна, у дослідженнях яких розглядається феноменологічний підхід щодо агрегованих демографічних понять і мало приділяється уваги статевому складу населення.

Світ у цілому являє собою закриту демографічну систему і моделювання демографічних процесів таких систем вивчено досить добре. На мезорівні значна кількість демографічних моделей не може використовуватись, тому що через міграційні процеси система стає відкритою. Тому

моделювання і прогнозування демографічних процесів необхідно здійснювати в окремих регіонах країни, слід будувати демографічні моделі на мезорівні.

**Формування цілей статті.** З огляду на вищевказане слід зазначити, що існуючі міграційні моделі досліджені недостатньо і не мають конкретних позицій у реальних умовах. Тому актуальним є розвиток і модифікація відомих моделей з урахуванням різних факторів, що впливають на міграцію, і розробка на основі них власних методик і програм, що дозволяють моделювати міграцію населення регіонів України. Метою дослідження є статистичний аналіз процесу міграції регіону (м. Жовті Води), моделювання міграційних процесів міста, розробка варіантів прогнозу регулювання міграційного процесу у м. Жовті Води на перспективу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Рішення проблеми збалансованості попиту і пропозиції робочої сили по галузях і регіонах та забезпечення їх необхідними трудовими ресурсами можливе у декількох аспектах: по-перше, внаслідок проведення активної політики зайнятості з більш повного використання місцевого незайнятого населення; по-друге, шляхом підвищення внутрішньої міжрегіональної мобільності населення і збільшення внутрішніх переміщень; по-третє, за рахунок залучення іноземної робочої сили необхідної якості та кількості. Значний вплив міграції позначається на змінах структури ринку праці прикордонних регіонів, що мають, як правило, значні

масштаби міграційного обороту з незбалансованими зустрічними потоками [1].

Таким чином, одним з найважливіших питань вивчення міграції населення є розгляд проблеми руху трудових ресурсів. При цьому виділяють три тісно взаємопов'язаних на практиці форми руху трудових ресурсів, що є виявом їх розподілу і перерозподілу: територіальне, галузеве і професійне переміщення [2].

Комплексне вивчення міграції можливе з використанням економіко-математичних і математичних методів шляхом побудови певних моделей.

Основне джерело відомостей про міграцію населення – державна статистика, що включає поточний облік міграції і матеріали переписів населення; крім того, організовуються вибіркові обстеження, мета яких, як правило – з'ясування мотивів переміщень [3].

Результати міграції населення характеризуються рядом абсолютних і відносних показників: а) число прибулих на постійне проживання з інших населених пунктів (П); б) число вибулих на постійне проживання в інші населені пункти (В); в) сальдо міграції або механічний приріст ( $D_{\text{мех}} = П - В$ ).

Міграційні процеси характеризуються різними коефіцієнтами: 1) коефіцієнти результативності міграційних зв'язків (КРМЗ); 2) коефіцієнти інтенсивності міграційних зв'язків (КІМЗ) [4].

КІМЗ по прибуттю та вибуттю обчислюється за формулами:

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ji}} \cdot \frac{S_j}{S_i} \times 1000, \quad K_{ij} = \frac{B_{ij}}{B_{ji}} \cdot \frac{S_j}{S_i} \times 1000, \quad (1, 2)$$

де  $P_{ij}$  – число прибулих у регіон  $j$  з регіону  $i$ ;  $B_{ij}$  – число вибулих з регіону  $j$  у регіон  $i$ ;  $S_i$  – середня чисельність населення регіону  $i$  за період;  $S_j$  – загальна чисельність регіонів виходу, з якими регіон  $j$  підтримує міграційні зв'язки.

Інтенсивність міграції – це рух населення, що характеризує його частоту у певних територіально-демографічних групах та виражається коефіцієнтом інтенсивності міграції (КІМ).

Коефіцієнти інтенсивності	Формули
1) Коефіцієнти інтенсивності прибуття (імміграції)	$I_j = \frac{P_{ij}}{S_i} \times 1000$
2) Коефіцієнт інтенсивності вибуття (еміграції)	$I_j = \frac{B_{ij}}{S_i} \times 1000$
3) Коефіцієнт інтенсивності міграції по звороту	$I_j = \frac{P_{ij} + B_{ij}}{S_i} \times 1000$
4) Коефіцієнт інтенсивності чистої міграції:	$I_j = \frac{P_{ij} - B_{ij}}{S_i} \times 1000$

Загальний коефіцієнт міграції обчислюється за формулою [4]:

$$m = M / (P \cdot k), \quad (3)$$

де  $M$  – число мігрантів;  $P$  – середня чисельність населення;  $k$  – константа, яка дорівнює величині від 1 до 100 (%) або до 1000 (‰).

Проведемо статистичний аналіз міграційних процесів м. Жовті Води за останні десять років, за офіційними статистичними даними [3].

Чисельні результати проведеного аналізу представлені у табл. 1 [3].

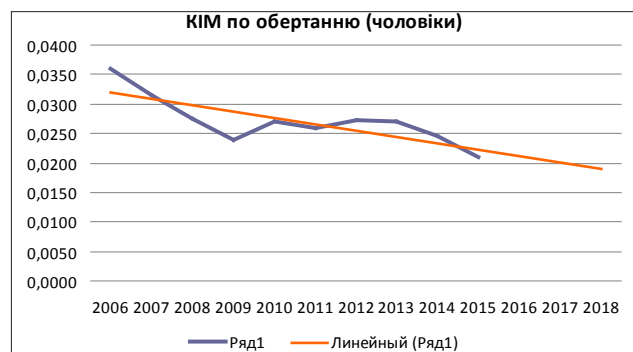


Рис. 1. Коефіцієнт інтенсивності міграції по обертанню (чоловіки)

Джерело: розроблено автором

Таблиця 1

Показники міграції м. Жовті Води на 1000 мешканців

Рік	Кільк. населен., тис.	Кільк. вибулих	Кільк. прибулих	КІМ по приб.	КІМ по вибут.	КІМ по оберт.	Результ-сть міграції
2006	52468	965	980	0,0187	0,0184	0,0371	1,0155
2007	52075	856	806	0,0155	0,0164	0,0319	0,9416
2008	51601	743	687	0,0133	0,0144	0,0277	0,9246
2009	51044	590	635	0,0124	0,0116	0,0240	1,0763
2010	50674	667	687	0,0136	0,0132	0,0267	1,0300
2011	50278	669	730	0,0145	0,0133	0,0278	1,0912
2012	49947	661	776	0,0155	0,0132	0,0288	1,1740
2013	49774	647	765	0,0154	0,013	0,0284	1,1824
2014	49552	660	586	0,0118	0,0133	0,0251	0,8879
2015	49028	553	494	0,0101	0,0113	0,0214	0,8933

Джерело: складено автором за матеріалами [3]

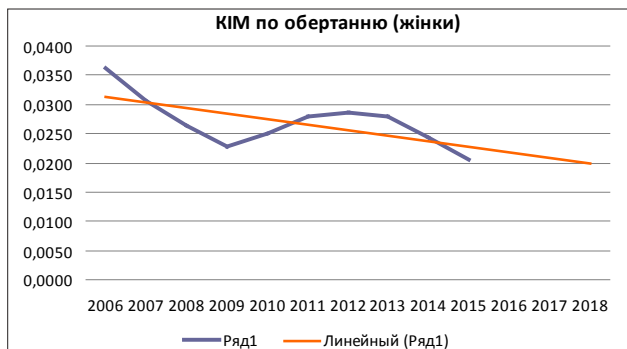
Таблиця 2

**Прогноз КІМ і результативності міграції на 2018 рік**

Результативність міграції	КІМ по прибуттю	КІМ по вибуттю	КІМ по обертанню		КІМ по чистій міграції
			чоловіки	жінки	
1,08	1,0104	0,0096	-44	-25	-0,00079

Джерело: складено автором за матеріалами [3]

Далі проведено порівняльний аналіз параметра КІМ окремо для чоловічого і жіночого населення, результати якого представлено у вигляді графіків на рис. 1-2.

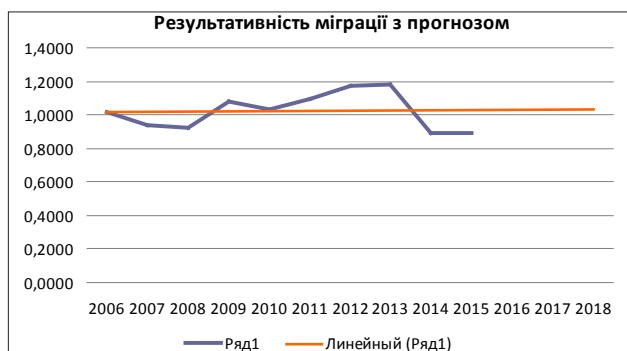


**Рис. 2. Коефіцієнт інтенсивності міграції по обертанню (жінки)**

Джерело: розроблено автором

По прогнозах на 2018 рік коефіцієнт інтенсивності міграції складе для жінок: – «-» 25 осіб, а для чоловіків – «-» 44 особи. Спостерігається зменшення вибуття кількості чоловічого та жіночого населення з аналізованого регіону. Найбільше осіб чоловічої статі вибуло з регіону у 2014 році (305 осіб), жіночої статі – у 2008 р. (400 осіб). Згідно графічному моделюванню очевидний подальший невеликий розрив між кількістю прибулого та вибулого чоловічого і жіночого населення досліджуваного регіону (м. Жовті Води) (рис. 1-2).

Аналіз загальної результативності міграції представлено на рис. 3.



**Рис. 3. Результативність міграції з прогнозом**

Джерело: розроблено автором

На 2018 рік результативність міграції у м. Жовті Води за лінійною регресією складе 1,08. Це свід-

чить про те, що кількість вибулих зменшиться від кількості прибулих на 7,6%. Проте, аналізуючи криву, отриману на рис. 3, можна передбачити, що процес міграції прогнозувати таким чином буде не зовсім коректно.

У таблиці 2 підведемо підсумок лінійного прогнозу на 2018 рік.

Головною продуктивною силою в економіці є економічно активне населення – трудові ресурси. Офіційні дані за останні роки запропоновані у таблиці 3 [3].

Таблиця 3

**Середньооблікова кількість зайнятого населення по м. Жовті Води за 2006–2015 роки**

Рік	Середньо-облікова кількість зайнятих, осіб	Кількість зареєстрованих безробітних, осіб	Рівень зареєстрованого безробіття, осіб
2006	13376	1568	4,7
2007	13534	1257	3,8
2008	13046	1400	4,2
2009	11888	1611	4,9
2010	12122	1725	5,4
2011	11170	1516	4,8
2012	10616	1423	4,5
2013	10505	1341	7,8
2014	9705	1466	6,6
2015	8529	1723	5,0

Джерело: складено автором за матеріалами [3]

Найбільше кількість середньооблікову кількість зайнятого населення спостерігаємо у 2007 р. – 13534 осіб. Починаючи 2007 р. по 2015 р. спостерігається зменшення даного показника. На кінець аналізованого періоду середньооблікова кількість зайнятого населення зменшилась на 4847 осіб.

Рівень безробіття міста Жовті Води представлено на рис. 4.

Рівень безробіття міста Жовті Води протягом 2006-2015 років коливається, але зростає. Найбільший рівень безробіття спостерігався у місті у 2013 році (7,8). Далі показник зменшується, але залишається досить високим. На основі прогнозних значень можна зробити висновок, що рівень безробіття міста зростатиме.

В Україні сучасна демографічна ситуація викликає занепокоєння. Місто Жовті Води не є виключенням. Скорочення чисельності населення, зни-

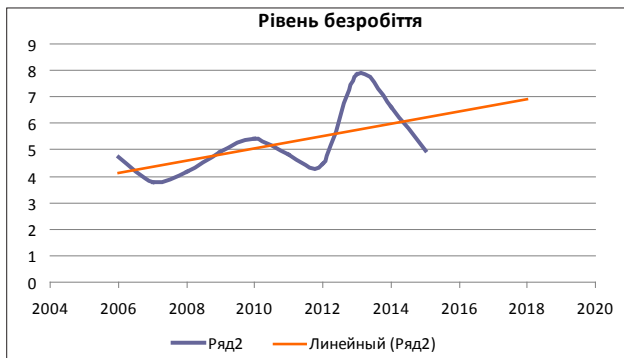


Рис. 4. Рівень безробіття

Джерело: розроблено автором

ження тривалості життя і народжуваності, від'ємне сальдо міграції стали характерними ознаками сучасної демографічної ситуації.

Для процесу моделювання було обрано наступну групу соціально-економічних показників:  $Y$  – міграційний рух населення, осіб;  $X_1$  – середня ЗП, грн.;  $X_2$  – кількість зареєстрованих безробітних, осіб;  $X_3$  – викиди забруднюючих речовин, тонн.

На основі вищевказаних соціально-економічних показників було запропоновано модель множинної нелінійної регресії наступного виду:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot 1/X_1 + a_2 X_2 + a_3 \cdot 1/X_3, \quad (4)$$

Статистичні дані для побудови і розрахунку моделі представлені у табл. 4.

Таблиця 4

**Вихідні дані для побудови і розрахунку моделі**

Рік	Міграційний рух населення, осіб ( $Y$ )	Середня ЗП, грн. ( $X_1$ )	Кількість зареєстрованих безробітних осіб, ( $X_2$ )	Викиди забруднюючих речовин, тонн ( $X_3$ )
2006	5499	929	1568	3835
2007	5770	1361	1257	3568
2008	5121	1820	1400	3624
2009	4252	1951	1611	3281
2010	4461	2167	1725	3589
2011	4863	2369	1516	3661
2012	4992	2703	1423	3526
2013	4827	2951	1341	3366
2014	4333	3223	1466	2991
2015	3614	3769	1723	2894

Джерело: складено автором за матеріалами [3]

Отримані значення параметрів, розраховані за формулою, підставимо у модель множинної лінійної регресії:

$$Y = 10326,13 + 984028 \cdot X_1 - 2,201 \cdot X_2 - 9343279 \cdot X_3.$$

Перевіримо рівняння регресії на адекватність дійсності. Фактичне значення  $F$ -критерію Фішера, отримане в результаті розрахунків, становить 85,4 тоді, як його табличне значення становить 4,35

при  $K_1 = 3$  та  $K_2 = 7$ , тобто ( $F_{роз.} > F_{таб.}$ ), це означає, що рівняння регресії адекватне реальності.

Для покращення результатів моделювання було розглянуто чотири сценарії зміни значень факторів. Четвертий сценарій мав наступний зміст. Збільшення фактору  $X_1$  – середня ЗП на 850 грн, зменшення фактору  $X_2$  – кількість зареєстрованих безробітних на 2 особи, зменшення фактору  $X_3$  – викиди забруднюючих речовин на 0,5 тонни для прогнозування величини міграційного руху населення. Результати розрахунків прогнозних значень представлено на рис. 5.

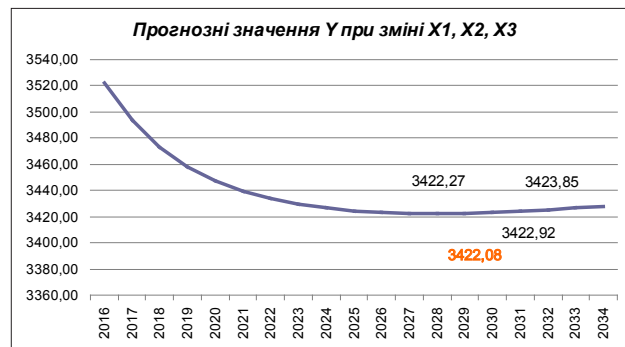


Рис. 5. Прогнозування величини  $Y$  на 2016-2034 рр. за рахунок зміни трьох факторів

Джерело: розроблено автором

**Висновки.** З усіх запропонованих сценаріїв вищепроведене моделювання дало найкращі результати, так як величина міграційного руху населення за період прогнозування з 2016 р. по 2028 р. зменшилася на 100 осіб. Зменшення модельованого показника відбувається до 2028 року, далі починається його збільшення. Таким чином, зміна лише всіх трьох факторів може поліпшити результати моделювання.

Рациональне розміщення населення сприяє ефективному функціонуванню економіки, згладжує регіональні протиріччя, усуває внутрішню соціально-економічну напругу.

**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:**

- Інноваційна економіка. Зайнятість, трудова мотивація, ефективність праці / Л. С. Чижова, Є. С. Садова, В. В. Кузьмін та ін.; під ред. Л. С. Чижовой; Ін-т макроекономічних досліджень. – М.: Економіка, 2011. – 430 с.
- Методологія та методи вивчення міграційних процесів: міждисциплінар. навч. посібник / за ред. Ж. Зайончковської, І. Молодікової, В. Мукомель. – М.: Центр міграційних досліджень, 2007. – 370 с.
- Міграційний рух населення у січні 2014 року [Електронний ресурс] // UKRSTAT.ORG: публікація документів Держ. служби статистики України: веб-сайт. – Режим доступу: [http://ukrstat.org/operativ/operativ2014/ds/mr/mr\\_u/mr0114\\_u.html](http://ukrstat.org/operativ/operativ2014/ds/mr/mr_u/mr0114_u.html).
- Моисеенко В. М. Миграция населения как объект комплексного исследования / В. М. Моисеенко // Наро-



донаселение: современное состояние и перспективы развития научного знания. – М., 1997. – С. 23–30.

5. Благун І. С. Моделювання сталого розвитку регіону / І. С. Благун, Л. І. Сисак, О. О. Солтисік. – Івано-Франківськ : Прикарпатський нац. ун-т ім. Василя Стефаника., 2006. – 166 с.

6. Сталий розвиток суспільства : навч. посібник / авт. кол. : А. Садовенко, Л. Масловська, В. Середа, Т. Тимочко. – 2-ге вид. – К., 2011. – 392 с.

7. Економіко-математичне моделювання : навч. посібник / за ред. О. Т. Іващука. – Тернопіль : ТНЕУ «Економічна думка», 2008. – 704 с.

8. Бережная Е. В. Математические методы моделирования экономических систем : учеб. пособие / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – 2-ге изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 2005. – 432 с.

9. Піддубна О. О. Моделювання економічної динаміки : навч.-метод. посібник / О. О. Піддубна, В. В. Гоцуленко, Н. Б. Андрейшина. – Д. : Біла К. О., 2011. – 328 с.

10. Сталий розвиток суспільства : навч. посібник / авт. кол. : А. Садовенко, Л. Масловська, В. Середа, Т. Тимочко. – 2-ге вид. – К., 2011. – 392 с.

## КОГНІТИВНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ВІДКРИТОСТІ ТЕРИТОРІЇ ДО ВЗАЄМОДІЇ ІЗ ГРОМАДЯНАМИ ТА ПАРТНЕРАМИ

### THE COGNITIVE MODEL FOR MEASURING THE LEVEL OF TERRITORY'S OPENNESS TO INTERACTION WITH CITIZENS AND PARTNERS

*У статті побудовано систему показників оцінки рівня відкритості території до взаємодії із громадянами та партнерами. За основу системи взято критерії відповідності, які використовуються Ініціативою «Партнерство «Відкритий Уряд». Перелік показників для оцінки за критеріями «Відкритий Уряд» модифіковано з метою урахування саме специфіки регіонального рівня. З розробленої системи показників сформовано когнітивну модель визначення рівня відкритості території до взаємодії із громадянами та партнерами. За допомогою моделі визначено, що для впливу на показники доступу до інформації та публікації декларацій керівного складу території, перспективним є вплив на показники роботи антикорупційних консультативно-дорадчих органів та участі у громадських обговореннях.*

**Ключові слова:** децентралізація, міжсекторна взаємодія, Партнерство «Відкритий Уряд», критерії відкритості, когнітивна модель, вплив на показники.

*В статье построена система показателей оценки уровня открытости территории к взаимодействию с гражданами и партнерами. За основу системы взяты критерии соответствия, используемые Инициативой «Партнерство «Открытое Правительство». Перечень показателей для оценки по критериям «Открытое Правительство» модифицирован с целью учета именно специфики регионального уровня. На основе разработанной системы*

*показателей сформирована когнитивная модель определения уровня открытости территории к взаимодействию с гражданами и партнерами. С помощью модели определено, что для влияния на показатели доступа к информации и публикации деклараций руководящего состава территории, перспективным является воздействие на показатели работы антикоррупционных консультативно-совещательных органов и участия в общественных обсуждениях.*

**Ключевые слова:** децентрализация, межсекторное взаимодействие, партнерство, «Открытое Правительство», критерии открытости, когнитивная модель, влияние на показатели.

*The article develops a system of indicators for measuring the level of territory's openness to interaction with citizens and partners. The basis of the system is taken from the eligibility criteria used by the Open Government Partnership. The list of indicators is modified to take into account the specific of the regional level. With the developed system the cognitive model for measuring the level of territory's openness to interaction is formed. While using the model it was determined that impact on access to information and territory's public officials asset disclosure can be successfully made by impacting the performance of the anti-corruption advisory councils and participation in public discussions.*

**Key words:** decentralization, inter-sector cooperation, Open Government Partnership, the criteria of openness, cognitive model, the impact on performance.

УДК 330.46:353.9

**Макарова І.С.**

к.е.н., доцент кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і моделювання економіки  
Комунальний вищий навчальний заклад «Інститут підприємництва «Стратегія» Дніпропетровської обласної ради»

**Постановка проблеми.** На сьогодні в Україні активно відбуваються процеси децентралізації, все більше й більше владних повноважень та ресурсів передається «на місця». До того ж існує чимало можливостей для співробітництва адміністративно-територіальних одиниць або вже новоутворених об'єднаних територіальних громад (ОТГ) із закордон-

ними партнерами, які надають допомогу в різних формах – від обміну досвідом до грантових коштів. Але досить непросто постає питання готовності територій, тобто їх офіційного керівництва (фактично – сектору влади) до взаємодії, передусім – достатньої відкритості. Причому відкритості не стільки до потенційних партнерів, скільки до власної громади.