
**РОЗВИТОК ПРОДУКТИВНИХ СИЛ
І РЕГІОНА ЛЬНА ЕКОНОМІКА**

УДК 332.021.143

DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2019-4-20>**Гарькава В.Ф.**кандидат економічних наук, доцент,
Міжнародний класичний університет імені Пилипа Орлика**Harkava Viktoriia**

Pylyp Orlyk International Classical University

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ
ОЦІНКИ РІВНЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНУ****ECONOMIC AND MATHEMATICAL TOOL FOR ESTIMATING
THE ECONOMIC SECURITY LEVEL OF THE REGION**

У статті проаналізовано методологію розроблення стратегії розвитку сучасного регіону, проаналізовано макроекономічний підхід з урахуванням основних принципів системного підходу, системи гібридних спеціалізованих динамічних моделей, що поєднують постановку завдань різних теорій, метод квазістатичних нерівноважних потенційних функцій, апроксимально-комбінаторний метод декомпозиції та композиції систем. Визначено, що процес побудови економіко-математичної моделі носить послідовний характер. Визначено, що для прогнозу показників можуть використовуватися методи теорії можливостей та математичної теорії організації, але розглянуто, що прогнозування за допомогою матричних предикторів використовується за обмежених обсягів інформації. Обґрунтовано використання багатоваріантних прогнозів взаємозалежних показників розвитку регіону.

Ключові слова: економічна безпека, регіон, оцінка, економіко-математичний інструментарій, прогноз показників, стратегія розвитку регіону.

В статье проанализированы методология разработки стратегии развития современного региона, макроекономический подход с учетом основных принципов системного подхода, системы гибридных специализированных динамических моделей, сочетающих постановку задач различных теорий, метод квазистатических неравновесных потенциальных функций, апроксимально-комбинаторный метод декомпозиции и композиции систем. Определено, что процесс построения экономико-математической модели носит последовательный характер. Определено, что для прогноза показателей могут использоваться методы теории возможностей и математической теории организации, но рассмотрено, что прогнозирование с помощью матричных предикторов используется при ограниченных объемах информации. Обосновано использование многомерного адаптивно-имитационного моделирования при разработке многовариантных прогнозов взаимосвязанных показателей развития региона.

Ключевые слова: экономическая безопасность, регион, оценка, экономико-математический инструментарий, прогноз показателей, стратегия развития региона.

In the article the methodology of development of strategy of development of modern region is analyzed, the macroeconomic approach is considered taking into account the basic principles of system approach, the system of hybrid specialized dynamic models, which combine the formulation of problems of different theories, the method of quasistatic nonequilibrium potential functions, It has been determined that the process of constructing the economic and mathematical model is consistent. The article determines that the methods of opportunity theory and mathematical theory of organization can be used for forecasting of indicators, but it is considered that forecasting with the help of matrix predictors is used with limited amounts of information. The article substantiates the use of multidimensional adaptive-simulation modeling in the development of multivariate forecasts of interdependent indicators of regional development. The main focus in designing an adequate system of models for effective growth of the socio-economic system of the region is seen in the development of a system of hybrid specialized dynamic models. Calculation of regression model of economic security of regions

for calculation of coefficients of multicomponent equations - linear and hyperbolic with further reduction of the number of independent variables to three and analysis of calculated indicators. As a result of analytical and numerical study of the model it is established that the stability of regional development, ie non-zero equilibrium can be ensured if at least one of the conditions is fulfilled: excess of birth rate over mortality, attractiveness for migrants, moderate competition, productive use of resources. When constructing a model of economic processes in the region, a macroeconomic approach is used, taking into account the basic principles of the systematic approach. In violation of these conditions, the territory is characterized as poorly developed. When constructing model equations of regional dynamics, a detailed analytical and numerical study of the general patterns of regional development is possible.

Key words: economic security, region, estimation, economic and mathematical tools, forecast of indicators, strategy of regional development.

Постановка проблеми. В умовах ринкової економіки перед регіоном стоїть завдання ефективного використання своїх ресурсів для забезпечення сталого розвитку в умовах економічної безпеки. Для вирішення вказаного завдання може використовуватися багатокритеріальна динамічна модель оптимального управління відносно невеликої розмірності, в якій ураховуються економічні особливості інвестиційно-інноваційних процесів у регіоні. Сучасний розвиток таких елементів регіонального механізму, як державний регулюючий вплив, міжрегіональний та зовнішньоекономічний обмін, природне середовище та населення, а також зовнішньоекономічне середовище сприяють перетворенню регіону на економічну підсистему, яка подібна цілісному живому організму. У ній протікають різноманітні взаємозв'язані процеси. Одні процеси впливають на інші, тому всі вони повинні бути описані в сукупності, тобто з використанням системного підходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню умов забезпечення економічної безпеки регіонів присвячено праці вчених В. Тамбовцева, В. Сенчагова, В. Ткаченка, Т. Іванюти, В. Похилюка, В. Третяк, А. Татаркіна.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті – дослідити економіко-математичний інструментарій оцінки рівня економічної безпеки регіону.

Виклад основного матеріалу дослідження. Моделювання процесу забезпечення економічної безпеки регіону починається із моделювання стратегії інвестиційно-інноваційного розвитку території. Для розроблення моделі стратегії розвитку сучасного регіону повинна бути використана особлива методологія, яка містить низку принципових положень. До їх числа можна віднести принцип порівняльних переваг. Одним з основних розділів стратегії розвитку регіону є аналіз його соціально-економічного розвитку за останній період, за якого виявляються основні тенденції і найбільш гострі проблеми в економіці регіону. Це припускає аналіз демографічних показників, галу-

зевої структури матеріального виробництва і динаміки інвестицій, ринку праці, рівня якості життя населення, зовнішньоекономічної діяльності та ін. Стратегія може бути сформульована як створення економічно безпечних умов для економічного розвитку та вирішення головного соціального завдання – підвищення рівня якості життя населення регіону.

Під час побудови моделі економічних процесів регіону використовується макроекономічний підхід з урахуванням основних принципів системного підходу. Застосування системного підходу зумовлене необхідністю дослідження великої системи, обліку складних зв'язків і обробки певної кількості статистичної інформації. В основі системного мислення лежить концепція зворотного зв'язку, який показує, як різні дії можуть підсилювати або врівноважувати один одного. Залежно від тих або інших обставин деякі зі зворотних зв'язків позитивні, інші – негативні. У ролі структурних підсистем, на яких ґрунтується модель, виступають такі рівні: регіональне виробництво, капітал, фінансова сфера, державні витрати і доходи (у регіоні), населення регіону. Загальна структура моделі характеризує взаємодії між основними рівнями системи.

У результаті аналітичного і чисельного дослідження моделі встановлено, що стійкість регіонального розвитку, тобто ненульової рівноваги, може бути забезпечена, якщо виконується хоча б одна з умов: перевищення народжуваності над смертністю, привабливість для мігрантів, помірна конкуренція, продуктивне використання ресурсів. У разі порушення цих умов територія характеризується як слабо розвинена. Під час побудови модельних рівнянь регіональної динаміки можливе детальне аналітичне і чисельне дослідження загальних закономірностей розвитку регіону.

Процес побудови економіко-математичної моделі носить послідовний характер. У загальних рисах його можна розділити на чотири основні етапи:

1. Формування системи посилок, гіпотез і розроблення концептуальної моделі.

2. Розроблення математичної моделі.

3. Аналіз результатів модельних розрахунків, їх порівняння з фактичними даними.

4. Формування нових гіпотез і коректування моделі, якщо результати незадовільні.

Концептуальна модель для цілей математичного моделювання розуміється як визначення об'єкта, мети моделювання, а також визначення тих чинників, що впливають, і результуючих факторів ($K=0$ – залежність відсутня; $K=1$ – має місце функціональна залежність; $0,3-0,7$ – залежність середня; до $0,3$ – слабка; більше $0,7$ – сильна). Система рівнянь, що розробляється, створює платформу для складання експрес-прогнозів, на підставі яких представники владних структур можуть будувати припущення і плани дій, управляти економічними процесами забезпечення економічної безпеки регіону.

Для прогнозу показників можуть використовуватися методи теорії можливостей та математичної теорії організації, які дають змогу представити процес забезпечення економічної безпеки через вхідні задачі та вихідні результати. Невизначеність умов функціонування регіону, їх різноманіття, а також багатовимірність прогнозованих процесів і недостатній обсяг фактографічної інформації підказують схему комбінованого підходу до рішення прогнозних задач на рівні регіону. До комбінованих методів відносяться адаптивно-раціональні моделі, адаптивно-імітаційні моделі. У зв'язку із цим основою моделювання техніко-економічного розвитку повинна стати економіко-технологічна реальність, що розуміється в категоріях синергетичного підходу і включає нелінійні взаємозв'язки нерівноважних процесів оновлення капіталу, технологічних змін і соціально-економічного зростання у відкритих економічних системах.

Метод квазістатичних нерівноважних потенційних функцій [3], які для регіону виступають у максимізованих показниках валової доданої вартості (валовий регіональний продукт) і грошових доходів населення регіону. Застосування даного методу дає змогу описати їх нелінійну взаємодію з іншими показниками. Головна ідея нелінійної динаміки полягає у тому, що багато складних систем можуть бути описані за допомогою декількох змінних параметрів різного порядку. У найбільш важливих галузях просторових параметрів, де змінюється число або стійкість рішень, систему можна описувати за допомогою одних і тих же співвідношень. Це вимагає локального аналізу поведінки системи [4].

Апроксимально-комбінаторний метод декомпозиції та композиції систем дає змогу математично обґрунтовано здійснювати декомпозицію складної задачі проектування (планування) розвитку території на сукупність більш

простих приватних задач із подальшим синтезом комплексного проекту. За допомогою цього методу здійснюються декомпозиція комплексної регіональної програми і подальший обґрунтований синтез отриманих рішень задач. Цей метод дає змогу виконати реальні проекти регіональних програм за умови багатокритеріальності і некоректності, при цьому обґрунтовано використовуються методи імітації та оптимізації.

Для кількісної оцінки рівня економічної безпеки можна використовувати також підхід, який передбачає:

1) вимірювання фактичного рівня розвитку адміністративно-територіальної одиниці (далі – території);

2) визначення рівнів безпеки в кожному окремо взятому році та групування територій за рівнем безпеки.

Виходячи з таких передумов, може бути розроблений комплекс відповідних економіко-математичних моделей. Припустимо, що є m адміністративно-територіальних одиниць (територіальних систем), які можна дослідити за допомогою системи показників x_1, x_2, \dots, x_n , що утворюють множину J .

Тоді показники i -ої територіальної системи можна представити об'єктами $P_i (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$, $j=1, m$. Для оцінки рівня розвитку i -ої територіальної системи проведено оцінку міри близькості між такими об'єктами:

1) $P_i (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ та $P_0 (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n})$, $j=1, m$ – ідеальним об'єктом у багатовимірному просторі, координати якого визначаються так:

$x^*_{0j} = x^*_{ij}$, якщо j -ий показник стимулює розвиток території, $j=1, n$,

$x^*_{0j} = x^*_{ij}$, якщо j -ий показник стримує розвиток території, $j=1, n$;

2) $P_i (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ та $P_c (x_{c1}, x_{c2}, \dots, x_{cn})$ – об'єктом у багатовимірному просторі, координати якого відповідають значенням системи показників на середньообласному рівні;

3) $P_i (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ та $P_u (x_{u1}, x_{u2}, \dots, x_{un})$ – об'єктом у багатовимірному просторі, координати якого відповідають значенням системи показників на середньоукраїнському рівні [47].

Розрахунок регресивної моделі економічної безпеки регіонів можна здійснити шляхом розрахунку коефіцієнтів багатокомпонентних рівнянь – лінійного та гіперболічних із подальшим скороченням кількості незалежних змінних до трьох та аналізом показників, що розраховані. Для всіх без винятку збудованих ретроспективних рівнянь потрібна висока точність (коефіцієнт помноженої детермінації повинен дорівнювати одиниці).

Такі моделі, як адаптивна регресійна й адаптивної фільтрації, вимагають великого обсягу даних і попередніх прогнозних оцінок чинників. Прогнозування за допомогою матричних

предикторів використовується за обмежених обсягів інформації (за дуже коротких рядів спостережень), але прогноз не має достатнього статистичного обґрунтування. Моделі прогнозування за допомогою матричного предиктора з розділеними змінними дають змогу реалізувати багатоетапну схему регіональних прогнозних розрахунків, а багатовимірне адаптивно-імітаційне моделювання використовується під час розроблення багатоваріантних прогнозів взаємозалежних показників розвитку регіону.

Покрокова процедура здійснюється як послідовне включення змінних у модель. При цьому використовується традиційна статистика – t -критерій для перевірки рівності нулю приватного коефіцієнта кореляції. Квадрат цього критерію має розподіл Фішера. Вибір першої змінної для включення в модель здійснюється для чинника x_i , $i=1,2,\dots,n$, який має найбільший за абсолютною величиною коефіцієнт парної кореляції $k(y, x_i)$ із відгуком y . При цьому процедура включення виконується, якщо справедлива нерівність для послідовного критерію Фішера: $F > F_0$, де F_0 – наперед задане порогове значення. Процес розширення кількості змінних моделі повторюється багато разів, поки статистична значущість включення чергової ознаки за критерієм Фішера на

кожному кроці перевищує заданий поріг F_0 . Після чергового розширення моделі аналізується взаємна корельованість відібраних змінних, і якщо їх взаємозв'язок істотний, то зайві чинники, що вносять найменший внесок, вважаються неістотними. Точніше, неістотними вважаються ті змінні, для яких обчислене значення приватного критерію Фішера менше F_0 . Така інформаційно-економіко-математична модель визначається найбільш логічною і такою, що відповідає задачі оцінити рівень економічної безпеки регіону.

Висновки з даного дослідження. Основна спрямованість у конструюванні адекватної системи моделей ефективного зростання соціально-економічної системи регіону вбачається в розробленні системи гібридних спеціалізованих динамічних моделей, що поєднують постановку завдань різних теорій. Сучасна методологія економічних досліджень регіонального комплексу повинна включати як свій найважливіший інструмент – систему економіко-математичних моделей, засобів їх програмної реалізації, так і періодично поповнювані банки даних, забезпечуючи багатоваріантні прогнозні розрахунки по альтернативних діях, що впливають на еволюційне зростання економіки як основи економічної безпеки.

Список використаних джерел:

1. Ткач В.О. Економічна безпека регіону як складова економічної безпеки держави. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Економіка»*. 2015. Вип. 4(1). С. 113–120.
2. Варналій З. Проблеми та шляхи забезпечення економічної безпеки України. URL: <http://www.rnbo.gov.ua/news/25.html> (дата звернення: 20.06.2019).
3. Музиченко А.С. Організаційно-економічний механізм стимулювання інноваційної діяльності в АПК. *Економіка АПК*. 2017. № 11. С. 38–43.
4. Про основи національної безпеки України : *Закон України* від 19.06.2003 № 964-IV. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/964-15> (дата звернення: 19.06.2019).
5. Руссо Ж.Ж. Об общественном договоре. Москва : КАНОН-пресс, 1998. 416 с.
6. Корнійчук Л.Я. Історія економічних учень. URL: <http://library.if.ua/book/87/6134.html> (дата звернення: 01.07.2019).
7. Власюк О.С. Теорія і практика економічної безпеки в системі науки про економіку Київ : Нац. ін-т пробл. міжнар. безпеки при Раді нац. безпеки і оборони України, 2016. 48 с.
8. Рузвельт Ф.Д. Беседы у камина. Москва : ИТРК, 2017. 408 с.
9. Ермошенко Н.Н. Определение угрозы национальным интересам в финансово-кредитной сфере. *Економіка України*. 1999. № 1. С. 4–12.
10. Афонцев С.А. Национальная экономическая безопасность: на пути к теоретическому консенсусу. *Мировая экономика и международные отношения*. 2016. № 10. С. 30–39.
11. Татаркин А. Экономическая безопасность как объект регионального исследования. *Вопросы экономики*. 1996. № 5. С. 78–89.
12. Павловський М.А. Засади національної безпеки Україні на перехідному етапі. *Голос України*. 1997. 3 квітня.
13. Система економічної безпеки держави : монографія / за заг. ред. А.І. Сухорукова. Київ : Національний інститут проблем міжнародної безпеки при РНБО України, 2017. 685 с.

References:

1. Tkach V.O. (2015). Ekonomichna bezpeka rehionu yak skladova ekonomichnoyi bezpeky derzhavy [Economic security of the region as a component of economic security of the state]. *Dnipropetrovsk*, pp. 113–120. (in Ukrainian)

2. Varnaliy Z. (2016). Problemy ta shlyakhy zabezpechennya ekonomichnoyi bezpeky Ukrainy [Problems and ways of economic security of Ukraine]. URL: <http://www.rnbo.gov.ua/news/25.html>. (date of treatment: 20.06.2019).
3. Muzychenko A.S. (2017). Orhanizatsiyno-ekonomichnyy mekhanizm stymulyuvannya innovatsiynoyi diyalnosti v APK [Organizational and economic mechanism of stimulation of innovation activity in agroindustrial complex]. Kyiv, pp. 38–43. (in Ukrainian)
4. "Pro osnovy natsionalnoyi bezpeky Ukrainy" (2003). [On the Fundamentals of National Security of Ukraine]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/964-15> (date of treatment: 19.06.2019).
5. Russo Zh.Zh. (1998). Ob obshchestvennom dohovore [About a public contract]. Moskov : «KANON-press», 416 p. (in Russian)
6. Korniychuk L.Ya. (2014). Istoriya ekonomichnykh uchen [History of Economic Studies]. URL: <http://library.if.ua/book/87/6134.html> (date of treatment: 01.07.2019).
7. Vlasyuk O.S. (2016). Teoriya i praktyka ekonomichnoyi bezpeky v systemi nauky pro ekonomiku [The theory and practice of economic security in the system of science of economics]. Kyiv, 48 p. (in Ukrainian)
8. Ruzvelt F.D. (2017). Besedy u kamyna [Conversations at the fireplace]. Moskov : YTRK, 408 p. (in Russian)
9. Ermoshenko N.N. (1999). Opredelenye uhrozy natsyonalnym ynteresam v fynansovo-kretytnoy sfere [Definition of a threat to national interests in the financial and credit sphere]. Kyiv : Ekonomyka Ukrainy, pp. 4–12. (in Ukrainian)
10. Afontsev S.A. (2016). Natsyonalnaya ekonomycheskaya bezopasnost: na puty k teoretycheskomu konsensusu [National Economic Security: Towards a Theoretical Consensus]. Kyiv, pp. 30–39. (in Ukrainian)
11. Tatarkyn A. (1996). Ekonomycheskaya bezopasnost kak obekt rehionalnoho yssledovannya [Economic security as the object of regional research]. Kyiv, pp. 78–89. (in Ukrainian)
12. Pavlovskyy M.A. (1997). Zasady natsionalnoyi bezpeky Ukrainy na perekhidnomu etapi [Principles of National Security of Ukraine at the Transitional Stage]. Kyiv : Holos Ukrainy. (in Ukrainian)
13. Sukhorukova A.I. (2017). Systema ekonomichnoyi bezpeky derzhavy [System of economic security of the state]. Kyiv : VD «Stylos», p. 685. (in Ukrainian)