

УДК 631.4:551.3

М. В. КУЦЕНКО, канд. геогр. наук., доц.

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О. Н. Соколовського НААН»*

вул. Чайковська, 4, Харків, 61024, Україна

kucenko_nikolay@mail.ru

КОМПЛЕКСНА ПРОСТОРОВА ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ: РЕГІОНАЛЬНИЙ РІВЕНЬ

Представлено методичний підхід до комплексної просторової оптимізації структури сільськогосподарських угідь на регіональному територіальному рівні, обґрунтовано цільову функцію такої оптимізації, яка враховує економічну та екологічну складові, наведено результат ґрунтозахисної оптимізації розподілу ріллі Харківської області між районами

Ключові слова: сільськогосподарські угіддя, структура, еколого-економічна оптимізація

Куценко Н. В. КОМПЛЕКСНАЯ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

Представлен методический подход к комплексной пространственной оптимизации структуры сельскохозяйственных угодий на региональном территориальном уровне, обоснована целевая функция такой оптимизации, которая учитывает экономическую и экологическую составляющие, приведен результат почвозащитной оптимизации распределения пашни Харьковской области между районами.

Ключевые слова: сельскохозяйственные угодья, структура, эколого-экономическая оптимизация.

Kutsenko N. V. COMPLEX SPATIAL OPTIMIZATION OF AGRICULTURAL LANDS STRUCTURE: REGIONAL LEVEL

The methodical approach to the complex spatial optimization of agricultural lands structure on the regional territorial level is presented, it is grounded objective function of such optimization, which takes into account economic and environmental components, the result of soil conservation optimization of tillage distribution of Kharkov region between districts is given.

Key words: agricultural lands, structure, ecological and economic optimization

Вступ

Постановка проблеми. В сучасних умовах землекористування проблема запобігання деградації ґрунтів набуває особливої гостроти. Загально визнано, що треба зменшувати розораність і в цілому площі сільськогосподарських угідь земельного фонду України. Але до теперішнього часу не запропоновано цілісного більш – менш завершеного алгоритму оптимізації структури сільськогосподарських угідь. В статті 165 Земельного кодексу України вказано: «У галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів встановлюються нормативи оптимального співвідношення земельних угідь...». Таке положення закріплено також у статті 30 Закону України «Про охорону земель».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Природні системні зв'язки в сталих умовах функціонування прагнуть привести структуру геосистем у відповідність з потужністю потоків речовини та енергії в географічній оболонці [1]. Складність такої структури певною мірою відповідає складності

системоутворюючих потоків. Ступень розораності сільськогосподарських угідь є одним з найбільш важливих показників антропогенного навантаження на довкілля. Середньосвітове значення кількості ріллі на 1 людину дорівнює 0,35 га [2]. Україна знаходиться у групі держав з високим рівнем розораності земель, який сягає 79% [3]. Сучасний етап розвитку сільського господарства у світі відзначається зміною стратегії господарювання з хіміко-техногенної на адаптивну [2]. За даними О.О. Світличного та інших [4] площа еродованих земель України досягла 14 млн. га. Згідно до програми «Зерно України 2015» в Україні запропоновано вивести з активного обробітку понад 8 млн. га ріллі [5]. Проте в землекористуванні залишаються хронічними питання відсутності дійсно наукових і уніфікованих підходів до визначення площі ріллі, яка відповідно до певних ознак повинна бути виведеною з активного обробітку. Сучасні світові тенденції пов'язані з зміною стратегії господарювання з хіміко-техногенної на адаптивну [6]. Причому і тут існує

кілька думок. Згідно першої з них ерозійно-небезпечні та деградовані землі підлягають трансформації. Так, наприклад, в Україні пропонується вивести з активного обробітку понад 8 млн. га ріллі [5].

Звідси випливає необхідність наукового обґрунтування оптимізації структури сіль-

ськогосподарських угідь та еколого-безпечної організації їх території.

Мета статті – розроблення універсального методологічного принципу та алгоритму оптимізації співвідношення та просторового розподілу сільськогосподарських угідь на державному та регіональному рівнях просторової деталізації.

Результати дослідження

Збалансований розвиток сільського господарства в Україні можливий тільки на засадах злагодженого функціонування реально діючої державної системи охорони земель від ерозії (СОЗ). Проблема полягає не в створенні додаткових управлінських структур чи установ, а в розробці дієвого механізму охорони земель від ерозії з ознаками системного саморегулювання. В світовій практиці управління природокористуванням накопичено чималий досвід створення ефективних важелів збалансованості антропогенного навантаження на довкілля. Одним з прикладів є Кіотський протокол, що спирається на ринковий механізм міжнародної торгівлі квотами на викиди парникових газів.

СОЗ належить до систем управління, метою якого є комплексне, найбільш економічне регулювання антропогенного навантаження на сільськогосподарські землі в межах допустимого ризику ерозії. Допустимий ризик ерозії необхідно узгодити та затвердити на державному рівні як певну квоту для кожної адміністративно-територіальної одиниці, наприклад у вигляді максимально допустимої розораності земель без додаткових протиерозійних заходів. Розораність поза межами встановлених квот повинна обов'язково супроводжуватись протиерозійними заходами, що обмежуватимуть ризик ерозії адекватно встановленим нормам. Збереження земельних ресурсів з метою відновлення родючості ґрунтів та загального оздоровлення довкілля є державною проблемою, яка може вирішуватись виключно адміністративним шляхом в межах сприятливого несуперечливого правового поля, системи оподаткування та штрафів.

На рисунку 1 показано алгоритм ґрунтозахисної оптимізації структури сільськогосподарських угідь, який враховує необхідність дотримання єдиних екологічних вимог до землекористування всіх адміністративних областей та районів України. Головною вимогою обрано максимально до-

пустимий змив з сільськогосподарських угідь кожної області від зливових опадів. Як видно з рисунку 1, алгоритм передбачає екстенсивний та інтенсивний шляхи ґрунтозахисної оптимізації.

Екстенсивний шлях – визначення такої структури угідь, яка при умові раціонального просторового розташування забезпечить допустимі норми змиву завдяки ґрунтозахисним властивостям сільськогосподарських угідь. Такий шлях передбачає використання для ріллі виключно ерозійно-безпечних земель без додаткових ґрунтозахисних заходів, тобто вирішення проблеми охорони ґрунтів від ерозії за рахунок скорочення площ ріллі і консервації земель.

Інтенсивний шлях оптимізації передбачає на державному рівні просторової деталізації регулювання складу сівозмін з метою досягнення достатнього захисту від ерозії певної структури сільськогосподарських угідь з наперед заданою площею ріллі, яку закладено в програму раціонального використання земель, а на регіональному – максимальне використання природної родючості ґрунтів за умов захисту їх від ерозії.

На «державному» рівні задачу вирішено за наступною постановкою: визначити таку максимальну площу ріллі для України, оптимальне просторове розміщення якої не призведе до прискореної ерозії та деградації земель у цілому. Така постановка задачі передбачає оптимальне використання існуючого агрокліматичного потенціалу без додаткових витрат на протиерозійні заходи, окрім оптимальної організації території. Умовними споживачами в даному випадку є адміністративні області, а постачальниками – сільськогосподарські угіддя, структура яких є невідомою. Постановка даної задачі та результат її рішення висвітлено нами у попередніх публікаціях [7]. Тому, не зупиняючись на даному питанні, розглянемо постановку комплексної задачі еколого-економічної оптимізації розподілу угідь між адміністративними районами Харківської області.

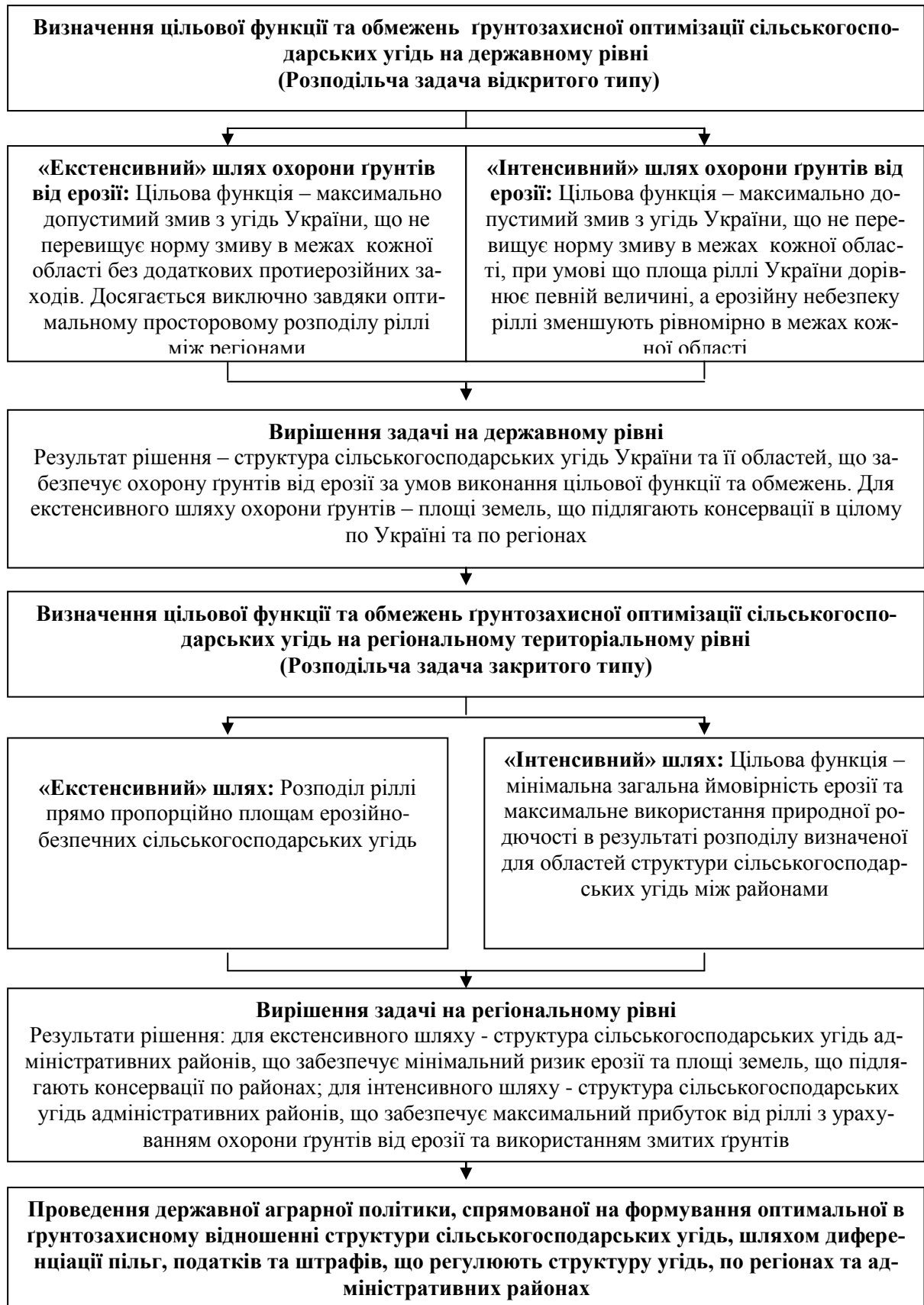


Рис. 1 – Алгоритм ґрунтозахисної оптимізації структури сільськогосподарських угідь на державному та регіональному територіальних рівнях

Для визначення збитків від зниження родючості на еродованих ґрунтах застосовують формулу [8]:

$$Y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Delta y_{ij} S_{ij} Z_i, \quad (1)$$

де: Y – загальні збитки від зниження родючості на еродованих ґрунтах; Δy_{ij} – втрати врожаю i -ї сільськогосподарської культури на землях j -го ступеня еродованості порівняно з не еродованими землями, ц/га; S_{ij} – площа земель j -го ступеня еродованості під i -ю сільськогосподарською культурою, га; Z_i – кадастрова ціна на сільськогосподарську культуру i , грн./ц; n – кількість сільськогосподарських культур; m – кількість градацій ґрунту за ступенем еродованості. Коефіцієнти перерахунку врожайності на еро-

дованих ґрунтах по відношенню до нееродованих наведено у табл. 1.

Звідси цільову функцію задачі можна визначити наступним чином:

$$F_{\max} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_{ij} y_i x_{ij} Z_i, \quad (2)$$

де: K_{ij} – коефіцієнт зменшення врожайності i -ї сільськогосподарської культури на землях j -го ступеня еродованості; y_i – урожайність i -ї культури на нееродованих землях. Інші позначення залишились без змін; x_{ij} – площі земель j -го ступеня еродованості, зайнятих під i -ю сільськогосподарською культурою. Ця цільова функція означає прагнення до такого розміщення сільськогосподарських культур, яке забезпечить максимальну ціну зрошеної продукції.

Таблиця 1

Коефіцієнти перерахунку урожайності на еродованих ґрунтах по відношенню до нееродованих

Сільськогосподарські культури	Ступень еродованості ґрунтів		
	Слабоеродовані	Середньоеродовані	Сильноеродовані
Зернові: ярі	0,80	0,45	0,20
озимі	0,85	0,55	0,35
Трави: однорічні	0,85	0,65	0,35
багаторічні	0,90	0,85	0,60
Буряк кормовий	0,80	0,30	0,10
Кукурудза на силос	0,80	0,60	0,15
Картопля	0,80	0,30	0,10
Овочі	0,80	0,30	0,10
Соняшник	0,75	0,45	0,25
Буряк цукровий	0,85	0,40	0,15

Складність практичного використання цільової функції (2) полягає в тому, що, з одного боку, технології сучасного землеробства передбачають використання сівозмін, з іншого – задача полягає в оптимізації структури сільськогосподарських угідь, а не просторового розміщення культур.

Дамо обґрунтування цільової функції еколого-економічної оптимізації просторового розміщення ріллі. Головним критерієм оптимальності при цьому виступає урожайність зернових. Нехай y_{ij} – середня урожайність зернових на нееродованих землях; y_{cj} – середня урожайність зернових у районі j (ц/га).

Розраховані на основі даних таблиці 1 коефіцієнти перерахунку урожайності на еродованих ґрунтах по відношенню до нееродованих в середньому для зернових мають наступні значення: для слабоеродова-

них ґрунтів – 0,83, середньоеродованих – 0,51, сильноеродованих – 0,29.

Середня урожайність зв'язана з урожайністю на ґрунтах різного ступеня еродованості формулою:

$$y_{cj} = (p_1 y_n)_j + 0,83(p_2 y_n)_j + 0,51(p_3 y_n)_j + 0,29(p_4 y_n)_j, \quad (3)$$

де $p_1 - p_4$ – частки ріллі відповідного ступеня еродованості (p_1 – нееродовані, p_4 – сильноеродовані) j -го адміністративного району. Звідси урожайність зернових на нееродованих землях можна розрахувати за допомогою формули:

$$y_{ij} = \frac{y_{cj}}{p_1 + 0,83 p_2 + 0,5 p_3 + 0,29 p_4} \quad (4)$$

Звідси цільову функцію оптимального розподілу ріллі між адміністративними районами області можна представити у вигляді:

$$f_{\max} = \sum_{j=1}^m y_{nj} (p_1 + 0,83p_2 + 0,51p_3 + 0,29p_4)_j x_j \quad (5)$$

де x_j – площа ріллі в межах адміністративного району j , га.

Напевно ступінь еродованості ґрунтів прямо пропорційна ризику ерозії, а для раціонального використання земельних ресурсів необхідно зменшувати цей ризик. Таким чином максимально можливе залучення до ріллі нееродованих та слабо еродованих земель, з одного боку, зменшує загальний ризик ерозії, з іншого дозволяє найбільш раціонально використовувати природну родючість ґрунтів у сільському господарстві.

Сенс цільової функції (5) полягає в максимальному залученні до ріллі земель з найбільш високим бонітетом, які одночасно є найменш еродованими.

Обмеження задачі наступні:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = S_i; \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = S_j; \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} = S; \quad (8)$$

$$x_j \geq 0; \quad (9)$$

$$x_{2j} = const; \quad (10)$$

$$x_{3j} \geq q_{\min} x_{ij}, \quad (11)$$

де: S_j – площа i -го угіддя в межах області, га; S_j – площа сільськогосподарських угідь в межах j -го району, га; S – площа сільськогосподарських угідь в межах адміністративної області, га; x_{2j} – площа багаторічних насаджень; x_{3j} – площа сіножатей і пасовищ. Площі S_j визначають в результаті 1-го кроку оптимізації за алгоритмом, наведеним на рисунку 1.

Обмеження (10) пояснюється тим, що площа багаторічних насаджень, що складає незначну частку сільськогосподарських угідь є практично сталою величиною. Обмеження (11) означає, що площа сіножатей і пасовищ не може бути меншою певної величини. Доцільно визначити це обмеження емпірично, обравши мінімальну частку площі даного угіддя з усіх районів області. Для районів Харківської області така частка склала 7%.

Вхідну інформацію для вирішення поставленої задачі для харківської області наведено в таблиці 2.

Задачу вирішено в Excel за допомогою вікна “Пошук рішення”. В результаті визначено оптимальний у ґрунтозахисному та економічному відношенні розподіл ріллі між адміністративними районами Харківської області, узгоджений з попереднім рішенням задачі на державному рівні.

У таблиці 3 наведено результат оптимального розподілу між районами існуючої за даними на 2011 рік площі ріллі Харківської області ($S = 1927000$ га).

Висновки

Сталий розвиток сільського господарства в Україні можливий тільки на засадах злагодженого функціонування реально діючої державної системи охорони земель від ерозії. Найбільш суттєвим важелем регулювання антропогенного навантаження на сільськогосподарські землі є визначення та просторовий розподіл екологічно збалансованої структури сільськогосподарських угідь. Розораність поза межами встановлених квот повинна обов'язково супроводжуватись протиерозійними заходами, що обмежуватимуть ризик ерозії адекватно вста-

новленим нормам. Розроблено універсальний алгоритм комплексної ґрунтозахисної оптимізації просторового розподілу сільськогосподарських угідь. Такий розподіл необхідно впроваджувати системно, з послідовним узгодженням на різних рівнях просторової деталізації - шляхом здійснення державної аграрної політики, спрямованої на досягнення оптимальної структури угідь, через систему оподаткування, штрафів та пільг за впровадження протиерозійних заходів.

Таблиця 2

Середня урожайність зернових та розподіл ріллі за ступенем еродованості по районах Харківської області

Райони	у _с , ц/га	у _н , ц/га	Всього угідь, га	Частки ріллі за еродованістю			
				p ₁	p ₂	p ₃	p ₄
Балаклійський	24	26	144264	0,58	0,384	0,032	0,004
Барвінківський	24	27	119990	0,56	0,372	0,053	0,015
Близнюківський	20	22	125444	0,56	0,395	0,039	0,006
Богодухівський	27	29	88860	0,65	0,318	0,029	0,004
Борівський	21	23	67370	0,60	0,354	0,042	0,004
Валківський	27	30	82463	0,55	0,400	0,044	0,006
Великобурлуцький	25	28	104753	0,56	0,382	0,055	0,003
Вовчанський	23	25	138338	0,57	0,363	0,062	0,004
Двурічанський	22	25	87561	0,46	0,454	0,080	0,006
Дергачівський	22	25	59374	0,41	0,495	0,085	0,010
Зачепилівський	27	28	69469	0,80	0,165	0,032	0,002
Зміївський	23	25	74467	0,61	0,313	0,072	0,006
Золочівський	28	31	79065	0,47	0,490	0,037	0,003
Ізюмський	24	27	97856	0,48	0,452	0,062	0,007
Кегичівський	29	31	69669	0,74	0,220	0,038	0,002
Коломацький	26	29	25089	0,55	0,400	0,044	0,006
Красноградський	33	35	79365	0,67	0,296	0,033	0,001
Краснокутський	24	26	74867	0,70	0,272	0,025	0,003
Куп'янський	25	29	97457	0,43	0,462	0,103	0,005
Лозівський	24	26	121146	0,63	0,324	0,040	0,006
Нововодолазький	26	29	92459	0,56	0,386	0,047	0,006
Первомайський	23	25	103154	0,61	0,353	0,035	0,003
Печенізький	20	22	29987	0,59	0,379	0,028	0,003
Сахновщинський	24	26	105153	0,64	0,301	0,053	0,006
Харківський	24	27	99656	0,55	0,387	0,059	0,004
Чугуївський	30	33	81864	0,59	0,379	0,028	0,003
Шевченківський	22	27	85562	0,58	0,370	0,048	0,004

Література

1. Горшков В. Г. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды [Текст] / В. Г. Горшков // Итоги науки и техники. Теоретические и общие вопросы географии. Т. 7. – М.: ВИНТИ, 1990. – 237 с.

2. Дорогунцов К. Ф. Екологія [Текст] / С. І. Дорогунцов, К. Ф. Котенко та ін.-К.:КНЕУ, 2005. – 371 с.

3. База даних ФАО [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>.

4. Светличный А. А. Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты. Монография [Текст] / А. А. Светличный, С. Г. Черный, Г. И. Швец. – Сумы: Университетская книга, 2004. – 410 с.

5. Програма «Зерно України 2015» [Текст]. - К.: Діа, 2011. – 48 с.

6. Трофимов И. А. Повышение устойчивости агроландшафтов к засухам и эрозии почв [Текст] / И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова // Поволжский экономический журнал. – 2002, – №3. – С. 277-287.

Таблиця 3

**Результат ґрунтозахисної оптимізації розподілу ріллі
Харківської області між районами**

Райони	Площі ріллі, га		$(x_o - x_i) \cdot 100 / x_i$ %
	існуючі (x_i)	оптимізовані (x_o)	
Балаклійський	114300	116760	2
Барвінківський	88500	93416	6
Близнюківський	103100	101573	-1
Богодухівський	77100	71650	-7
Борівський	54700	53570	-2
Валківський	66700	65414	-2
Великобурлуцький	83900	85215	2
Вовчанський	108400	108721	0
Двурічанський	65700	71422	9
Дергачівський	44300	46632	5
Зачепилівський	55700	56357	1
Зміївський	53200	59542	12
Золочівський	65900	63922	-3
Ізюмський	74000	79636	8
Кегичівський	61500	56445	-8
Коломацький	22000	20421	-7
Красноградський	66000	64168	-3
Краснокутський	63000	60251	-4
Куп'янський	74000	78090	6
Лозівський	102600	97668	-5
Нововодолазький	75300	74905	-1
Первомайський	82400	83371	1
Печенізький	24300	24027	-1
Сахновщинський	86200	84630	-2
Харківський	71200	74335	4
Чугуївський	66900	64999	-3
Шевченківський	69100	69859	1

7. Куценко М.В. Ґрунтозахисна оптимізація структури сільськогосподарських угідь [Текст] / М.В. Куценко, В.М Червоний // Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 68. – Х.: ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського», 2008. – С. 150-153.

8. Эколого-экономические проблемы сельскохозяйственного производства [Текст] / Под ред. О. Ф. Балацкого. – К.: Урожай, 1992. – 144 с.

Надійшла до редколегії 15.01.2014