

Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка" включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Наказ Міністерства освіти і науки України від 29.12.2014 № 1528)

Ефективна ЕКОНОМІКА

Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет



№ 3, 2016 [Назад](#) [Головна](#)

0 0 0 0 0 0 0 0

УДК 332.142.2

М. С. Пашкевич,
д. е. н., доцент, професор кафедри економіки підприємства,
ДВНЗ «Національний гірничий університет»
А. Ф. Косолапов,
к. т. н., доцент, проректор з фінансово-економічної роботи,
ДВНЗ «Національний гірничий університет»

СТАЛІЙ РОЗВИТОК РЕГІОНАЛЬНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ: МОДЕЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ

M. S. Pashkevych,
Doctor of Sciences (Economic), Associated Professor,
Professor of Department of Enterprise's Economy of SHEE "National Mining University"
A. F. Kosolapov,
Candidate of Sciences (Engineering), Associated Professor,
Vice-rector on Financial And Economic Affairs of SHEE "National Mining University"

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF REGIONAL PRODUCTION SYSTEMS: MANAGEMENT AND SIMULATION

У статті представлена імітаційна модель сталого розвитку територіальних виробничих систем, синтезована методом системної динаміки, яка, на відміну від існуючих, має три основні рівні - економічний, екологічний та соціальний, враховує циклічні коливання кон'юнктури зовнішнього ринку в довгостроковому і короткостроковому періодах, спирається на взаємозв'язок стійкого територіального розвитку з інноваційним. Обґрунтовано структурно-процесний підхід до визначення сталого розвитку, який покладено в основу моделювання і передбачає встановлення балансу не тільки між статичними вищезазначеними рівнями територіальної виробничої системи, а й тими процесами, які відбуваються між цими рівнями. Підібрані лінійні кількісні зв'язки між складовими територіальної виробничої системи таким чином, щоб в довгостроковій перспективі її розвиток можна було ідентифікувати як стійке з переважанням інноваційного виробництва над ресурсоємним. На основі функціонування запропонованої моделі зроблений довгостроковий прогноз розвитку Дніпропетровської області.

Simulation model of sustainable development of territorial production systems, synthesized by the method of system dynamics is given in the article. The model, unlike the existing has three main levels - economic, environmental and social, takes into account the cyclical fluctuations of global markets in the long run and short run, involves close relationship between sustainable development and innovative progress. Structural and process approach to the definition of sustainable development is proved. It is core approach to the modeling and involves the balance of not only static above mentioned levels of territorial production system, but also the processes occurring between these levels. Linear quantitative relationship between the constituents of territorial production system is chosen to identify its development in the long run as sustainable with dominance of innovative production over resource intensive one. Long-term forecast for Dnepropetrovsk region based on the model offered in the research is made.

Ключові слова: *сталий розвиток, територіальна виробнича система, моделювання, системна динаміка.*

Keywords: *sustainable development, territorial production system, modeling, system dynamics.*

Постановка проблеми. Актуальною проблемою сучасності є здійснення господарської діяльності підприємств, функціонування регіональної та національної економіки згідно принципів сталого розвитку. Однак, як показує практика, перехід до сталої економіки гальмується низкою не вирішених завдань, серед яких відсутність і принципова неможливість уніфікації концептуальних засад сталого розвитку виробничих систем, а також, як наслідок, відсутність єдиних підходів до формалізації сталого розвитку у математичних, графічних, імітаційних моделях, єдиного критерію сталості. Тому моделювання та управління сталим розвитком виробничих систем на основі нових підходів, методів та суб'єктивних припущень є важливим в межах означеної проблеми.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. За період незалежності України було розроблено концепції [1 - 5] та стратегії [6 - 8] формування державної політики сталого розвитку підприємств та регіонів. Методику визначення гармонійності та сталості розвитку регіонів представлено у [9]. Зокрема, тут сталий розвиток трактується як перманентне знаходження територіальної виробничої системи у такому стані, який можна описати за допомогою вектора, рівновіддаленого від трьох осей координат: економічного, соціального та екологічного розвитку. Навпаки, у [10] представлено сталий розвиток системи у вигляді циклічних коливань з незначною амплітудою та відсутністю фазового зсуву. Останнім часом серед вчених широко застосовується метод системної динаміки для моделювання сталого територіального розвитку, який дозволяє представити соціально-еколого-економічну систему не тільки у вигляді сукупності компонент, але й у вигляді процесів, що відбуваються між ними, а точніше, динамічних параметрів цих процесів [11 - 12].

Невирішені раніше питання. Однак, існуючі концепції сталого розвитку мають екологічну спрямованість. Водночас розвиток виробничих систем не може вважатися сталим, якщо рівень соціальних стандартів незадовільний, населення регіону скорочується. Тобто під загрозою опиняється спадкоємність традиції сталого розвитку у майбутньому. У методичному аспекті дискусійність питання сталості розвитку територіальних виробничих систем обумовлює необхідність

проведення подальших експериментів щодо його моделювання, при цьому, не тільки якісного, яке полягає у групуванні складових системи, але й кількісного, яке полягає у підборі динамічних параметрів зв'язків цих складових: потоку, затримки, прискорення тощо.

Цілі статті. Метою статті є представлення системно-динамічної моделі сталого розвитку територіальних виробничих систем.

Виклад основного матеріалу. Для довгострокових прогнозів та побудови адекватної моделі сталого розвитку необхідний достатньо великий масив даних за великий проміжок часу. Однак, таких даних може не виявитися, або вони можуть бути не релевантними внаслідок часті змін методик статичного обліку інформації. Також статистична інформація відображає не всі соціально-еколого-економічні тенденції, які реально відбуваються у регіоні або на підприємстві. Тому системно-динамічна модель сталого розвитку територіальних виробничих систем (рис.1) ґрунтується не тільки на результатах факторного аналізу, але й на гіпотетичних припущеннях щодо сили зв'язків параметрів та можливих сценаріїв сталого розвитку. Параметри моделі, їх типи, рівняння, затримки або порядок, межі початкових значень наведено у табл.1.

Поряд з виявленими та ранжованими факторами розвитку територіальних виробничих систем для синтезу системно-динамічної моделі, а також для підбору оптимальних динамічних параметрів функціонування територіальних виробничих систем необхідно дослідити зміну чисельності населення за показниками народжуваності, смертності та їх відношення у регіоні, районі, країні в цілому. Це єдиний статистичний показник, приведений за відносно довгий період часу, і методика обліку якого змінювалася не суттєво.

Статистичний аналіз даних для прикладу Дніпропетровської області показав, що за вказаний період варіація показників чисельності населення не перевищує 1%, що засвідчує поступальний характер розвитку демографічної компоненти соціальної підсистеми регіону і дозволяє абсолютно зіставити динаміку чисельності населення регіону з одноіменною складовою у моделі з введенням темпів потоків народжуваності та смертності у 1%. Це забезпечує зв'язок побудованої моделі з реальними даними.

Будь-яка математична модель передбачає компроміс між універсальністю та точністю. У даній роботі акцент зроблено на універсальності, оскільки територіальні виробничі системи з акцентом на промислому ресурсномісткому виробництві в Україні за рівнем та перспективами розвитку подібні.

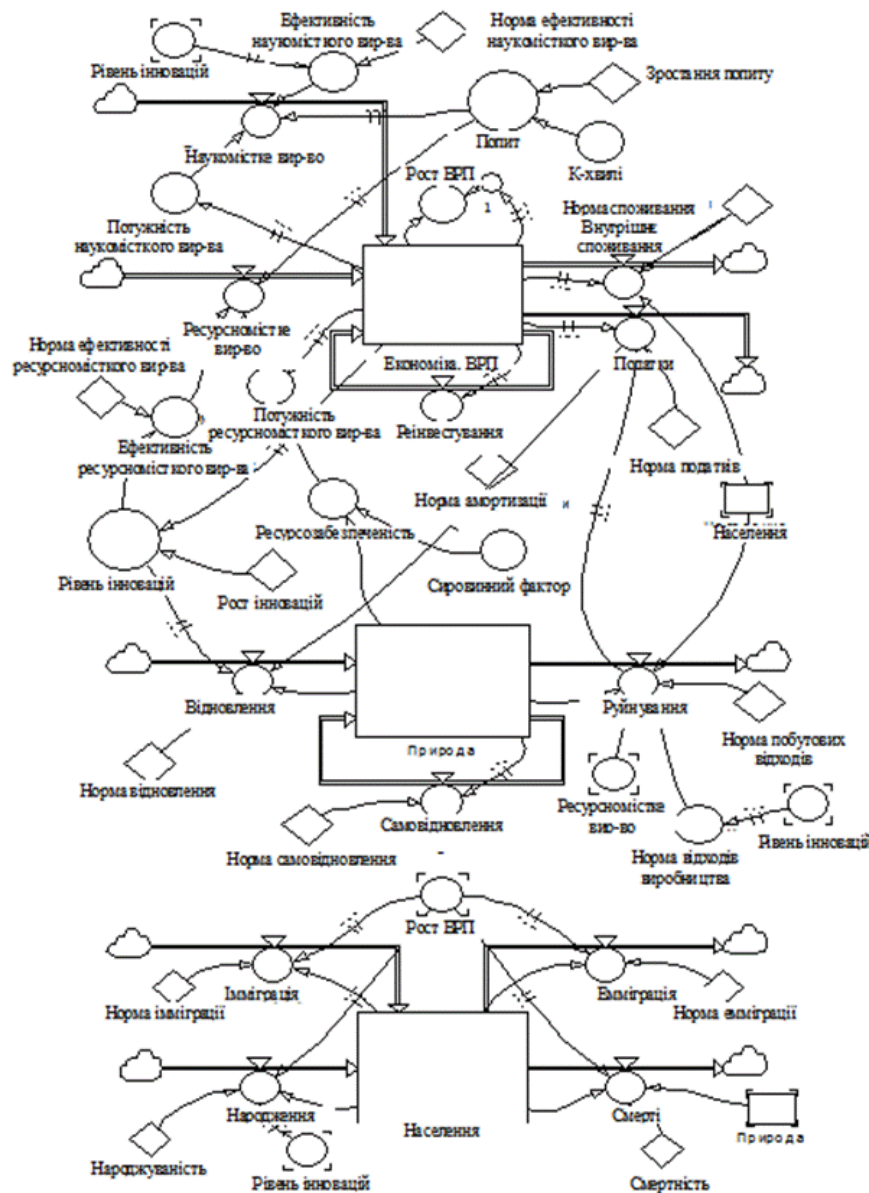


Рис. 1. Системно-динамічна імітаційна модель сталого розвитку територіальних виробничих систем

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 1.

Параметри системно-динамічної моделі сталого розвитку територіальних виробничих систем *

№	Параметр	Розмірність	Умовне познач.	Тип	Рівняння	Змінна (Затримка/Порядок)	Межі початкових значень
1	Економіка (ВРП)	%	EI	Рівень	$dt * E_f1 + dt * E_f2 + dt * E_f3 - dt * E_f3 - dt * E_f4 - dt * E_f5$		50
2	Виробництво наукомістке	%/year	E_f1	Потік	$E_v4 * E_v5 * (1 + E_v2)$	$E_v2(1/2)$	

3	Виробництво ресурсомістке	%/year	$Ef2$	Потік	$Ev6*Ev7*(1+Ev2)$	$Ev2(1/2)$	
4	Внутрішнє споживання	%/year	$Ef3$	Потік	$El*Ec5*Pl$	$El(1/1)$	
5	Податки	%/year	$Ef4$	Потік	$El*(Ec6+Nf2)$	$El(1/1), Nf2(2/1)$	
6	Рейнвестиції	%/year	$Ef5$	Потік	$Ec7*El$	$El(1/1)$	
7	Рівень інновацій	%	$Ev1$	Змінна	$0.1*El+RAMP(Ec1)$	$El(3/2)$	
8	Попит	%	$Ev2$	Змінна	$0.1+RAMP(Ec2)+Ev10$		
9	Зростання ВРП	1	$Ev3$	Змінна	DEl		
10	Ефективність вир-ва наукомісткого	%/year	$Ev4$	Змінна	$Ec3*(1+2*Ev1)$	$Ev1(5/5)$	
11	Потужності вир-ва наукомісткого	%	$Ev5$	Змінна	$0.2+El$	$El(3/2)$	
12	Ефективність вир-ва ресурсомісткого	%/year	$Ev6$	Змінна	$Ec4*(1+Ev1)$	$Ev1(5/5)$	
13	Потужності вир-ва ресурсомісткого	%	$Ev7$	Змінна	$(0.8+El)*Ev8$	$El(3/2)$	
14	Ресурсозабезпеченість	%	$Ev8$	Змінна	$Ev9*NI$		
15	Сировинний фактор	1	$Ev9$	Змінна	$2-RAMP(0.005)$		
16	К-хвилі	1	$Ev10$	Змінна	$SINWAVE(0.1,54,30)+$ $SINWAVE(0.1/3,54/3)$		
17	Зростання інновацій	1/year	$Ec1$	Константа	0,001		[0,0005, 0,002]
18	Зростання попиту	1/year	$Ec2$	Константа	0,001		[0,0005, 0,002]
19	Норма ефективності виробництва наукомісткого	%/year	$Ec3$	Константа	8		[5, 15]
20	Норма ефективності виробництва ресурсомісткого	%/year	$Ec4$	Константа	6		[5, 15]
21	Норма споживання	%/year	$Ec5$	Константа	10		[5, 20]
22	Норма податку	%/year	$Ec6$	Константа	20		[10, 30]
23	Норма амортизації	%/year	$Ec7$	Константа	12		[10, 15]
24	Природа	%	NI	Рівень	$dt*Nf1+dt*Nf3-dt*Nf2-dt*Nf3$		50
25	Відтворення	%/year	$Nf1$	Потік	$NI*(Nc2*(1+Ev1)+Ef4/10)$	$Ef4(10/3),$ $Ev1(10/5)$	
26	Руйнування	%/year	$Nf2$	Потік	$NI*(Ef2*Nv1+Pl*Nc1)$		
27	Самовідтворення	%/year	$Nf3$	Потік	$Nc3*NI$	$NI(10/5)$	
28	Норма відходів виробництва	%	$Nv1$	Змінна	$0.8-Ev1$	$Ev1(4/2)$	
29	Норма побутових відходів	%/year	$Nc1$	Константа	20		[10, 30]
30	Норма відтворення	%/year	$Nc2$	Константа	10		[5, 20]
31	Норма самовідтворення	%/year	$Nc3$	Константа	2		[1, 5]
32	Населення	%	Pl	Рівень	$dt*Pf1+dt*Pf3-dt*Pf2-dt*Pf4$		50
33	Народження	%/year	$Pf1$	Потік	$Pl*Pf1*(1+Ev1)*(1+2*Ev3)$	$Ev1(5/5),$ $Ev3(1/2)$	
34	Смертність	%/year	$Pf2$	Потік	$Pl*Pf2*(1-2*Ev3)*(1-NI)$	$Ev3(1/2)$	
35	Імміграція	%/year	$Pf3$	Потік	$Pl*Pf3*(1+Ev3)$	$Ev3(10/5)$	
36	Еміграція	%/year	$Pf4$	Потік	$Pl*Pf4*(1-Ev3)$	$Ev3(8/4)$	
37	Народжуваність	%/year	$Pc1$	Константа	1,1		[1, 5]
38	Норма смертності	%/year	$Pc2$	Константа	1,6		[1, 5]
39	Норма імміграції	%/year	$Pc3$	Константа	0,1		[0, 1]
40	Норма еміграції	%/year	$Pc4$	Константа	0,1		[0, 1]

* $RAMP(X)$ – функція лінійного тренду, де X – кут нахилу; $SINWAVE(A,T,F)$ – періодична синусоїдна функція, де A – амплітуда, T – період коливань, F – фазовий зсув.

Джерело: розроблено авторами

Тому результат аналізу моделі може бути корисний для будь-яких промислових регіонів. Крім того, така універсальна модель може бути основою для подальшої структурної деталізації в залежності від виникаючих задач.

Викладаємо принципи моделювання довгострокового сталого розвитку територіальної виробничої системи. Ця система не є замкнутою, оскільки завжди її економіка тісно пов'язана зі станом економіки сусідніх регіонів, держави та кон'юнктурою світового ринку. На динаміку населення сильно впливають міграційні явища. Відкритість екосистеми регіону полягає у спільності повітряних і водних ресурсів з іншими регіонами, вільній міграції видів фауни, штучному відтоку і припливу інших природних ресурсів та можливості рекультивациі земель за рахунок зовнішніх джерел.

Динаміка еколого-соціально-економічної територіальних виробничих систем зводиться до зміни значень трьох рівнів економічного, природного потенціалів і населення, які наповнюються і вичерпуються потоками, регульованими зворотними зв'язками. Якщо економічний потенціал можна виразити у ВРП, то природному потенціалу не відповідає жоден моніторинговий показник статистики регіону. Очевидно, що природний потенціал є інтегральною характеристикою регіону і містить багато критеріїв, для з'ясування ролі і місця яких необхідні додаткові дослідження. Тому в якості одиниці вимірювання зазначених рівнів прийняті умовні відсотки, потоків - відсотки на рік. Квант модельного часу складає 1 рік.

Сталість і розвиток є взаємовиключними філософськими поняттями. Однак, за допомогою побудованої моделі (див.рис.1) регулювання структурно сталого розвитку територіальних виробничих систем зводиться до вибору стратегії управління динамікою, при якій зберігається навколишнє середовище, спостерігається економічний розвиток та демографічний баланс. При цьому модель синтезується для довгострокового прогнозу динаміки цих складових, їх процентного співвідношення та темпів росту у часі, ігноруючи статичні вихідні значення показників. В результаті знаходяться такі значення змін параметрів соціально-еколого-економічної системи, щоб поряд із суттєвим економічним зростанням не спостерігалось значного вичерпання природного потенціалу, поряд із економічним спадом – перенаселення тощо.

Функціонування моделі відображено причинно-наслідковими діаграмами. До правил, які враховуються в моделі відносяться наступні.

1. Якщо економічний потенціал зростає, то в умовах сировинної економіки це призводить до зниження природного потенціалу, але до зростання населення. Отже необхідні значні витрати на відновлення екосистеми регіону.

2. Значне зростання чисельності населення призводить до зниження економічного і природного потенціалів територіальної виробничої системи.

3. Природний потенціал залежить від стану економіки та чисельності населення, тобто при стрімкому розвитку сировинної економіки і зростанні людської популяції природа пригнічується. Навпаки, природний потенціал прагне до свого теоретичного максимуму у відсутності промисловості і людей.

Таким чином, антагоністичні вектори розвитку структурних складових територіальних виробничих систем потребують збалансування, що і є, на наш погляд, критерієм сталого розвитку.

Крім цього в моделі враховані два види виробництва: ресурсомістке та наукомістке; залежність ресурсомістких підприємств від рівня природного потенціалу; вплив рівня інновацій на прискорення темпів потоків всіх рівнів (економіка, природа, соціум) за трьома сценаріями: відсутність інновацій, постійний

рівень і лінійно зростаючий; залежність швидкості потоків обох виробництв від зміни зовнішнього попиту на продукцію та послуги, що виробляються у регіоні.

У зв'язку з відсутністю достовірних емпіричних закономірностей, заснованих на багаторічній статистиці, деякі рівняння моделі підбиралися гіпотетично за критерієм досягнення функції цілі структурно сталого розвитку. Більшість функціональних залежностей прямих і зворотних зв'язків у моделі для спрощення є лінійними. Коефіцієнти пропорційності, константи і затримки визначалися експертними оцінками і уточнювалися експериментальним шляхом за результатами кожної ітерації моделювання. Внаслідок застосовуваних підходів результати моделювання можна використовувати для якісного або відносного напівкількісного прогнозу розвитку територіальних виробничих систем, відстеження негативного впливу сировинної економіки на локальну еко- та соціосистему, попередження так званих пасток сировинних галузей: виснаження природних ресурсів, забруднення навколишнього середовища і соціальних наслідків.

Функціонування приведеної на рис.1 системно-динамічної моделі в середовищі POWERSIM дало довгостроковий прогноз розвитку територіальної виробничої системи Дніпропетровського регіону на 100 років: а) економічне зростання з затуханням внаслідок різкого зниження чисельності населення при постійно низькому рівні зовнішнього попиту на продукцію регіону та стабільно низькому рівні інновацій, а також поступове відновлення природного потенціалу (соціально відсталий розвиток); б) експонентне зростання населення з пригніченням економічного та природного потенціалів при постійно високому рівні зовнішнього попиту на продукцію регіону та постійному рівні інновацій (перенаселення на тлі еколого-економічно відсталий розвиток); в) зростання чисельності населення, відновлення природного потенціалу при високому рівні економічного розвитку, що забезпечується за рахунок лінійно зростаючого рівня інновацій при постійно високому рівні зовнішнього попиту (бажаний сталий розвиток). У останньому випадку лінійно зростаючий рівень інновацій дозволяє частково компенсувати глобальні закономірності функціонування регіональної системи, які полягають у тому, що рост чисельності населення є чинником економічного спаду та екологічного занепаду. У той же час економічне зростання та екологічне відновлення на тлі демографічної кризи – не є ознакою сталого розвитку.

Висновки. Результатом проведених досліджень стала імітаційна модель сталого розвитку територіальних виробничих систем, синтезована методом системної динаміки. В основу моделі покладено теоретичні уявлення про сталий розвиток, як інтегровану сукупність економічної, соціальної та природної складової, а також комплекс процесів, пов'язаних зі споживанням, використанням, виснаженням цих складових, а також з їх відновленням, відтворенням та збільшенням, що складає структурно-процесну сутність сталого розвитку територіальних виробничих систем.

Перспективою подальших досліджень у цьому напрямі є підбір кількісних параметрів моделі для отримання зрівноваженої динаміки соціальної, економічної та природної складових протягом довгострокового періоду.

Література.

1. Веклич О.О. Пропозиція щодо концептуального забезпечення майбутнього проекту Стратегії переходу України до сталого розвитку : (матеріали II Науково-практичного семінару «Економічна безпека держави та науково-технологічні аспекти її забезпечення») [Електронний ресурс] / О.О.Веклич. – Режим доступу : <http://www.scribd.com/doc/43783048/Веклич-О-О>
2. На меті – сталий розвиток України // Вісник НАН України. – 2007. - №2. – С. 14 – 44.
3. Постанова «Про концепцію переходу України до сталого розвитку» від №1359-XIV від 24.12.1999 : за станом на 24.12.1999 : (текст) [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1359-14>
4. Проект Концепції переходу України до сталого розвитку №3234-1 від 19.12.01 / Ю.І. Самойленко, С.І. Курикін, В.Б. Хазан. – К., 2001. – 38 с.
5. Проект Концепції сталого розвитку України / [С.І. Дорогунцов, В.Я. Шевчук та ін.]. - К., 1997. – 17 с.
6. Методические подходы к выбору стратегии устойчивого развития территории / [научн. ред. А.Г. Шапарь]. – Днепропетровск : Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, 1996. - Т.1,2 – 162 с.
7. Проект Закону України «Про стратегію сталого розвитку України» від 10.11.2004 / Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. - К., 2004. – 24 с.
8. Стратегічні напрями переходу України на засади сталого розвитку в контексті її інтеграції до Європейського співтовариства / [монограф. / ред. Е.В. Соботович]. - К. : Салютис, 2005. – 44 с.
9. Аналіз сталого розвитку - глобальний і регіональний контексти : [моногр.] / [Міжнар. рада з науки (ICSU) та ін.; наук. кер. М. З. Згуровський]. – К. : НТУУ «КПІ», 2010. – Ч.1,2 : Глобальний аналіз якості та безпеки життя людей. -252 с.
10. Цапівєва О.К. Сталій розвиток регіону: теоретичні основи та модель / О.К. Цапівєва // Проблеми сучасної економіки. – 2010. - №2(34). – С.6-18
11. Моделирование устойчивого развития регионов: Монография / под общей ред. Кизима Н.А. – Харьков: ИД «ИНЖЭК», 2010. – 180 с.
12. Путилов В.А. Системная динамика регионального развития / В.А. Путилов, А.В. Горохов. - Мурманск: НИЦ Пазори, 2002. – 306 с.

References.

1. Veklych, O.O. (2010), "Proposal for the future of the conceptual draft Strategy of Ukraine's transition to sustainable development", *Materials II Naukovo-praktychnoho seminaru "Ekonomichna bezpeka derzhavy ta naukovo-tehnologichni aspekty ii zabezpechennia"* [Materials Science II workshop "Economic security and scientific and technological aspects of security"], available at: <http://www.scribd.com/doc/43783048> (Accessed 20 March 2016)
2. *Visnyk NAN Ukrainy* (2007) "The goal - sustainable development of Ukraine", *Visnyk NAN Ukrainy*, vol. №2., pp. 14 – 44.
3. The Verhovna Rada of Ukraine (1999), Decree "About the concept of Ukraine transition to sustainable development", available at: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1359-14> (Accessed 20 March 2016)
4. Samojlenko, Yu.I. Kurykin, S.I. and Khazan, V.B. (2001), *Proekt Kontseptsii perekhodu Ukrainy do staloho rozvytku* [Draft Concept of Ukraine transition to sustainable development], Kyiv, Ukraine
5. Dorohuntsov, S.I. and Shevchuk, V.Ya. (1997), *Proekt Kontseptsii staloho rozvytku Ukrainy* [Draft Concept of Sustainable Development of Ukraine], Kyiv, Ukraine
6. Shapar, A.H. (1996), *Metodycheskye podkhody k vyboru stratehy ustojchyvoho rozvytytia terrytoryu* [Methodical approaches to the choice of the territory of the sustainable development strategy], Ynstitut problem pryrodopol'zovanyia y ekolohyy NAN, Dnepropetrovsk, Ukraine, vol.1-2
7. Ministry of Environmental Protection of Ukraine (2004), *Pro stratehiiu staloho rozvytku Ukrainy* [About the strategy of sustainable development of Ukraine], Ministry of Environmental Protection of Ukraine, Kyiv, Ukraine
8. Sobotovych, E.V. (2005), *Stratehichni napriamy perekhodu Ukrainy na zasady staloho rozvytku v konteksti ii intehtatsii do Yevropejs'koho spivtovarystva* [Strategic directions of Ukraine transition to sustainable development in the context of integration into the European Community], Saliutys, Kyiv, Ukraine
9. Zghurovs'kyj, M. Z. (2010), *Analiz staloho rozvytku - hlobal'nyj i rehional'nyj konteksty* [Analysis of sustainable development - global and regional contexts], NTU "KPI", Kyiv, Ukraine
10. Tsapiieva, O.K. (2010), "Sustainable development of the region: the theoretical basis and model", *Problemy suchasnoi ekonomiky*, vol 2(34), pp.6-18.
11. Kyzyma, N.A. (2010), *Modelyrovanye ustojchyvoho rozvytytia rehionov* [Modeling of sustainable development of the regions], *YD "YNZhEK"*, Khar'kov, Ukraine.
12. Putylov, V.A., Horokhov, A.V. (2002), *Systemnaia dynamika rehional'noho rozvytytia* [System dynamics of regional development], NYTs Pazory, Murmansk, Russia.

Стаття надійшла до редакції 20.03.2016 р.