

СИМУЛЬТАТИВНА МОДЕЛЬ ВИРОБНИЦТВА  
ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА В УКРАЇНІSIMULTATIVE MODEL OF PRODUCTION  
OF UKRAINE'S ANIMAL HUSBANDRY PRODUCTS

Аграрна політика є важливою ланкою державного регулювання економіки, адже за умови проведення ефективних політичних заходів спроможна створити умови і допомогти розвитку економіки сільського господарства, забезпечити продовольчу безпеку та дати поштовх для розвитку територій. У статті розглянуто доцільність використання систем одночасних рівнянь, методів оцінювання симулятивної моделі. Доведено доцільність використання симулятивних моделей під час підготовки та проведення структурних перетворень. У статті проведений аналіз впливу ключових чинників розвитку сфери виробництва продукції тваринництва в Україні. Доведено, що симулятивна модель є дієвим інструментом визначення пріоритетів аграрної політики. Визначено ключові залежності між ендогенним та екзогенними чинниками функціонування сфери виробництва продукції тваринництва в Україні. Сформуовано напрями подальших розробок щодо застосування сучасних економетричних моделей в економіці та аграрному секторі України.

**Ключові слова:** симулятивна модель, аграрна політика, сільське господарство, продукція тваринництва, структурне перетворення.

*Аграрная политика является важным звеном государственного регулирования эко-*

*номики, так как при условии проведения эффективных политических мер способна создать условия и помочь развитию экономики сельского хозяйства, обеспечить продовольственную безопасность и дать толчок для развития территорий. В статье рассмотрена целесообразность использования систем одновременных уравнений, методов оценки симулятивной модели. Доказана целесообразность использования симулятивных моделей во время подготовки и проведения структурных преобразований. В статье проведен анализ влияния ключевых факторов развития сферы производства продукции животноводства в Украине. Доказано, что симулятивная модель является действенным инструментом определения приоритетов аграрной политики. Определены ключевые зависимости между эндогенным и экзогенными факторами функционирования сферы производства продукции животноводства в Украине. Сформулированы направления дальнейших разработок по применению современных эконометрических моделей в экономике и аграрном секторе Украины.*

**Ключевые слова:** симулятивна модель, аграрная политика, сельское хозяйство, продукция животноводства, структурные преобразования.

УДК 519.23:338.43

<https://doi.org/10.32843/infrastructure36-83>

**Жерліцин Д.М.**

д.е.н., доцент,  
професор кафедри  
економічної кібернетики  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України

**Чабаненко І.С.**

студент  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України

*Agricultural policy is an important element of the state regulation of the economy. As a subject to effective political measures, it can create conditions and help to develop the agricultural economy, ensure food security and give impulse to the development of territories. The article discusses the feasibility of using systems of simultaneous equations, methods for evaluating the simulative model. The expediency of using simulative models during the preparation and conduct of structural transformations is proved. Therefore, the purpose of the paper is modeling the impact of structural elements of the development of production of the animal husbandry products on the basis of modern methods of econometric analysis, as well as to prove the feasibility of using simulative models in the preparation and decision making in the agricultural sector of Ukraine. The article analyzes the influence of key factors on the development of the animal husbandry production in Ukraine. It is proved that the sympathetic model is an effective tool for determining the priorities of agricultural policy. The key dependencies between endogenous and exogenous factors of the functioning of the sphere of the animal husbandry production in Ukraine are determined. The directions of further developments on the application of modern econometric models in the economy and agricultural sector of Ukraine are formulated. Carrying out the analysis of key features of the production of the animal husbandry products in Ukraine and in addition to the high significance of the simulative models. The results of evaluating the parameters of the simulative model of the production of the animal husbandry product in Ukraine show the effectiveness of the payback financial instruments for the farmer and related investments in increasing the number of agricultural machineries. Subsequent results and model of performance management are fully determined by the increase in the number of endogenous and additional estimates of the statistically significant parameters. These models are used in the control and managerial analysis of the agricultural policy investigation, which are related to production the animal husbandry products.*

**Key words:** simulative model, agricultural policy, agriculture, husbandry products, structural transformation.

**Постановка проблеми.** Аграрна політика є важливою ланкою державного регулювання економіки, адже за умови проведення ефективних політичних заходів спроможна створити умови і сприяти розвитку економіки сільського господарства, забезпечити продовольчу безпеку та дати поштовх для розвитку територій. Зважаючи на те, що кожне політичне рішення має різні результати, дуже важливо вміти їх прогнозувати, оцінювати та своєчасно коригувати ці заходи, щоб отримати найефективніші для суспільства та країни рішення. Отже, в наш час досить актуальним є питання формування методів підготовки управ-

лінських рішень в аграрній сфері, зокрема сфері виробництва продукції тваринництва, застосування моделей та проектування їх побудови.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання моделювання на оцінки параметрів державної політики в аграрній та фінансовій сферах розглядають багато вітчизняних дослідників, таких як С.І. Дем'яненко, О.В. Нів'євський [2], І.Г. Лук'яненко, Р.Б. Семко [5; 6], Д.В. Шиян [9], В.Л. Петренко [7] тощо. Проте, віддаючи належне вказаним розробкам, потрібно відзначити, що не вирішеним залишається питання визначення та наукового обґрунтування ключових структурних

залежностей показників розвитку вітчизняного виробництва продуктів тваринництва. Тобто важливою залишається проблема інформаційно-аналітичного обґрунтування синергічного ефекту для сільського господарства від реалізації управлінських рішень на загальнодержавному та регіональному рівнях, що і визначило постанову мети та завдань цього дослідження.

**Постановка завдання.** Метою дослідження є моделювання впливу структурних елементів розвитку сфери виробництва продуктів тваринництва на основі сучасних методів економетричного аналізу, а також доведення доцільності використання симульативних моделей під час підготовки та прийняття рішень в аграрній сфері України.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для оцінки структурних перетворень в економіці використовуються різні типи та різновиди економетричних моделей. Одним із напрямів сучасних досліджень впливу структурних перетворень у сільському господарстві, зокрема у виробництві продукції тваринництва, можуть виступати моделі часткової та повної рівноваги.

Для оцінки результатів реформ та прийнятих управлінських рішень доцільно застосовувати регресійний аналіз та його сучасну реалізацію – системи структурних (одночасних) рівнянь. Для опису вищезгаданих систем та пояснення механізму їхнього функціонування не досить побудови одиничних рівнянь регресії. Для складних соціально-економічних систем і процесів значення залежної змінної ( $y$ ) зазвичай формується під впливом зовнішніх факторів, що одночасно впливають і на пояснювальні змінні ( $x$ ). Це приводить до того, що отримана модель є неповною, а відповідно, її необхідно доповнювати оцінками, в яких у ролі пояснювальних змінних були б значення  $x$  з інших рівнянь, що відображають залежності пов'язаних процесів. Такі системи називаються системами одночасних рівнянь [4; 1]. Ці системи мають не одну залежну змінну, а цілий їх набір. Вони краще відображають складні економічні об'єкти, на які впливають ендогенні (внутрішні) та екзогенні (зовнішні) чинники, а саме:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + b_{13}y_3 + \dots + b_{1n}y_n + \\ + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m + \varepsilon_1, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + \dots + b_{2n}y_n + \\ + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m + \varepsilon_2, \\ y_3 = b_{31}y_1 + b_{32}y_2 + \dots + b_{3n}y_n + \\ + a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{3m}x_m + \varepsilon_3, \\ \dots \\ y_n = b_{n1}y_1 + b_{n2}y_2 + \dots + b_{nn}y_n + \\ + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m + \varepsilon_n, \end{cases} \quad (1)$$

Для оцінки систем одночасних рівнянь типу (1) неможливо застосовувати метод найменших квадратів у класичній постановці, оскільки в систе-

мах одночасних рівнянь порушується найголовніша умова регресійного аналізу, а саме наявності екзогенні регресори. Це призводить до зміщеності та неспроможності. Для оцінки систем одночасних рівнянь застосовують такі методи: непрямий метод найменших квадратів (КМНК, ILS), що полягає у необхідності оцінки структурних коефіцієнтів та застосовується для ототожнених моделей; двокроковий метод найменших квадратів (ДМНК, TSLS, 2SLS) та трьохкроковий метод найменших квадратів (ТМНК, 3SLS) – застосовується для перетотожнених моделей; метод максимальної правдоподібності з повною інформацією (FIML) [1].

Використання системи одночасних рівнянь (1) та принципів модулювання складних соціально-економічних процесів, що сформульовано у роботах [2; 6; 7], визначає необхідність дослідження структурних складових частин виробництва продукції тваринництва у вигляді такої системи рівнянь:

$$\begin{cases} y_{1t} = a_{10} + a_{11}x_{1t} + a_{12}x_{2t} + b_{11}y_{4t} + \varepsilon_{1t} \\ y_{2t} = a_{20} + a_{21}x_{3t} + a_{22}x_{4t} + b_{21}y_{3t} + \varepsilon_{2t} \\ y_{3t} = a_{30} + a_{31}x_{4t} + a_{32}x_{5t} + b_{31}y_{4t} + \varepsilon_{3t} \\ y_{4t} = a_{40} + a_{41}x_{6t} + a_{42}x_{7t} + b_{41}y_{1t} + \varepsilon_{4t} \end{cases} \quad (2)$$

де  $y_1$  – виробництво молока, кг.;  $y_2$  – виробництво м'яса, кг.;  $y_3$  – виробництво яєць,  $y_4$  – загальна кількість сільськогосподарської техніки для тваринництва, одиниць;  $x_1$  – поголів'я великої рогатої худоби, голів;  $x_2$  – споживання молока, кг. на одну особу;  $x_3$  – кількість свиней, голів;  $x_4$  – кількість птиці, голів;  $x_5$  – споживання яєць,  $x_6$  – обсяг фінансової підтримки фермерських господарств на поворотній основі, тис. грн.;  $x_7$  – удій молока з однієї корови, кг.

Під час перевірки виконання необхідної умови ідентифікації ми побачили, що всі рівняння системи є тотожними (табл. 1). Тобто у подальшому дослідженні вибрано двоколовий метод найменших квадратів для оцінювання параметрів відповідної моделі.

Для оцінки коефіцієнтів моделі було використано програмне забезпечення автоматизації роботи з пакетом R-project – RStudio. RStudio – вільне середовище розробки програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом для мови програмування R, який призначений для статистичної обробки даних і роботи з графікою. Спеціальний пакет для R «systemfit» – основний програмний інструмент, який забезпечує роботу, що необхідна для симульативного моделювання, зокрема реалізації двокрокового методу найменших квадратів [8].

На базі офіційної інформації Державної служби статистики України у розрізі окремих областей за 2017 рік [3] щодо значень змінних моделі (2) отримано такий результат моделювання структурних складників виробництва продукції тваринництва (табл. 2).

Умова порядку для симульвативної моделі динаміки виробництва продукції тваринництва в Україні

№ рівняння	Число екзогенних змінних, відсутніх в рівнянні, D	Число ендогенних змінних, присутніх в рівнянні, H	Ідентифікація
1	5	2	D+1 > H - переототоженне
2	5	2	D+1 > H - переототоженне
3	5	2	D+1 > H - переототоженне
4	5	2	D+1 > H - переототоженне

Таблиця 2

Результати оцінки параметрів симульвативної моделі

Результати пакету "systemfit"							
метод: ДМНК							
	<i>N</i>	<i>DF</i>	<i>SSR</i>	<i>detRCov</i>	<i>OLS-R2</i>	<i>McElroy-R2</i>	
system	96	80	7605572	1.74677e+16	0.771462	0.960933	
	<i>N</i>	<i>DF</i>	<i>SSR</i>	<i>MSE</i>	<i>RMSE</i>	<i>R2</i>	<i>Adj R2</i>
eq1	24	20	37889.68	1894.484	43.5257	0.943320	0.934819
eq2	24	20	8763.54	438.177	20.9327	0.972648	0.968545
eq3	24	20	2903148.71	145157.436	380.9953	0.575897	0.512281
eq4	24	20	4655769.81	232788.491	482.4816	0.817025	0.789579

\* авторське узагальнення на основні результати, що отримані у середовищі R-Studio на базі даних [3]

З одержаних результатів (табл. 2) можна бачити, що симульвативна модель із чотирьох рівнянь досить адекватно визначає взаємозалежності показників моделі (2). Зокрема, значення загального коефіцієнта детермінації (*OLS-R2*) дорівнює 0,771462. З даних табл. 2 також можна побачити, що рівняння є адекватними та майже всі екзогенні змінні згідно з *t*-статистикою є значущими. Коефіцієнт детермінації першого рівняння становить 0,943, другого – 0,972, третього – 0,575 і четвертого – 0,817.

Отже, згідно з аналітичними оцінками двокроковим методом найменших квадратів можна визначити такі структурні залежності щодо виробництва продукції тваринництва в Україні:

$$\begin{cases} y_{1t} = -172,1547 + 2,3002x_{1t} + \\ + 0,8886x_{2t} + 0,0466y_{4t} + \varepsilon_{1t} \\ y_{2t} = 1,4343 + 0,2058x_{3t} + \\ + 0,0156x_{4t} - 0,0788y_{3t} + \varepsilon_{2t} \\ y_{3t} = -52,8654 + 0,0288x_{4t} + \\ + 0,7392x_{5t} + 0,0656y_{4t} + \varepsilon_{3t} \\ y_{4t} = -3876,52 + 0,1232x_{6t} + \\ + 0,8192x_{7t} + 2,6719y_{1t} + \varepsilon_{4t} \end{cases} \quad (3)$$

Проведемо короткий сутнісний аналіз визначених коефіцієнтів.

За збільшення поголів'я великої рогатої худоби на 1 тисячу голів за інших незмінних чинників виробництво молока зростає в середньому на 2300 т. За збільшення споживання молока на

1 кг в розрахунку на одну особу виробництво молока зростає в середньому на 888 т. За збільшення кількості техніки в сільських господарствах на 1 тис. одиниць виробництво молока зростає в середньому на 46 т.

За збільшення кількості свиней на 1 тисячу голів виробництво м'яса зростає в середньому на 205,8 т. За збільшення кількості птахів на 1 тис. голів виробництво м'яса в середньому зростає на 15,6 т. За збільшення виробництва яєць на 1 тис. т виробництво молока в середньому зменшиться на 78,8 т.

За збільшення кількості птахів на 1 тис. голів виробництво яєць у середньому зростає на 28800 шт. За збільшення споживання яєць на 1 млн. шт виробництво яєць середньому збільшиться на 739200 шт. За збільшення кількості техніки в сільських господарствах на 1 одиницю виробництво яєць збільшиться в середньому на 65600 шт.

За збільшення фінансової підтримки державною фермерських господарств на 1 тисячу гривень кількість техніки зростає у середньому на 0,1232 одиниць.

Збільшення середньорічного удою молока від однієї корови на 1 кг пов'язано зі збільшенням кількості сільськогосподарської техніки на 0,8192 одиниць. За збільшення обсягів виробництва молока на 1 тис. т відбувається збільшення кількості техніки на 2,6719 одиниць.

Як можемо побачити, фінансова допомога фермерським господарствам на поворотній основі

має позитивний вплив на виробництво продукції тваринництва та дає можливість збільшити обсяг техніки сільськогосподарського призначення.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Проведений аналіз ключових чинників виробництва продукції тваринництва в Україні довів доцільність та високу значущість використання симультаивних моделей. Результати оцінки параметрів симультаивної моделі виробництва продукції тваринництва в Україні показав ефективність використання інструментів фінансової підтримки фермерських господарств на поворотній основі та вкладень у збільшення кількості одиниць сільськогосподарської техніки. Подальші дослідження та моделювання процесів підготовки та прийняття управлінських рішень доцільно будувати з урахуванням розширення кількості ендогенних та екзогенних значущих змінних.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Айвазян С.А., Фантаццини Д. Эконометрика-2: продвинутый курс с приложениями в финансах: учебник. М.: Магистр: Инфра-М, 2014. 944 с.
2. Дем'яненко С.І., Нів'євський О.В. Кількісний аналіз та моделювання аграрних ринків. К: КНЕУ, 2008. 424 с.
3. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення 21.10.2019 р.).
4. Лещинський О.Л., Рязанцева В.В., Юнькова О.О. Эконометрия : навч. посіб. К.: МАУП, 2003. 208 с.
5. Лук'яненко І.Г., Семко Р.Б. Прогнозування наслідків економічної політики за допомогою моделі загальної рівноваги. *Актуальні Проблеми Економіки*. 2012. № 1. С. 303–319.
6. Лук'яненко І.Г., Семко Р.Б. Особливості побудови динамічної стохастичної моделі загальної рівноваги для аналізу економіки України. *Міжнародний науковий журнал «Економічна кібернетика»*. Донецьк, ДонНУ, 2010. № 4–6(64–66). С. 48–59.
7. Петренко В.Л., Жерлицын Д.М. Макроэкономическая оценка налогового бремени в Украине. *Вісник Донецького університету. Серія В. Економіка і право*. Донецьк: ДонНУ, 2001. № 1. С. 187–192.
8. Шитиков В.К., Мастицкий С.Э. Классификация, регрессия и другие алгоритмы Data Mining с использованием R. 2017. 351 с.
9. Шиян Д.В. Циклічність у формуванні сталого розвитку сільського господарства : монографія. Х.: ХНАУ, 2011. 307 с.

#### REFERENCES:

1. Aivazian S.A., Fantatsyn D. (2014) *Ekonometryka-2: prodvynutyi kurs s prylozhenyamy v fynansakh: uchebnyk* [Econometrics-2: advanced course with applications in finance: a textbook]. Moscow.: Magistr: Infra-M. (in Russian)
2. Demianenko S.I., Niv'ievskiy O.V. (2008) *Kilkisnyi analiz ta modeliuvannia ahparnykh rynkiv* [Quantitative Analysis and Modeling of Aggregate Markets]. K: KNEU. (in Ukrainian)
3. Depzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [Ukrainian statistical statistical office]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (in Ukrainian) (accessed 21 October 2019).
4. Leshchynskiy O.L., Piazantseva V.V., Yunkova O.O. (2003) *Ekonometriia: navch. posib.* [Econometrics: a textbook]. K.: MAUP. (in Ukrainian).
5. Luk'ianenko I.H., Semko P.B. (2012) *Prohnozuвання naslidkiv ekonomichnoi polityky za dopomohoiu modeli zahalnoi rivnovahy* [Predicting the effects of economic policy on the basis of a model of general equilibrium]. *Aktualni Ppoblemy Ekonomiky* [Actual Problems of Economics]. no. 1, pp. 303–319.
6. Luk'ianenko I.H., Semko P.B. (2010) *Osoblyvosti pobudovy dynamichnoi stokhastychnoi modeli zahalnoi pivnovahy dlia analizu ekonomiky Ukrainy* [Features of the construction of a dynamic stochastic model of general equilibrium for analysis of the economy of Ukraine]. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal "Ekonomichna kibernetyka"* [International journal "Economic Cybernetics"]. Donetsk: DonNU, no. 4–6(64–66), pp. 48–59.
7. Petrenko V.L., Zherlytsyn D.M. (2001) *Makroekonomycheskaia otsenka nalohovoho bremeny v Ukraine* [Macroeconomic assessment of tax burden in Ukraine]. *Visnyk Donetskoho universytetu. Seriya V. Ekonomika i pravo* [Bulletin of Donetsk University. Series III. Economics and Law]. Donetsk: DonNU, no. 1, pp. 187–192.
8. Shytykov V.K., Mastyskyi S.E. (2017) *Klasyfikatsiya, rehressiya y druhye alhorytmy Data Mining s ispolzovanyem R* [Classification, regression and other Data Mining algorithms with R]. (in Russian)
9. Shyian D.V. (2011) *Tsyklichnist u formuvanni staloho rozvytku silskoho hospodarstva : monohrafiia.* [Cyclicity in the formation of sustainable agriculture: a monograph]. Kh.: KhNAU. (in Ukrainian)

**Zherlitsyn Dmytro**Doctor of Economic Sciences, Associate Professor,  
Professor of the Economic Cybernetics Department  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine**Chabanenko Iryna**Student  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine**SIMULTATIVE MODEL OF PRODUCTION OF UKRAINE'S ANIMAL HUSBANDRY PRODUCTS**

**The purpose of the article.** Agricultural policy is an important element of the state regulation of the economy. As a subject to effective political measures, it can create conditions and help to develop the agricultural economy, ensure food security and give impulse to the development of territories. The article discusses the feasibility of using systems of simultaneous equations, methods for evaluating the simultative model. The expediency of using semultative models during the preparation and conduct of structural transformations is proved. Therefore, the purpose of the paper is modeling the impact of structural elements of the development of production of the animal husbandry products on the basis of modern methods of econometric analysis, as well as to prove the feasibility of using simultative models in the preparation and decision making in the agricultural sector of Ukraine.

**Methodology.** This article is based on the theoretical principles and methods of statistics and econometrics analysis; the system approach methods of defining the key husbandry products production features and agricultural policy. The study presents a statistical hypothesis and their prove. The functions of R-programming are used in the paper as the main tools of the quality estimation and results interpretation. The article applies different computational tools together with the econometrics tests and uses the recent data sets for Ukrainian agricultural trends.

**Results.** The article analyzes the influence of key factors on the development of the animal husbandry production in Ukraine. It is proved that the sympathetic model is an effective tool for determining the priorities of agricultural policy. The key dependencies between endogenous and exogenous factors of the functioning of the sphere of the animal husbandry production in Ukraine are determined. The directions of further developments on the application of modern econometric models in the economy and agricultural sector of Ukraine are formulated.

**Practical implications.** Carrying out the analysis of key features of the production of the animal husbandry products in Ukraine and in addition to the high significance of the simultative models. The results of evaluating the parameters of the simultative model of the production of the animal husbandry product in Ukraine show the effectiveness of the payback financial instruments for the farmer and related investments in increasing the number of agricultural machineries. Subsequent results and model of performance management are fully determined by the increase in the number of endogenous and additional estimates of the statistically significant parameters. These models are used in the control and managerial analysis of the agricultural policy investigation, which are related to production the animal husbandry products.

**Value/originality.** Implementation of the proposed measures will increase the results of the state government decision in agricultural sector of Ukrainian economy. As a result, state and regional planning and control systems effectiveness for the agricultural sector will be improved.