

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ РЕСУРСНОГО ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОГО ПОДХОДА К МОДЕЛИРОВАНИЮ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ

Сергей Полумиенко, Сергей Горда

Аннотация. В работе предлагается объединение ресурсного и теоретико-игрового подходов для построения модели сбалансированного развития в виде кооперативной игры. Модель отображает взаимодействие участников исходной системы регионального или национального уровня и позволяет определить критерии оптимальности ее развития и найти соответствующую стратегию, удовлетворяющую разносторонние интересы участников системы.

Ключевые слова: ресурсный подход, кооперативная модель, сбалансированное развитие

ITHEA Keywords: I.6.1 Simulation Theory, I.6.5 Model Development, K.4.1 Public Policy Issues

Введение

Проблема устойчивого, а главное, сбалансированного развития различных сфер жизнедеятельности человека, несмотря на свою более, чем 20-летнюю историю со времени принятия ООН «Повестки дня XXI столетия», так и не нашла своего решения, несмотря на существенное количество исследований. На то есть разные причины, которые отмечаются и Департаментом устойчивого развития ООН [United Nations, 2013], и многими другими авторами, например, [Bossel, 1999].

Одной из основных причин является отсутствие методов анализа всей многогранности общества, среды его обитания и развития, прежде всего, учета и сбалансирования интересов и действий всех его членов. В основном исследования и полученные решения направлены или на какую-либо отрасль деятельности, или на определенную задачу. Например, «Бедность» – является одним из разделов системы индикаторов устойчивости развития ООН, но направлена, прежде всего, на оценку уровня жизни населения разных стран и подходов к ее улучшению, но не затрагивает основы и причины устойчивости развития, что требует анализа экономических, природных и иных предпосылок. Для решения проблемы сбалансированности развития необходимы методы нахождения компромиссных решений, относящиеся к сфере достаточно сложных теоретико-игровых и близких к ним моделей, исследования которых также не получили

полноценного применения, а используются только в отдельных задачах общей проблемы устойчивого развития общества.

Данная публикация продолжает работы [Polumiienko, Rybakov, Trofymchuk, 2013], [Полумієнко, Рибаків, 2015], [Полумієнко, Горда, 2016], направленные на нахождение конструктивно достижимой концепции дальнейшего развития общества с учетом всех составляющих этого процесса. В основе исследования - определение и сравнительный анализ имеющихся и перспективных региональных ресурсов в совокупности всех национальных ресурсов и использование теоретико-игрового подхода, а именно, теории кооперативных игр для определения модели сбалансированного развития.

Индикаторы и агрегаты состояния ресурсов

В качестве исходной системы выберем определенный регион страны. Состояние системы будем описывать на основе совокупности оценок, отображающих в определенном смысле статические характеристики ее элементов, которые рассматриваются как ресурсы, необходимые для обеспечения жизнедеятельности и развития - природные, социальные; экономические и другие ресурсы. Участники системы, исходя из наличия контролируемых ими ресурсов, выполняют свои действия, которые состоят в изменении - использовании имеющихся и создании новых ресурсов, что отображает динамику системы.

Для описания ресурсов вводятся показатели или индикаторы, которые отражают количественные оценки объема ресурса, а также его качественные признаки. Ресурсы региона рассматриваются как относительные величины - доля их объема в совокупном объеме по всей стране. Каждый из ресурсов описывается независимой от других ресурсов величиной, которая не является определенным отношением или функцией, например, не является традиционной величиной валового внутреннего продукта на душу населения, которая есть результатом расчетов. Перечень ресурсов и их оценок основывается на эффективно достижимой, регулярной и достоверной информации о них.

Исходя из этих условий, определяется перечень категорий ресурсов (табл. 1), каждая из которых включает совокупность видов ресурсов. В частности, категория природных ресурсов включает такие виды: земельные ресурсы; водные ресурсы; атмосфера; полезные ископаемые; лесные ресурсы; животный и растительный мир; отходы и опасные химические вещества; финансирование мероприятий по реновации.

Земельные ресурсы, в частности, описываются индикаторами приведенными в таблице 2.

Таблица 1. Индикаторы, агрегаты и весовые коэффициенты по категориям и видам ресурсов

Категории ресурсов (количество индикаторов)	Агрегаты	Весовые коэффициенты видов и категорий ресурсов	
		$u_{1,1} - u_{1,8}$	w_1
Природные ресурсы (76)	$Aq_{1,1} - Aq_{1,8}$	$u_{1,1} - u_{1,8}$	w_1
Социальные ресурсы (95)	$Aq_{2,1} - Aq_{2,8}$	$u_{2,1} - u_{2,8}$	w_2
Экономические ресурсы (100)	$Aq_{3,1} - Aq_{3,21}$	$u_{3,1} - u_{3,21}$	w_3
Ресурсы государственной и региональной власти (31)	$Aq_{4,1} - Aq_{4,8}$	$u_{4,1} - u_{4,8}$	w_4

Таблица 2. Индикаторы состояния земельных ресурсов

Земельные ресурсы (вид 1 категории 1)	$Aq_{1,1}$
Площадь	$r_{1,1,1}$
<i>Земли в естественном состоянии</i>	
Леса и другие покрытые лесом площади	$r_{1,1,2}$
Заповедные земли, заказники, парки, сады и т.п.	$r_{1,1,3}$
Непригодные для использования в сельском хозяйстве земли, возможные для лесоразведения	$r_{1,1,4}$
<i>Площадь территорий, покрытых поверхностными водами</i>	$r_{1,1,5}$
<i>Земли хозяйствования</i>	
Сельскохозяйственные угодья	$r_{1,1,6}$
Застроенные земли	$r_{1,1,7}$
Площадь военных объектов	$r_{1,1,8}$
Площадь оборонительных объектов	$r_{1,1,9}$
Площадь опасных объектов	$r_{1,1,10}$
Площадь разрушенных и опасных объектов и территорий вследствие военных конфликтов, терактов	$r_{1,1,11}$
Площадь месторождений горючих полезных ископаемых	$r_{1,1,12}$
Площадь месторождений металлических полезных ископаемых	$r_{1,1,13}$
Площадь месторождений неметаллических полезных ископаемых	$r_{1,1,14}$
Земли без или с незначительным растительным покровом	$r_{1,1,15}$
<i>Непригодные для использования или загрязненные земли</i>	
Площадь отвалов месторождений горючих полезных ископаемых	$r_{1,1,16}$
Площадь отвалов месторождений металлических полезных ископаемых	$r_{1,1,17}$
Площадь отвалов месторождений неметаллических полезных ископаемых	$r_{1,1,18}$
Площадь загрязнения, в том числе для организованного складирования твердых бытовых отходов	$r_{1,1,19}$
Площади составов, непригодных и запрещенных к использованию веществ и земель	$r_{1,1,20}$
Площадь мест неорганизованного складирования отходов	$r_{1,1,21}$
Критические земли	$r_{1,1,22}$
Открытые заболоченные земли	$r_{1,1,23}$
Другие земли	$r_{1,1,24}$
Длина распространения оползней	$r_{1,1,25}$
Площадь распространения подтопления	$r_{1,1,26}$

Будем обозначать через n – определенный регион страны, через $l, l=1, \dots, 4$, - категории, а через $k, k=1, \dots, K$, - виды ресурсов. Положим, что $r_{n,l,k}$ - относительный объем ресурса вида k и категории l в регионе n (n, l, k -ресурс), -

$$r_{n,l,k} = \text{res}_{n,l,k} / \sum_n \text{res}_{n,l,k} .$$

где $\text{res}_{n,l,k}$ - величина натурального объема n, l, k -ресурса.

На основе физических и других свойств видов ресурсов образуются агрегаты - их агрегированные количественные оценки $A_{n,l,k}$. В частности, в случае земельных ресурсов $A_{n,l,k}$ имеем (для сокращения опущено индекс региона n):

$$\begin{aligned} A_{1,1} &= a_{1,1,1} * (1 - a_{1,1,2}), \\ a_{1,1,1} &= (r_{1,1,2} + r_{1,1,3} + r_{1,1,4}) / r_{1,1,1}, \\ a_{1,1,2} &= (r_{1,1,6} + \dots + r_{1,1,24}) / ((r_{1,1,1} - r_{1,1,5}) * (1 - r_{1,1,25}) * (1 - r_{1,1,26})), \end{aligned}$$

где $a_{1,1,1}$ - отношение площади земель в естественном состоянии к их общей площади. $a_{1,1,2}$ – других земель с поправками на территорию, подверженную оползням и подтоплению, к общей площади без территории поверхностных вод. Агрегат $A_{1,1}$ принимает большее значение в случае лучшего состояния ресурсов, $0 \leq A_{1,1} \leq 1$.

Пусть $q(A_{n,l,k})$ - оценка свойства ресурсов $r_{n,l,k}$, которая сопоставляется агрегату $A_{n,l,k}$. Величина $q(A_{n,l,k})$ выражается на основе набора элементарных качественных оценок $q_{l,k,m}(A_{n,l,k})$ свойств ресурса m . Для определенности будем считать, что $q_{l,k,m}(A_{n,l,k})$ принимает значение от 0 до 4 в зависимости от состояния вида ресурсов: 0 соответствует его уничтожению, 1 - частичному уничтожению, 2 – нейтральному состоянию, 3 – частичному восстановлению, 4 – полному восстановлению.

Для земельных ресурсов, в частности, можно выделить такие оценки:

- $q_{1,1,1}(A_{1,1})$ – доступность;
- $q_{1,1,2}(A_{1,1})$ – стабильность;
- $q_{1,1,3}(A_{1,1})$ – самостоятельное восстановление;
- $q_{1,1,4}(A_{1,1})$ – качество до использования;
- $q_{1,1,5}(A_{1,1})$ – качество после использования и восстановления;
- $q_{1,1,6}(A_{1,1})$ – стоимость (оценка ее уровня);

- $q_{1,1,7}(A_{1,1}) - q_{1,1,13}(A_{1,1})$, – давление всех категорий ресурсов по отношению к данному виду ресурсов, учитывая влияние той же категории ресурсов;
- $q_{1,1,14}(A_{1,1}) - q_{1,1,19}(A_{1,1})$, – необходимость вида ресурсов k , $k \leftrightarrow l_k$, для существования других категорий ресурсов l_k ;
- $q_{1,1,20}(A_{1,1})$ – потенциал использования;
- $q_{1,1,21}(A_{1,1})$ – потенциал восстановления.

С учетом количества свойств и максимального значения, равного 4, имеем -

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

где $q_{1,1,m}(A_{1,1})$ – оценка m -го свойства $A_{1,1}$.

На основе (1) определим совокупную оценку объема и качества ресурсов (см. табл. 2), -

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

$Aq_{1,1}$ принимает значения от 0 до 1, его большее значение соответствует лучшему состоянию ресурсов.

По аналогии с (1) – (2), но при других количественных и качественных оценках и способах агрегации (см. [Полумієнко, Рибаків, 2015]), образуются перечисленные в табл. 1 агрегаты $Aq_{1,2} - Aq_{4,8}$. Эти агрегаты будем обозначать через $Aq_{n,l,k}$ и сопоставлять всем n,l,k -ресурсам.

Данные оценки не учитывают сравнительную важность видов и категорий ресурсов для региона. В отдельных международных индексах (см. [Полумієнко, Горда, 2016]), в частности, в индексе национального могущества [Ваїва, 2014], для учета этого вводятся их весовые коэффициенты.

Определим величины $u_{n,l,k}$ и $w_{n,l}$, которые соответственно будем сопоставлять видам ресурсов k категории l и отдельно категориям l (см. табл. 1), -

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

Сформируем величины:

$$B_n = \sum_{l=1}^4 Au_{n,l} * w_{n,l} \quad Au_{n,l} = \sum_{k \leftrightarrow l} Au_{n,l,k} = \sum_{k \leftrightarrow l} Aq_{n,l,k} * u_{n,l,k} \quad (3)$$

где сумма берется по всем видам ресурсов k категории l и по категориям ресурсов l .

Будем определять B_n (3) как индекс уровня регионального развития.

По построению, власть региона должна быть заинтересована в максимизации индекса B_n . Также имеют смысл другие условия. Проблеме устойчивого развития соответствует ситуация, когда

агрегаты, характеризующие природные и социальные ресурсы находятся на том же уровне или возрастают.

Величину

$$B = \min_n B_n \quad (4)$$

будем определять как индекс уровня национального развития.

Но, индексы (3) и (4) не определяют сбалансированности развития и использования имеющихся ресурсов. Решение этой задачи требует дополнительных средств.

Модель сбалансированного развития

Будем сопоставлять видам ресурсов k категории l региона страны n игроков $i_{n,l,k} \in I_n$, - участников системы, которые контролируют и изменяют n,l,k - ресурс. Объем ресурсов игрока будем определять с помощью агрегатов $Aw_{n,l,k}$. Считается, что игроки заинтересованы в увеличении $Aw_{n,l,k}$, на что и направляются их стратегии изменения контролируемых ими n,l,k - ресурсов.

Будем определять, что стратегия $s(i_{n,l,k}, t)$ игрока $i_{n,l,k}$ в момент t разбиения отрезка времени $[t_0, T]$ является вектором

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

состоящим из конструктивной $sc(i_{n,l,k}, t)$ и деструктивной $sd(i_{n,l,m(k)}, t)$ компонент, $s(i_{n,l,k}, t) \in S(i_{n,l,k}, t)$, $S(i_{n,l,k}, t)$ – множество всех стратегий игрока. Введение конструктивной и деструктивной составляющей стратегий связано и с тем, что созданный ресурс $sc(i_{n,l,k}, t)$ вообще отличается от израсходованных ресурсов $sd(i_{n,l,k}, t)$. Индекс m определяет набор ресурсов, которые контролируются другими игроками. Тогда -

$$\begin{aligned} sc(i_{n,l,k}, t) &= Aw(i_{n,l,k}, t) cw(i_{n,l,k}, t), \\ sd(i_{n,l,k}, t) &= \sum_l \sum_{m=1, m \neq k}^K Aw(j_{n,l,m(k)}, t) dw(j_{n,l,m(k)}, t), \end{aligned} \quad (5)$$

где $cw(i_{n,l,k}, t)$ и $dw(i_{n,l,k}, t)$ – доля полученных и израсходованных игроком ресурсов. При этом игрок заинтересован в увеличении разности

$$scd(i_{n,l,k}, t) = sc(i_{n,l,k}, t) - sd(i_{n,l,k}, t). \quad (6)$$

На $s(i_{n,l,k}, t)$ влияют стратегии других игроков, направленные на тот же ресурс. Для повышения своего влияния, иногда вообще не имея возможности индивидуально реализовать собственные интересы, игрок должен кооперировать с другими игроками, входя в коалиции.

Коалиция c - любое объединение игроков $i \in I$, имеющих согласованную при создании коалиции (одинаковую) коалиционную стратегию s_c , $c \in C$, C – множество всех коалиций [Данилов, 2002]. Стратегии s_c заключаются в создании и/или использовании определенного вида ресурсов, например, в создании строительных конструкций и использовании необходимых для этого водных ресурсов.

Игрок $i_{n,l,k}$ входит в коалицию $c_{n,l,k}$ с долей $sw(i_{n,l,k}, t)$ своего n,l,k -ресурса, которая прибавляется к коалиционному ресурсу, необходимому коалиции для выполнения стратегии $sc(c_{n,l,k}, t)$. Далее, коалиция при создании коалиционного n,l,k -ресурса тратит совокупность других n,l,m -ресурсов, зависимых от стратегии $sc(c_{n,l,k}, t)$. По аналогии с (5), положим, что

$$sc(c_{n,l,k}, t) = \sum_{i \in c} sc(i_{n,l,k}, t), \quad sd(c_{n,l,k}, t) = \sum_{i \in c} sd(i_{n,l,k}, t). \quad (7)$$

Из (5) - (7) имеем величину

$$scd(c_{n,l,k}, t) = sc(c_{n,l,k}, t) - sd(c_{n,l,k}, t), \quad (8)$$

которую коалиции $c_{n,l,k}$ стараются увеличить.

Заметим, что (8) отображает текущие тенденции развития общества, ориентированного на максимальную эффективность. Нахождение же совокупного баланса интересов всего общества требует согласования стратегий всех коалиций $c_n \in C$. Этот баланс противоречит максимизации (8) и едва ли может быть реализованным без изменения существующих тенденций. Другими словами, стратегии устойчивого развития в ее текущем определении [United Nations, 2013] не существует. Рассматриваемый подход позволяет найти более реалистичные способы сбалансированного развития.

Будем называть ситуацией вектор стратегий всех коалиций c_n региона n и обозначать ее через $sit_n(t)$,

$$\text{sit}_n(t) = (\text{scd}(c_{n,l,1}, t), \dots, \text{scd}(c_{n,L,K}, t)), \quad (9)$$

а через $\text{Sit}_n(t)$ - множество ситуаций $\text{sit}_n(t)$ в регионе n , $n=1, \dots, N$, $l=1, \dots, L$, $k=1, \dots, K$.

После реализации ситуации коалиция $c_{n,l,k}$ претендует на получение дохода, являющегося частью созданного всеми коалициями ресурса, величина которого, кроме ситуации, зависит от вноса коалиции $\text{sc}(c_{n,l,k}, t)$. Тем самым, необходимо проанализировать поведение каждой из коалиций $c_{n,l,k} \in C_n$ и согласовать со стратегиями других коалиций, что вряд ли возможно, прежде всего, из-за значительного объема необходимой информации.

Но, для оценки состояния системы важнее сам результат определенной ситуации, где доход коалиции $c_{n,l,k}$ зависит как от стратегий всех коалиций, так и от коалиций, которые изменяют только n, l, k -ресурс. Аналогично, согласование стратегий коалиций имеет двоякий характер – зависит, во-первых, от влияния участников только на n, l, k -ресурс, во-вторых, от результатов взаимодействия всех коалиций по всем ресурсам.

Текущие экономические тенденции соответствуют как раз первому из этих вариантов - согласование интересов определенной компании со всем обществом выполняется лишь за счет выполнения законодательных и других ограничений, т.е. коалиция не ищет совокупного баланса интересов, а использует стратегии, допустимые нормами общества. Цель нахождения стратегии сбалансированного развития указывает на приоритетность второго варианта развития - высшим есть баланс совокупных интересов, в пределах которого и должен искаться баланс интересов отдельной коалиции. Именно этот вариант используется далее.

Введем величину всех созданных и израсходованных коалициями ресурсов в ситуации $\text{sit}(t_j)$.-

$$\begin{aligned} Aw_n(t_j) &= \sum_{c \in C} \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K \text{scd}(c_{n,l,k}, t_j) + Aw_n(t_{j-1}) = \text{scd}_n(t_j) + Aw_n(t_{j-1}), \\ Aw_n(t_0) &= \text{const} \end{aligned} \quad (10)$$

Будем определять выигрыш коалиции $c_{n,l,k}$ (характеристической) функцией [Данилов, 2002] -

$$v(c_{n,l,k}, t_j) = \max_{S_{c_{n,l,k}}(t_j)} \min_{S_{C_n \setminus c_{n,l,k}}(t_j)} Aw_n(t_j), \quad (11)$$

т.е. выигрыш коалиции $c_{n,l,k}$ является максимальным значением величины агрегата, которую $c_{n,l,k}$ может получить исходя из множества ситуаций $\text{Sit}_n(t_j)$. Тотальная коалиция C_n (множество

игроков I_n) региона n при этом получает величину

$$v(C_n, t_j) = \sum_{c_{n,l,k} \in C_n} v(c_{n,l,k}, t_j). \quad (12)$$

Можем определить (11) как характеристическую функцию кооперативной игры -

$$\Gamma_n(t_j) = \langle C_n, \text{Sit}(t_j), v(c_{n,l,k}, t_j), t_j \in [t_0, T] \rangle, \quad (13)$$

описывающей взаимодействие коалиций и игроков при создании и использовании ресурсов в регионе n .

Игру (13), включая соотношение (7) - (12), будем называть кооперативной ресурсной моделью развития региона.

Игру контролирует игрок высшего уровня - власть региона, целью которой должна быть максимизация (12), что отображает развитие региона, и, вместе с тем, сбалансированные доходы коалиций. Но, этот баланс может не соответствовать желаемому состоянию региона. В частности, если природные ресурсы находятся в состоянии упадка, дальнейшее развитие в соответствии с игрой (13) может поддерживать эту ситуацию. Для предотвращения этого необходимы дополнительные ограничения на дележ (11) и на использование ресурсов. Частично они задаются весовыми коэффициентами $A_{w_{n,l,k}}(t)$.

Положим, что для n, l, k -ресурсов региона, а именно для деструктивной составляющей $sd_{n,l,k}$ стратегий по всем $c_{n,l,k}$, заданы величины $L_{w_{n,l,k}}$, для которых должно выполняться

$$A_{L_{n,l,k}} = sd_{n,l,k} - L_{w_{n,l,k}} \geq 0. \quad (14)$$

Величины $L_{w_{n,l,k}}$ будем отождествлять с граничными значениями $A_{w_{n,l,k}}$ и считать, что они определяют множества допустимых стратегий коалиций.

Прибавим к (13) условие (14) и перейдем к модели

$$BL_n(t_j) = \langle \Gamma_n(t_j), L_{w_{n,l,k}}, t_j \in [t_0, T] \rangle. \quad (15)$$

Условие (14) изменяет множество ситуаций и рассчитанный на нем дележ (11). Также, при его расчете не учитывается безвозвратная утрата ресурсов. Например, добыча полезных ископаемых, кроме экономической выгоды, создания рабочих мест и иной пользы, вредит окружающей среде, здоровью населения, которое вдобавок в будущем не сможет работать в этой сфере вследствие отсутствия этих ископаемых. Тем самым, коалиции, которые уничтожают ресурсы, должны компенсировать их потерю всей системе, поскольку это навсегда выводит систему из текущего состояния. Это также указывает на отсутствие стратегии устойчивого развития в ее определении [United Nations, 2013].

Другими словами, использование ресурсов, кроме получения максимальных (согласованных в соответствии с (11)) доходов должно реализовывать максимум (14) по каждому с n,l,k-ресурсов.

Будем считать, что n,l,k-ресурс является компенсационным, если для него не выполняется (14). Объем компенсации $kw_{n,l,k}$ зависит от величины $s_{cd_{n,l,k}}(t)$ в ситуации $sit_n(t)$ и определяется всеми игроками или игроком высшего уровня, который контролирует игру (15). Нулевое значение $kw_{n,l,k}$ указывает на то, что ресурс не является компенсационным

Пусть $kw(i_{n,l,k})$ или $kw(c_{n,l,k})$ - величина компенсации, которую должен уплатить игрок $i_{n,l,k}$ или коалиция $c_{n,l,k}$ другим участникам в случае использования компенсационного n,l,k-ресурса. В момент времени t_j коалиции должны уплатить величину

$$kw_n(t_j) = \sum_{l,k} kw_{n,l,k}(t_j)$$

Тогда, можно положить, что

$$Ak_{n,l,k}(t_j) = Aw_{n,l,k}(t_j) + kw_{n,l,k}(t_{j-1}) - kw_{n,l,k}(t_j),$$

включив в определение агрегата полученную в предыдущий момент и выплаченную в текущий момент времени компенсацию.

При этом коалиция $c_{n,l,k}$ получает часть $kw_{n,l,k}(c_{n,l,k}, t_{j-1})$ величины $kw_{n,l,k}(t_{j-1})$, объем которой зависит кроме $kw_n(t_{j-1})$ от стратегии коалиции в сложившейся ситуации, т.е., объем компенсации должен определяться в соответствии с дележом (11). Такое определение создает предпосылки или для эффективного использования компенсационных ресурсов для создания перспективных для региона ресурсов, или для отказа от их использования.

Введение компенсаций позволяет перейти к рассмотрению агрегатов $Ak_{n,l,k}$ по отдельным видам ресурсов k, а именно рассматривать вместо (6) только сумму по отдельному n,l,k-ресурсу, что можно перенести и на дележ (11), т.е. имеем

$$Ak_{n,l,k}(t_j) = \sum_{c \in C} s_{cd}(c_{n,l,k}, t_j) + Ak_{n,l,k}(t_{j-1}). \quad (16)$$

Таким образом, рассматривается главное условие учета баланса влияния всех коалиций на каждый из видов ресурсов. Сумма полученных при этом доходов и будет выражать совокупный сбалансированный доход коалиций.

Тогда, вместо (11) доход коалиции $c_{n,l,k}$ от использования n,l,k-ресурса будем определять как

$$v(c_{n,l,k}, t_j) = \max_{S_{c_{n,l,k}}(t_j)} \min_{S_{c_{n,l,k}}(t_j)} Ak_{n,l,k}(t_j) = \max_{Sit_n(t_j)} \min_{Sit_n(t_j)} Ak_{n,l,k}(t_j),$$

а по всем видам и категориям ресурсов, которые относятся к этой коалиции, определим сумму:

$$v(c_n, t_j) = \sum_{l,k} v(c_{n,l,k}, t_j) . \quad (17)$$

Величину (17) будем отождествлять с оптимальным доходом коалиции, который она может получить от использования и создания всех ресурсов в регионе. Соответствующая ситуация и определяется как способ сбалансированного развития системы.

Выводы и перспективы

В дальнейшем необходимо определить, что является сбалансированным состоянием ресурсов региона, поскольку анализ множеств ситуаций дает только сбалансированное по интересам всех коалиций изменение этого состояния. Для анализа этой задачи в пределах предложенного подхода была проведена экспериментальная оценка состояния регионов Украины по разным категориям ресурсов. Проведенное исследование показало перспективность предложенного подхода к поиску стратегий сбалансированного развития, позволило оценить потенциальные изменения направлений развития при введении компенсационных ресурсов, а также иначе взглянуть на методы индикативного анализа.

Список литературы

- [United Nations, 2013] 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 (online), <http://sustainabledevelopment.un.org/globalsdreport>.
- [Bossel, 1999] Bossel H. (1999) Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications. International Institute for Sustainable Development. IISD. [online] <https://www.iisd.org/pdf/balatonreport.pdf>.
- [Polumiienko, Rybakov, Trofymchuk, 2013] Polumiienko, S., Rybakov L., Trofymchuk O. (2013) The Game-Theoretical Approach to the Simulation of Sustainable Development Strategies // Journal of Earth Science and Engineering, No. 3, pp. 337 - 340.
- [Полумієнко, Рибаків, 2015] Полумієнко С.К., Рибаків Л.О. Теоретико-ігрова ресурсна модель збалансованого технологічного розвитку // Математичне моделювання в економіці, 2015, №1, с. 53 – 61.
- [Полумієнко, Горда, 2016] Полумієнко С.К., Горда. С.Є Індикативний аналіз процесів національного розвитку // Математичне моделювання в економіці, 2016, № 2 (6), с. 65-97.
- [Bajwa, 2008] Bajwa J S. Defining Elements of Comprehensive National Power, 2008 (online),

http://www.claws.in/images/journals_doc/1302263399_JSБajwa.pdf.

[Данилов, 2002] Данилов В.И. Лекции по теории игр. – М.: Российская экономическая школа, 2002. - 141 с.

Информация об авторах



Сергей Полумиенко – *Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины, заведующий отделом*
Major Fields of Scientific Research: game-theoretical modeling, sustainable development, information society development



Сергей Горда – *Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины, младший научный сотрудник*
Major Fields of Scientific Research: sustainable development

Main concepts of resource game-theoretical approach to the balanced development modeling

Sergii Polumiienko, Sergii Gorda

Abstract: *The paper proposes combining of resource and theoretical-game approaches to construct a balanced development model in the form of a cooperative game. The model reflects the interaction of participants in the initial system of the regional or national level and allows to determine the criteria for optimal development and to find an appropriate strategy that satisfies the diverse interests of the participants of the system.*

Keywords: *resource approach, cooperative model, balanced development*