

**Істомін Л.Ф.,**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри економіки і підприємництва,  
*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

**Зеленко О.О.,**

кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри міжнародної економіки і туризму,  
*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

## МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН РЕГІОНУ НА ЗАСАДАХ СОЦІАЛЬНОГО ДІАЛОГУ

**Істомін Л.Ф., Зеленко О.О. Моделювання системи економічних відносин регіону на засадах соціального діалогу.** У статті запропоновано імітаційну економіко-математичну модель, що відображає наявні економічні відносини в регіоні. Представлена модель розроблена у середовищі Simulink пакета MATLAB і враховує більшість складових економічного розвитку території, зокрема наявний соціальний діалог між владою, бізнесом та громадою. Апробація моделі, здійснена за даними розвитку Луганської області, продемонструвала її дієздатність та можливість використання на практиці. За результатами апробації визначено, що поточні тенденції розвитку наявної системи економічних відносин є неперспективними та призведуть до катастрофічних соціальних наслідків. В результаті представлено альтернативний сценарій розвитку, який передбачає інвестиції в розвиток інноваційної діяльності та у сферу професійної освіти регіону.

**Ключові слова:** регіон, економічні відносини, математична модель, комп'ютерне імітаційне моделювання, органи влади, бізнес, населення.

**Истомин Л.Ф., Зеленко Е.А. Моделирование системы экономических отношений региона на основе социального диалога.** В статье предложена имитационная экономико-математическая модель, которая отображает имеющиеся экономические отношения в регионе. Представленная модель разработана в среде Simulink пакета MATLAB и учитывает большинство составляющих экономического развития территории, в частности существующий социальный диалог между властью, бизнесом и обществом. Апробация модели, осуществленная по данным развития Луганской области, продемонстрировала ее дееспособность и возможность использования на практике. По результатам апробации определено, что текущие тенденции развития существующей системы экономических отношений являются неперспективными и приведут к катастрофическим социальным последствиям. В результате представлен альтернативный сценарий развития, предусматривающий инвестиции в развитие инновационной деятельности и в сферу профессионального образования региона.

**Ключевые слова:** регион, экономические отношения, математическая модель, компьютерное имитационное моделирование, органы власти, бизнес, население.

**Istomin L.F., Zelenko O.O. Modeling the system of regional economic relations on the basis of social dialogue.** The article proposes the simulation economic-mathematical model reflecting the existing economic relations in the region. The presented model is based on Simulink MATLAB system and takes into account most of components of the territory economic development, including the existing social dialogue between the authorities, business and community. Approbation of the model, carried out according to the data of Lugansk region development, has demonstrated its capacity and practical use. According to the results of the approbation, it is determined that the current development trends of the existing economic relations system are unpredictable and will lead to catastrophic social consequences. As a result, it was developed an alternative scenario that includes investments in the development of innovation activities and in the area of professional education of the region.

**Key words:** region, economic relations, mathematical model, computer simulation modeling, authorities, business, population.

**Постановка проблеми.** Проблема прогнозування тенденцій розвитку території вирішується науковцями і практикам вже не перше десятиліття. Особливої актуальності ця проблема набуває в наші часи, коли економіка України переживає період чергової кризи та вплив безлічі факторів зовнішнього і внутрішнього середовища.

Одним з найбільш ефективних інструментів прогнозування сьогодні визнане комп'ютерне економіко-

математичне моделювання, яке за умови побудови якісної моделі дає змогу врахувати всі особливості розвитку регіональних економічних систем та сформуванню об'єктивного прогнозу на майбутній період, обґрунтувати необхідні заходи для сталого економічного розвитку, враховуючи потреби не тільки самої економічної системи, але й населення регіону.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Побудовою імітаційних моделей та економіко-математичним

моделюванням займаються багато сучасних дослідників. Ця проблема висвітлюється в публікаціях таких вітчизняних науковців, як, зокрема, Л. Дума, В. Реутов, М. Лисюк, С. Ромашко, І. Саврас, Р. Селівестов, Р. Юринець, Т. Кравченко, Н. Шлафман, Н. Уманець, В. Огліх, Т. Єванова, В. Ковальчук, Ш. Омарок, О. Полчкова.

Огляд публікацій зазначених та інших авторів засвідчує, що більшість доробок присвячена проблематиці розвитку регіональних та національних економічних систем у контексті саме економічного розвитку системи. Між тим стабільність розвитку регіону передбачає не тільки стабільність економіки як такої, але й належний рівень життя та задоволення елементарних потреб населення регіону. Частково соціальні аспекти розвитку території були враховані в моделях, запропонованих В. Реутовим [1] та Л. Думою [2], але обидва автори використали досить обмежену кількість соціальних показників, що вимагає подальших досліджень у цьому напрямі.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є побудова та апробація системно-динамічної моделі регіону як відкритої соціально-економічної системи з урахуванням наявного соціального діалогу та інтересів населення регіону на прикладі Луганської області

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо регіональні економічні відносини як відкриту систему, складовими якої є регіональні органи влади, представники бізнесу та населення, що взаємодіють між собою та підпадають під вплив зовнішнього середовища. До зовнішнього середовища у цьому разі включаються органи влади на національному рівні, навколишнє екологічне та соціальне середовище (рис. 1).

Виробниче середовище регіону (бізнес) представимо у вигляді виробничої однофакторної функції (ВФ) у формі функції Кобба-Дугласа [3, с. 158; 4; 6]:

$$x(t) = A(v) K(t)^{\alpha(t)}, \quad (1)$$

де  $x(t)$  – обсяг виробництва, продукції, товарів та послуг у регіоні за певний проміжок часу (валовий регіональний продукт (ВРП));

$K(t)$  – сумарний задіяний капітал (основні виробничі фонди (ОВФ));

$A(v)$  – коефіцієнт, що враховує технології та рівень професійної підготовки трудових ресурсів ( $v=v(t)$ );

$\alpha=\alpha(t)$  – коефіцієнт, що визначає рівень розвитку технологій у регіоні, які змінюються з упровадженням інновацій.

Стосовно задіяних в економіці трудових ресурсів припустимо, що у зв'язку з малою динамікою впровадження інновацій вони пропорційні обсягу задіяних ОВФ:

$$L(t)=\alpha(t)K(t). \quad (2)$$

Для рівня професійної підготовки можна вивести таку залежність:

$$v(t) = v_0 + (1 - v_0) \frac{S}{\delta + S(t)} (1 - \omega(t)), \quad (3)$$

де  $0 \leq v \leq v(t) \leq 1$ ;

$v_0$  – початковий рівень професійної підготовки;

$\delta$  – емпірична константа;

$S(t)$  – темпи інвестування в регіональну систему професійної орієнтації та підготовки трудових ресурсів;

$\omega(t)$  – коефіцієнт оборнення кадрів за умови, що  $0 \leq \omega(t) \leq 1$ .

Для коефіцієнта  $A(v)$  та середньої заробітної плати в регіоні  $W(v)$  можна запропонувати емпіричні залежності:

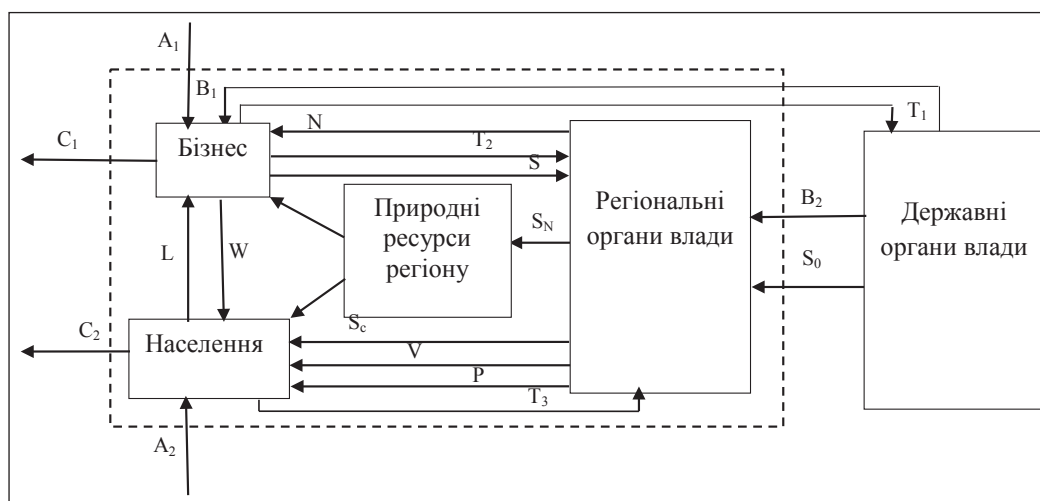
$$A(v) = \underline{A} + (\bar{A} - \underline{A})v^{k_1}, \quad (4)$$

$$W(v) = \underline{W} + (\bar{W} - \underline{W})v^{k_2}, \quad (5)$$

де  $\underline{A}, \bar{A}$  – нижня та верхня межі параметра за наявних (незмінних) технологій;

$\underline{W}, \bar{W}$  – мінімальний (зафіксований законодавством) та максимальний рівні заробітної плати в регіоні;

$k_1, k_2$  – емпіричні коефіцієнти.



**Рис. 1. Система регіональних економічних відносин**

Примітка:  $A_1, A_2$  – інформаційні (стан ринків сировини, товарів та послуг тощо) і матеріальні потоки;  $B_1, B_2$  – законодавчі та нормативно-правові важелі впливу, що регулюють діяльність регіональної влади та бізнесу;  $C_1$  – матеріальні потоки (товари);  $C_2$  – потік трудових ресурсів;  $S_0$  – фінансові потоки в регіон від державних органів влади;  $N$  – регулятор активів, що визначають взаємодію регіональних органів влади та бізнесу;  $L$  – трудові ресурси, що працюють як наймані працівники;  $W$  – заробітна плата;  $T_1, T_2$  – податкові відрахування до регіонального та державного бюджету;  $T_3$  – оплата населенням комунальних та інших послуг у регіональних бюджет;  $S$  – соціальні інвестиції бізнесу в професійну освіту, соціальну інфраструктуру, екологію;  $S_N$  – інвестиції регіональних органів влади в екологію;  $S_C$  – фінансування соціальних виплат;  $V$  – фінансування заходів з підвищення безпеки життєдіяльності населення регіону;  $P$  – фінансування освітніх програм з підготовки професійних кваліфікованих кадрів

Джерело: розроблено авторами

З урахуванням (3) очевидно, що (4) та (5) забезпечують монотонне зростання залежно від  $v$ , що відповідає реальності.

Очевидно також, що для (4) та (5) повинна виконуватись умова, що зі зростанням  $v$  темпи росту випуску продукції мають перевищувати темпи росту заробітної плати:

$$\frac{dA(v)}{dv} > \frac{dW(t)}{dv} \Rightarrow \frac{(\bar{A} - A)k_1}{(\bar{W} - W)k_2} v^{k_1 - k_2} > 1. \quad (6)$$

Динаміку економічної підсистеми опишемо рівнянням Солоу [4; 6]:

$$K(t) = -\mu K(t) + i(t), K(0) = K_0, \quad (7)$$

де  $\mu$  – норма амортизації;

$i(t)$  – темпи інвестування в ОВФ за умови невідкладного освоєння інвестицій;

$K_0$  – початкове значення ОВФ.

Таким чином, динаміку доходів економіки регіону до оподаткування можна представити таким чином:

$$x_0(t) = x(t) - \varepsilon x(t) - \mu K(t) - W(t)L(t), \quad (8)$$

де  $\varepsilon x(t)$  – витрати на сировину та інші технологічні витрати;

$\mu K(t)$  – амортизаційні відрахування;

$W(t)L(t)$  – оплата праці.

Припустимо, що економічна підсистема, як і всі інші активні підсистеми регіону, має певну мету своєї діяльності, критерій та оцінку корисності, приймає рішення для досягнення своєї мети (оптимуму свого критерію) з урахуванням обмежень, накладених підсистемою більш високого рівня (за принципом підпорядкування цілей).

Для економічної підсистеми регіону (для бізнесу) відповідними складовими критерію ефективності можуть слугувати величина  $K(t)$ , сума на банківському рахунку  $B(t)$ .

З урахуванням ринкової ситуації, що визначає ринкову вартість ОВФ ( $K(t)$ ) в регіоні, як єдиний критерій використаємо лінійну згортку обох показників:

$$J(t) = \psi_1 K(t) + B(t), \psi_1 > 0, \quad (9)$$

де  $\psi_1 = \psi_1(t)$  – оцінка успішності бізнесу;

$\psi_1 \geq 1$  – бізнес успішний;

$\psi_1 < 1$  – навпаки.

Якщо ми досліджуємо систему протягом певного часового інтервалу  $[0, T]$ , то завданням підсистеми бізнесу є система прийнятих рішень, для якої:

$$J(t) \rightarrow \max \quad (10)$$

за умови обмежень, пов'язаних із законодавчими нормативами держави, регуляторними актами регіону та власними ресурсами для реалізації прийнятих рішень.

Щодо оптимального рівня ставки держаних податків ( $g_1$ ) може бути вирішене завдання, у якому два суб'єкти (бізнес та держава) вирішують проблему максимізації податкових надходжень протягом часового інтервалу  $[0, T]$  залежно від значення  $g_1$  та з урахуванням реакції бізнесу.

Розглянемо систему, що складається з підсистеми регіонального бізнесу з обсягом випуску  $x(t)$ , що визначається за формулою (1). З урахуванням рентабельності  $r$  його прибуток, який обкладається податком, складає  $rx(t)$ . Отже, темпи надходження податків у державний бюджет складуть  $g_1 rx(t)$ , а темпи зростання прибутку регіонального бізнесу дорівнюватимуть  $(1-g_1) rx(t)$ .

Не втрачаючи загальної ідеї, спростимо ситуацію, припустимо, що наявний бізнес схильний до довгостро-

кової роботи у регіоні, тобто  $T \rightarrow \infty$ . Також припустимо, що бізнес досяг свого сталого рівня розвитку, що визначається величинами  $g_1$ , середнім рівнем долі доходу  $\beta$ , який спрямовано на інвестиції у виробництво [4]:

$$K_S = \left[ \frac{(1-g_1)r\beta A}{\mu} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}. \quad (11)$$

У взаємодії бізнесу та держави остання має право «запропонувати» бізнесу податок  $g_1$  та, використовуючи реакцію бізнесу вибором  $\beta$ , величина якого забезпечує бізнесу максимальний дохід  $X$  за умов податку  $g_1$ , встановити значення  $g_1$ , що максимізуватиме надходження  $Y$  у бюджет.

З урахуванням (11) темпи надходження доходів бізнесу  $\bar{x}(t)$  та у бюджет держави  $\bar{y}(t)$  дорівнюють:

$$\bar{x}(t) = (1-\beta)(1-g_1)rA \left[ \frac{(1-g_1)r\beta A}{\mu} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}},$$

$$\bar{y}(t) = g_1 r A \left[ \frac{(1-g_1)r\beta A}{\mu} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}},$$

а з урахуванням коефіцієнта дисконтування  $\delta$  отримаємо:

$$X = \int_0^\infty e^{-\delta t} \bar{x}(t) dt = \frac{(1-\beta)(1-g_1)rA}{\delta} \left[ \frac{(1-g_1)r\beta A}{\mu} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}, \quad (12)$$

$$Y = \int_0^\infty e^{-\delta t} \bar{y}(t) dt = \frac{g_1 r A}{\delta} \left[ \frac{(1-g_1)r\beta A}{\mu} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}. \quad (13)$$

Отже, регіон вирішує завдання:

$$X \xrightarrow{\beta} \max \Rightarrow \beta_{opt} = \beta(g_1, r, \alpha), \quad (14)$$

а держава вирішує завдання вибору оптимального рівня податку  $g_1$ :

$$Y \xrightarrow{g_1} \max \Rightarrow g_{1opt} = g_1(\beta_{opt}, r, \alpha). \quad (15)$$

Очевидно, що задачі (14) та (15) завжди мають рішення, що представлене на рис 2, 3.

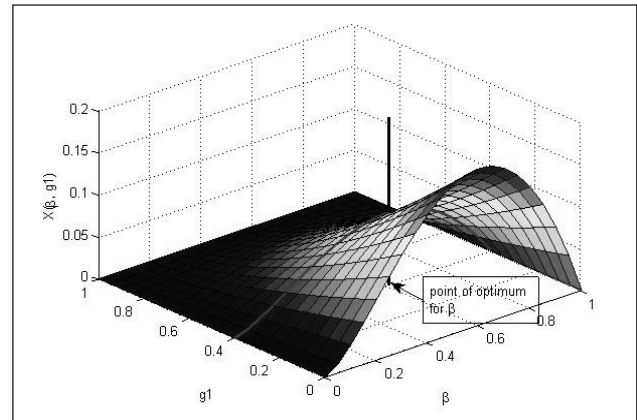


Рис. 2. Вирішення завдання (14) для бізнесу з вибором рівня накопичення

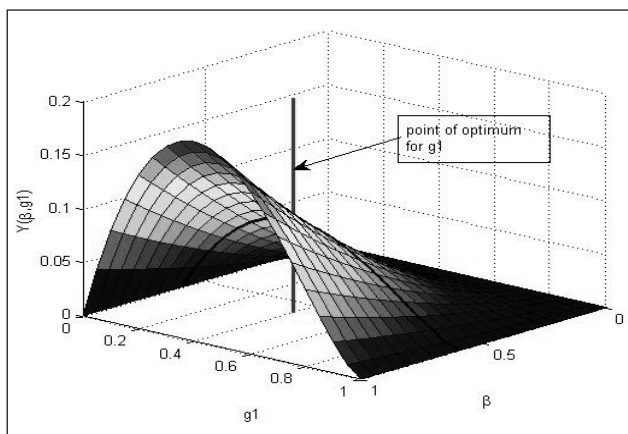
Джерело: побудовано авторами

Таким чином, для регіону фінансовий результат складе таку величину:

$$x_1(t) = (1-g_1(t)) x_0(t). \quad (16)$$

Для дослідження динаміки стану бізнесу в регіоні та його взаємодії з регіональними органами влади та із соціумом (громадою регіону) введемо систему показників розподілу доходу по складових:

$g_2$  – регіональний податок, що визначається органами влади;



**Рис. 3. Вибір рівня оподаткування  $g_1$  для завдання (15)**  
Джерело: побудовано авторами

$g_3$  – інвестиції бізнесу в інфраструктуру, екологію регіону, а також у профорієнтацію та професійну підготовку трудових ресурсів (визначається бізнесом);

$g_4$  – інвестиції у бізнес-проекти (визначається бізнесом);

$g_5$  – відрахування на депозитні рахунки в банку.

Припустимо, що:

$$\sum_{i=2}^5 g_i = 1. \quad (17)$$

Тоді можна записати систему рівнянь, що описує еволюцію бізнесу (економічної підсистеми) в регіоні:

$$\dot{K}(t) = -\mu K(t) + i(t), K(0) = K_0,$$

$$i(t) = g_5 x_1(t) + i_b(t),$$

$$\dot{B} = \beta B(t) + g_4 x_1(t) - i_b(t), B(0) = B_0, \quad (18)$$

$$x_1(t) = (1 - g_1)(x(t) - \varepsilon x(t) - \mu K(t) - W(t)L(t),$$

$$x(t) = A(v)K(t)^{\alpha(t)},$$

де  $B_0$  – початкові банківські накопичення;

$\beta$  – банківський відсоток;

$i_b(t)$  – інвестиції у бізнес-проекти з накопичених коштів.

Фазовими координатами підсистеми (13) є вектор  $(K(t), B(t))$ . Загалом система (13) є нелінійною та такою, що залежить від параметрів, які задаються як ззовні ( $g_1, g_2, \mu, \beta, v$ ), так і всередині системи ( $g_3, g_4, g_5, i_b, \alpha, \varepsilon$ ), що визначаються прийнятими рішеннями, технологіями тощо.

Стосовно стану соціальної сфери регіону можна виділити три складові:

1) демографічна (народжуваність, смертність, міграція тощо);

2) фінансово-економічне забезпечення населення;

3) стан соціальної інфраструктури регіону, зокрема рівень безпеки життєдіяльності.

Для оцінювання кількісної складової населення регіону використаємо таке співвідношення:

$$\dot{L}_r(t) = b_r(t) - d_e(t) + m_i^+(t) - m_i^-(t), L_r(0) = L_0^r, \quad (19)$$

де  $L_0^r$  – початкова кількість населення регіону;

$b_r(t)$  – народжуваність з урахуванням прогнозних показників;

$d_e(t)$  – смертність з урахуванням прогнозних показників;

$m_i^+(t), m_i^-(t)$  – міграційні потоки в регіон та з регіону.

Величина  $b_r(t), d_e(t)$  визначається віковою та гендерною структурою населення, а також станом соціального забезпечення населення та соціальної інфраструктури регіону. Показники  $m_i^+(t), m_i^-(t)$  залежать від значень економічних факторів, показників безпеки життєдіяльності та розвитку інфраструктури регіону.

Для розрахунку показників у (19) використаємо регресійне співвідношення з урахуванням таких фактичних значень чинників, що є істотними для їх визначення:

$L(t)$  – кількість зайнятих у виробництві товарів та послуг;

$m(t)$  – дохід на душу населення;

$z(t)$  – кількість правопорушень (злочинів) у регіоні;

$S_{r_2}$  – інвестиції у соціальну інфраструктуру регіону (охорона здоров'я, освіта, екологія, транспорт тощо).

Оскільки у (19) розглядається динамічний процес, то доцільно для оцінювання привабливості регіону використовувати не абсолютні значення чинників, а їх еластичності:

$$E_L(L) = (dL/dt)/(L/t), E_L(m) = (dm/dt)/(m/t), \quad (20)$$

$$E_L(z) = (dz/dt)/(z/t), E_L(S_{r_2}) = (dS_{r_2}/dt)/(S_{r_2}/t)$$

При цьому з урахуванням того факту, що підвищення привабливості регіону залежить від зниження  $z(t), E_e(z)$  в інтегральному показнику представлений зі зворотним знаком:

$$\Pi(t) = \psi_L E_e(L) + \psi_m E_e(m) + \psi_z E_e(z) + \psi_{S_{r_2}} E_e(S_{r_2}), \quad (21)$$

де коефіцієнти  $\psi$  є суб'єктивними та визначаються експертами, причому  $\psi_z < 0$ .

Тоді показники у (19) приймають такий вигляд:

$$d_e(t) = d_e^0 + k_d(\Pi(0) - \Pi(t)),$$

$$b_r(t) = b_r^0 + k_b(\Pi(t) - \Pi(0)),$$

$$m_i^+(t) = m_{i0}^+ + k_m^+(\Pi(t) - \Pi(0)), \quad (22)$$

$$m_i^-(t) = m_{i0}^- + k_m^-(\Pi(0) - \Pi(t)).$$

Фінансово-економічне забезпечення формується з економічного блоку регіону (потреба в робочій силі, оплата праці зайнятих на виробництві регіону) та бюджетних соціальних виплат (пенсії, матеріальна допомога, стипендії тощо).

Кількість зайнятих в економіці визначається співвідношенням (2), середня ставка заробітної плати – з формули (5) з урахуванням рівня професійної підготовки (3), де коефіцієнт оборотності кадрів  $\omega(t)$  визначається рівнем середньої ставки заробітної плати  $W(t)$ , а також певною мірою станом системи безпеки життєдіяльності:

$$\omega(t) = \omega_1 + (\omega_0 - \omega_1) \cdot$$

$$\exp\left\{-k_\omega^1(W(t) - W(0))\right\} \exp\left\{-k_\omega^2(\pi(t) - \pi(0))\right\}, \quad (23)$$

де  $\omega_0, \omega_1$  – значення коефіцієнта в початковий момент аналізу та його значення у розвинутих, соціально стабільних регіонах;

$W(0), W(t)$  – початковий та поточний розмір середньої ставки заробітної плати в регіоні.

Таким чином, потік фінансових доходів населення регіону складе:

$$M(t) = L(t)W(t) + P_b(t), \quad (24)$$

де  $P_b(t)$  – соціальні виплати з бюджету в регіон.  
Середній дохід на душу населення складе:

$$m(t) = \frac{M(t)}{L_r}. \quad (25)$$

Якщо врахувати обсяг середньодушових виплат за комунальні послуги та інші обов'язкові платежі  $c_r$ , то доходи населення складуть:

$$M_r(t) = M(t) - c_r L_r(t). \quad (26)$$

Для розвитку регіональної інфраструктури та вдосконалення системи безпеки життєдіяльності в регіоні використовуються фонди, що формуються потоком держбюджетних надходжень ( $S_b$ ), податкових та інших надходжень до дохідної частини бюджету від населення та підприємницьких структур регіону ( $g_2 x_1(t)$ ).

Тоді сумарні надходження до дохідної частини регіонального бюджету складуть:

$$B_r(t) = g_2 x_1(t) + S_b + c_r L_r(t), \quad (27)$$

які можуть бути розподілені на розвиток інфраструктури регіону:

$$B_{r_1}(t) = \xi B_r(t), 0 \leq \xi \leq 1. \quad (28)$$

Друга складова буде використана на підвищення рівня безпеки життєдіяльності (зокрема, на покращення криміногенної та екологічної ситуації):

$$B_{r_2}(t) = (1 - \xi) B_r(t). \quad (29)$$

Оцінку рівня безпеки життєдіяльності у динаміці  $z(t)$  розраховуємо з використанням такого співвідношення:

$$z(t) = z_0 \exp\{-k_5(B_{r_2}(t) - B_m)\}, \quad (30)$$

де,  $z_0$  – початкове значення показника;

$B_m$  – початкові темпи інвестицій у систему безпеки життєдіяльності;

$k_5$  – емпіричний коефіцієнт.

Представлені вище системи рівнянь, що описують динаміку та взаємозв'язок економічної та соціальної складових, використані для розроблення імітаційної динамічної моделі еволюції регіону на основі додатку SIMULINK пакета MATLAB.

На рис. 4 представлено основний модуль системно-динамічної моделі, де як підсистеми беруть участь економічні складові регіону (ПС 1), соціальна сфера регіону (ПС 2), блок прийняття збалансованих рішень про розподілення доходів та інвестицій у регіоні (ПС 3), блок держбюджетних ресурсів, що пов'язаний з економічною системою регіону, а також бюджетних інвестицій у регіон (ПС 4).

Кожна з підсистем (ПС 1–ПС 4) є складною системою зі своїми підсистемами, які описують вирішення основних функцій:

ПС 1 (рис. 5) відображає виробничу та банківську сфери діяльності економіки регіону, де також враховано ефекти її взаємодії із соціальною сферою;

ПС 2 (рис. 6) реалізує політику соціального розвитку та підвищення якості життя на основі інвестицій з держбюджету, економіки регіону, грошових надходжень від населення у вигляді сплати за комунальні послуги (зокрема, враховується потреба підвищення рівня безпеки життєдіяльності, розвитку інфраструктури регіону, професійної підготовки спеціалістів для економіки та корегування демографічної ситуації);

ПС 3 (рис. 7) є блоком управління розподіленням доходів економічної підсистеми та взаємодії економічної і соціальної підсистем регіону;

ПС 4 (рис. 8) є блоком взаємодії державного бюджету з економікою регіону та управління інвестиціями у регіон.

Для аналізування та оцінювання адекватності поведінки представленої імітаційної динамічної моделі як вихідні дані використані дані Головного управління статистики у Луганській області, Державної служби статистики України, а також офіційні дані Луганської обласної військово-цивільної адміністрації [7–12]. Також враховані наявні нормативні державні та регіональні нормативи з податкових та інших відрахувань у державний та регіональний бюджет [13], норми амортизації та відсоткові ставки за банківськими послугами.

У табл. 1 наведено вихідні дані по регіону та модельні розрахункові показники.

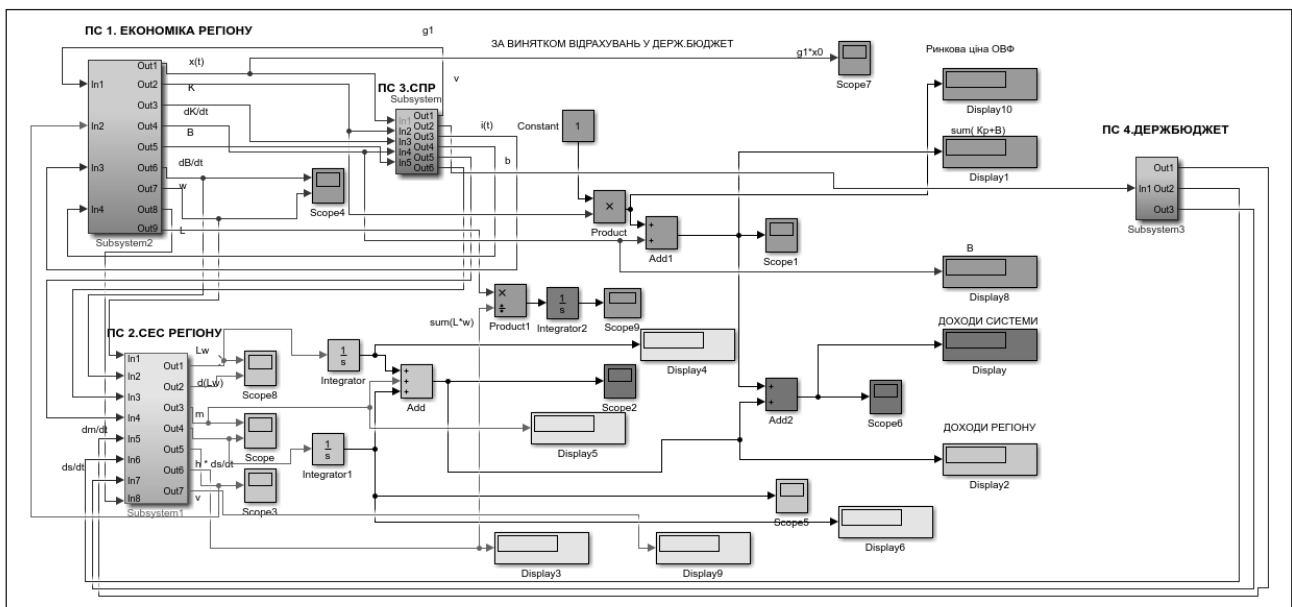


Рис. 4. Головний модуль системно-динамічної моделі регіону як СЕС

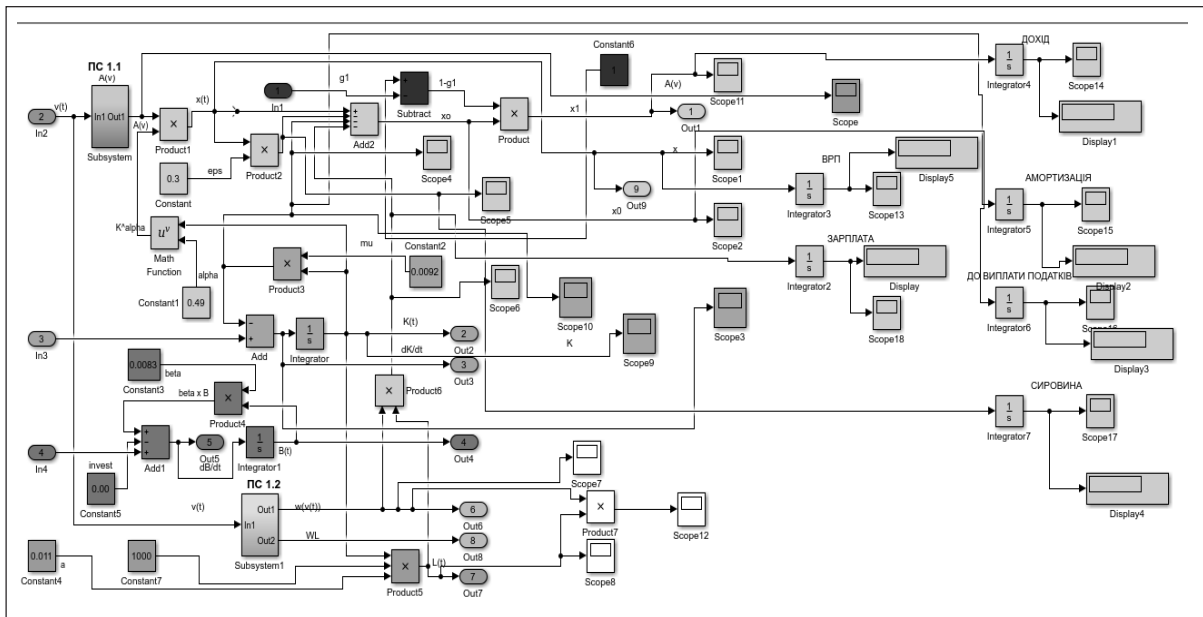


Рис. 5. Підсистема економічної складової регіону

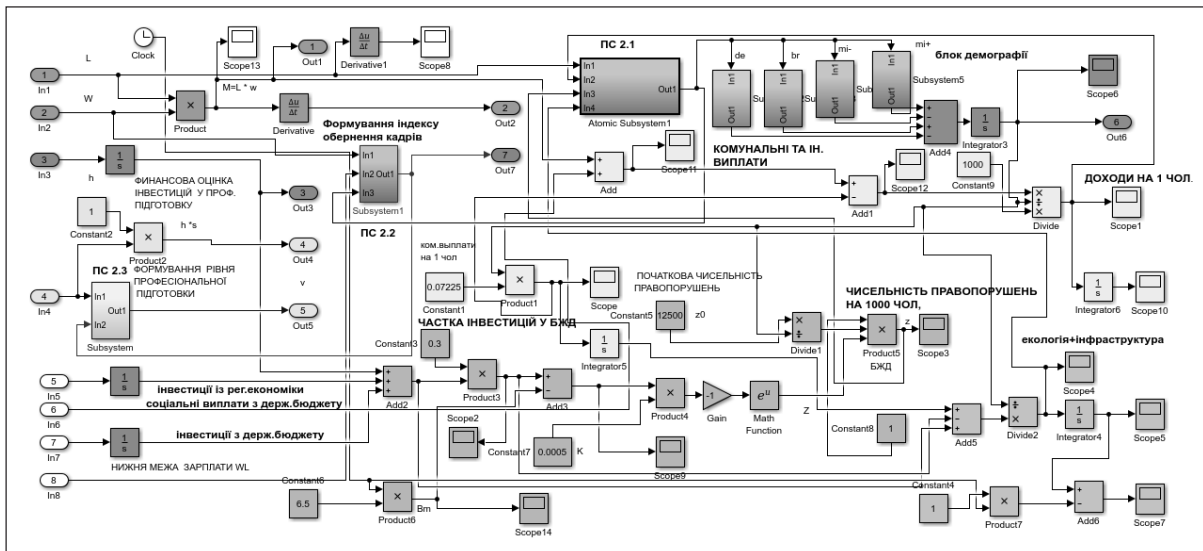


Рис. 6. Соціальна підсистема регіону

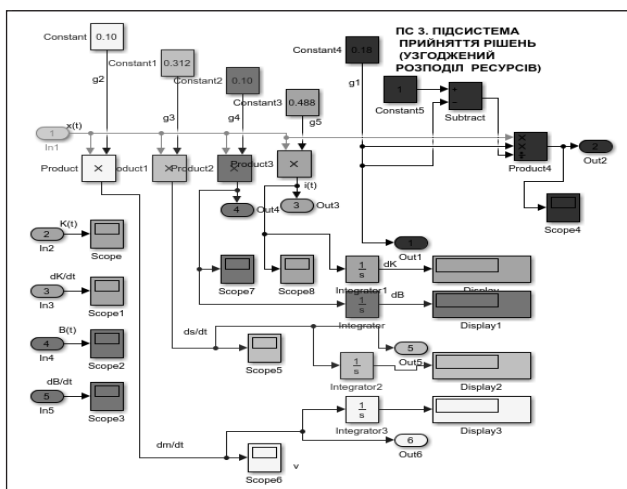


Рис. 7. Блок прийняття збалансованих рішень

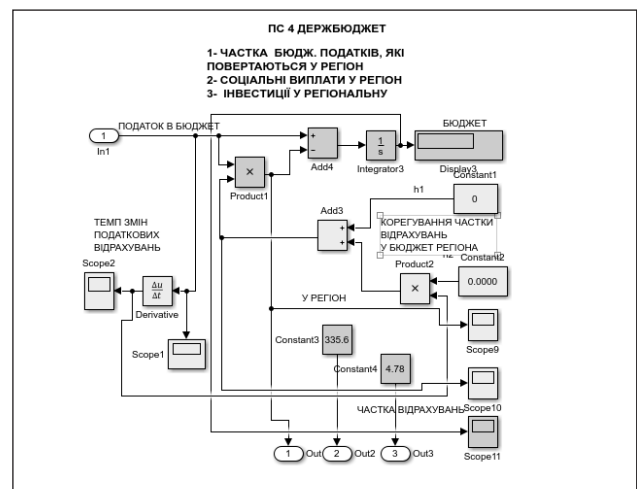


Рис. 8. Підсистема взаємодії державного бюджету і регіону

**Базові соціально-економічні показники розвитку регіону (за даними 2015 р.)**

Показники	Вихідні дані	Розрахункові дані
Економічне середовище		
Валовий регіональний продукт, млн. грн.	23 949	23 850
ВРП на 1 особу, тис. грн.	10,78	10,91
Основні засоби, млн. грн.	27 565	27 680
Норма амортизації, %	5,5	–
Банківський відсоток, %	10	–
Податок на прибуток, %	18	–
Обсяг комунальних виплат, млн. грн.	62,3	61,8
Податкові надходження до регіонального бюджету, млн. грн.	415	435,5
Продуктивність праці, тис. грн./р.	82	77,73
Соціальне середовище		
Кількість населення, тис. ос.	2 205	2 172
Кількість зайнятих в економіці, тис. ос.	306,3	306,7
Коефіцієнт обернення кадрів, %	30,8	29,2
Середньомісячна зарплата, грн.	3 427	3 490
Доходи на 1 ос./міс., грн.	1 240,21	1 243
Обсяг соціальних виплат з держбюджету, млн. грн.	2 045	–
Оплата комунальних послуг грн./міс. на 1 ос.	28,3	–
Народжуваність на 1 000 ос./міс.	0,51	0,57
Смертність на 1 000 ос./міс.	1,21	1,11
Міграція (виїзд) тис. ос./міс.	2,07	1,79
Міграція (в'їзд) тис. ос./міс.	0,017	0,035
Кількість правопорушень на 1 000 ос.	5,25	5,60

Джерело: розраховано авторами на основі [7–13]

Порівнюючи фактичні та розрахункові дані, можемо зробити висновок, що похибка складає менше 5%.

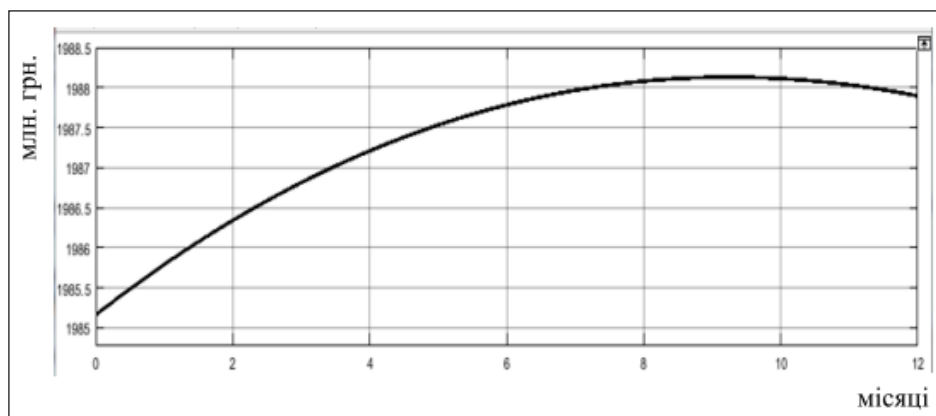
Перш за все є сенс порівняти соціально-економічні показники розвитку Луганської області з показниками розвитку сусідніх східних областей та із середніми показниками загалом по Україні (табл. 2).

До табл. 2 увійшли показники, які можна порівнювати один з одним, враховуючи особливі обставини розвитку Луганської області. Серед регіонів, з якими порівнюється динаміка розвитку аналізованої території, представлені Донецька, Харківська, Дніпропетровська, та Запорізька області.

Аналіз представлених тенденцій розвитку засвідчує, що як за економічними показниками, так і за показниками соціального розвитку Луганська область в останні три роки із зрозумілих причин має гранично низькі значення і по відношенню до середніх значень

по країні загалом, і по відношенню до інших аналізованих територій. Навіть Донецька область, яка має схожу ситуацію (відкритий війсьний конфлікт), за показниками валового регіонального продукту, щомісячного наявного доходу та капітальних інвестицій у розрахунку на одну особу перевищує значення цих показників по Луганській області у 1,5–2 рази. Винятком є статистика злочинності, адже тут представлена позитивна динаміка, але вона пояснюється тим, що відсутні дані про кількість злочинів на невідконтрольних Україні територіях.

Крім того, помісячний аналіз динаміки процесів, що відбуваються в регіоні у 2015 р., свідчить про превалювання негативних тенденцій як в економічній, так і в соціальній сферах. Лакмусовим папірцем у цьому разі слугують динаміка валового регіонального продукту (рис. 9) та сума помісячного середньодушового доходу (рис. 10).



**Рис. 9. Помісячна динаміка ВРП у 2015 р., млн. грн.**

Джерело: розраховано авторами

## Соціально-економічні показники розвитку східних регіонів України

Регіони	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.
Валовий регіональний продукт на душу населення, грн.					
Україна	32 002,00	33 473,00	36 904,00	46 413,00	47 770,40
Дніпропетровська обл.	44 650,00	46 333,00	53 749,00	65 897,00	66 285,67
Донецька обл.	38 907,00	37 830,00	27 771,00	26 864,00	27 587,33
Запорізька обл.	30 656,00	30 526,00	37 251,00	50 609,00	50 226,76
Луганська обл.	25 950,00	24 514,00	14 079,00	10 778,00	13 623,10
Харківська обл.	29 972,00	31 128,00	35 328,00	45 816,00	47 927,87
Середньомісячна заробітна плата					
Україна	3 026,00	3 265,00	3 480,00	4 195,00	5 183,00
Дніпропетровська обл.	3 138,00	3 336,00	3 641,00	4 366,00	5 075,00
Донецька обл.	3 496,00	3 755,00	3 858,00	4 980,00	5 989,00
Запорізька обл.	2 927,00	3 142,00	3 432,00	4 200,00	5 080,00
Луганська обл.	3 090,00	3 337,00	3 377,00	3 427,00	4 637,00
Харківська обл.	2 753,00	2 975,00	3 143,00	3 697,00	4 448,00
Наявний дохід на одну особу, грн.					
Україна	2 100,53	2 226,62	2 231,84	2 587,03	2 967,51
Дніпропетровська обл.	2 397,63	2 525,05	2 669,68	3 200,32	3 621,53
Донецька обл.	2 444,72	2 587,38	2 186,20	1 716,28	1 619,53
Запорізька обл.	2 258,97	2 365,68	2 515,15	2 962,23	3 509,82
Луганська обл.	2 002,01	2 132,53	1 649,03	1 240,21	993,31
Харківська обл.	2 072,50	2 174,85	2 189,50	2 621,59	3 047,31
Капітальні інвестиції в розрахунку на 1 особу, грн.					
Україна	6 467,10	5 908,90	5 122,90	6 399,90	8 451,60
Дніпропетровська обл.	6 798,90	6 457,80	6 204,00	7 944,90	10 239,50
Донецька обл.	7 248,40	6 421,50	3 054,00	1 945,60	2 806,00
Запорізька обл.	4 030,00	3 842,70	3 974,10	4 431,10	6 323,70
Луганська обл.	3 638,30	5 067,90	2 347,00	932,90	1 877,40
Харківська обл.	5 410,80	3 409,90	2 954,60	4 151,10	6 141,10
Кількість зареєстрованих злочинів к розрахунку на 10 000 населення, випадків					
Україна	97	124	123	132	139
Дніпропетровська обл.	124	153	147	154	143
Донецька обл.	111	133	130	81	70
Запорізька обл.	141	171	190	238	275
Луганська обл.	116	178	133	57	56
Харківська обл.	112	128	117	151	187

Джерело: [9; 10]

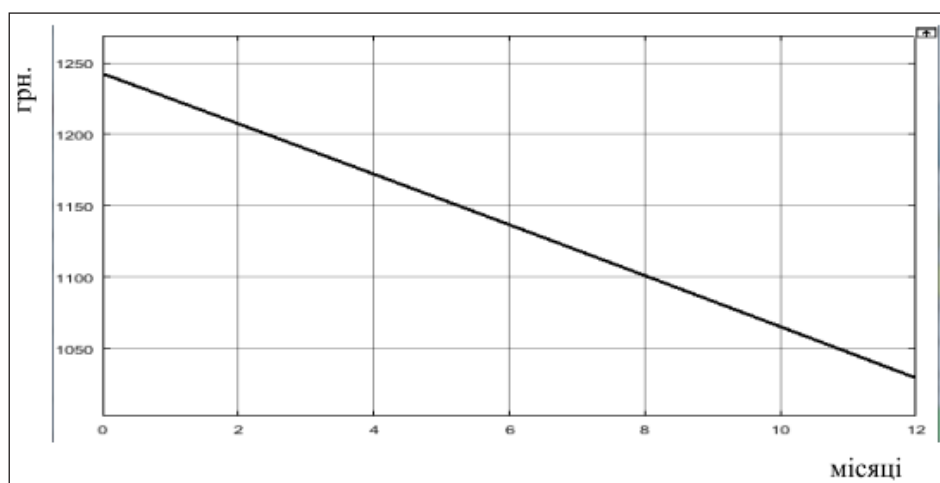


Рис. 10. Місячний грошовий дохід на 1 мешканця регіону у 2015 р., грн.

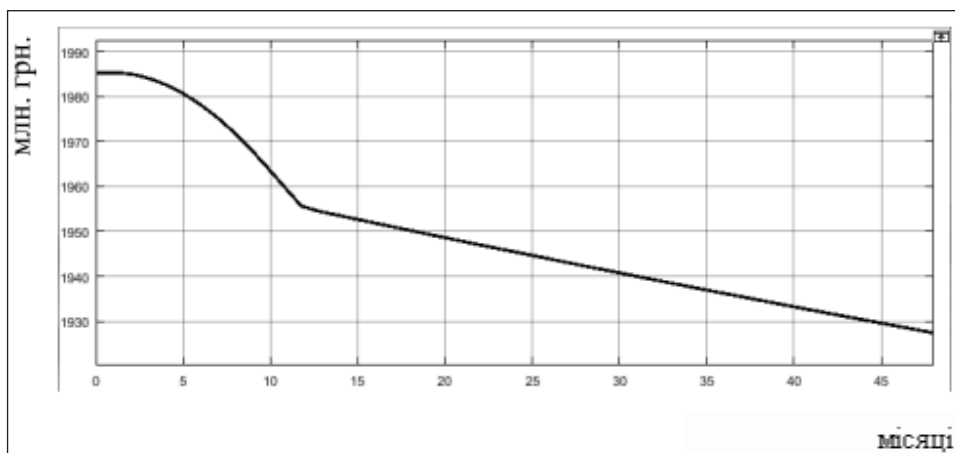
Джерело: розраховано авторами



Саме 2015 р. розглядається як базовий для проведення розрахунків, адже ні 2012 р., ні 2013 р., ні тим паче 2014 р. (рік початку АТО на Донбасі) не можуть стати реальною основою для прогнозування подальшої економічної та соціальної ситуації в Луганській області.

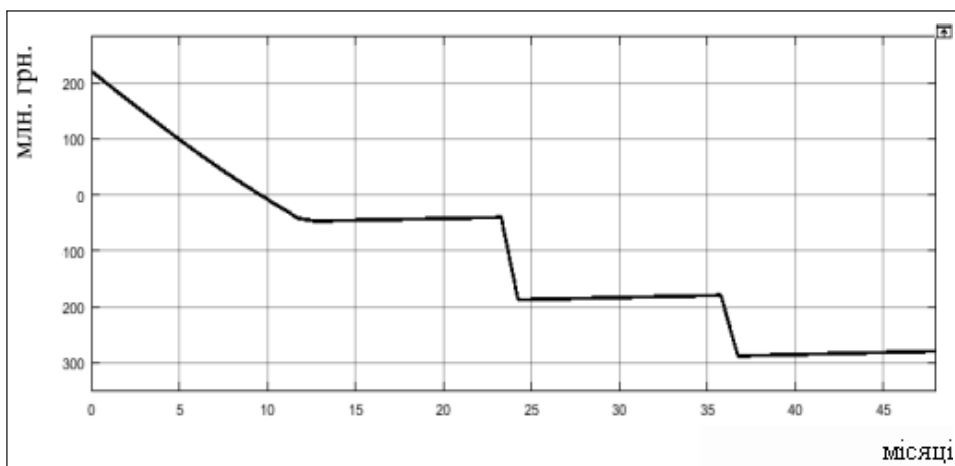
Для побудови прогнозу сформовано два сценарії розвитку.

*Перший сценарій* (рис. 11, 12) передбачає збільшення обсягів інвестування на відновлення та часткову модернізацію технологій виробництва (помісячні обсяги інвестицій складають 100 млн. грн. з 2016 р.).



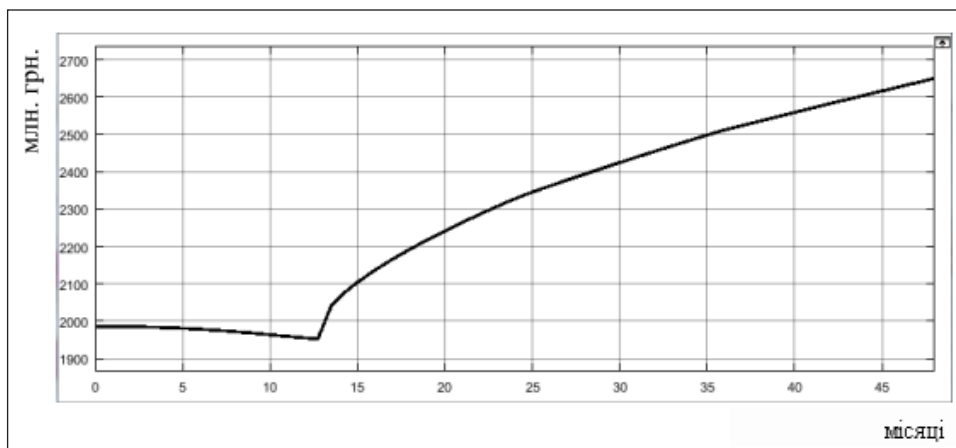
**Рис. 11. Помісячна прогнозна динаміка ВРП за умови інвестування в модернізацію наявних технологій**

Джерело: розраховано авторами



**Рис. 12. Фінансовий результат суб'єктів економічної діяльності регіону до оподаткування**

Джерело: розраховано авторами



**Рис. 13. Помісячна прогнозна динаміка ВРП за умови інвестування в інновації та освіту**

Джерело: розраховано авторами

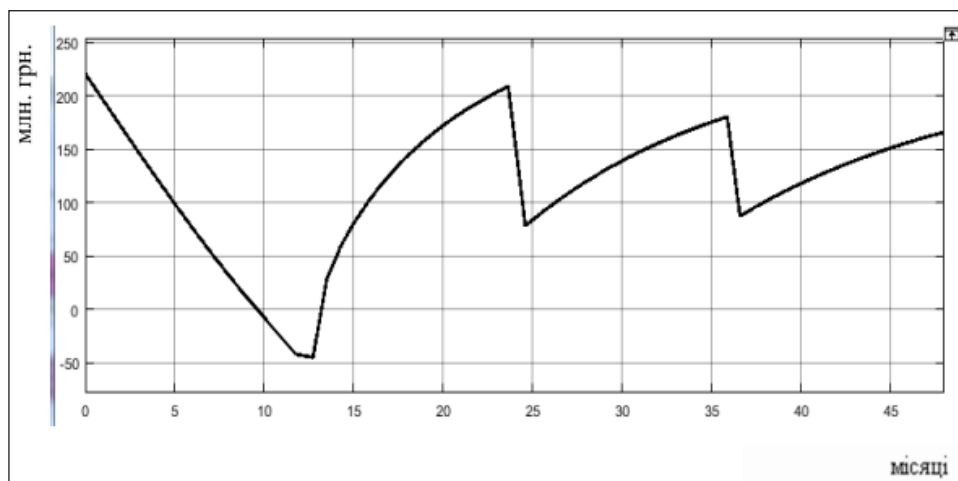


Рис. 14. Фінансовий результат суб'єктів економічної діяльності до оподаткування

Джерело: розраховано авторами

Другий сценарій (рис. 13, 14) передбачає якісно новий підхід, інвестиції в інноваційну діяльність, у сферу професійної освіти для підготовки фахівців, загребуваних у регіоні (помісячні інвестиції такі: 25 млн. грн. на інноваційну діяльність; 5 млн. грн. на розвиток професійної освіти з 2016 р.).

За результатами розрахунків виявлено, що для Луганської області перспективним є саме другий варіант, який передбачає якісну перебудову системи економічних відносин, збалансування ринку праці та інвестиції в людський капітал, що є об'єктивною умовою налагодження соціального діалогу між органами влади, бізнесом та населенням регіону.

**Висновки.** У ході проведеного дослідження побудовано та запропоновано до використання економіко-

математичну модель, що відображає наявні економічні відносини в регіоні. Представлена модель враховує всі складові економічного розвитку території, зокрема показники, які характеризують наявний соціальний діалог між владою, бізнесом та населенням регіону.

Апробація моделі, здійснена за даними розвитку Луганської області, продемонструвала її дієздатність та можливість використання на практиці. За результатами апробації визначено, що поточні тенденції розвитку наявної системи економічних відносин є неперспективними та такими, що призведуть до катастрофічних соціальних наслідків. В результаті представлено альтернативний сценарій розвитку, який передбачає інвестиції в розвиток інноваційної діяльності та у сферу професійної освіти регіону.

#### Список використаних джерел:

1. Реутов В. Сценарне моделювання регіонального розвитку. Інвестиції: практика та досвід. 2010. № 5. С. 29–35.
2. Дума Л. Імітаційне моделювання прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів України в умовах нестационарності. Науковий вісник НЛТУ України. Серія: Економіка. 2017. Вип. 27. № 2. С. 174–177.
3. Гуменюк В., Ярошевич Н. Переваги та недоліки застосування функції Кобба-Дугласа як інструменту управління виробничими ресурсами транспортних підприємств. Вісник національного університету «Львівська політехніка». 2000. № 391. С. 157–162.
4. Сюдсетер К., Стрем А., Берк П. Справочник по математике для экономистов / пер. с норв. под ред. Е. Смирновой. Санкт-Петербург: Экономическая школа, 2000. 229 с.
5. Колемаев В. Математическая экономика: учебник. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 345 с.
6. Solow R.M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics. 1956. № 70. P. 65–94.
7. Статистичний щорічний Луганської області за 2016 р. / за ред. Д. Протопопова. Северодонецьк: Головне управління статистики у Луганській області, 2017. 423 с.
8. Праця в Луганській області у 2016 році: статистичний збірник / за ред. О. Овчиннікової. Северодонецьк: Головне управління статистики у Луганській області, 2017. 140 с.
9. Регіони України – 2017: статистичний щорічник. Ч. 1 / за ред. І. Вернера. Київ: Державна служба статистики України, 2017. 323 с.
10. Регіони України – 2017: статистичний щорічник. Ч. 2 / за ред. І. Вернера. Київ: Державна служба статистики України, 2017. 687 с.
11. Вісник Луганщини: газета Луганської облдержадміністрації – обласної військово-цивільної адміністрації. 2016. № 36(40). 12 с.
12. Вісник Луганщини: газета Луганської облдержадміністрації – обласної військово-цивільної адміністрації. 2015. № 4. 32 с.
13. Податковий кодекс України. Київ: ДП «СВЦ», 2018. 400 с.