

УДК 519.6:517.929-968:616-097,613.648

К.Л. АТОЄВ

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ АГРАРНИХ РЕГІОНІВ В УМОВАХ ЗРОСТАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКІВ

***Анотація.** Здійснена комплексна оцінка інвестиційної привабливості аграрних регіонів України. Найбільш привабливими для інвестування з точки зору природних, техногенних, соціальних та економічних ризиків, сталості та рівня урожайності є Київщина, Черкащина та Хмельниччина. Запропоновано концептуальну модель оцінки рівня продовольчої безпеки, яка дозволяє формалізувати залежність критичних значень параметрів, що її характеризують, від екологічних, економічних, техногенних та соціальних факторів.*

***Ключові слова:** оцінка ризику, математичне моделювання, системний аналіз, невизначеність, інвестиційна привабливість, продовольча безпека.*

Вступ

Вплив невизначеності та ризику на сталість розвитку світової економіки зростає з кожним роком. 2014 рік не став виключенням. Різке падіння цін на нафту, введення санкцій проти Росії, загальна дестабілізація політичної ситуації у світі через події на Близькому Сході та в Україні, які важко було передбачити, стають вагомим підтвердженням актуальності розробки методів аналізу та моделювання впливу невизначеності та ризику на продовольчу й економічну сфери, визначення з їх допомогою комплексу заходів щодо підвищення безпеки критичної інфраструктури, ефективного використання продовольчих, водних і енергетичних ресурсів.

Різке подовження причинно-наслідкових зв'язків викликає багато нових небезпек і постіндустріальних ризиків, що виводять людство на новий рівень просторових і часових масштабів, на якому воно раніше не оперувало. Усе це зменшує горизонт прогнозування сучасних систем управління та ставить задачу створення нових підходів для врахування нових ризиків [1].

Проблема адаптації сільськогосподарського виробництва України до нових економічних умов, пов'язаних зі створенням зони вільної торгівлі між ЄС та Україною, додає актуальності задачі оцінки ризиків у аграрному секторі. Дійсно, приєднання України до європейського ринку, з одного боку створює величезні перспективи для українських аграріїв, а з іншого – чималі проблеми. Зокрема, йдеться про те, що конкурентоспроможність європейського ринку значно більша, ніж вітчизняного, адже понад 40% бюджету ЄС спрямовано на підтримку сільського господарства [2].

Усе це потребує інтенсифікації зусиль щодо розробки ефективних методів моніторингу, прогнозування та управління ризиками аграрного виробництва в умовах більшої невизначеності, оцінки інвестиційної привабливості окремих регіонів України, здійснення класифікації загроз продовольчої безпеки.

природно-кліматичних, економічних, соціальних та техногенних особливостей окремих регіонів України. Виникає необхідність створення систем прийняття рішень на основі моніторингу агроресурсів і прогнозування врожайності, які враховують системний характер ризиків та дозволять здійснювати: комплексну оцінку вразливості сільськогосподарського виробництва в різних регіонах України, ранжування ризиків, виявлення слабких ланок аграрного комплексу, визначення оптимального перерозподілу коштів з метою підвищення ефективності адаптації сільського господарства до кліматичних змін та оцінки інвестиційної привабливості окремих аграрних регіонів. Завданням даної роботи є аналіз за допомогою математичного моделювання інвестиційної привабливості аграрних регіонів України з точки зору техногенних, природних, соціальних та економічних загроз, сталості врожаїв та рівня врожайності.

1. Сучасний стан проблеми продовольчої безпеки

Відповідно до Закону «Про продовольчу безпеку України» (№ 8370-1), ухваленого Верховною Радою України 22 грудня 2011 р., термін продовольча безпека формулюється як «соціально-економічне та екологічне становище, за якого всі соціальні і демографічні групи населення стабільно та гарантовано забезпечені безпечним і якісним продовольством у необхідній кількості та асортименті, необхідних і достатніх для фізичного і соціального розвитку особистості, забезпечення здоров'я населення України» [3].

Основні загрози продовольчої безпеки розглядаються у просторі екологічних, економічних, техногенних, соціальних та політичних факторів. До екологічних загроз відносять глобальні кліматичні зміни, наслідком чого є збільшення частоти виникнення стихійних катаклізмів та їх руйнівної потужності, виснаження природних ресурсів, незворотні зміни у біорізноманітті, порушення біогеоценозів, зниження врожайності зернових культур внаслідок їх вразливості до високих температур, дефіциту води та хвороб рослин.

До економічних загроз відносять: 1) посилення обмежень зростання економіки, які пов'язані з дефіцитом природних ресурсів (вода, нафта, газ), скороченням та старінням сільського населення; 2) технологічну революцію генної інженерії (створення нових генетично модифікованих продуктів харчування), яка збільшує так звані генетичні ризики, з яким людство у такій формі раніше не стикалось.

До соціальних загроз відносять: 1) нелінійне зростання населення Землі, яке додає ваги проблемі продовольчої безпеки; 2) недостатній соціально-економічний рівень життя населення – низькі доходи та зростання цін на продукти харчування.

До політичних загроз відносять: 1) використання авторитарними політичними режимами дефіциту продовольства як політичної зброї з метою зміцнення своєї влади; 2) зростання можливостей біотерористів здійснювати атаки на об'єкти агропромислового виробництва.

Використання сучасних телекомунікаційних технологій разом із застосуванням біологічної зброї дає потужний кумулятивний ефект. Він може завдати істотного збитку не лише здоров'ю населення, але й економіці країни. Ігнорування психологічних наслідків застосування біологічних збудників біотерористами не дозволяє ефективно оцінювати міру загрози,

оскільки навіть невеликий об'єм біотруйних речовин може принести терористам значимий результат через виникнення паніки серед населення, шкода від якої може бути порівняна із збитком від епідемічних процесів, що провокуються збудниками, застосованими безпосередньо в ході біологічної атаки.

Оцінка стану продовольчої безпеки здійснюється на основі індикаторів, до яких належать: 1) рівень споживання населенням харчових продуктів; 2) економічна та фізична доступність харчових продуктів; 3) стійкість продовольчого ринку та ступінь його незалежності; 4) безпечність і якість харчових продуктів; 5) рівень розвитку аграрного сектору; 6) природно-ресурсний потенціал і ефективність його використання.

2. Комплексна оцінка інвестиційної привабливості регіонів.

Слід зазначити, що оцінка стану продовольчої безпеки стикається з труднощами, які обумовлені низькою достовірністю та неповнотою статистичних даних в умовах, коли суттєва частина економіки перебуває у «тіні». Тому здійснення структурної оптимізації сільського господарства потребує створення науково обґрунтованих методів оцінки реального стану аграрного виробництва в різних регіонах, їх інвестиційної привабливості.

Рівень виробництва продовольства в Україні, як свідчать дані 2009-2012 років, перебуває на досить високому рівні [4]. Середня врожайність пшениці за 14 років зросла з 19,4 ц / га у 2000 році до 40,5 у 2014 році. Водночас врожайність зернових значно відстає від таких країн як Німеччина, США та Японія. Крім того, мають місце суттєві коливання врожайності, що свідчить про вразливість аграрного сектору у деяких регіонах різних кліматичних зон. Динаміка врожайності зернових та зернобобових культур у різних регіонах України впродовж 2011 - 2013 рр. наведена у табл. 1.

За даними 2012 р. регіони можна розділити на три групи, які характеризуються: 1) різким падінням урожайності (на понад 25%); 2) середнім рівнем зменшення врожайності (від 5 до 25%); 3) незначним зменшенням (до 5%), або зростанням урожайності. Відповідно до даних, що наведені у табл.1 до першої групи належить 9 регіонів: АР Крим, Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Миколаївська, Одеська, Полтавська та Херсонська області. До другої групи – 3 регіони: Вінницька, Харківська та Черкаська області. До третьої – 13 регіонів: Волинська, Житомирська, Закарпатська, Івано-Франківська, Київська, Луганська, Львівська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька та Чернігівська області.

З огляду на те, що валовий збір також є важливим показником, який характеризує привабливість регіону для вкладання коштів в аграрний бізнес, з регіонів третьої групи виділімо ті, валовий збір в яких перевищує 2000 тис. т. Крім того, візьмемо до уваги, що врожайність у Черкаській області, незважаючи на коливання, перевищує рівень у 50 ц/га. Високі показники врожайності має також Полтавська область. Доцільно розглянути тільки ті регіони, в яких відносно високий рівень сталості врожайності поєднується з високими рівнями валового збору та врожайності, а саме: Житомирську, Київську, Полтавську, Сумську, Тернопільську, Хмельницьку, Черкаську та Чернігівську області.

Таблиця 1 – Динаміка виробництва зернових та зернобобових культур [5]

Регіон	Валовий збір, тис. т.					Урожайність ц з 1 га				
	2013 рік	2012 рік	2011 рік	$R_{13/12}$ %	$R_{12/11}$ %	2013 рік	2012 рік	2011 рік	$R_{13/12}$ %	$R_{12/11}$ %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Україна (Укр)	63051,3	46216,2	56746,8	136,4	81,4	39,9	31,2	37,0	127,9	84,3
АР Крим (АРК)	764,8	906,2	1930,8	84,4	47,0	16,1	16,9	31,9	95,3	53,0
Вінниччина (Вн)	4852,3	3624,7	4243,6	133,9	85,3	55,7	43,1	49,3	129,2	87,2
Волинь (Вл)	902,0	869,3	747,8	103,8	116,2	34,1	32,2	29,7	105,9	108,4
Дніпропетровщина (Дп)	3710,3	1554,3	3456,1	45,0	45,0	31,9	15,6	30,8	141,1	50,6
Донеччина (Дч)	2210,3	1642,6	2285,6	134,6	71,9	28,7	21,9	29,5	131,1	74,2
Житомирщина (Жт)	2108,6	1694,9	1507,2	124,4	112,1	51,2	43,5	39,3	117,7	110,2
Закарпаття (Зк)	325,01	322,18	321,8	100,9	100,1	37,1	36,1	37,6	102,8	96,0
Запоріжчина (Зп)	2111,0	1196,3	2193,2	176,5	54,5	23,7	15,9	26,0	149,1	60,8
Івано-Франківщина (Іф)	677,6	615,5	536,6	110,1	114,7	43,0	40,7	39,6	105,7	102,8
Київщина (Кв)	3343,0	3190,3	2785,4	104,8	114,4	55,7	51,2	45,2	108,8	113,2
Кіровоградщина (Кг)	3781,4	2339,5	3464,9	161,6	67,5	44,2	29,6	40,9	149,3	72,4
Луганщина (Лг)	1292,9	1293,8	1268,5	99,9	102,0	24,0	25,4	25,5	94,5	99,6
Львівщина (Лв)	1186,1	1065,7	961,6	111,3	110,8	39,5	37,1	36,5	106,5	101,6
Миколаївщина (Мк)	2803,8	1278,3	2628,2	219,3	48,6	29,4	16,3	28,4	180,4	57,4
Одещина (Од)	3670,8	1880,4	3194,3	195,2	58,9	31,2	17,1	29,2	182,5	58,6
Полтавщина (Пл)	5639,6	3644,7	5055,0	154,7	72,1	55,9	38,9	51,6	143,7	75,4
Рівненщина (Рв)	1108,6	918,4	790,5	120,7	116,0	41,4	36,2	32,6	114,3	111,0
Сумщина (См)	3588,1	2667,8	2522,2	134,5	105,2	54,0	40,5	38,3	133,3	105,2
Тернопільщина (Тр)	2228,9	2163,8	1882,8	103,0	115,0	46,7	43,9	41,0	106,4	107,1
Харківщина (Хк)	4201,5	2716,5	3473,3	154,7	78,2	40,3	29,0	37,0	139,0	78,4
Херсонщина (Хс)	1686,4	1055,2	2481,1	159,8	42,5	22,2	18,2	32,4	122,0	56,2
Хмельницьчина (Хм)	3039,5	2712,6	2180,1	112,1	124,4	50,0	45,2	40,3	110,6	112,2
Черкащина (Чк)	4068,5	3310,6	3761,9	122,9	87,9	62,1	51,3	57,3	121,1	89,5

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Чернівечина (Чв)	625,5	611,9	592,9	102,2	103,2	46,0	44,6	45,8	103,1	97,4
Чернігівщина (Чг)	3123,6	2939,0	2481,4	106,3	118,0	46,7	43,2	38,4	108,1	112,5

Примітка. $R_{13/12}^{\%}$ - показник 2013р. у % до 2012р; $R_{12/11}^{\%}$ - показник-2012р. у % до 2011р.

Аналіз результатів, одержаних за допомогою методу головних компонент у [5,6], дозволяє визначити головні чинники, які впливають на екологічний, техногенний, соціальний та економічний виміри продовольчої безпеки.

До кола природних загроз аграрно-промислового комплексу (АПК) відносять: 1) кліматичні зміни, що впливають на продуктивність аграрного сектору, викликають дефіцит водних ресурсів, дестабілізують фітосанітарний стан агроценозів; 2) збільшення шкідливих речовин у ланцюгах харчування; 3) стихійні лиха – повені, пожежі, зсуви ґрунту, смерчі. Тому індекс природних загроз пропонуємо розраховувати за допомогою показників W_{nij} , які характеризують: інтенсивність кліматичних та стихійних аномалій ($i=1$), рівні забруднення територій ($i=2$), водного стресу ($i=3$), радіаційного фону ($i=4$), кількість пожеж на відкритих територіях ($i=5$), обсяги викидів шкідливих речовин в атмосферу ($i=6$).

Техногенні загрози АПК пов'язані з аваріями, що порушують постачання води, енергії та інших речовин необхідних для аграрного виробництва, та з аваріями, що викликають забруднення довкілля. Тому індекс техногенних загроз пропонуємо розраховувати за допомогою показників W_{tkj} , які характеризують: уразливість систем водопостачання ($k=1$), водовідведення ($k=2$), тепlopостачання ($k=3$), трубопроводів енергетичних носіїв ($k=4$), транспортування ($k=5$), поводження з небезпечними речовинами ($k=6$).

Вплив соціальних загроз в умовах неререформованого судочинства, неврегульованості широкого масиву правових та майнових питань, відсутності ринку землі, незахищеності виробника-аграрія від диктату трейдерів, загальної деформації простору безпеки у деяких південно-східних регіонах України постійно збільшується. Індекс соціальних загроз пропонуємо розраховувати за допомогою показників W_{slj} , які характеризують: ступінь диференціації життєвого рівня населення (децильний коефіцієнт диференціації загальних доходів) ($l=1$), безробіття ($l=2$), заборгованості із виплати заробітної плати ($l=3$), зареєстрованих злочинів ($l=4$), суїцидів ($l=5$), смертності населення ($l=6$), протистоянь сепаратистського, міжетнічного та міжконфесіонального характеру ($l=7$), терористичних актів ($l=8$).

Важливим індикатором економічних перетворень, що висвітлює стан економічного «здоров'я», є показник економічної свободи. Індекс економічних загроз для АПК j -го регіону W_{ej} розраховується за допомогою окремих складових цього показника, які характеризують рівні: фіскального навантаження на малий та середній бізнес ($m=1$), адміністративного

втручання в економіку (m=1), потоків капіталів та іноземних інвестицій (m=3), захищеності приватної власності (m=4), неформальної активності ринку (m=5), поширення корупції (m=6). Алгоритми розрахунку окремих складових індексів загроз викладені у [7].

Індекси загроз розраховуються наступним чином:

$$\begin{aligned} W_{nj} &= \sum_{i=1}^6 \beta_{nij} W_{nij}, & W_{tj} &= \sum_{k=1}^6 \beta_{tkj} W_{tkj}, & W_{sj} &= \sum_{l=1}^8 \beta_{slj} W_{slj}, \\ W_{ej} &= \sum_{m=1}^6 \beta_{emj} W_{emj}, \end{aligned} \tag{1}$$

де вагові коефіцієнти β відповідають наступним умовам:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^6 \beta_{nij} &= 1, & \sum_{k=1}^6 \beta_{tkj} &= 1, & \sum_{l=1}^8 \beta_{slj} &= 1, \\ \sum_{m=1}^6 \beta_{emj} &= 1. \end{aligned}$$

При розрахунках індексів використовувались дані [4-11]. За допомогою методу Min-Max всі дані приведені до одного діапазону в межах від 0 до 1. У першому наближенні всі вагові коефіцієнти моделі (1) для кожного індексу рівні один одному. У тих випадках коли статистична похибка даних достатньо велика це здається виправданим.

Відзначимо, що глобальний світ стає менш керованим. Зміни в ньому більше підкоряються загальним законам поведінки в нестійкому, нерівноваженому середовищі, коли малі впливи можуть призводити до непередбачуваних за своїми масштабами наслідків. Турбулентний характер подій ускладнює коректне використання теорії ймовірності для оцінки ризику, зменшує горизонт прогнозування екстремальних явищ, особливо пов'язаних зі ступеневим законом щільності розподілу ймовірностей, який спадає більш повільно, ніж гауссівський закон щільності розподілу ймовірностей [1].

У цих умовах визначення вагових коефіцієнтів сильно ускладнюється. Більшість існуючих методів оцінки вимагають виконання певних умов. Головним є нормальність розподілів ймовірностей [8,9]. Ми ж розглядаємо ситуації, коли має місце саме ненормальний ступеневий розподіл. Як правило, всі фактори поділяються на «м'які» та «жорсткі» в залежності від того можна чи ні змінити їх дію в короткостроковій перспективі. Оскільки вплив перших факторів на поведінку системи є порівняно більшим, то вони мають більшу вагу. Однак, коли параметри системи наближаються до біфуркаційних значень, навіть достатньо малий вплив може призвести до втрати системою стійкості. У цих умовах такий поділ факторів багато в чому втрачає сенс. Необхідно враховувати можливість різкого стрибка показників «жорстких» факторів внаслідок катастрофічних подій. В цих умовах спостерігається тенденція до вирівнювання вагових коефіцієнтів.

На рис 1. наведено результати ранжування параметрів, що визначають інвестиційну привабливість найбільш успішних аграрних регіонів України.

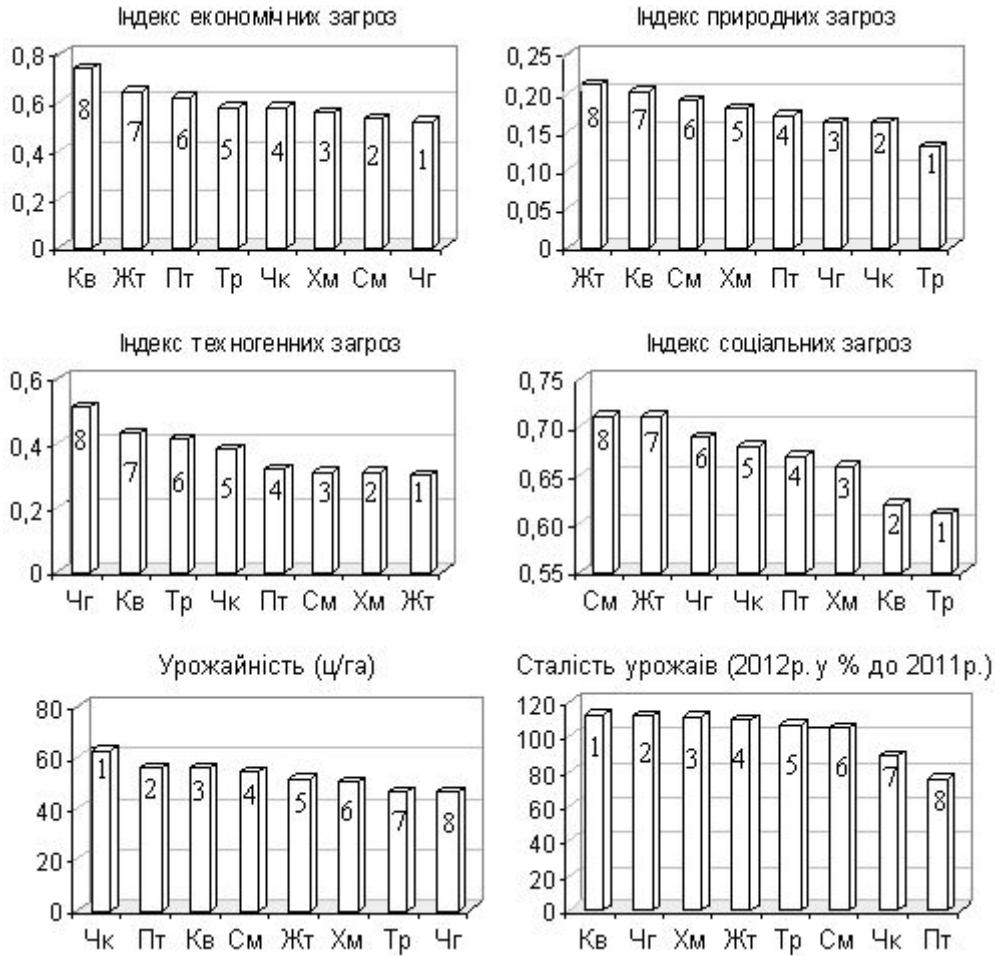


Рисунок 1 – Ранжування параметрів, що визначають інвестиційну привабливість найбільш успішних аграрних регіонів України

Оцінка здійснюється наступним чином. Місце, яке регіон посідає за такими показниками, як сталість врожаїв, урожайність, валовий збір відповідає кількості балів яку він отримує. Регіон з найменшим рівнем відповідних загроз (техногенних, природних, соціальних, економічних) отримує 1 бал, з найбільшим – 8 балів. Загальна сума за всіма показниками (X_i) із врахуванням їх вагових коефіцієнтів (w_i), дає сумарний показник інвестиційної привабливості регіону I_p , що визначається наступним чином:

$$I_p = \sum_{i=1}^6 w_i X_i, \quad \sum_{i=1}^6 w_i = 1. \quad (2)$$

Чим менше значення має цей показник, тим вища інвестиційна привабливість регіону. Враховуючи, що статистична похибка даних не дозволяє точно визначити вагові коефіцієнти, I_p розраховувались у достатньо широкому діапазоні їх значень. Результати наведені у табл. 2.

Таблиця 2 – Ранжування регіонів за їх інвестиційною привабливістю (ІІІ)

Показник/ Регіон	Жт	Кв	Пт	См	Тр	Хм	Чк	Чг
Техногенні загрози (X_1)	1	7	4	3	6	2	5	8
Природні загрози (X_2)	8	7	4	6	1	5	2	3
Соціальні загрози (X_3)	7	2	4	8	1	3	5	6
Економічні загрози (X_4)	7	8	6	2	5	3	4	1
Сталість урожаїв (X_5)	4	1	8	6	5	3	7	2
Урожайність (X_6)	5	3	2	4	7	6	1	8
I_p ($w_i = 0,15$; $i=1,4$; $w_i = 0,2$; $i=5,6$)	5,25	4,4	4,7	4,85	4,35	3,75	4,0	4,7
Ранг ІІІ	8	4	5-6	7	3	1	2	5-6
I_p ($w_i = 0,1$; $i=1,4$; $w_i = 0,3$; $i=5,6$)	5,0	3,6	4,8	4,9	4,9	4,0	4,0	4,8
Ранг ІІІ	8	1	4-5	6-7	6-7	2-3	2-3	4-5
I_p ($w_i = 0,05$; $i=1,4$; $w_i = 0,4$; $i=5,6$)	4,75	2,8	4,9	4,95	5,45	4,25	4,0	4,9
Ранг ІІІ	4	1	5-6	7	8	3	2	5-6

Як випливає з результатів аналізу, найбільш привабливими для інвестування з точки зору природних, техногенних, соціальних та економічних ризиків, сталості та рівня врожайності є Хмельниччина та Черкащина. Зниження ваги природно-техногенних та соціально-економічних факторів виводить на перше місце Київщину. Показово, що Черкащина посідає друге місце за рангом інвестиційної привабливості у достатньо широкому діапазоні варіації значень вагових коефіцієнтів.

3. Концептуальна модель оцінки рівня продовольчої безпеки.

Кількісна оцінка рівня продовольчої вразливості базується на обраних критеріях безпеки, тобто граничних значеннях індикаторів, після досягнення яких продовольча ситуація вважається загрозовою. Ці граничні значення визначаються по різному: як певний рівень співвідношень між обсягами існуючих резервів та споживанням; як співвідношення між обсягом імпорту окремого продукту у натуральному вигляді та ємністю його внутрішнього ринку; як частка сукупних витрат на харчування у загальній сумі сукупних витрат домогосподарств. Наприклад для індикатора достатності запасів зерна граничним вважається його 17-відсотковий рівень, що відповідає 60-ти дням споживання [3].

Однак не тільки рівні окремих показників складних ієрархічних структур характеризують сталість їх функціонування. Резервні можливості системи, безпека та ефективність її роботи багато в чому визначаються збалансованістю окремих її ланцюгів. Має місце своєрідний «мобіль» безпеки (динамічний інваріант), коли негативна динаміка одних показників компенсується за рахунок інших. Тому кількісна оцінка рівня продовольчої безпеки потребує створення моделей, які дозволять формалізувати залежність критичних параметрів від екологічних, економічних, техногенних та соціальних факторів.

Рівень продовольчої безпеки пропонуємо визначати за допомогою математичного підходу до оцінки уразливості складних систем, викладеного у [12-14]. Він базується на формалізмі теорії катастроф та використовує неоднорідність фазового простору складних динамічних систем. Забезпечення безпеки розглядається в просторі обмеженої кількості параметрів керування, кожен з яких є функцією змінних, що визначають поведінку системи. Будемо вважати, що дана система задовольняє основним властивостям потенційних систем, описується деякою потенційною функцією $U(x)$ поведінкової змінної x , неперервна, має локальні екстремуми, в яких похідна за часом змінної x дорівнює нулю, тобто існує певна кількість стаціонарних станів. Частина з них є стійкими, а частина нестійкими.

Введемо функцію $F(x)$, яка пов'язана з $U(x)$ наступним чином:

$$U(x) = -\int F(x)dx . \tag{3}$$

Щоб дослідити поведінку системи поблизу локальних екстремумів $U(x)$, функцію $F(x)$ розкладають у ряд в околі стаціонарних точок і обмежуються кількома малими членами розкладання. Для дослідження широкого кола систем найбільш часто використовують катастрофу типу «збірка», для якої функції $F(x)$ та $U(x)$ мають наступний вигляд [15]:

$$F(x) = b + ax + x^3, \quad U(x) = -bx - ax^2 / 2 - ax^4 / 4, \tag{4}$$

де a та b – параметри керування, що характеризують резервні можливості системи та навантаження на систему ззовні.

Відповідно до теореми Штурма кубічний поліном має три або один дійсний корінь. Кількість коренів залежить від дискримінанту $\Delta = 4a^3 + 27b^2$. При виконанні умови $\Delta < 0$ маємо три дійсних корені. Система має три стаціонарні стани, з яких два – стійкі. Перший стійкий стаціонарний стан характеризує норму (достатній рівень продовольчої безпеки), другий – продовольчу кризу (низький рівень продовольчої безпеки). При $\Delta > 0$ маємо один дійсний корінь, та два уявних. $\Delta(a,b) = 0$ є кривою біфуркаційних значень (див. рис. 2).

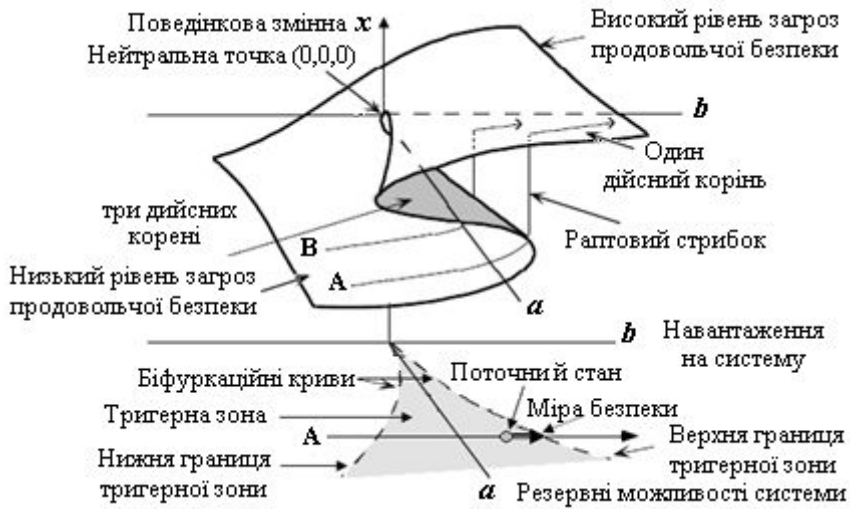


Рисунок 2 – Концептуальна модель оцінки рівня продовольчої безпеки

Для комплексної оцінки рівня продовольчої безпеки будемо використовувати модель (4). Відповідно до методу Кобба [16], параметри керування a та b можуть визначатися наступним чином:

$$\begin{aligned} a &= a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n, \\ b &= b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n, \end{aligned} \tag{5}$$

де X_i - незалежні поведінкові змінні, у якості яких будемо використовувати інтегральні індекси (див. табл. 2); a_i та b_i визначаються за допомогою статистичних даних за методом поліноміальної регресії Гастелло [16].

Знаючи поточне значення параметра a , з рівняння (4) одержуємо біфуркаційне значення параметра b . Різниця між біфуркаційним і поточним значенням параметра b є мірою ризику. Чим далі знаходиться поточне значення параметра від його біфуркаційного значення, тим менша деформація простору безпеки. Чим вищий рівень резервних можливостей, тим при більшому значенні навантаження на систему ззовні відбуватиметься деформація простору продовольчої безпеки (криві A та B на рис.2).

Висновки

Результати проведеного дослідження дають підстави для таких висновків: 1) найбільш привабливими для інвестування з точки зору природних, техногенних, соціальних та економічних ризиків, сталості та рівня урожайності є Київщина, Черкащина та Хмельниччина; 2) формалізація залежності критичних параметрів від екологічних, економічних, техногенних та соціальних факторів може базуватися на використанні методів теорії катастроф.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбулін В.П., Качинский А.Б. Стратегічне планування: вирішення проблем національної безпеки. – Київ: НІСД, 2010. – 288 с.
2. УСПП: Українські аграрії за невідкладне підписання угоди про євроінтеграцію [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://agroconf.org/content/uspp-ukrayinski-agrariyi-za-nevidkladne-pidpisannya-ugodi-pro-ievrointegraciyu>
3. Заходи держави щодо запобігання виникненню потенційних загроз продовольчій безпеці. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.dkrp.gov.ua/info/2368.htm>
4. World Development Indicators: Agricultural output and productivity. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://wdi.worldbank.org/table/>
5. Збір урожаю сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду в регіонах України за 2013 рік // Статистичний бюлетень Державної служби статистики України. – К.: 2014. – 102с.
6. Качинский А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. – Київ: НІСД, 2001. – 251 с.
7. Інформаційно-аналітична система для аналізу комплексних ризиків природно-техногенних та соціально-економічних загроз в галузі житлово-комунального господарства України / Пепеляев В.А., Кнопов П.С., Атоев К.Л. та ін. // Заключний звіт про виконання НДР. – К.: - Ін-т кібернетики НАН України, 2009.- 88 с.
8. Згуровский М.З., Гвишиани А.Д. Глобальное моделирование процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни людей. – К.: НГУУ «КПИ» «Политехника», 2008. – 351 с.
9. Рейтинг інвестиційної привабливості регіонів. – К.: Інститут економічних досліджень та політичних консультацій, 2014. – 390 с.
10. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
11. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році. – К.: Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, 2014. – 542с.
12. Сергиенко И.В., Яненко В.М., Атоев К.Л. Общая концепция управления риском экологических, техногенных и социогенных катастроф // Кибернетика и системный анализ. - 1997.-№2. – С. 65–86.
13. Atoev K., Tomin A., Aksionova T. Global changes, new risks, and novel methods and tools of their assessment. Modeling and management of environmental security in Ukraine // Managing Critical Infrastructure Risks /eds I. Linkov et al.) – 2007. – Springer Netherlands. – P. 339–351.
14. Атоев К.Л., Пепеляев В.А. Моделирование влияния системных рисков на устойчивое развитие общества // Компьютерная математика. – 2009. –№1. – С. 37–48
15. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. – М.: Мир, 1980. – 607 с.
16. Van der Maas H.L.J., Kolstein R., Van der Pligt J. Sudden transition in attitudes // Sociological methods & research. – 2003. –№2. – С. 125–152.

Стаття надійшла до редакції 24.11.2014