

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 004.5:004.6:004.89:355/359

С.К. ПОЛУМІЄНКО, О.Є. СТРИЖАК, О.М. ТРОФИМЧУК

РЕСУРСНО-ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ РІВНЯ НАЦІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

***Анотація.** Пропонується загальна схема опису та аналізу процесів національного розвитку на основі визначення його статичних факторів – наявних ресурсів системи та їх порівняльних оцінок. Для формування та подальшого аналізу агрегованих оцінок та індексів пропонується використання онтологічних засобів обробки необхідної інформації.*

***Ключові слова:** індикатор, індекс, оцінка, таксономія, семантика.*

Вступ

Робота продовжує огляд [1] різнобічних систем індикаторів та індексів оцінки рівня сталого розвитку та національної безпеки, забезпечення яких в сукупності формує ключові фактори національного розвитку країни. Судячи з огляду, при їх оцінці частіше використовуються підходи, спрямовані на узгодження різнобічних за властивостями об'єктів та процесів, які характеризують систему. Водночас, саме через різнобічність таке узгодження виконується далеко не завжди, окремі індикатори та індекси, незважаючи на їх визнання та широке застосування, мають достатньо синтетичний характер та не враховують всі фактори розвитку. Особливо це стосується методів оцінки рівня національної безпеки, які, крім поширених методів оцінки рівня сталості розвитку, включають необхідність аналізу внутрішніх та зовнішніх впливів та загроз життєдіяльності системи.

Основою зазначених методів зазвичай є певна система показників-індикаторів, яка відображає всі статичні фактори розвитку та на основі якої можуть бути розроблені необхідні засоби аналізу динаміки системи, впливів та загроз її життєдіяльності.

Такими статичними факторами надалі вважаються різнобічні ресурси системи та їх поточні й перспективні властивості. Саме виходячи з ресурсів, учасники системи виконують певні стратегії, які й представляють динаміку системи. Найбільш повно це відображається в процесах забезпечення національної безпеки, де потенційні стратегії можна зіставити з різнобічними загрозами, спрямованими на систему та її учасників.

Більш того, вказана система індикаторів, як множина показників сталого розвитку та національної безпеки, спроможна відобразити різні рівні взаємодії системних складових, які визначають різні процеси, що відбуваються в державі.

1. Індикатори стану ресурсів життєдіяльності системи

Будемо виходити з наступних передумов.

1. Необхідні для забезпечення процесів національного розвитку ресурси мають відображати всі його фактори та включати характеристики наступних складових сукупних та індивідуальних ресурсів:

- природно-кліматичні;
- соціально-демографічні;
- інформаційно-комунікаційні та науково-технологічні;
- фінансово-економічні;
- інфраструктурні;
- оборонно-військові, критичні об'єкти, «об'єкти-заручники»;
- урядові;
- політичні;
- інтелектуальні, морально-етичні та інші види ресурсів, що відображають норми та традиції використання ресурсів, життєдіяльності суспільства тощо.

2. Опис ресурсів є оцінкою стану життєдіяльності суспільства, для аналізу її тенденцій, впливів на неї використовуються засоби, які не відносяться до переліку ресурсів.

3. У залежності від виду, вихідних завдань, ресурси розглядаються, насамперед, на регіональному, а також на національному рівнях.

4. Перелік ресурсів має ґрунтуватися на ефективно досяжній, регулярній та достовірній інформації, бути інформативним при мінімумі показників.

5. Кожен з ресурсів описується незалежною від інших ресурсів величиною, тобто не є певним відношенням, коефіцієнтом та іншим показником, наприклад не є традиційною величиною ВВП на душу населення, яка є результатом розрахунків.

Крім цього, ресурси характеризуються їх взаємовпливом, правилами використання; критичним рівнем та іншими показниками й вербальними визначеннями. У літературі з наведених вище категорій ресурсів традиційно розглядаються тільки природні та економічні ресурси [2–6]. Особлива увага приділяється їх кількісним оцінкам, істотно менша – якісним. Нижче пропонується синтез цих підходів, який полягає в кількісній та якісній оцінці ресурсів, їх сукупних властивостей.

З урахуванням розглянутих систем індикаторів, інтегральних індексів та підходів до їх формування, наводиться потребує подальшого доопрацювання перелік індикаторів, що характеризує стан національного розвитку, а саме ресурсів, якими володіє країна на національному та регіональному рівнях. В якості джерел інформації визначені Держстат (частина інформації відповідає прийнятому класифікатору видів економічної діяльності [7]) та Мінприроди, останнім надається найбільш повна інформація щодо екологічного стану регіонів країни [8]. Виділені наступні ресурси та їх категорії (табл. 1).

Таблиця 1 – Базові індикатори стану ресурсів регіону

Категорія	Групи базових індикаторів	Кількість індикаторів (властивостей)
1	2	3
Природні ресурси	Земельні ресурси	76 (12)
	Корисні копалини	
	Водні ресурси	
	Атмосфера	
	Тваринний та рослинний світ	
	Відходи та небезпечні хімічні речовини	
	Фінансування заходів з реновації	
Соціальні ресурси	Чисельність населення	95 (37)
	Здоров'я	
	Матеріальне забезпечення	
	Житлове забезпечення	
	Освіта	
	Особиста безпека	
	Соціальна інфраструктура	
Економічні ресурси	Громадянська активність	100 (36)
	Валові заощадження населення	
	Грошові іноземні перекази населенню	
	Економічні втрати населення внаслідок природних лих	
	Економічні втрати населення внаслідок кризових явищ	
	Внутрішній борг	
	Зовнішній борг	
	Дефіцит бюджету Пенсійного фонду	
	Бюджетні витрати: за видами:	
	Кількість співробітників наукових установ	
	Кількість публікацій в зарубіжних наукових виданнях	
	Кількість патентів	
	Обсяг інвестицій за видами діяльності	
	Дохід від інновацій за видами економічної діяльності	
Дохід за видами економічної діяльності та їх підвидами		
Інфра-структура	Довжина річок	49 (28)
	Довжина узбережжя	
	Довжина автомагістралей	
	Площа автомагістралей	
	Довжина автотранспортних доріг регіонального рівня	
	Площа автотранспортних доріг регіонального рівня	
	Кількість легкових автомобілів	
	Кількість вантажних автомобілів	
Кількість ДТП		

Продовження таблиці 1

1	2	3
	Кількість смертей від ДТП	
	Довжина енергетичних магістралей	
	Кількість аварій на енергетичних магістралях	
	Довжина мереж водопостачання та відведення	
	Кількість аварій в системах водопостачання та відведення	
	Довжина залізничних шляхів	
	Кількість потягів	
	Кількість пасажирів	
	Обсяг регіонального вантажу	
	Кількість аеропортів	
	Кількість пасажирів	
	Обсяг регіонального вантажу	
	Довжина ліній інших видів транспорту	
	Критичні об'єкти, об'єкти-заручники – кількість, площа та довжина охорони в цілому та за видами	
	Інформаційні ресурси	
Кількість користувачів соцмереж в регіоні		
Кількість співробітників ІТ-компаній		
Кількість фрілансерів		
Обсяг доходів ІТ-компаній		
Кількість Інтернет-видань, новинних порталів регіону		
Кількість Інтернет-магазинів, що працюють в регіоні		
Кількість органів влади, що використовують засоби електронного урядування		
Кількість наданих електронних послуг		
Кількість населення, що скористалось послугами електронного урядування		
Кількість кібератак за напрямками:		
Кількість заражених комп'ютерів		
Кількість випадків встановлення шкідливого програмного забезпечення		
Кількість крадіжок особистих даних		
Кількість злочинів з використанням методів, що керуються даними		
Кількість випадків фішингу, соціальної інженерії		
Кількість кіберзлочинів		
Кількість фахівців поліції та СБУ, що займаються питаннями кібербезпеки		
Кількість фахівців, що займаються питаннями кібербезпеки		
Кількість сайтів супротивників у вільному доступі		
Кількість відвідувань сайтів супротивників		
Кількість фахівців поліції та СБУ, що займаються засобами інформаційної війни за напрямками		

Продовження таблиці 1

1	2	3		
Оборонно-військові ресурси	Оборонні	20 (26)		
	Військові			
Урядові ресурси	Кількість органів державної влади	31 (29)		
	Кількість співробітників органів державної влади			
	Витрати на органи влади державного рівня			
	Кількість органів влади регіону (по регіонах)			
	Кількість співробітників органів влади регіону (по регіонах)			
	Витрати на органи влади регіонального та місцевого рівнів (по регіонах)			
	Кількість комп'ютерів			
	Кількість Інтернет-користувачів в органах влади			
	Кількість органів, що надають електронні послуги			
	Обсяг наданих електронних послуг			
	Кількість органів, що перейшли на електронне урядування			
	Кількість співробітників СБУ, вищих військових установ			
	Витрати на СБУ, вищі військові установи			
	Кількість співробітників судів			
	Кількість співробітників прокуратури			
	Обсяг дефіциту/профіциту регіонального бюджету			
	Міжнародні ресурси		Обсяг імпорту зброї	
			Обсяг експорту зброї	
Кількість внутрішніх і зовнішніх конфліктів				
Кількість смертей від внутрішнього конфлікту				
Кількість смертей від зовнішнього конфлікту				
Кількість політичних мітингів, демонстрацій				
Кількість проявів сепаратизму				
Кількість терактів				
Кількість населення, що давало хабарі				
Обсяг імпорту товарів і послуг				
Кількість торгових партнерів				
Роялті та ліцензійні платежі (сплата, надходження)				
Кількість країн-союзників				
Кількість договорів про співробітництво				
Кількість країн-супротивників				
Витрати на підтримку та розвиток зовнішніх відносин				
Кількість військових, що брала/бере участь у миротворчих місіях ООН				

Зазначена в останньому стовпчику таблиці кількість індикаторів є орієнтовною, оскільки, по-перше, окремі з них відповідають всім елементам категорії індикаторів, наприклад, більше ніж 15 видам економічної діяльності, а по-друге, потребують додаткового доопрацювання при аналізі конкретних даних. Загалом використовується близько 600 базових індикаторів.

Властивості є спільними характеристиками кожної з категорій ресурсів та розглядаються по регіонах країни, при цьому вони можуть мати кількісні або якісні ознаки та оцінки. Наприклад, для одного регіону наявність лісу є домінуючою характеристикою, яка відобразатиметься площею його відносної території, а для іншого – наявність лісу або парку вже є результатом створення його людиною. При цьому при незначній порівняльній площі такий ліс або парк буде дуже важливим для суспільства з рекреаційної та інших точок зору. Якісні оцінки можуть визначатися певною шкалою, наприклад, якість води – придатна або непридатна для вживання, придатна після очищення для вживання людиною або технічного використання. Звісно, кожен з ресурсів має притаманні лише йому властивості, хоча можна виділити і їх спільні, крім відносного обсягу, характеристики.

Властивості індикаторів, що пропонуються, наведемо на прикладі природних, соціальних та управлінських ресурсів.

Властивості природних ресурсів:

1. доступність, можливість використання;
2. стабільність або стійке існування протягом певного часу;
3. самостійне відновлення;
4. якість до використання;
5. якість після використання та самостійного або штучного відновлення;
6. тиск при використанні:
 - екстенсивний, інтенсивний, виснажливий, наприклад вирубка лісів, що включає їх насадження або ні;
 - відношення до ресурсу зі сторони:
7. екологічної системи, наприклад, ушкодження лісу внаслідок нестачі води, забраної на зрошення;
8. економічної системи, наприклад, повне знищення внаслідок видобутку;
9. соціальної системи, наприклад, внаслідок скидання населенням побутових та будівельних відходів в лісах, парках тощо;
10. вплив на інші ресурси – його необхідність для існування інших ресурсів, наприклад, землі або води;
11. потенціал майбутнього використання;
12. потенціал відновлення та ін.

Властивості соціальних ресурсів:

1. стабільність;
 - відношення до ресурсу зі сторони:
2. екологічної системи, наприклад, ушкодження лісу внаслідок нестачі води, забраної на зрошення;
3. економічної системи, наприклад, низькі зарплати та пенсії, прожитковий мінімум, високі тарифи;
4. соціальної системи, наприклад, зневага до оточуючих, приниження та ін.;

5. управлінської системи – органів влади, захист особистих прав, свобод та вибору, недоторканність майна та ін.;
6. рівень тиску зі сторони інших систем;
7. рівень тиску зі сторони інших регіонів;
8. рівень тиску зі сторони інших країн;
9. ризик бідності;
10. навантаження непрацездатного населення на працездатне;
11. схильність до колективної, групової життєдіяльності;
12. вплив на інші ресурси: – необхідність для їх існування та розвитку;
– психологічні риси:
13. морально-етичні якості, культура, працьовитість тощо;
14. індивідуалізм, відношення до оточуючих;
15. взаємоповага, взаємодопомога;
16. відношення до колективного майна, наприклад, ліси, парки;
17. толерантність до іммігрантів, гомосексуалістів;
18. дискримінація і насильство по відношенню до меншин;
19. релігійна терпимість;
20. якість медичних послуг
21. якість закладів освіти;
22. якість одержаної освіти, необхідних навичок;
23. витрати часу на освіту;
24. важливість освіти для успіху на ринку праці;
25. важливість освіти для успіху власного бізнесу;
– самооцінка:
26. здоров'я;
27. якості життя;
28. рівня індивідуальної безпеки;
29. рівня безпеки співтовариств;
30. сприйняття алкоголю, наркотиків;
31. сприйняття органів влади;
32. сприйняття безпеки та злочинності;
33. сприйняття ситуації в країні, задоволення нею;
34. схильність до демонстрацій, актів непокори, страйків;
35. схильність до терористичних дій та їх сприйняття;
36. довіра органам влади;
37. майбутній потенціал та ін.

Наведений перелік характеризує підхід до визначення порівняльних якісних оцінок ресурсів, потребує аналізу на реальних даних та до його проведення не претендує на повноту та завершеність. Крім цього, перелік має відповідати конкретним завданням знаходження напрямів подальшого розвитку суспільства.

До категорії урядових ресурсів відносяться різнобічні органи державної та регіональної влади (органи місцевого самоврядування не розглядаються), які власно й мають знаходити напрямки розвитку системи, проводити внутрішню та зовнішню політику, виходячи з поточної ситуації, яка оцінюється, в тому числі, наведеними індикаторами.

Водночас, управлінська система теж характеризується своїми кількісними та якісними характеристиками. Опис властивостей урядових ресурсів, з одного боку, відображається станом властивостей всіх розглянутих вище

ресурсів, оскільки завдання розвитку всієї системи є головним завданням державної або регіональної влади. З іншого боку, є об'єктивні та суб'єктивні причини, які будуть відрізняти детальні характеристики діяльності регіональної або державної влади у відношенні різних регіонів. До цих причин, наприклад, відносяться різні за складом природні ресурси, економічний потенціал, рівень фахівців сфери управління, їх розуміння, навички, власні інтереси, що відображаються й у рівні корупції тощо. Виходячи з цього, перелік властивостей урядових ресурсів складається, насамперед, з характеристик стану інших ресурсів та, надалі, з якості впливу на них з боку різних гілок влади, узгодженості та ефективності їх діяльності та інших факторів управління. Відповідні оцінки задаються через наступні властивості урядових ресурсів:

1. доступність органів влади;
2. можливість впливу на орган влади;
3. швидкість прийняття рішень за зверненнями;
4. сприйняття діяльності органу влади;
5. рівень важливості органу влади для нормальної життєдіяльності регіону або країни в разі нештатних ситуацій, припинення роботи, пошкодження;
6. можливість порушення діяльності;
7. результат впливу на інші ресурси як відношення до:
 - населення;
 - бізнесових кіл;
 - інших регіонів;
 - державної влади;
 - влади інших країн;
8. рівень тиску з боку інших систем (зокрема економічних), регіонів та країн;
9. рівень важливості для забезпечення безпеки та оборони;
10. рівень суперечливості інтересів політичних груп в органах влади;
11. послідовність та спадкоємність виконання рішень при змінах влади;
12. рівень орієнтації на інтереси політичних та бізнесових груп, коаліцій в органах влади;
13. корпоративна етика, рівень соціальних стосунків;
14. сприйняття населенням ситуації в країні, заходів з її поліпшення органами влади;
15. схильність населення до актів непокори, страйків;
16. рівень кваліфікації та підготовки керівництва у порівнянні зі світовим;
17. рівень кваліфікації персоналу у порівнянні зі світовим;
18. рівень ефективності діяльності у порівнянні зі світовим;
19. рівень зарплати;
20. сприйняття та розуміння методів інформаційної війни керівництвом різних рівнів;
21. рівень доступу до стрілецької зброї та легких озброєнь;
22. рівень політичної нестабільності;
23. ймовірність бурхливих демонстрацій;
24. масштаб політичного терору;
25. рівень організованого конфлікту (внутрішнього);
26. рівень відносин з іншими регіонами та країнами;

- 27.рівень відносин із сусідніми країнами;
- 28.рівень договорів про співробітництво та підтримку;
- 29.рівень використання потенціалу діяльності.

Як і зазначено вище, введені властивості можуть відноситися як до характеристики окремого ресурсу, так і їх сукупності, включаючи всю категорію разом. Розглянуті на прикладі природних ресурсів методи нормування (див. далі) дозволяють це зробити. Розширимо їх на сукупність усіх ресурсів та введемо узагальнені агреговані оцінки, які враховують відносний обсяг та різнобічні властивості ресурсів.

2. Зважені оцінки ресурсів

Будемо використовувати M -бальну шкалу, вважаючи, що її елементи $q_j(r_i)$ приймають цілочисельні значення від 0 до M та задані на переліку всіх ресурсів $r_i, i = 1, 2, \dots, I$. Одержуємо наступний вираз, який дає сукупну оцінку властивостей кожного з ресурсів r_i –

$$q(r_i) = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \frac{q_j(r_i)}{M}. \quad (1)$$

Виходячи з (1), сформуємо зважену сукупну оцінку rq_i відносного обсягу ресурсу з урахуванням його властивостей:

$$rq_i = r_i * q(r_i). \quad (2)$$

Будемо розподіляти ресурси по категоріях k (вище було введено 7 категорій) та видах n , тобто виділятимемо, зокрема, види водних, земельних та інших ресурсів у категорії природних ресурсів. Введемо сукупну зважену оцінку $R_{k,n}$ по оцінках ресурсів rq_i по видах n категорії k з урахуванням їх властивостей та порівняльної ваги:

$$R_{k,n} = \sum_{i \in n_k} rq_{k,i} * w_i, \quad \sum_{i \in n_k} w_i = 1, \quad 0 \leq w_i \leq 1, \quad (3)$$

де сума береться по всіх ресурсах i , що відповідають виду n в категорії k , w_i – вагові коефіцієнти,

$$R_k = \sum_n R_{k,n}. \quad (4)$$

Величина R_k виражає сукупний зважений обсяг ресурсів категорії k в межах регіону країни, якому відповідають і вагові коефіцієнти w_i . Водночас ці коефіцієнти можуть відповідати й оцінці ресурсів державного рівня, наприклад, оборонно-військових. Для врахування важливості різних категорій ресурсів на додаток до вагових коефіцієнтів w_i за аналогією з індексом CNP [9], вводяться вагові коефіцієнти категорій ресурсів. На основі (6)–(7) введемо

$$Res = \sum_k R_k u_k, \sum_k u_k = 1, 0 \leq u_k \leq 1, \quad (5)$$

де Res – сума зважених агрегованих ресурсів регіону, u_k – вагові коефіцієнти.

Таким чином, набір оцінок Res відображає зважений порівняльний агрегований стан ресурсів по регіонах країни, проте не відображає взаємовідношення між різними видами ресурсів, їх позитивний або негативний вплив на стан регіону, його розвиток. Для врахування цього будемо використовувати агрегати – об’єднання ресурсів.

Розглянемо побудову таких агрегатів на прикладі природних ресурсів. Замість суто відносних значень ресурсів r_i будемо використовувати їх зважені оцінки $rw_i=rq_i*w_i$ із суми (3), що враховують якісні характеристики ресурсів. Оскільки розглядається тільки одна категорія природних ресурсів, будемо опускати відповідний індекс та використовувати позначення $rw_{n,i}$, маємо 8 видів ресурсів, тобто $n = 1, \dots, 8$.

Змінимо позначення в табл. 2, а в останньому стовпчику введемо один з можливих варіантів агрегатів видів ресурсів.

Таблиця 2 – Агрегати та індикатори категорії природних ресурсів

Базові індикатори	Зважена відносна оцінка	Агрегат
1	2	3
Земельні ресурси		
Площа території	$rw_{1,1}$	$a_{11} = rw_{1,1}$
<i>Землі в природному стані</i>		
Ліси й інші лісовкриті площі	$rw_{1,2}$	$a_{1,2} = rw_{1,2} +$ $rw_{1,3} + \dots$ $+rw_{1,12}$
Заповідні землі та парки:		
Природні заповідники	$rw_{1,3}$	
Біосферні заповідники	$rw_{1,4}$	
Національні природні парки	$rw_{1,5}$	
Регіональні ландшафтні парки	$rw_{1,6}$	
Заказники	$rw_{1,7}$	
Пам’ятки природи	$rw_{1,8}$	
Заповідні урочища	$rw_{1,9}$	
Ботанічні сади	$rw_{1,10}$	
Дендрологічні парки	$rw_{1,11}$	
Непридатні для використання в сільському господарстві землі, можливі для лісорозведення	$rw_{1,12}$	$A_1 =$ $(a_{14} + a_{15}) /$ $(a_{11} - a_{13})$
<i>Площа територій, покритих поверхневими водами</i>	$rw_{1,13}$	
<i>Землі господарювання</i>		
Сільськогосподарські угіддя	$rw_{1,14}$	$a_{1,4} = rw_{1,14} + \dots$ $+rw_{1,23}$
Забудовані землі	$rw_{1,15}$	
Площа військових об’єктів	$rw_{1,16}$	

Продовження таблиці 2

1	2	3		
Площа оборонних об'єктів	$rw_{1,17}$			
Площа (довжина) небезпечних об'єктів, об'єктів-заручників	$rw_{1,18}$			
Площа зруйнованих та небезпечних об'єктів та територій внаслідок військових конфліктів, терактів	$rw_{1,19}$			
Площа родовищ горючих корисних копалин	$rw_{1,20}$			
Площа родовищ металевих корисних копалин	$rw_{1,21}$			
Площа родовищ неметалевих корисних копалин	$rw_{1,22}$			
Відкриті землі без або з незначним рослинним покривом	$rw_{1,23}$			
<i>Непридатні для використання або забруднені землі</i>				
Площа відвалів родовищ горючих корисних копалин	$rw_{1,24}$			
Площа відвалів родовищ металевих корисних копалин	$rw_{1,25}$			
Площа відвалів родовищ неметалевих корисних копалин	$rw_{1,26}$			
Площа забруднення, в тому числі для організованого складування твердих побутових відходів	$rw_{1,27}$			
Площі складів, непридатні та заборонені до використання	$rw_{1,28}$			
Площа місць неорганізованого складування відходів	$rw_{1,29}$			
Критичні землі	$rw_{1,30}$			
Відкриті заболочені землі	$rw_{1,31}$			
Площа (довжина) поширення зсувів	$rw_{1,32}$			
Площа поширення підтоплення	$rw_{1,33}$			
Інші землі	$rw_{1,34}$			
Корисні копалини		$a_{1,5} = rw_{1,24} + \dots + rw_{1,34}$		
Обсяг горючих копалин	$rw_{2,35}$			
Обсяг металевих копалин	$rw_{2,36}$			
Обсяг неметалевих копалин	$rw_{2,37}$	$a_{2,6} = rw_{2,35} + rw_{2,36} + rw_{2,37}$	$A_2 = a_{2,6}/3$	
Водні ресурси				
Обсяг наявної води:				
поверхневої				$rw_{3,38}$
підземної				$rw_{3,39}$
Обсяг забраної води:				
поверхневої				$rw_{3,40}$
підземної				$rw_{3,41}$
Скинуто зворотних вод за всіма категоріями очищення:				
у поверхневі водні об'єкти				$rw_{3,42}$
у накопичувачі та на поля фільтрації				$rw_{3,43}$
у підземні горизонти				$rw_{3,44}$
				$a_{3,9} = rw_{3,42} + rw_{3,43} + rw_{3,44}$

Продовження таблиці 2

1	2	3		
Скинуто забруднюючих речовин:	$rw_{3,45}$	$a_{3,10} = rw_{3,45}$		
Обсяг віртуального імпорту – вода в товарах і продуктах	$rw_{3,46}$	$a_{3,11} = rw_{3,46}$		
Потужність споруд очищення води	$rw_{3,47}$	$a_{3,12} = rw_{3,47}$		
Атмосфера				
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря	$rw_{4,48}$	$a_{4,11} = rw_{4,48} +$	$A_4 = a_{4,11}/2$	
Парникові гази, CO ₂ - еквівалент	$rw_{4,49}$	$rw_{4,49}$		
Лісові ресурси				
Загальний запас деревини	$rw_{5,50}$	$a_{5,12} = rw_{5,50} +$ $rw_{5,51} - rw_{5,52}$	$A_5 = a_{5,12}$	
Лісовідновлення та створення захисних насаджень, в тому числі лісовідновні та санітарні рубки	$rw_{5,51}$			
Загибель лісових насаджень внаслідок погодних умов, пожеж, хвороб, шкідників, засмічення	$rw_{5,52}$			
Тваринний та рослинний світ				
Чисельність по видах флори	$rw_{6,53}$	$a_{6,13} =$ $rw_{6,53} + \dots + rw_{6,57}$	$A_6 = a_{6,13}/5$	
Чисельність по видах флори, занесених до національних та міжнародних охоронних документів	$rw_{6,54}$			
Чисельність по видах фауни	$rw_{6,55}$			
Чисельність по видах фауни, занесених до національних та міжнародних охоронних документів	$rw_{6,56}$			
Чисельність основних видів мисливських тварин	$rw_{6,57}$			
Відходи та небезпечні хімічні речовини				
<i>Виробничі відходи:</i>				
Накопичено	$rw_{7,58}$	$a_{7,14} = rw_{7,58} -$ $rw_{7,59} - rw_{7,60}$	$A_7 =$ $(a_{7,14} + \dots + a_{7,19})/6$	
Використано	$rw_{7,59}$			
Знищено	$rw_{7,60}$			
<i>Небезпечні хімічні речовини (по сполуках та категоріях):</i>				
Накопичено	$rw_{7,61}$	$a_{7,15} = rw_{7,61} -$ $rw_{7,62} - rw_{7,63}$		
Використано	$rw_{7,62}$			
Знищено	$rw_{7,63}$			
<i>Тверді побутові відходи:</i>				
Накопичено	$rw_{7,64}$	$a_{7,16} = rw_{7,64} -$ $rw_{7,65} - rw_{7,66}$		
Використано	$rw_{7,65}$			
Знищено	$rw_{7,66}$			
Глибина забруднення за категоріями забруднювачів (порівняння від максимуму по всіх регіонах)	$rw_{7,67}$	$a_{7,17} = rw_{7,67}$		
Потужність засобів з переробки відходів	$rw_{7,68}$	$a_{7,18} = rw_{7,68}$		
Вартість зазначених вище компонент ресурсів, в тому числі оновлених земель після переробки та видалення відходів	$rw_{7,69}$	$a_{7,19} = rw_{7,69}$		

Продовження таблиці 2

1	2	3	
Фінансування заходів з реновації			$A_8 = a_{8,20}/7$
земельних ресурсів	$rW_{8,70}$	$a_{8,20} =$ $rW_{8,70} + \dots$ $+ rW_{8,76}$	
надр	$rW_{8,71}$		
лісових ресурсів	$rW_{8,72}$		
флори та фауни	$rW_{8,73}$		
зі зменшення викидів у водні ресурси	$rW_{8,74}$		
зі знешкодження та переробки відходів	$rW_{8,75}$		
зі зменшення викидів в атмосферу	$rW_{8,76}$		

На основі визначених агрегатів можна утворити субіндекс стану природних ресурсів:

$$NA_n = A_1 + \dots + A_8,$$

згідно з попередньою побудовою, він може розглядатися з ваговими коефіцієнтами видів ресурсів v_n –

$$NA_w = A_1 v_1 + \dots + A_8 v_8. \tag{6}$$

У відповідності до наведеного прикладу, виразів (1)–(5) та субіндексу стану природних ресурсів (6) можуть бути побудовані субіндекси інших категорій ресурсів, які в сукупності й відобразатимуть рівень розвитку регіонів та країни в цілому. Для деталізації цього аналізу використовуються засоби онтологічних систем.

3. Онтологічна система формування індексів та індикаторів рівня національного розвитку

Як вже зазначалося, система індикаторів спроможна відобразити різні рівні взаємодії системних складових, які визначають різні процеси сталого розвитку та національної безпеки. Тобто індикатори, як елементи системи, можуть утворювати певні ієрархічні структури, які можуть бути представлені у вигляді таксономій [10, 11].

Зупинимося на окремих ключових визначеннях [10–16]. В основі будь-якої системи індикаторів лежить класифікація. Якщо поняття та категорії, що її складають, зв'язати певними множинними відношеннями впорядкування [10, 13], то одержимо таксономію, яка відображає рівні взаємодії між ними. Універсальність певних множинних властивостей таксономій дозволяє визначити для кожної категорії чи елемента, що її складають, функцію раціонального вибору [15], використання якої дозволяє всі семантичні утворення представити у вигляді частково впорядкованої множини істинних висловлювань та/або тверджень, що зв'язують її концепти. При цьому всі ці твердження можуть бути зведені до ланцюгів, кожна ланка яких представима у вигляді двох безпосередньо пов'язаних концептів. Тобто будь-який концепт може мати складну структуру, яку завжди можна розкласти на складові тривіальні твердження.

Створення таксономії, яка відображає структуру категорій та індикаторів, дозволяє розглядати термінологічне поле, що її складає, у вигляді частково впорядкованої множини, яка формується на основі множинного бінарного відношення – «бути елементом категорії». Поняття «категорія» тут відіграє роль змінної і може приймати будь-яке значення із заданого вище переліку.

Кожна категорія є складним терміном. Простий термін структурно не може бути розкладений на інші терміни. Складний термін може бути визначено рекурсивно як поняття, що структурно включає непорожню множину простих термінів. Тобто, простий термін пов'язаний зі складним відношенням – «бути елементом категорії». Це можна представити у вигляді рекурсивного предиката [14] виду (7), який утворюється гіпервідношенням G [10, 13], що задається над множинними бінарними відношеннями впорядкованості між контекстами елементів множини категорій K , які й визначають безпосередньо таксономію \tilde{T} .

$$Pr(k_i(r_j)) = \begin{cases} 1, \neg Pr(K \circ G \circ k_i(r_i) \wedge Pr(\langle k_i | 1 \leq i \leq I) \\ 0, Pr(K \circ G \circ k_i) \end{cases} \quad (7)$$

Фактично предикат виду (7) дозволяє визначити, які концепти онтологічної системи індикаторів володіють даною властивістю. Сформувавши множину класів концептів онтологічної системи за допомогою предикативного виразу виду (7), ми отримуємо таксономію \tilde{T} , над концептами якої задано множинне бінарне відношення «частина-ціле». Така таксономія може мати складну структуру низхідних ієрархій. Кожний складник являє собою клас концептів, що мають як мінімум одну загальну семантичну властивість.

Гіпервідношення G визначає взаємодії між контекстами концептів кожної таксономії, виділеної з різних класів K концептів системи індикаторів. Відповідно рекурсивний предикат виду (7) дозволяє визначити нові види таксономії онтологічної системи індикаторів. Особливу роль у формуванні нових таксономій відіграє, крім рекурсивних предикатів, функція раціонального вибору – F_{sel} . У термінах таксономічних категорій вона має наступний вигляд:

$$\forall K [\emptyset \notin K \Rightarrow \exists F_{sel}: K \rightarrow \bigcup K, \forall K \in \tilde{T} (F_{sel}(K) \in \tilde{T}] \quad (8)$$

Тоді характеристична функція рекурсивного предиката (7) може визначити умови застосовності функції вибору при формуванні множини таксономій онтологічної системи. Якщо значення характеристичної функції дорівнює нулю, то ми виділили множину концептів, з яких неможливо сформувані істинні висловлювання, тому вони не володіють жодним з бінарних гіпервідношень G впорядкованості. У протилежному випадку характеристична функція приймає значення 1, а з множини обраних концептів формулюються істинні висловлювання.

Відповідно, над ними також може бути визначене гіпервідношення G . Тобто, завжди можна знайти непорожню множину концептів онтологічної системи, де існує хоча б один з типів відношень часткової множинної

впорядкованості і концепти, пов'язані таким відношенням, можуть утворювати істинні висловлювання. Таким чином, ця умова задає індуктивність процесу формування множин концептів, як певного термінополя національних індикаторів, між якими встановлюються гіпервідношення G , і фактично конструюється таксономія та/або таксономічна категорія. На підставі тверджень, наданих у вигляді (7) та (8), ця умова може бути представлена в наступному вигляді:

$$\exists \bar{G} \subseteq G, \exists g \in \bar{G}, \forall k \in K \exists \acute{K} \subseteq K: \acute{K} \circ G \circ k \Rightarrow \exists \check{T} = \acute{K} \circ G \circ k. \quad (9)$$

Індуктивність виразу (9) задається послідовністю застосування предикативного виразу виду (7) і правила раціонального вибору (8) до всіх концептів термінополя онтологічної системи національних індикаторів – O_{in} [10, 12, 16].

Формування таксономічних структур національної системи індикаторів на основі правила індуктивного застосування процедури раціонального вибору F_{sel} і гіпервідношення множинної бінарної впорядкованості G дозволяє визначити низку властивостей, що забезпечують конструктивність застосування таксономій для реалізації різних станів онтологічної системи. Особливістю нашого підходу є алгебраїчне представлення вибору відповідної переваги при формуванні множин класів з концептів предметної області.

Індуктивність предикативної форми представлення процесу формування таксономічних структур (7), розширена умовою існування таксономії (9), дозволяє визначити ряд конструктивних властивостей таксономій як частково впорядкованих множинних бінарних структур. Зазначена індуктивність накладає низку умов на вхідні і вихідні дані онтологічної системи при виборі концептів термінополя національної системи індикаторів, на основі яких формується таксономія. Якщо вхідні і вихідні дані онтологічної системи O_{in} визначають стійкість формування таксономічних структур, то регулювати їх взаємодію на підсистемному рівні можливо при дотриманні ряду умов.

Ці умови визначаються типом відношень множинної бінарної упорядкованості [10, 13] і забезпечують незалежність значень характеристичної функції рекурсивного предиката (7) від послідовності контекстів індуктивного вибору (8) і (9). У складних системах, якими є онтології, виділяють наступні умови стійкості [10, 13, 14]:

Умова спадкування концептів термінополя таксономії:

$$\exists T^\bullet \subseteq \check{T} \Rightarrow \exists F_{sel}(T^\bullet) \supseteq F_{sel}(\check{T}) \cap T^\bullet. \quad (10)$$

Умова незалежності від концептів, які не входять до термінополя таксономії:

$$\exists F_{sel}(T^\bullet) \subseteq T^\bullet \subseteq \check{T} \Rightarrow F_{sel}(T^\bullet) = F_{sel}(T)^\bullet. \quad (11)$$

Умова згоди між концептами термінополя таксономії:

$$\bigcap_n F_{sel}(\check{T}_n) \subseteq F_{sel}(\bigcup_n \check{T}_n). \quad (12)$$

Властивості таксономічних структур, представлені виразами (10)–(12), дозволяють певною мірою проінтерпретувати інтуїтивні міркування при виборі конкретних властивостей концептів, на підставі яких реалізується вибір переваг щодо їх включення до таксономії національної системи індикаторів. Так, умова успадкування забезпечує включення концептів, що мають еквівалентні властивості-критерії. Умова незалежності дозволяє задати набір аксіом для онтології, що виключають виникнення протиріч при розв'язанні задачі раціонального вибору. Умову згоди дозволяє забезпечити коректність розбиття множини концептів національної системи індикаторів в термінополі онтологічної системи на класи – K . При цьому згідно з дослідженнями [10, 11, 13] забезпечується формування класу функцій, що визначають достатньою мірою множинність бінарних відношень впорядкованості. Більше того, можна стверджувати, що умови (10)–(12) досить точно визначають саму систему критеріїв вибору за умови, що властивості-критерії, на основі аналізу яких реалізується формування таксономії, задані.

Представлення властивостей концептів таксономії може бути реалізоване у вигляді предикативного виразу (7). Тоді застосування умов (10)–(12) до концептів національної системи індикаторів дозволяє формувати таксономічні структури – \tilde{T} , класи – K та/або категорії у вигляді дерев ознак [10, 16]. Це забезпечує можливість представлення таксономій, концепти яких взаємодіють між собою на основі множини множинних гіпервідношень $\{G\}$, у вигляді графа без циклів.

Активне використання концептів термінополя таксономії національної системи індикаторів вимагає визначення їх смислів, які можуть бути задані певними контекстами, між якими існують множинні бінарні відношення часткової впорядкованості. Враховуючи, що контексти задаються активними термінами, які крім бінарних мають ще й унарні властивості, що характеризують їх прикладні ознаки, можливо визначити функціональність таксономій. Тим самим система таксономій індикаторів може бути описана як складна якісна модель, що є натуральною [13] і яка може бути представлена у вигляді певної онтологічної системи O_{in} [10].

Активність онтологічних систем O_{in} визначається процесом формування множинності станів на основі визначення умов взаємодії між системними компонентами, що утворюють її таксономію \tilde{T} , як на індивідуальному, так і на множинному рівнях. Під взаємодією компонент онтологічної системи будемо розуміти будь-яке непусте твердження, яке пов'язує конкретною дією усі її системні компоненти. Під дією розуміється будь-яке перетворення, пов'язане з концептами онтології. Прикладом може бути встановлення істинності висловлювання, побудованого з концептів, визначення типу відношень між ними, формулювання та/або доказ істинності певного твердження. Введене поняття взаємодії дозволяє розглянути процес синхронізації на основі виділення певних інваріантів, які беруть участь у взаємодії компонентів онтологічних систем.

Множинність станів онтологічної системи формується на основі застосування до контекстів концептів термінополя редуктора, який може бути представлено у вигляді бінарного множинного відношення [10, 14, 17] виду:

$$g_{order} = \{ (\lambda k . L_1) L_2, L_3 [k := L_2] \}, \quad (13)$$

де λk – λ -теорія лямбда числення; запис λk свідчить, що це λ -терм; $L_i \in \Lambda$, тобто L_i являється абстракцією у λ -виразі [17].

Рекурсивний предикат (7) і редуктор (13) визначає процедуру рекурсивної редукції, яка забезпечує на основі властивостей (10)–(12) зв'язування контекстів термінополя таксономічної системи національних індикаторів \tilde{T} . Онтологічна система національних індикаторів O_{in} формується на основі визначення над таксономією \tilde{T} функціональних виразів (1)–(6), як певної множини функцій-інтерпретаторів, які визначають її як натуральну систему [10, 13].

Редуктор (13) як модель бінарних відношень дозволяє задати множинне відношення впорядкованості для всіх концептів та їх множин в структурі таксономічних категорій онтологічної системи. Така впорядкованість може бути представлена різними типами бінарних відношень, які можуть бути задані над множиною всіх концептів онтологічної системи [10, 12, 13, 16]. Бінарні відношення ациклічності і часткового порядку дозволяють сформулювати із загальних концептів онтологічної системи множини таксономічних категорій, на підставі яких можуть бути сформульовані предикативні вирази у вигляді логічних функції і рівнянь. Тобто з концептів таксономічних категорій можна вивести твердження, які описують стан онтологічної системи, інтерпретаційні функції якої використовуються при вирішенні прикладних задач. Для цього треба виконати дію раціонального вибору на основі множинного відношення часткової впорядкованості, який дозволяє визначати послідовність дій над вибраними концептами в середовищі онтологічної системи [10, 13, 15].

Представлення семантичних утворень як множинних композицій з концептів у вигляді істинних тверджень дозволяє застосовувати для їх опису різні за рівнем формалізації мовні моделі. Дійсно, при вирішенні конкретної задачі виконуються дії, пов'язані з аналізом вихідних даних, визначенням аксіом і правил-теорем, формулюванням проміжного стану процесу рішення тощо. Власне конструкції, що описують стан процесу вирішення задачі, можуть бути представлені різною термінологією – природно-мовною, предикативними формулами, рівняннями різного виду і типу, графічними схемами тощо, які фактично відображають певні тематичні знання [16]. Онтологічна система, в середовищі якої можлива реалізація такого гібридного мовного представлення сценарію знаходження рішення, на основі використання правил стійкості (10)–(12) та процедури рекурсивної редукції, яка задається правилами (7) і (13), забезпечує синхронізацію синтаксичних описів як концептів, так і самих тверджень, що описують конкретні стани вирішення задачі визначення індикаторів та індексів оцінки рівня сталого розвитку та національної безпеки.

Таким чином, якщо вихідну систему, що представляє процеси національного розвитку розглядати як онтологічну, представлену різними методами та даними, то категорії індикаторів, визначені у таблиці 1, за рахунок визначення над ними множинних таксономічних відношень, можуть бути представленими у вигляді таксономії, яка спроможна відобразити семантику взаємодії категорій і індикаторів рівня національного розвитку (рис. 1).

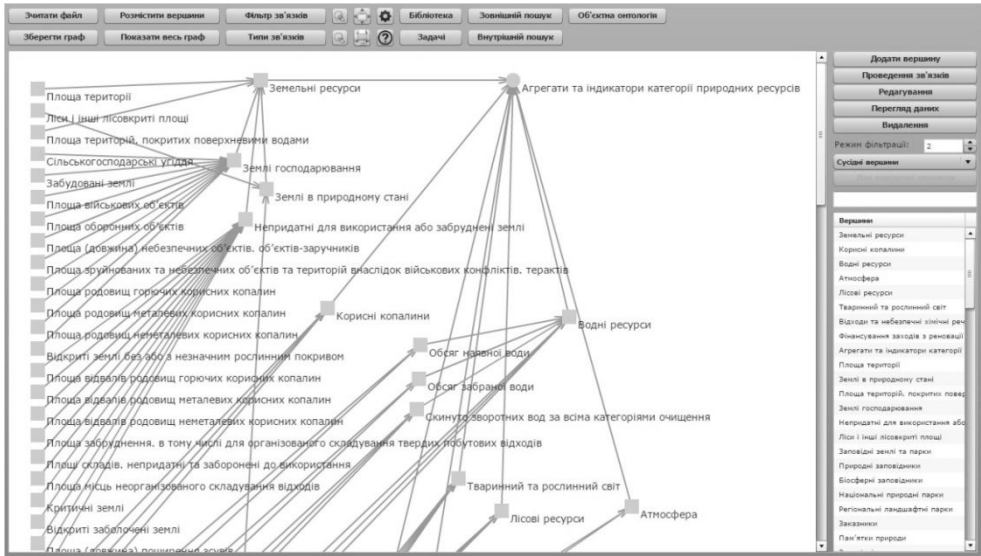


Рисунок 1 – Приклад таксономії категорій та індикаторів рівня національного розвитку

Варто відмітити, що таксономічні структури можуть бути представлені у вигляді наборів послідовностей різної довжини. Це дозволяє визначити множину впливів [10, 13], таку, що її елементи визначають множину наслідків використання концептів онтології. Зазначена множина наслідків дозволяє задати множину причинно-наслідкових відношень, при цьому впливи концептів один на одного можуть бути ініційовані на основі вибору певного причинно-наслідкового відношення, тобто відносно природним шляхом дозволяють включити до розгляду опис одного з варіантів впливу на національну безпеку.

Згідно з індуктивними правилами (7)–(9) та редукцією (13), ми можемо побудувати вирази із λ -термів, які будуть включати в себе як концепти, так і відношення з функціями виду (1)–(6). Так як на множині цих виразів задається множинне гіпервідношення G , то ми можемо з цього відношення виділити редуктор виду (13), який задається на множині абстракцій A . Вказані абстракції можливо розглядати як агрегований стан усіх можливих таксономій та функцій, які застосовуються до їх концептів та категорій. Так як абстракція в λ -численні трактується як певний засіб конструювання нових функцій з виразів виду (13), то можливе формування досить складних функціональних виразів з λ -термів, які дозволяють зв'язати концепти, їх відношення, властивості і функції інтерпретації контекстів концептів онтології.

Тобто, так як редуктор r_{order} забезпечує підстановку одних виразів в λ -записи замість інших [10, 17], то використовуючи вирази виду (7)–(13), ми можемо побудувати пов'язані за значеннями змінних і аргументів розв'язувані λ -вирази. Ці вирази можуть бути аплікаціями – функціями, застосованими як до конкретних змінних, так і до абстракцій – складних λ -виразів, які дозволяють пов'язувати контексти конкретних концептів термінополя онтологічної системи. При цьому, змінним функцій в λ -виразі

ставляться у відповідність контексти концептів онтології, пов'язані між собою правилами (7) та (13) і такі, що беруть участь у конструюванні абстракції, як складної функції виду (13).

Вказані абстракції Λ можуть бути проінтерпретовані аплікативним відображенням таксономії системи національних індикаторів (рис. 2).

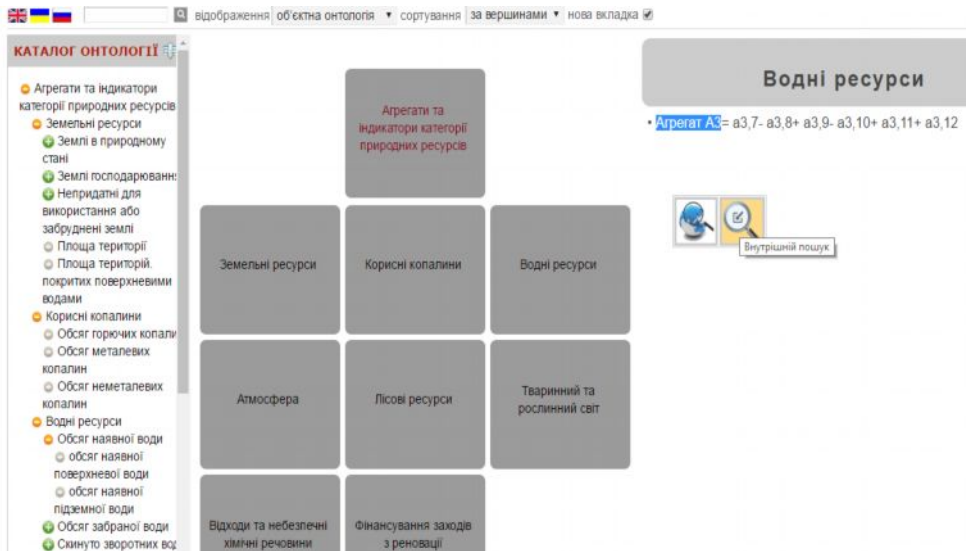


Рисунок 2 – Аплікативна форма відображення онтологічної системи національних індикаторів

Вказана аплікативна форма являє собою Семантик-WEB інтерфейс [10, 18] зі всіма системними компонентами, що складають інформаційне середовище онтологічної системи національних індикаторів. Відображаються усі плоскі зв'язки між концептами та категоріями. Також забезпечується розкриття, за необхідністю, усіх ієрархічних зв'язків між концептами таксономії – ліве поле екрану. Сервіс внутрішнього пошуку контекстів представляє процедуру рекурсивної редукції, який може бути застосовано для виявлення конструктивних зв'язків між контекстами усіх таксономій, які певним чином мають відношення до обчислення значень індикаторів національної безпеки та сталого розвитку.

Висновки

Як можна побачити, представлення національних ресурсів, за якими визначаються індикатори сталого розвитку та національної безпеки, у вигляді онтологічної системи, дозволяє відображати кожен стан їх взаємодії в агрегованому вигляді. Це у свою чергу забезпечує поточне отримання значень індикаторів для кожного ресурсу на основі визначеного функціоналу, який є інваріантом для кожної таксономічної компоненти онтології національних індикаторів.

Наступним етапом цієї роботи є визначення індексу стану процесів національного розвитку, що буде й основою індексу національної безпеки. Для його повноцінного формування додатково необхідне проведення аналізу

загроз регіональним та національній системам. Цей же аналіз лежить в основі визначення конкретних значень введених вагових коефіцієнтів та способів їх нормування, які здебільшого відповідатимуть зручності подання зроблених оцінок. Це потребує аналізу конкретних даних з різних складових процесів національного розвитку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Полумієнко С.К., Горда С.Є. Індикативний аналіз процесів національного розвитку // Математичне моделювання в економіці. – 2016. – № 2. – С. 65–97.
2. Князева В.П. Экология. Основы реставрации. Учеб. пособие для вузов / – М. : Архитектура-С, 2005. – 399 с.
3. Оценка природных ресурсов. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.voronova-on.ru/prirodopolzovanie/ocenkares/index.html>.
4. Мягченко О.П. Основы экологии. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 312 с.
5. Стеценко Т.О. Аналіз регіональної економіки: навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2002. – 116 с.
6. Международный опыт применения методов сравнительной оценки эффективности в здравоохранении. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://market-access-solutions.ru/index.php?newsid=557>.
7. Національний класифікатор України. Класифікатор видів економічної діяльності. ДК 009:2010. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ubc.ua/Links/codes_ua2.html.
8. Міністерство екології та природних ресурсів України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua>.
9. Angang H., Honghua M. The Rising of Modern China: Comprehensive National Power and Grand Strategy [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://myweb.rollins.edu/.../chigrandstrategy.p...>
10. Стрижак О.Є. Трансдисциплінарна інтеграція інформаційних ресурсів [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 / Стрижак Олександр Євгенійович; Нац. акад. наук України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору. Київ, 2014. – 47 с.
11. Шаталкин А.И. Таксономия. Основания, принципы и правила. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 600 с.
12. Величко В.Ю., Малахов К.С., Семенов В.В., Стрижак А.Е. // International Journal «Information Models and Analyses», 2014. – Volume 3. – Number 4. – P. 336–361.
13. Малишевский А.В. Качественные модели в теории сложных систем. – М.: Наука. Физматлит. 1998. – 528 с.
14. Клини С.К. Введение в метаматематику. – М. : Иностранная литература, 1957. – 526 с.
15. Микони С.Д. Теория и практика рационального выбора: Монография. – М.: Маршрут, 2014. – 463 с.
16. Гладун В.П. Процессы формирования новых знаний [Текст] / В.П. Гладун. – София : СД «Педагог 6», 1994. – 192 с.
17. Барендрегт Х. Лямбда-исчисление. Его синтаксис и семантика: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 606 с.
18. Klein M. and Bernstein A., “Searching for Services on the Semantic Web using Process Ontologies”, in The First Semantic Web Working Symposium (SWWS-1), Stanford, CA USA, 2001.

Стаття надійшла до редакції 06.09.16.