

МАТЕМАТИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 519.8

С.К. ПОЛУМІЄНКО, С.Є. ГОРДА

КООПЕРАТИВНА РЕСУРСНА МОДЕЛЬ ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ

***Анотація.** Розглядається ресурсний підхід до побудови моделі збалансованого розвитку на основі кооперативної гри. Визначена базисна система індикаторів стану ресурсів, їх агрегати, що включають кількісні та якісні оцінки. Визначені елементи кооперативної гри, що відображає розвиток всієї системи, також учасники та їх стратегії, що полягають у зміні ресурсів. Вирішення гри базується на векторі Шеплі; поділ, що він дає, її відповідає сукупній стратегії збалансованого розвитку.*

***Ключові слова:** агрегат, індикатор, стратегії збалансованого розвитку.*

Вступ

Робота продовжує дослідження методів формування, знаходження та аналізу стратегій збалансованого розвитку суспільства [1, 2]. В роботі пропонується об'єднання ресурсного та теоретико-ігрового підходів в спільну модель у вигляді кооперативної гри, яка представляє взаємодію учасників системи та дозволяє визначити критерії оптимальності всієї вихідної системи та знайти оптимальну стратегію розвитку за умови узгодження різнобічних інтересів та стратегій її учасників.

1. Агрегати та індикатори стану ресурсів

Підхід базується на визначенні сукупності статичних показників – індикаторів, що відображають стан системи та її окремих складових. Ці складові розглядаються як ресурси системи, що використовуються нею для забезпечення своєї життєдіяльності. Саме виходячи з наявних ресурсів, учасники системи виконують свої стратегії, які й представляють динаміку системи. Будемо визначати ресурси системи на основі таких передумов.

1. Вихідною системою є певний регіон країни, до переліку ресурсів якого входять всі наявні в регіоні складові забезпечення життєдіяльності та розвитку суспільства – природні, соціальні, економічні, урядові та інші ресурси. На основі оцінок рівня регіонального розвитку формується загальна оцінка рівня розвитку всієї країни.

2. Ресурси розглядаються як відносні величини, виходячи з відношення обсягу певного ресурсу в регіоні до його обсягу по всій країні, наприклад, кількість населення певної області розглядається як його відсоток у всьому населенні країни.

3. Індикатори (показники) стану ресурсів є статичними оцінками життєдіяльності суспільства. Для аналізу їх змін, впливів на них використовуються засоби, які не відносяться до переліку ресурсів. Тобто, кожен з ресурсів описується незалежною від інших ресурсів величиною, яка не є певним відношенням, функцією або іншим показником, наприклад не є традиційною оцінкою величини ВВП на душу населення, яка є результатом розрахунків.

4. Оцінка ресурсу складається з його кількісних та якісних характеристик.

Крім цього, перелік ресурсів та їх оцінок має базуватися на ефективно досяжній, регулярній та достовірній інформації, бути інформативним при мінімумі показників. Виходячи з наведених умов, було сформовано такий перелік категорій та видів ресурсів (табл. 1).

Таблиця 1 – Агрегати та вагові коефіцієнти по категоріях та видах ресурсів

Категорії та види ресурсів (кількість індикаторів)	Агрегати	Вагові коефіцієнти видів та категорій ресурсів	
		3	4
1	2	3	4
Природні ресурси (76)			
Земельні ресурси	$Aq_{1,1}$	$u_{1,1}$	w_1
Корисні копалини	$Aq_{1,2}$	$u_{1,2}$	
Водні ресурси	$Aq_{1,3}$	$u_{1,3}$	
Атмосфера	$Aq_{1,4}$	$u_{1,4}$	
Лісові ресурси	$Aq_{1,5}$	$u_{1,5}$	
Тваринний та рослинний світ	$Aq_{1,6}$	$u_{1,6}$	
Відходи та небезпечні хімічні речовини	$Aq_{1,7}$	$u_{1,7}$	
Фінансування заходів з реновації	$Aq_{1,8}$	$u_{1,8}$	
Соціальні ресурси (95)			
Населення (чисельність):	$Aq_{2,1}$	$u_{2,1}$	w_2
Здоров'я	$Aq_{2,2}$	$u_{2,2}$	
Матеріальне забезпечення	$Aq_{2,3}$	$u_{2,3}$	
Житлове забезпечення	$Aq_{2,4}$	$u_{2,4}$	
Освіта	$Aq_{2,5}$	$u_{2,5}$	
Безпека	$Aq_{2,6}$	$u_{2,6}$	
Соціальна інфраструктура	$Aq_{2,7}$	$u_{2,7}$	
Громадянська активність	$Aq_{2,8}$	$u_{2,8}$	
Економічні ресурси (100)			
А. Сільське, лісове та рибне господарство	$Aq_{3,1}$	$u_{3,1}$	w_3

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
В. Добувна промисловість та розроблення кар'єрів	$Aq_{3,2}$	$u_{3,2}$	
С. Переробна промисловість	$Aq_{3,3}$	$u_{3,3}$	
Д. Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	$Aq_{3,4}$	$u_{3,4}$	
Е. Водопостачання, каналізація, поводження з відходами	$Aq_{3,5}$	$u_{3,5}$	
Ф. Будівництво	$Aq_{3,6}$	$u_{3,6}$	
Г. Оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	$Aq_{3,7}$	$u_{3,7}$	
Н. Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	$Aq_{3,8}$	$u_{3,8}$	
І. Тимчасове розміщування й організація харчування	$Aq_{3,9}$	$u_{3,9}$	
Ж. Інформація та телекомунікації	$Aq_{3,10}$	$u_{3,10}$	
К. Фінансова та страхова діяльність	$Aq_{3,11}$	$u_{3,11}$	
Л. Операції з нерухомим майном	$Aq_{3,12}$	$u_{3,12}$	
М. Професійна, наукова та технічна діяльність	$Aq_{3,13}$	$u_{3,13}$	
Н. Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	$Aq_{3,14}$	$u_{3,14}$	
О. Державне управління й оборона, обов'язкове соціальне страхування	$Aq_{3,15}$	$u_{3,15}$	
Р. Освіта	$Aq_{3,16}$	$u_{3,16}$	
Q. Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	$Aq_{3,17}$	$u_{3,17}$	
Р. Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	$Aq_{3,18}$	$u_{3,18}$	
С. Надання інших видів послуг	$Aq_{3,19}$	$u_{3,19}$	
Т. Діяльність домашніх господарств	$Aq_{3,20}$	$u_{3,20}$	
У. Діяльність екстериторіальних організацій і органів	$Aq_{3,21}$	$u_{3,21}$	
Урядові ресурси (31)			
Органи регіональної влади			w_4
Діяльність	$Aq_{4,1}$	$u_{4,1}$	
Регіональні науково-технологічні ресурси	$Aq_{4,2}$	$u_{4,2}$	
Органи державної влади			-
Звернення фізичних та юридичних осіб	$Aq_{4,3}$	$u_{4,3}$	
Бюджетні кошти	$Aq_{4,4}$	$u_{4,4}$	
Державні науково-технологічні ресурси	$Aq_{4,5}$	$u_{4,5}$	
Обіг зброї	$Aq_{4,6}$	$u_{4,6}$	
Конфлікти	$Aq_{4,7}$	$u_{4,7}$	
Міжнародні ресурси	$Aq_{4,8}$	$u_{4,8}$	

Для опису та оцінки ресурсів регіону використовується наступна схема.

Нехай n – певний регіон країни, на момент підготовки цієї роботи $n = 1, \dots, 25$, будемо позначати через $l, l = 1, \dots, 4$, категорії, а через $k, k = 1, \dots, K$, – види ресурсів. Покладемо, що $r_{n,l,k}$ – відносний обсяг ресурсу виду k та категорії l в регіоні n (n, l, k -ресурсу),

$$r_{n,l,k} = res_{n,l,k} / \sum_{n=1}^{25} res_{n,l,k} ,$$

де $res_{n,l,k}$ – величина натурального обсягу n, l, k -ресурсу.

На основі фізичних та інших властивостей видів ресурсів утворюються їх агреговані кількісні оцінки $A_{n,l,k}$. Зокрема, у випадку земельних ресурсів (вид 1 категорії 1 ресурсів) такі оцінки утворюються наступним чином.

Спочатку розраховуються проміжні оцінки:

$a_{1,1,1} = (r_{1,1,2} + r_{1,1,3} + r_{1,1,4}) / r_{1,1,1}$ – відношення земель в природному стані, яку виражає сума в дужках (ліси, заповідні та непридатні для використання землі), до їх загальної площі $r_{1,1,1}$;

$a_{1,1,2} = (r_{1,1,6} + \dots + r_{1,1,24}) / ((r_{1,1,1} - r_{1,1,5}) * (1 - r_{1,1,25}) * (1 - r_{1,1,26}))$, – відношення всіх інших земель – сума $r_{1,1,6} + \dots + r_{1,1,24}$ з поправками на потенційні зсуви $r_{1,1,25}$ та підтоплення $r_{1,1,26}$ до загальної площі без врахування площі поверхневих вод $r_{1,1,5}$.

Кількісну оцінку стану земельних ресурсів виражає проміжний агрегат (для спрощення не вказано індекс регіону), що визначається як:

$$A_{1,1} = a_{1,1,1} * (1 - a_{1,1,2}).$$

$A_{1,1}$ є співвідношенням земель в природному стані з урахуванням виснаженості всієї території до їх загальної площі. За побудовою $A_{1,1}$ приймає більше значення в разі кращого стану, $0 \leq A_{1,1} \leq 1$.

Крім кількісних характеристик, враховуються якісні оцінки видів ресурсів, зокрема, їх доступність, важливість, тиск на ресурс, якість, можливість самостійного відновлення тощо. У випадку земельних ресурсів використовується 21 якісна оцінка $q_{1,1,p}(A_{1,1})$, $p = 1, \dots, 21$, що визначається за 5-бальною шкалою: $q_{1,1,p}(A_{1,1})$ приймає значення від 0 до 4 в залежності від стану та властивостей виду ресурсів (0 відповідає знищенню, 1 – частковому знищенню, 2 – нейтральному становищу, 3 – частковому відновленню, 4 – повному відновленню, або навпаки – в разі негативності загальної характеристики ресурсів – наприклад, відходів).

З урахуванням всіх оцінок властивостей та максимального значення шкали для агрегату $A_{1,1}$ маємо оцінку

$$q(A_{1,1}) = \frac{1}{84} \sum_{p=1}^{21} q_{1,1,p}(A_{1,1}), \quad (1)$$

де $q_{1,1,p}(A_{1,1})$ – оцінка p -тої властивості $A_{1,1}$.

На основі (1) маємо сукупну оцінку відносного обсягу та якості виду ресурсів –

$$Aq_{1,1} = A_{1,1} * q(A_{1,1}), \quad (2)$$

при цьому також більше значення $Aq_{1,1}$ відповідає кращому стану ресурсів, $0 \leq Aq_{1,1} \leq 1$.

Введена 5-бальна шкала за аналогією з $q_{1,1,p}(A_{1,1})$ використовується й у загальному випадку для визначення наборів елементарних якісних оцінок $q_{l,k,p}(A_{l,k})$ властивостей p n,l,k -ресурсів. Після цього, як і в (1)–(2), з урахуванням властивостей ресурсів формуються проміжні агрегати ресурсів.

Ці агрегати, що відображають базисні кількісні та якісні оцінки, будемо позначати через $Aq_{n,l,k}$ та з'являти всім n,l,k -ресурсам.

Побудовані оцінки регіональних ресурсів дозволяють описати їх детальну характеристику, проте не враховують порівняльну важливість, необхідність видів та категорій ресурсів для регіону тощо. В окремих міжнародних індексах, зокрема в індексі національної могутності [3], для врахування цього вводяться вагові коефіцієнти.

Покладемо, що $u_{n,i,k}$ та $w_{n,l}$ – числові значення, які зіставлятимемо видам ресурсів k , відповідним категорії l , та окремо категоріям l (див. табл.), при цьому

$$\sum_k u_{n,l,k} = 1, 0 \leq u_{n,l,k} \leq 1, \sum_{l=1}^4 w_{n,l} = 1, 0 \leq w_{n,l} \leq 1.$$

Сформуємо величини:

$$B_n = \sum_{l=1}^4 Au_{n,l} * w_{n,l}, \tag{3}$$

$$Au_{n,l} = \sum_{k \leftrightarrow l} Au_{n,l,k} = \sum_{k \leftrightarrow l} Aq_{n,l,k} * u_{n,l,k},$$

де сума береться по всіх видах ресурсів k категорії l та по категоріях ресурсів l за виключенням категорій 4.3–4.8 урядових державних ресурсів. Таким чином, величина B_n відображає оцінку стану всіх ресурсів, тобто й самого регіону n .

Будемо визначати B_n (3) як індекс рівня регіонального розвитку.

За побудовою, завданням органів влади регіонів є максимізація індексу B_n . При цьому, на практиці деякі з агрегатів, що входять до B_n , можуть зменшуватися, хоча завданням сталого розвитку відповідає ситуація, коли агрегати, що характеризують природні та соціальні ресурси, мають знаходитися на тому ж рівні або зростати.

Також можуть вводитися інші умови, наприклад, одночасна максимізація кожного з агрегатів у B_n або їх суми при фіксованих значеннях для окремих категорій ресурсів.

Величину

$$B = \min_{n=1, \dots, 25} B_n \tag{4}$$

будемо визначати як індекс рівня національного розвитку.

Мінімум в (4) визначається з метою поліпшення стану всіх регіонів країни, хоча можуть використовуватися й інші оцінки, наприклад, середня.

На державному рівні додатковим завданням є досягнення збалансованого розвитку регіонів, тобто досягнення збалансованих значень при зростанні B_n , наприклад, однакове відсоткове значення, хоча такий шлях виглядає спірним через те, що окремі регіони країни знаходяться в стані деградації і такий підхід збереже існуюче положення. Знаходження напрямків збалансованого розвитку потребує більш широких засобів.

2. Кооперативна ресурсна модель збалансованого розвитку

Нехай $n, n = 1, \dots, N$, – певний регіон країни, будемо зіставляти його виду ресурсів $k = k(l)$ категорії l гравців $i_{n,l,k}$ – учасників системи, що контролюють та змінюють ресурси. Будемо вважати, що (на сьогодні) при $n \leq 25$ гравці $i_{n,l,k}$ відповідають регіонам України, при $n > 25$ – країнам, аналіз впливу яких на Україну або її регіони включено до розгляду. Множина гравців $I, i_{n,k} \in I_n \subseteq I$, що є об'єднанням всіх $i_{n,l,k}$ по n, l, k при $n \leq 25$, таким чином, задає всі види та категорії ресурсів.

Стан гравця (його ресурсів) будемо визначати за допомогою зважених агрегатів $Aw_{n,l,k}, Aw_{n,l,k} = Au_{n,l,k} * w_{n,l} = Aq_{n,l,k} * u_{n,l,k} * w_{n,l}$, які відображають порівняльну оцінку важливості видів та категорій ресурсів (див. (1)).

Будемо вважати, що гравці зацікавлені в збільшенні свого ресурсу, саме на задоволення цього інтересу й спрямовуються їх дії. Це припущення відображено й у визначенні агрегатів.

Дії гравців будемо називати стратегіями та визначати як зміну ресурсів, заданих агрегатами $Aw_{n,l,k}$ в дискретні моменти часу t певного розбиття відрізка часу $[t_0, T]$, та позначати через $s(i_{n,l,k}, t), s(i_{n,l,k}, t) \in S(i_{n,l,k}, t)$, де $S(i_{n,l,k}, t)$ – множина всіх можливих стратегій гравця $i_{n,l,k}$ в момент часу t . Стратегії гравця i можуть змінювати ресурс $Aw_{n,l,k}$ як самого гравця i , що відповідатиме його самостійному відновленню, так і ресурси гравців $\Lambda\{i\}$.

При виконанні стратегій гравцем витрачається та створюється певна сукупність ресурсів, наприклад, вода та повітря витрачаються практично при всіх видах діяльності, які самі не створюють водні та атмосферні ресурси. При цьому «економічна» підмножина гравців спрямовує витрачені ресурси на створення інших, в тому числі фінансових ресурсів. У відповідності з видами ресурсів гравців також можна розподілити на активних та пасивних гравців, стратегії яких є реакцією на стратегії активних гравців, які, наприклад, змінюють природні ресурси, стан яких й є реакцією на стратегії активних гравців.

Будемо визначати, що стратегія $s(i_{n,l,k}, t)$ гравця $i_{n,l,k}$ є вектором

$$s(i_{n,l,k}, t) = (sc(i_{n,l,k}, t), sd(i_{n,l,m(k)}, t)), n=1, \dots, N, k, m=1, \dots, K, m \neq k, \quad (5)$$

що складається з конструктивної (утворюючої) $sc(i_{n,l,k}, t)$ та деструктивної (витратної) $sd(i_{n,l,m(k)}, t)$ компонент.

Вважається, що компонента $sc(i_{n,l,k}, t)$ включає тільки один з видів ресурсів, що відповідає одному виду діяльності гравця, а компонента $sd(i_{n,l,m(k)}, t)$ відображає набір ресурсів, необхідних для створення ресурсу $sc(i_{n,l,k}, t)$. Індекс $m = m(k)$ відповідає індексу k та визначає набір ресурсів, що контролюються іншими гравцями, $k, m = 1, \dots, K$. При цьому довжина вектора ресурсів K однакова для всіх гравців і задається переліком всіх їх видів. Випадок, коли гравець створює більш ніж один вид ресурсів, можна задати за допомогою сумування по його стратегіях, що, наприклад, робиться в [4].

Створений ресурс $sc(i_{n,l,k}, t)$ загалом якісно відрізняється від витрачених ресурсів $sd(i_{n,l,k}, t)$ та є певною функцією від них, вигляд якої залежить від кожного з видів ресурсів. Наприклад, у випадку економічної діяльності ця функція може відображати величину прибутку, яка закладається у вартість продукції, крім витрачених ресурсів.

Будемо задавати конструктивну та деструктивну складові стратегій гравців як частку відповідного агрегату ресурсів $Aw_{n,l,k}(t)$, наприклад як його відсоток, що спрямовується гравцем на виконання стратегії та одержується ним після її реалізації. Тобто, покладемо, що стратегія гравця $i_{n,l,k}$ визначається такими складовими змін ресурсів –

$$\begin{aligned} sc(i_{n,l,k}, t) &= Aw(i_{n,l,k}, t) * cw(i_{n,l,k}, t) \\ sd(i_{n,l,k}, t) &= \sum_l \sum_{m=1, m \leftrightarrow k}^K Aw(i_{n,l,m(k)}, t) * dw(i_{n,l,m(k)}, t), \end{aligned} \quad (6)$$

де $cw(i_{n,l,k}, t)$ та $dw(i_{n,l,k}, t)$ – частки одержаних та витрачених гравцем ресурсів.

При цьому гравець зацікавлений в збільшенні різниці між одержаним ресурсом та витратами на його створення, тобто в максимізації результатів виконання стратегії

$$scd(i_{n,l,k}, t) = sc(i_{n,l,k}, t) - sd(i_{n,l,k}, t). \quad (7)$$

Кожен з гравців $i_{n,l,k}$ не знаходиться в ізольованому середовищі, на стратегії $s(i_{n,l,k}, t)$ впливають стратегії інших гравців, спрямовані на той же необхідний ним ресурс. Для підвищення свого впливу, іноді взагалі не маючи можливості індивідуально реалізувати власні, наприклад соціальні, інтереси, гравець має кооперувати з іншими гравцями, входячи в коаліції.

Будемо називати коаліцією c будь-яке об'єднання гравців $i \in I$, які мають погоджену шляхом домовленостей (однакову) стратегію s_c , що робиться гравцями при створенні коаліції, $c \in C$, C – множина всіх коаліцій [4]. Множина гравців I є тотальною коаліцією. Наприклад, введені категорії та види ресурсів визначають відповідні коаліції гравців, що їх контролюють.

Коаліційні стратегії спрямовуються на реалізацію спільних інтересів зі створення та/або використання певного виду ресурсів, наприклад зі створення будівельних конструкцій (один з видів економічних ресурсів) та з використання потрібних для цього водних ресурсів.

Будемо визначати, що гравець $i_{n,l,k}$ входить до коаліції $c_{n,l,k}$ з часткою $cw(i_{n,l,k}, t)$ свого n,l,k -ресурсу, яка входить до спільного коаліційного ресурсу $cw(c_{n,l,k}, t)$. Цей ресурс коаліція використовує для виконання стратегії $sc(c_{n,l,k}, t)$ зі спільного створення коаліційного n,l,k -ресурсу (конструктивна складова стратегії). Наприклад, гравцем $i_{n,l,k}$ є приватний забудовник, який входить до коаліції будівельних компаній $c_{n,l,k}$.

При цьому коаліція $c_{n,l,k}$ разом з гравцями, що входять до неї, створюючи n,l,k -ресурс, витрачає сукупність інших необхідних для цього n,l,m -ресурсів, залежних від стратегії (виду діяльності) коаліції $sc(c_{n,l,k}, t)$, тобто $m = m(k)$. За аналогією з (6), покладемо, що

$$\begin{aligned} sc(c_{n,l,k}, t) &= \sum_{i \in c} sc(i_{n,l,k}, t), \\ sd(c_{n,l,k}, t) &= \sum_{i \in c} sd(i_{n,l,k}, t) = \end{aligned} \quad (8)$$

$$= \sum_{i \in c} \sum_l \sum_{m=1, m \leftrightarrow k}^K Aw(i_{n,l,m(k)}, t) * dw(i_{n,l,m(k)}, t).$$

З (7)–(8) маємо –

$$scd(c_{n,l,k}, t) = sc(c_{n,l,k}, t) - sd(c_{n,l,k}, t), \quad (9)$$

результат виконання стратегії коаліцією $c_{n,l,k}$. Як і у випадку індивідуальних гравців, коаліції зацікавлені в збільшенні величини $scd(c_{n,l,k}, t)$.

Зауважимо, що (9) відображає поточні тенденції розвитку суспільства, зорієнтованого здебільшого на максимальну ефективність певного виду діяльності певної його коаліції або групи, що описується введеними співвідношеннями, які характеризують створення певного виду ресурсів та використання необхідних для цього інших ресурсів. При цьому узгодження стратегій коаліцій здійснюється, наприклад, при виборі стратегії поведінки на певному сегменті ринку, який і відображається в (9) як зміна певного виду ресурсів, що створюється чи використовується.

Водночас, на результат виконання стратегії коаліції впливають стратегії інших коаліцій, які контролюють як визначений ресурс, так і суміжні з ним ресурси, необхідні для його створення, що в нашому прикладі вимагає узгоджувати поведінку коаліції й з іншими сегментами ринку. Знаходження ж сукупного балансу інтересів ВСЬОГО суспільства, тобто реалізація його сталого розвитку, вимагає узгодження стратегій всіх коаліцій $c_n \in C$ з використання та створення не певного, а всіх видів ресурсів, причому в поточний момент часу та в майбутньому. Цей баланс безумовно суперечить стратегії максимальної ефективності, що відображається (9), та не може бути реалізованим за поточних тенденцій розвитку суспільства.

Іншими словами, не існує стратегії сталого розвитку суспільства в його поточному визначенні [5, 6]. Підхід, що розглядається, дозволяє знайти певні шляхи збалансованого розвитку.

Будемо називати ситуацією вектор стратегій всіх коаліцій c_n регіону n та позначати її через $sit_n(t)$,

$$sit_n(t) = (scd(c_{n,l,1}, t), \dots, scd(c_{n,L,K}, t)), \quad (10)$$

а через $Sit_n(t)$ – множину всіх ситуацій $sit_n(t)$, що складаються в регіоні n , $n = 1, \dots, N$, $l = 1, \dots, L$, $k = 1, \dots, K$.

Тобто, для визначення стану ресурсів необхідно проаналізувати потенційну поведінку кожної з коаліцій $c_{n,l,k} \in C_n$ з урахуванням стратегій інших учасників системи, що навряд чи можливо, насамперед, через значний обсяг неоднозначної інформації. Наприклад, коаліція гравців, стратегії яких спрямовані на сільське господарство, використовує землю, воду, атмосферу, хімічні речовини, транспортні засоби та інше обладнання, також вона потребує людських ресурсів, які, у свою чергу, теж потребують природних ресурсів.

Але для оцінки стану системи, що є головною метою дослідження, більш важливим є результат певної ситуації. Саме для його знаходження введені кількісні та якісні оцінки ресурсів та їх агрегати, які можуть бути знайдені за допомогою статистичних даних.

Після реалізації ситуації коаліція $c_{n,l,k}$, претендує на одержання доходу, що є часткою створеного всіма коаліціями сукупного ресурсу, величина якої залежить від початкового внеску та стратегії коаліції $sc(c_{n,l,k}, t)$. Гравець $i_{n,l,k}$, за аналогією, очікує на відповідну $sc(i_{n,l,k}, t)$ частку в одержаному коаліцією доході. При цьому дохід коаліції $c_{n,l,k}$ залежить від всієї ситуації – стратегій всіх коаліцій, що впливають на всі ресурси, а не тільки на n,l,k -ресурс. Також він залежить від узгодження інтересів всіх коаліцій, що змінюють тільки n,l,k -ресурс, тобто ресурс гравця $i_{n,l,k}$.

Тому баланс або узгодження коаліційних інтересів має подвійний характер – залежить, по-перше, від впливу учасників системи тільки на n,l,k -ресурс, по-друге, від результатів взаємодії всіх коаліцій по всіх ресурсах.

Виникає питання пріоритетності цього балансу, тобто, що є важливішим для коаліції – одержання доходу по окремому ресурсу, що контролюється нею, без узгодження своїх стратегій з іншими коаліціями, результатом чого й буде певний внесок цієї коаліції в сукупний дохід, або, навпаки, – дохід коаліції є результатом реалізації та узгодження всіх коаліційних стратегій по всіх ресурсах та утворюється як частка в сукупному доході, відповідна окремому належному коаліції ресурсу.

Поточні тенденції розвитку, особливо економічних відносин, якраз спрямовані на перший з цих варіантів – узгодження інтересів певної компанії з усім суспільством (його коаліціями) виконується лише за рахунок виконання законодавчих та інших обмежень її поведінки. Тобто, окрема коаліція не шукає сукупного балансу інтересів, а використовує стратегії, припустимі нормами суспільства.

Завдання знаходження стратегії збалансованого розвитку вказує на пріоритетність другого варіанта розвитку – найвищим є баланс сукупних інтересів, в межах якого й має шукатися баланс інтересів окремої групи суспільства, тобто коаліції, що створює певний вид ресурсів. Саме цей варіант є ключовим в подальшому розгляді.

Нехай t_j – момент розбиття відрізка часу $[t_0, T]$. Введемо величину всіх створених та витрачених коаліціями ресурсів в ситуації $sit(t_j)$:

$$\begin{aligned} Aw_n(t_j) &= Aw_n(sit_n(t_j)) = \\ &= \sum_{c \in C} \sum_I \sum_{k=1}^K scd(c_{n,l,k}, t_j) + Aw_n(t_{j-1}), Aw_n(t_0) = const, \end{aligned} \tag{11}$$

де сума береться по всіх елементах $sit_n(t_j)$, заданих в (10).

Будемо використовувати наступне визначення.

Функція v , що ставить у відповідність кожній коаліції C найбільший вигравш $v(C)$ (поділ $x = (x_1, \dots, x_n)$), який вона впевнено одержує, називається характеристичною функцією гри [5, 7]. Сукупність $\langle I, v(C) \rangle$ називається кооперативною грою у формі характеристичної функції, якщо виконуються наступні дві умови індивідуальної та колективної раціональності:

$$x_i \geq v_i(i) \text{ для } i \in I \text{ та } \sum_{i \in I} x_i = v(I).$$

Дохід коаліції $c_{n,l,k}$ будемо визначати наступною функцією виграшу –

$$v(c_{n,l,k}, t_j) = \max_{S_{c_{n,l,k}}(t_j)} \min_{S_{C_n \setminus c_{n,l,k}}(t_j)} Aw_n(t_j) = \max_{Sit_n(t_j)} \min Aw_n(t_j). \quad (12)$$

Тобто виграш коаліції $c_{n,l,k}$ є максимальним значенням величини агрегату, яку може одержати $c_{n,l,k}$, виходячи з множини ситуацій $Sit_n(t_j)$, що утворюється стратегіями всіх $c_{n,l,k} \in C_n$, та множини своїх стратегій $S_{c_{n,l,k}}(t_j)$, в тому числі з впливу на $Sit_n(t_j)$. Функцію (12) можна розглядати як результат сукупності ігор двох гравців [5], де одним з них виступає коаліція $c_{n,l,k}$, а іншим – всі можливі коаліції $C_n \setminus c_{n,l,k}$, що діють проти неї в кожній із ситуацій з множини $Sit_n(t_j)$.

Тотальна коаліція C_n (множина гравців I_n) при цьому одержує величину

$$v(C_n, t_j) = \sum_{c_{n,l,k} \in C_n} v(c_{n,l,k}, t_j), \quad (13)$$

яку можна розглядати як сукупну ціну гри.

При цьому, за побудовою, можемо визначити (12) як характеристичну функцію кооперативної гри –

$$\Gamma_n(t_j) = \langle C, Sit(t_j), v(c_{n,l,k}, t_j) \rangle, \quad (14)$$

$$n=1, \dots, N, l=1, \dots, L, k=1, \dots, K, t_j \in [t_0, T] \rangle,$$

що задає взаємодію коаліцій та гравців зі створення та використання ресурсів в регіоні n .

Гру (14), включаючи співвідношення (5)–(13), будемо називати кооперативною ресурсною моделлю розвитку регіону.

Цю гру контролює гравець вищого рівня, що представляє владу регіону, при цьому його метою є збільшення значення (13), що відповідає завданням розвитку регіону, та, водночас, пріоритетного забезпечення виграшів (балансу інтересів) коаліцій, поділ яких задається функцією (12).

Цей поділ може не відповідати бажаному стану регіону та його ресурсів. Зокрема, якщо стан природних та соціальних ресурсів не відповідає існуючим міжнародним або національним стандартам, тобто природні ресурси знаходяться в стані занепаду, а населення живе нижче певного рівня добробуту, то подальший розвиток у відповідності з грою (14) буде підтримувати цю ситуацію. Для запобігання цьому необхідні додаткові обмеження на поділ, що задається (12), та на співвідношення між категоріями та видами ресурсів.

Частково ці співвідношення між категоріями та видами ресурсів задаються за допомогою їх вагових коефіцієнтів, застосованих в агрегатах $Aw_{n,l,k}(t)$.

Побудована модель дозволяє врахувати: по-перше, вказані вище умови подвійної збалансованості, які враховують поділ виграшів коаліцій за функціями (12) та, через них, – за співвідношеннями (9), по-друге, поділ доходів гравців в межах коаліцій $c_{n,l,k}$, що враховує (7).

В найпростішому випадку, для цього додатково до (7) можна покласти, що для всіх гравців $i_{n,l,k} \in c_{n,l,k}$ має виконуватися нерівність $sr(c_{n,l,k}, t) \geq 0$, де

$$\begin{aligned} sr(c_{n,l,k}, t) &= scr(c_{n,l,k}, t) - sdr(c_{n,l,k}, t) \geq 0, \\ scr(c_{n,l,k}, t) &= \sum_{i_{n,l,k} \in c_{n,l,k}} \sum_{k=1}^K Aw(i_{n,l,k}, t) * cw(i_{n,l,k}, t), \\ sdr(c_{n,l,k}, t) &= \sum_{i_{n,l,k} \in c_{n,l,k}} \sum_{\substack{m=1, \\ m \neq k}}^K Aw(i_{n,l,m}, t) * dw(i_{n,l,m}, t), \end{aligned} \quad (15)$$

тобто витрати ресурсу, зроблені всіма гравцями системи, не перевищують величину його створення (відтворення) гравцями, що збільшують цей ресурс. Зауважимо, що зростання $Aw_{n,l,k}(t)$ відповідає поліпшенню ситуації. Але (15) суперечить ситуації з корисними копалинами, обсяг яких тільки зменшується, причому зростаючими темпами. Це відноситься й до стану більшості інших природних ресурсів, що ще раз підкреслює неможливість реалізації будь-якої стратегії сталого розвитку в її поточному визначенні [1]. Адже вона якраз й ґрунтується на нерівності (15).

Таким чином, для знаходження сукупної стратегії збалансованого розвитку спочатку мають бути визначені припустимі стратегії, що можуть виконуватися гравцями та коаліціями. Саме на множинах цих стратегій й треба далі знаходити оптимальний поділ, що визначається (12) – (13).

Покладемо, що

$$fr(c_{n,l,k}, t) = f(scr(c_{n,l,k}, t), sdr(c_{n,l,k}, t)), \quad (16)$$

є функцією, що визначає обмеження на створення/використання кожного з n,l,k -ресурсів внаслідок виконання стратегій коаліцій $c_{n,l,k} \in C_n$, тобто (16) відображає умови визначення множин припустимих стратегій цих коаліцій.

Тоді, знайдений на основі (12) поділ вказуватиме оптимальний стан ресурсів внаслідок діяльності всієї системи, також він відобразатиме й компенсацію, яку має одержати система внаслідок знешкодження ресурсів, що не відновлюються, зокрема корисних копалин. Компенсація використання таких ресурсів враховується й в багатьох міжнародних індексах та системах індикаторів.

Сукупність

$$\begin{aligned} BD_n(t_j) &= \langle \Gamma_n(t_j), fr(c_{n,l,k}, t_j) \rangle = \langle C, Sit(t_j), v(c_{n,l,k}, t_j), fr(c_{n,l,k}, t_j) \rangle, \\ n &= 1, \dots, N, l = 1, \dots, L, k = 1, \dots, K, t_j \in [t_0, T] \rangle, \end{aligned} \quad (17)$$

будемо називати кооперативною ресурсною моделлю збалансованого розвитку регіону.

Оптимальність поділу в (14) та (15) будемо визначати на основі вектора Шеплі [5, 7]. Поділ, що відповідає вектору Шеплі, й розглядається як необхідний баланс ресурсів внаслідок вже збалансованої взаємодії учасників системи. Баланс відповідає зазначеним вище умовам, по-перше, його

збереження – найбільш ефективними будуть збалансовані стратегії учасників; по-друге, ці стратегії дають максимальний за цієї умови обсяг сукупних створених ресурсів.

Висновки

Таким чином, визначено засоби формалізації та знаходження стратегії збалансованого розвитку регіонального та національного рівнів, який полягає в максимізації створених системою різнобічних ресурсів за умови забезпечення балансу інтересів всіх коаліцій та гравців системи.

На жаль, поточні тенденції розвитку суспільства суперечать запропонованій моделі, взагалі принципам збалансованості, що вказує на неможливість реалізації цієї концепції в повному обсязі, як і концепції сталого розвитку ООН в її поточному визначенні. В той же час рішення, що пропонується в моделі, дозволяє знайти оптимальну стратегію збалансованого розвитку на множині припустимих стратегій, що враховує інтереси всіх учасників системи, в тому числі за рахунок компенсації ресурсів, які виснажуються в процесі розвитку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Полумієнко С.К., Рибаків Л.О. Теоретико-ігрова ресурсна модель збалансованого технологічного розвитку // Математичне моделювання в економіці. – 2015. – № 1. – С. 53–61.
2. Полумієнко С.К., Горда С.Є. Індикативний аналіз процесів національного розвитку // Математичне моделювання в економіці. – 2016. – № 2 (6). – С. 65–97.
3. Bajwa J. S. Defining Elements of Comprehensive National Power [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.claws.in/...doc/1302263399_JSBJawa.pdf.
4. Данилов В.И. Лекции по теории игр. – М.: Российская экономическая школа, 2002. – 141 с.
5. Global Sustainable Development Report – Executive Summary: Building the Common Future We Want. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs, Division for Sustainable Development. 2013, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sustainabledevelopment.un.org/globalsdreport>.
6. Боссель Х. Показатели устойчивого развития: Теория, метод, практическое использование / Международный институт устойчивого развития. – Тюмень: Издательство Института проблем освоения Севера СО РАН, 2001. – 121 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ipdn.ru/izdaniya-instituta/bossel/soderzhanie/>.
7. Ауман Р., Шепли Л. Значения для неатомических игр. – М.: Мир, 1977. – 357 с.

Стаття надійшла до редакції 25.01.17.