

УДК 519.863:332.37:625.537

Г. І. Великоіваненко,

к. ф. м. н., професор, завідувач кафедри математичного моделювання та статистики,

ДВНЗ "Київський національний економічний університет, імені Вадима Гетьмана"

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6326-3965>

О. В. Ткач,

к. е. н., доцент, доцент кафедри математичного моделювання та статистики,

ДВНЗ "Київський національний економічний університет, імені Вадима Гетьмана"

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0028-8449>

DOI: 10.32702/2306-6792.2024.24.103

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОТИЕРОЗІЙНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ ҐРУНТІВ

G. Velykoivanenko,

PhD in Physics and Mathematics, Professor, Head of the Department of Mathematical Modeling and Statistics,

Vadym Hetman Kyiv National Economic University

O. Tkach,

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematical Modeling and Statistics,

Vadym Hetman Kyiv National Economic University

THE MATHEMATICAL MODEL OF THE ECONOMIC PROCESSES OF ANTI-EROSION SOIL AMELIORATION

Збереження та покращення стану земельних ресурсів сприяє пом'якшенню наслідків зміни клімату. Тобто збереження родючості ґрунтів є важливою глобальною проблемою. Україна є важливою ланкою забезпечення глобальної продовольчої безпеки. Землеробство є джерелом абсолютної доданої вартості. Воно повинно функціонувати за теорією фізіократів Ф.Кене, С.Подолінського, М.Руденка. Моделювання економічних процесів має ряд переваг. Високочартісні досліді з реальною системою можна попередньо проаналізувати у машинному експерименті на ЕОМ.

У статті запропоновано економіко-математичну модель оптимізації використання власних коштів, кредитів та державних інвестицій для збереження родючості ґрунту за рахунок протиерозійної меліорації. В якості критеріїв оптимізації використано максимізацію математичного сподівання товарної продукції, валового прибутку та рентабельності. Модель (4) — (17) можна включити до бази економіко-математичних моделей відповідних інформаційних систем. Вона може бути використана для імітації на ЕОМ економічних процесів протиерозійної меліорації.

Preservation and improvement of land resources contribute to mitigating the effects of climate change. Ukraine is an important link in ensuring global food security. The intensification of erosion processes is occurring over vast areas of the planet. Therefore, maintaining soil fertility is a significant global issue. In modern conditions, effective agricultural management should be based on a comprehensive analysis of its state and development trends. High-cost experiments with a real system can be preliminarily analyzed in a machine experiment on a computer. It is relatively easy to achieve multiple calculations, consideration, and evaluation of different management scenarios or system changes.

The agriculture is a source of absolute added value. It should operate according to the theory of physiocrats F. Quesnay, S. Podolinsky, and M. Rudenko. Significant capital investments are required for anti-erosion soil reclamation. Therefore, the article proposes an economic-mathematical model for optimizing the use of own funds, loans, and state investments to preserve soil fertility through anti-erosion reclamation. It should be noted that the indicators of the results of anti-erosion reclamation (yield increase, cost reduction, etc.) are formed under the influence of a number of uncontrollable factors (weather conditions, scientific and technological progress, supply and demand for agricultural products and raw materials).

An important issue in the mathematical modeling of investment processes for anti-erosion reclamation is the justification of optimization criteria. As optimization criteria for agricultural production, it is sufficient to use the maximization of the mathematical expectation of marketable products, gross profit, and profitability. Constraint (7) describes the process of performing reclamation work on eroded land plots. Each plot can be reclaimed within the planned period T . The model (4) — (17) can be included in the database of economic-mathematical models of relevant information systems. It can be used for computer simulation of economic processes of anti-erosion reclamation.

Ключові слова: глобальна продовольча безпека, математичне моделювання, економіко-математична модель, критерії оптимальності, максимізація приросту товарної продукції, інвестування, протиерозійна меліорація, збереження родючості ґрунтів.

Key words: global food security, mathematical modeling, economic mathematical model, optimization criteria, commodity production increase maximization, investment, anti-erosion amelioration, soil fertility preservation.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ

Однією з цілей сталого розвитку, затвердженій на Генеральній Асамблеї ООН, є подолання голоду та розвиток сільського господарства. Збереження та покращення стану земельних ресурсів [1] сприятиме також пом'якшенню наслідків зміни клімату. Україна є важливою ланкою забезпечення глобальної продовольчої безпеки. Завдяки підтримці світової спільноти ця діяльність продовжується за умов війни. Серед країн-отримувачів Алжир, Бангладеш, В'єтнам, Гана, Гвінея, Ефіопія, Єгипет, Індія, Індонезія, Ліван, Лівія, Малайзія, Марокко, Таїланд, Туніс, Філіппіни [15, с. 349—351].

В сучасних умовах ефективне управління сільським господарством повинно базуватись на усесторонньому аналізі стану та тенденцій його розвитку. Для цього необхідна обробка великого об'єму аналітичної, прогнозованої та іншої інформації, багатоваріантні розрахунки, створення всеохоплюючої бази даних, системи економіко-математичних моделей. Обґрунтований аналіз можливих альтернатив розвитку, вибір найбільш ефективних та стійких із них можливих на основі математичного моделювання.

Використання економіко-математичних моделей має ряд переваг. Високовартісні (а іноді й фатальні) дослідження з реальною системою можна попередньо проаналізувати у машинному експерименті на ЕОМ. Порівняно легко досягаються багатоваріантність розрахунків, розгляд та оцінка різних сценаріїв управління або зміни системи. Моделювання економічних

процесів вважається мистецтвом. З однієї сторони, використання методу математичного моделювання відкриває великі можливості, з іншої — реально існують відповідні труднощі (великі розміри економіко-математичних моделей, важкість їх реалізацій на ЕОМ, неадекватність тощо).

На доцільність використання математичного моделювання вказували всесвітньовідомі вчені. Широко відоме твердження філософа Е. Канта, що в кожному знанні стільки істини, скільки в ньому математики. Цікавими з цієї точки зору є роботи [10, 12], які практично стверджують, що Всесвіт створено за відповідними математичними законами. Більше того, пророк ХХ століття М. Руденко написав роботи [12], математичні результати якої як фізичні закони не заперечили навіть вчені-фізики АН СРСР, але надто дивувалися, що людина без відповідної освіти могла дослідити (вивести) такі складні залежності. Відомо, що М. Руденко продовжив дослідження С. Подолінського [10], відновив українську школу фізичної економіки, яку успішно розвивали Л. Лавруш, В. Шевчук, А. Корнійчук, В. Письмак та інші послідовники С. Подолінського.

Відмітимо, що в кінці ХІХ — на початку ХХ століття фізики, створивши математичну фізику, зробили "прорив" у цій науці. Саме цей факт повинен бути прикладом для економістів. Маємо досить розвинену економічну кібернетику, але надто мало вона використовується у практичній діяльності сучасного суспільства. Часто можна почути не тільки від практиків, а й від учених про недоцільність використання еконо-

мічної кібернетики, математичного моделювання. Однак їх застосування значно підвищує ефективність і точність планування керованих економічних систем.

У свою чергу землеробство є джерелом абсолютної доданої вартості. Воно повинно функціонувати за теорією фізіократів [10, 12]. Згідно з формулою прогресу М. Руденка умовно вироблена продукція протягом року має бути розділена таким чином: $\frac{2}{5}$ (у вигляді соломи і трави — для згодовування худобі ($\frac{1}{5}$) і для удобрення землі органікою ($\frac{1}{5}$), а $\frac{3}{5}$ у вигляді зерна — для споживання самими виробниками цієї продукції ($\frac{1}{5}$), працівниками промисловості ($\frac{1}{5}$) та задоволення потреб держави ($\frac{1}{5}$). Цей закон має строго виконуватися, бо будь-яке його порушення з метою одержання короткотермінової вигоди повертається для суспільства великими втратами.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблемам раціонального використання ґрунтів України присвячені праці таких вчених: Шикла М., Гнатенко О., Петренко Л., Капштик М. [9], Медведєв В., Лактіонова Т. [7, 11], Дегодюк С. [5], Носко Б., Прістер Б., Лобода М. [4], Яцук І. [13, 14]. Математичному моделюванню економічних процесів сільськогосподарського виробництва присвячені праці Наконечно С., Савіної С. [8], Грицюка П., Бабич Т. [3], Кардаша В. [7], та ін. [17]. Питання збереження родючості ґрунтів за рахунок протиерозійної меліорації потребують подальших досліджень.

ЗВ'ЯЗОК ПРОБЛЕМИ ІЗ ВАЖЛИВИМИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

На початок 2020 р. площа суходолу України становила 60354,9 тис. га, в т.ч. площа сільськогосподарських угідь — 41310,9 тис. га, або 68,5% території країни [16, с. 127], рілля — 32727,3 тис. га [16, с. 225], це 79,3% угідь, або 54,2% території країни. Найвищий ступінь розораності сільськогосподарських угідь спостерігається в Херсонській області — 90,9% (62,5% території області) та Черкаській — 87,7% (60,9% території області). Найнижчі частки рілля у Закарпатській області — 44,4% (15,7% території області) та Львівській — 62,9% (36,4% території області) [13, с. 23]. Таким чином має місце високий рівень розораності угідь та території країни.

Площа сільськогосподарських угідь України, які зазнають впливу водної ерозії, становить 13,3 млн га (32,2% угідь, 22,0% території

країни), у тому числі 10,6 млн га ріллі [2]. Вітровій ерозії систематично піддаються понад 6 млн га (14,5% угідь, 9,9% території), а в роки з пиловими бурями — до 20 млн га (близько 50% площі степової зони нашої країни) [2]. У світі так само найбільший прояв серед процесів деградації ґрунтів мають водна та вітрова ерозія: 56% та 28% відповідно. Інтенсифікація ерозійних процесів має місце на величезних територіях планети. Тобто збереження родючості ґрунтів є важливою глобальною проблемою.

Виходячи з того, що за нормальних природних умов за 100 років утворюється менше 1 см ґрунту [9, с. 4], доведено, що попереджати ерозійні процеси суттєво ефективніше, ніж ліквідувати їх наслідки. Крім цього, забруднення поверхневих і підземних водних джерел продуктами ерозії ґрунтів та агрохімікатами перетворились на гостру національну проблему. Тобто проведення заходів щодо попередження ерозії або зниження її рівня призводить не лише до збереження ресурсу ґрунту, а й до поліпшення екологічного стану довкілля. Основні форми застосування протиерозійної меліорації визначаються ландшафтними та кліматичними умовами. Так для Степу поєднання лісозахисних смуг з плоскорізним обробітком ґрунту дозволяє суттєво знизити дефляційні процеси. Тобто для кожної еродованої ділянки обирається комплекс найбільш ефективних заходів.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Для протиерозійної меліорації ґрунтів необхідні значні капіталовкладення. Однак сільськогосподарські виробники таких капіталів не мають. Тому без державної підтримки не обійтись. Відповідні проекти розробляються у Міністерстві аграрної політики та продовольства. Виділені державою інвестиції повинні бути використані раціонально. Тобто метою статті є розробка економіко-математичної моделі оптимізації використання власних коштів, кредитів та державних інвестицій для збереження родючості ґрунту за рахунок протиерозійної меліорації.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Техніко-економічні процеси сільськогосподарського виробництва є неперервними та стохастичними, а тому для виявлення раціональних заходів з протиерозійної меліорації земельних ресурсів необхідно розробити відповідну стохастичну економіко-математичну модель. При цьому треба врахувати, що показни-

ки результатів протиерозійної меліорації (приріст урожайності, зниження собівартості тощо) формуються під дією ряду некерованих факторів (погодних умов, науково-технічного прогресу, попиту і пропозиції на сільськогосподарську продукцію і сировину). Отже, техніко-економічні показники залежать від випадкових величин θ ($\theta \in \Theta$). Для кожного на основі статистичної інформації або експертними методами встановлюють функції розподілу техніко-економічних показників. У випадку, коли неможливо побудувати неперервну функцію розподілу, використовують їх дискретні варіанти.

Важливою проблемою математичного моделювання процесів інвестування протиерозійної меліорації є обґрунтування критеріїв оптимізації. Дослідники приходять до висновку, що в якості критеріїв оптимізації сільськогосподарського виробництва достатньо використати максимізацію математичного сподівання товарної продукції, валового прибутку та рентабельності, яка визначається як відношення прибутку до собівартості. Нами використовується ці показники для приростів сільськогосподарської продукції та сировини від інвестування протиерозійної меліорації ґрунтів.

Нехай маємо L ($l=1,2,\dots,L$) — множина ерозійнонебезпечних ділянок, I ($i=1,2,\dots,I$) — кількість протиерозійних меліоративних заходів. Приріст продукції сільськогосподарських культур, отриманий в результаті протиерозійної меліорації ґрунтів розглядається як товарна продукція. Розрахуємо середньозважену величину виручки від реалізації приросту продукції K ($k=1,2,\dots,K$) сільськогосподарських культур сівозміни з 1 га, отриманої внаслідок меліорації l -ї еродованої ділянки I меліоративними заходами за формулою:

$$D_l(\theta) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I \Delta U_{kl}^i(\theta) \cdot C_k^{(\theta)} \cdot q_k \quad (l \in L) \quad (1),$$

де $D_l(\theta)$ — середньозважена виручка від реалізації приросту продукції K сільськогосподарських культур сівозміни з 1 га, отриманої за рахунок збереження ґрунту l -ї ділянки, грн,

$\Delta U_{kl}^i(\theta)$ — приріст урожайності k -ї сільськогосподарської культури внаслідок застосування i -го способу ґрунтозберігаючої меліорації l -ї ділянки, тонн/га;

$C_k^{(\theta)}$ — ціна 1 тонни продукції, отриманої в результаті реалізації k -ї сільськогосподарської культури, грн/т;

q_k — питома вага площі посіву k -ї сільськогосподарської культури в структурі посівних площ.

Повний обсяг витрат на 1 га ріллі l -ї ділянки на протиерозійну меліорацію, обробку та реалізацію отриманого приросту урожаю розрахуємо наступним чином:

$$W_l(\theta) = C_l(\theta) + 3_l(\theta) \cdot T \quad (l \in L) \quad (2),$$

де $W_l(\theta)$ — повний обсяг витрат на 1 га ріллі l -ї ділянки на протиерозійну меліорацію, обробку та реалізацію отриманого приросту продукції K сільськогосподарських культур, грн;

$C_l(\theta)$ — вартість протиерозійної меліорації 1 га ріллі l -ї ділянки I необхідними способами, грн;

$$C_l(\theta) = \sum_{i=1}^I b_{li}(\theta) \quad (l \in L) \quad (3),$$

де $b_{li}(\theta)$ — вартість меліорації 1 га ріллі l -ї ділянки i -м способом, грн;

T — плановий період експлуатації протиерозійних укріплень, споруд, дренажів, насаджень тощо, років;

$3_l(\theta)$ — середньозважений обсяг витрат на обробку та реалізацію приросту продукції K сільськогосподарських культур з 1 га ріллі, отриманого внаслідок меліорації l -ї ділянки, грн.

Позначимо через X_{lt} — площу l -ої ділянки, яка буде меліорована у t -у році, ($t \in T$). Вона даватиме віддачу T років. Наприклад, площі l -х ділянок, оброблені на початку T -го року, дають продукцію наприкінці цього ж року та ще $(T-1)$ років. Нехай роки післямеліоративного періоду позначимо через ν , ($\nu \in N$). Тоді $S_{l\nu}$ — площа l -ї ділянки, для якої в ν -му році дія меліорації закінчилась.

В якості критеріїв оптимальності використаємо показники приросту товарної продукції, прибутку та рентабельності. Отже, маємо:

1) максимізація приросту товарної продукції:

$$Z_1 = M \left(\sum_{t=1}^T \left(\sum_{l=1}^L \sum_{r=1}^t D_l(\theta) X_{lr} \right) + \sum_{\nu=1}^N \left(\sum_{l=1}^L \sum_{q=1}^{\nu} D_l(\theta) \left(\sum_{t=1}^T X_{lt} - S_{lq} \right) \right) \right) \quad (4),$$

2) максимізація прибутку від реалізації приросту продукції:

$$Z_2 = M \left(\sum_{t=1}^T \left(\sum_{l=1}^L \sum_{r=1}^t (D_l(\theta) - W_l(\theta)) X_{lr} - d_{1t}(\theta) - d_{3t}(\theta) \right) + \sum_{v=1}^N \left(\sum_{l=1}^L \sum_{q=1}^v (D_l(\theta) - W_l(\theta)) \left(\sum_{t=1}^T X_{lt} - S_{lq} \right) \right) \right) \quad (5),$$

де $d_{1t}(\theta)$ — оплата відсотків за кредит, грн;

$d_{3t}(\theta)$ — повернення частини кредиту, грн.

3) максимізація рентабельності:

$$Z_3 = M \left(\frac{Z_2}{\sum_{t=1}^T \left(\sum_{l=1}^L \sum_{r=1}^t W_l(\theta) X_{lr} + d_{1t}(\theta) + d_{2t}(\theta) + d_{3t}(\theta) \right) \right) \quad (6),$$

де $d_{2t}(\theta)$ — обсяг реінвестування, грн.

Обмеження:

1. По площі ділянок, які потребують протиерозійної меліорації:

$$\sum_{t=1}^T X_{lt} \leq X_l \quad (l \in L) \quad (7),$$

де X_l — площа l -ї еродованої ділянки.

2. По вартості здійснення меліоративних заходів у t -му році:

$$P \left\{ \theta : \sum_{l=1}^L C_l(\theta) X_{lt} \leq A_t(\theta) \right\} \geq \alpha_t \quad (t \in T) \quad (8),$$

де $A_t(\theta)$ — планова собівартість меліоративних заходів у t -у році;

α_t — імовірність виконання відповідних нерівностей.

3. По забезпеченню протиерозійної меліорації грошовими коштами:

$$P \left\{ \theta : C_l(\theta) X_{lt} \leq V_t(\theta) + V_0(\theta) \right\} \geq \alpha_t \quad (t \in T) \quad (9),$$

де $V_t(\theta)$ — обсяг кредиту, взятого на проведення меліорації, грн;

$V_0(\theta)$ — власні кошти господарства, грн.

4. По грошових доходах t -го року:

$$P \left\{ \theta : \sum_{l=1}^L \sum_{r=1}^t (D_l(\theta) - W_l(\theta)) X_{lr} + d_{4,t-1}^{(\theta)} \geq \Pi_t \right\} \geq \alpha_t \quad (t \in T) \quad (10),$$

де Π_t — плановий дохід у t -у році, отриманий внаслідок протиерозійної меліорації;

$d_{4,t-1}^{(\theta)}$ — залишок коштів попереднього року.

5. По розподілу грошового доходу:

$$P \left\{ \theta : \Pi_t \geq d_{1t}^{(\theta)} + d_{2t}^{(\theta)} + d_{3t}^{(\theta)} + d_{4t}^{(\theta)} \right\} \geq \alpha_t \quad (t \in T) \quad (11),$$

де $d_{4t}^{(\theta)}$ — залишок коштів поточного року.

6. По оплаті відсотків за кредит:

$$P \left\{ \theta : d_{1t}^{(\theta)} \geq \beta V_t(\theta) \right\} \geq \alpha_t \quad (t \in T) \quad (12),$$

де β — відсоток за наданий кредит.

7. По реінвестуванню протиерозійної меліорації:

$$P \left\{ \theta : V_t(\theta) + d_{2t}^{(\theta)} \geq C_l(\theta) A_t^{(\theta)} \right\} \geq \alpha_t \quad (t \in T) \quad (13),$$

8. По поверненню частини кредиту:

$$P \left\{ \theta : V_{t+1}^{(\theta)} \geq V_t^{(\theta)} - d_{3t}^{(\theta)} \right\} \geq \alpha_t \quad (t \in T) \quad (14),$$

9. По грошових доходах v -го року:

$$P \left\{ \theta : \sum_{l=1}^L \sum_{q=1}^v (D_l(\theta) - W_l(\theta)) \left(\sum_{t=1}^T X_{lt} - S_{lq} \right) + d_{4,v-1}^{(\theta)} \geq \Pi_v \right\} \geq \alpha_v \quad (15),$$

де Π_v — грошовий дохід v -го року, отриманий внаслідок протиерозійної меліорації, грн;

$d_{4,v-1}^{(\theta)}$ — залишок грошових коштів попереднього року;

α_v — імовірність виконання відповідних нерівностей v -го року.

10. По руху грошових коштів післямеліоративного періоду:

$$P \left\{ \theta : \Pi_v \geq d_{4,v-1}^{(\theta)} + d_{4v}^{(\theta)} \right\} \geq \alpha_v \quad (v \in N) \quad (16),$$

де $d_{4v}^{(\theta)}$ — залишок грошових коштів v -го року.

11. Умови невід'ємності змінних:

$$X_{lt} \geq 0; \quad S_{lv} \geq 0 \quad (l \in L; \quad t \in T; \quad v \in N) \quad (17).$$

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Застосування математичного моделювання значно підвищує якість планування функціонування та розвитку економічних сільськогосподарських систем. Модель (4) — (17) можна включити до бази економіко-математичних моделей відповідних інформаційних систем. Вона може бути використана для імітації на ЕОМ економічних процесів протиерозійної меліорації. Проведення багатоваріантних розрахунків за різних обсягів наявних коштів уможливить вибір оптимального (раціонального) плану розвитку керованої системи. Критерії оптимальності (4) — (6) з обмеженнями (7) — (17) є економіко-математичною моделлю використання власних, позичених і державних коштів для збереження родючості ґрунтів за рахунок протиерозійної меліорації.

Обмеження (7) описує процес виконання робіт по меліорації еродованих ділянок землі. Кожна ділянка може бути меліорованою за плановий період T .

В якості критерію оптимальності вибрано максимізацію приросту товарної продукції (4). Такий підхід доцільний, оскільки населення країни ще не повністю забезпечене продуктами харчування. Раціонально також використовувати як критерій оптимальності максимізацію прибутку (5), який є джерелом реінвестування.

Література:

1. Указ Президента України № 722/2019 "Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року" <https://www.president.gov.ua/documents/7222019-29825>

2. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві: Наук. монографія / М. К. Шикуча, С. С. Антоненко, В. О. Андрієнко та ін. К.: Оранта. 1998. 678 с.

3. Грицюк П. М., Бабич Т. Ю. Геоінформаційні системи і технології: навч. посібник / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич. Рівне: НУВГП, 2014. 239 с.

4. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів / Б. С. Носко, Б. С. Прістер, М. В. Лобода та ін. / За ред. Б. С. Носка, Б. С. Прістера, М. В. Лободи. К.: Урожай, 1994. 334 с.

5. Ефективність застосування відновлюваних місцевих ресурсів за органічного землеробства: науково-методичні рекомендації. / Дегодук С. Е. та ін. Вінниця: ТОВ "ТВОРИ", 2020. 48 с.

6. Земельні ресурси України / За ред. В. В. Медведєва, Т. М. Лактіонової. К.: Аграрна наука, 1998. 150 с.

7. Кардаш В. А. Економіка оптимального погодного ризику в АПК. М.: ВО "Агропром-видат", 1989. 162 с.

8. Наконечний С. І., Савіна С. С. Погодний ризик АПК: адаптивне моделювання, економічне зростання та прогнозування. К.: ДЕМІУР, 1998. 186 с.

9. Охорона ґрунтів: Навч. посібник / М. К. Шикуча, О. Ф. Гнатенко, Л. Р. Петренко, М. В. Капшик. К.: Т-во "Знання", КОО, 2001. 398 с.

10. Подолинський С. А. Вибрані твори / Упоряд.: Л. Я. Корнійчук. К.: КНЕУ, 2000. 328 с.

11. Родючість ґрунтів: моніторинг і управління / За ред. В. В. Медведєва. К.: Урожай, 1992. 245 с.

12. Руденко М. Д. Енергія прогресу: Нариси з фізичної економії. К.: Молодь, 1998. 528 с.

13. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України. К.: ДУ "Інститут охорони ґрунтів України". 2020. 207 с.

14. Наукові дослідження з моніторингу та обстеження сільськогосподарських угідь України за результатами Х туру (2011-2015 рр.). / За ред. І. П. Яцука. К.: ДУ "Інститут охорони ґрунтів України". 2018. 64 с.

15. Статистичний щорічник України за 2021 рік. / за ред. І. І. Вернера. К.: Державна служба статистики України. 2022. 444 с.

16. Статистичний щорічник України за 2022 рік. / за ред. І. І. Вернера. К.: Державна служба статистики України. 2023. 383 с.

17. Ткач О. В. Ефективність інвестування протиерозійної меліорації ґрунтів за позичені кошти. // Ефективна економіка. 2023. № 5. Режим доступу до журналу: <http://www.economy.nayka.com.ua> DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.5.51>

References:

1. President of Ukraine (2019), Decree "About the Sustainable Development Goals of Ukraine for the period up to 2030", available at: <https://www.president.gov.ua/documents/7222019-29825> (Accessed 25 Nov 2024).

2. Shykula, M.K. Antonets', S.S. and Andriienko, V.O. (1998), Vidtvorennia rodiuchosti gruntiv u gruntozakhysnomu zemlerobstvi [Reproduction of soil fertility in soil protection agriculture], Oranta, Kyiv, Ukraine.

3. Hrytsiuk, P.M. and Babych, T.Yu. (2014), Heoinformatsijni systemy i tekhnolohii [Geoinformation systems and technologies], NUVHP, Rivne, Ukraine.

4. Nosko, B.S. Prister, B.S. and Loboda, M.V. (1994), Dovidnyk z ahrokhimichnoho ta ahroekolohichnoho stanu gruntiv [Directory on agrochemical and agroecological state of soils], Urozhaj, Kyiv, Ukraine.

5. Dehodiuk, S.E. (2020), Efektyvnist' zastovsuvannya vidnovliuvanykh mistsevykh resursiv za orhanichnoho zemlerobstva: naukovy-metodychni rekomendatsii [Effectiveness of the use of renewable local resources in organic farming: scientific and methodological recommendations], TOV "TVORY", Vinnytsia, Ukraine.

6. Miedviedieva, V.V. and Laktionovoi, T.M. (1998), Zemel'ni resursy Ukrainy [Land resources of Ukraine], Ahrarna nauka, Kyiv, Ukraine.

7. Kardash, V.A. (1989), Ekonomika opty-mal'noho pohodnoho ryzyku v APK [Economics of optimal weather risk in agro-industrial complex], VO "Ahropromvydat", Moscow, Russia.

8. Nakonechnyj, S.I. and Savina, S.S. (1998), Pohodnyj ryzyk APK: adaptivne modeliuvannya, ekonomichne zrostannya ta prohnozuvannya [Weather risk of agro-industrial complex: adaptive modeling, economic growth and forecasting], DEMIUR, Kyiv, Ukraine.

9. Shykula, M.K. Hnatenko, O.F. Petrenko, L.R. and Kapshtyk, M.V. (2001), Okhорона gruntiv [Soil protection], Znannia KOO, Kyiv, Ukraine.

10. Podolyns'kyj, S.A. (2000), Vybrani tvory [Selected works], KNEU, Kyiv, Ukraine.

11. Miedviediev, V.V. (1992), Rodiuchist' gruntiv: monitorynh i upravlinnia [Soil fertility: monitoring and management], Urozhaj, Kyiv, Ukraine.

12. Rudenko, M.D. (1998), Enerhiia prohresu: Narysy z fizychnoi ekonomii [Energy of progress: Essays on physical economy], Molod', Kyiv, Ukraine.

13. Instytut okhорony gruntiv (2020), Periodychna dopovid' pro stan gruntiv na zemliakh sil's'kohospodars'koho pryznachennia Ukrainy [Periodic report on the state of soils on agricultural lands of Ukraine], DU "Instytut okhорony gruntiv Ukrainy", Kyiv, Ukraine.

14. Yatsuk, I.P. (2018), Naukovi doslidzhennia z monitorynhu ta obstezhennia sil's'kohospodars'kykh uhid' Ukrainy za rezul'tatamy X turu (2011—2015 rr.) [Scientific research on monitoring and survey of agricultural lands of Ukraine based on the results of the 10th round (2011—2015)], DU "Instytut okhорony gruntiv Ukrainy", Kyiv, Ukraine.

15. Verner, I.I. (2022), Statystychnyj schorichnyk Ukrainy za 2021 [Statistical Yearbook of Ukraine for 2021], Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, Kyiv, Ukraine.

16. Verner, I.I. (2023), Statystychnyj schorichnyk Ukrainy za 2021 [Statistical Yearbook of Ukraine for 2021], Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, Kyiv, Ukraine.

17. Tkach, O.V. (2018), "The anti-erosion amelioration's own investment efficiency research", Efektyvna ekonomika, [Online], vol. 5, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?-op=1&z=6362> (Accessed 25 Nov 2024). DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.5.51>

Стаття надійшла до редакції 10.12.2024 р.



Журнал включено до переліку наукових фахових видань України (Категорія «Б») з

ЕКОНОМІЧНИХ НАУК та ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ

(Наказ Міністерства освіти і науки України № 886 від 02.07.2020)

Спеціальності - 051, 071, 072, 073, 075, 076, 281, 292