

**МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ РІВНЯ ТЕХНИКИ ПРИ РОЗРОБЦІ  
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БЛОЧНО-ВАРІАНТНОЇ СИСТЕМИ  
МАШИНОВИКОРИСТАННЯ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ**

**Мазоренко Д.І. акад. УААН, к.т.н., проф., Харченко С.О. к.т.н., доц.,  
Ковтун Ю.І. акад. ІАУ, д.с.-г.н., проф., Анікєєв О.І. к.т.н. доц.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства  
імені Петра Василенка*

*Пропонуються методологічні напрямки вирішення проблеми оцінки рівня сільгосптехніки за показниками збереження енергоресурсів, екосистеми і біопотенціалу сільгоспкультур.*

**Формулювання проблеми.** Коли тематика з розробки технологічної блочно-варіантної системи машиновикористання в землеробстві знаходиться на етапі дослідження методологічних підходів [1], постає проблема оцінки рівня техніки при її застосуванні у цій системі.

**Аналіз останніх досліджень.** Існуючі підходи досить складні, потребують велику кількість показників, яких не завжди є можливість отримати, і оснований на базі певного математичного апарату підрахунків із застосуванням електронно-обчислюваних систем [2;3]. Тому вони не можуть застосовуватися в сучасних господарствах, особливо малих за площею, при наявності кадрів у вигляді одного фермера і кількох сезонних працівників. За своєю складністю така оцінка техніки потребує певний час для обрахунків, а іноді господарникам потрібно приймати рішення за обмеженого часу, як при закупівлі техніки, наприклад на ярмарці-виставці, так і при застосуванні сільгоспагрегатів, де час обмежений агросроками в кілька днів, а то й годин [4].

**Мета.** Розробка методологічних напрямків вирішення проблеми оцінки рівня сільгосптехніки за показниками збереження енергоресурсів, екосистеми і біопотенціалу сільгоспкультур.

**Результати досліджень.** На основі рівнево-порівняльних методів при наукових дослідженнях [5], а також свого часу розроблених методів нормативної оцінки техніки за тріадою показників збереження енергоресурсів, екосистеми і біопотенціалу сільгоспкультур [6;7], пропонуються наступні напрямки в методології рішення проблеми оцінки рівня техніки в технологічній блочно-варіантній системі машиновикористання в землеробстві.

Перший напрямок, основний – це енергетична оцінка окремих сільгоспмашин, машинно-тракторних агрегатів, як при виконанні технологічних операцій, так і окремо, як технічних засобів. Справа полягає в тому, що до сьогодні більшість методів оцінки направлені на найкраще використання техніки, на зменшення її кількості і на мінімізацію затрат праці і енерговитрат у вигляді паливо-мастильних та інших технологічних матеріалів – добрив, пестицидів тощо. При цьому передбачається, що в господарстві є

певний набір тракторів, сільгоспмашин, який дозволяє вибрати оптимальний варіант для певної операції, за певної технологічної ситуації.

На даному етапі ринкових відносин, коли ціни на техніку формуються за певними законами ринку, і тому одна і та ж машина однієї марки і одного і того ж року випуску може мати різну ціну в залежності від регіону, поставщика тощо. Порівняння з існуючою технікою, наприклад в господарстві, досить складно, і вибрати із запропонованих варіантів ринку теж не просто. Тим більше, що на жаль, в більшості рекламних характеристик на машини приведені тільки дані в основному за продуктивністю і витратами пального. Головного показника для технологічного процесу – якості – немає. Немає і енергетичної оцінки техніки в цілому залежно від її фізичної ваги, оснащення, комфортності і т.п. І хоч існуючі нормативи такої оцінки теж не можуть бути стабільними в зв'язку з постійними вдосконаленнями техніки, все ж ці зміни менш динамічні в порівнянні з грошовою оцінкою.

Тому пропонується визначення по кожній машині, по кожному трактору і по агрегату, в цілому, ввести такий показник збереження як *коефіцієнт енергетичності операції*, який визначається як відношення енергетичності на одиницю площі по машині, агрегату до нормативної енергоємності по відповідному типу машин. Енергоємність машини (агрегату) за існуючими методиками рахується за всіма складовими на 1 га в Дж, включаючи енергію, що витрачена на виробництво енергозасобу, зчіпки і сільгоспмашини та енергію паливо-мастильних та інших технологічних матеріалів.

Для визначення нормативної енергоємності техніки її розподіляють на однотипові, а по кожному типу визначають середню величину енергоємності. Розглянемо це на прикладі техніки для збирання кукурудзи на зерно (табл. 1).

Таблиця 1 – Енергооцінка технологічної операції на збиранні врожаю кукурудзи на зерно

Марка		Енергозатрати, МДж/га	Коефіцієнт енергетичності операції <i>K<sub>eo</sub></i>
комбайна	приставки		
Дон – 1500	КМД – 6	1276,8	1,023
СК–10	КМД – 6	1021,6	0,819
СК – 5М	ППК – 4	1279,4	1,025
КСКУ – 6А	–	1413,2	1,133
<b>Нормативна</b>		<b>1247,75</b>	<b>1,000</b>

Як видно із таблиці, чим менший коефіцієнт енергетичності, тим ефективніша операція для збирання врожаю кукурудзи на зерно: в даному прикладі з комбайном СК–10 з приставкою КМД – 6. Із цих даних можна також визначити три групи технологічних рівнів застосування кукурудзозбиральної техніки: високий – 0,819; середній – 1,023...1,025 і низький – 1,133 – самий найзатратніший.

Крім такої поопераційної оцінки енергетичності, може бути застосована загальна енергетична оцінка техніки за енергетичним еквівалентом по кожному типу машин за коефіцієнтом енергетичності тільки техніки (*K<sub>m</sub>*) на даній операції, що приведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Енергооцінка технічних засобів при збиранні врожаю кукурудзи на зерно

Марка техніки	Маса, кг	Енергетичний еквівалент, МДж/кг год	Загальна енергооцінка, МДж/год	Коефіцієнт енергетичності техніки $K_m$
Дон – 1500 + КМД – 6	12750	0,151	1925,3	1,232
СК–10 + КМД–6	12500	0,151	1887,5	1,208
СК – 5М + ППК – 4	7500	0,151	1132,5	0,725
КСКУ – 6А	10530	0,124	1305,7	0,836
<b>Нормативна</b>	×	×	<b>1562,75</b>	<b>1,000</b>

Як видно, найменш затратний високого технічного рівня з коефіцієнтом енергетичності техніки 0,725 комбайн СК–5М з приставкою ППК–4, середнього технічного рівня 0,836 комбайн КСКУ–6А, і низького 1,208...1,232 – комбайн Дон–1500 з приставкою КМД–6 і СК–10 з приставкою КМД–6.

Також енергетична оцінка засобів механізації може проводитися за нормативними даними по операціях з врахуванням середніх енергозатрат по технологіях в цілому по провідних культурах та середня по основних операціях (табл. 3).

Таблиця 3 – Середні енерго-нормативні величини енергоємності по однотипних технологічних операціях по технологіях провідних культур [6]

Назва операції	Енергетично-нормативна енергоємність ГДж/га по операціях $K_{ес-н}$
1. Лушення стерні	0,744
2. Внесення мінеральних добрив	5,329
3. Внесення органічних добрив	5,257
4. Глибокий обробіток ґрунту	1,333
5. Боронування	0,139
6. Культивування суцільна	0,294
7. Культивування міжрядна	0,33
8. Коткування	0,412
9. Приготування розчину	0,031
10. Внесення пестицидів	1,053
11. Сівба (садіння)	6,053
12. Збирання основної продукції	2,404
13. Збирання побічної продукції	1,015
14. Навантаження	0,534
15. Транспортування	0,641
16. Ручна праця	0,550
Енергонормативна енергоємність по технології	27,140

В нашому прикладі (табл. 4) коефіцієнт енергетичності за середніми енерго-нормативними даними  $K_{ес-н}$  буде складати, відповідно як співвідношення енергоємності фактичної по операції збирання врожаю кукурудзи до середньої нормативної по операції збирання врожаю основної продукції провідних культур (табл. 3 п. 12) що дорівнює 2,404 ГДж/га.

Таблиця 4 – Коефіцієнт енергетичності за середньо нормативними по типових операціях

Марка техніки	Загальна енергоємність, ГДж/га	Середньонормативний коефіцієнт $K_{ес-н}$
Дон – 1500 + КМД – 6	1,925	0,801
СК–10 + КМД–6	1,887	0,785
СК – 5М + ППК – 4	1,132	0,471
КСКУ – 6А	1,306	0,543

За цими даними найвищий рівень у СК – 5М і КСКУ – 6А, де найменший коефіцієнт: відповідно 0,471...0,543; а найнижчий у Дон–1500, СК–10+КМД–6, відповідно: 0,785...0,801.

Враховуючи неоднозначну оцінку за енергетичністю залежно від нормативної бази, можна по кожній операції і машині підрахувати середній коефіцієнт енергетичності за трьох способів визначення ( $K_e$ ).

В результаті отримуємо середню величину коефіцієнтів енергетичності, визначену за трьома даними в залежності від вибраного нормативу (табл. 5).

Таблиця 5 – Визначення середньої величини коефіцієнту енергетичності

Марка техніки	Коефіцієнт енергетичності			Середній коефіцієнт енергетичності $K_e$
	по операції $K_{eo}$	по техніці $K_{ет}$	середні по операції і технології $K_{ес-н}$	
Дон – 1500 + КМД–6	1,023	1,232	0,801	1,019
СК–10 + КМД–6	0,819	1,208	0,785	0,937
СК – 5М + ППК – 4	1,025	0,725	0,471	0,740
КСКУ – 6А	1,133	0,836	0,543	0,837

Розробка таких таблиць, на основі відповідної методики енергооцінки та з врахуванням наявної техніки в господарствах та на ринку, необхідна при створенні технологічної блочно-варіантної системи землеробства.

Другий методологічний напрям оцінки технічного рівня машин – це за їх впливом на довкілля.

Враховуючи складність у визначенні показників впливу на довкілля при роботі сільгосптехніки, що проводиться тільки при випробуванні машин, і в публікаціях ці дані ніде системно не фіксуються, немає їх і в інструкціях, рекламних матеріалах, тому пропонується також нормативний принцип, взявши за основу енергоємність технологій за рік.

Як встановили екологи, базуючись на міжнародному досвіді, енергоємність на один гектар за рік повинна становити не більше 30 ГДж [8], яку ми приймаємо за нормативну по екологічності для кожного технологічного процесу кожній сільгоспкультурі. Взявши цю величину за 100% рахуємо по кожному типу операції екологічно-нормативну енергоємність (таблиця 6).

Взявши для нашого прикладу екологічно-нормативну енергоємність на збиранні врожаю за 2,801 ГДж/га, підрахуємо коефіцієнт екологічності ( $K_{дов}$ ) кукурудзозбиральної техніки на основі даних енергозатрат на 1 га (табл. 1) і занесемо їх в таблицю 7.

Таблиця 6 – Екологічно-нормативні величини енергоємності по однотипних екологічних операціях [6]

Назва операції	Доля в технології, %	Екологічно-нормативна енергоємність, ГДж/га
1. Лущення стерні	3,5	1,050
2. Внесення мінеральних добрив	22,0	6,600
3. Внесення органічних добрив	21,0	6,300
4. Глибокий обробіток ґрунту	6,0	1,800
5. Боронування	0,5	0,150
6. Культивуація суцільна	1,0	0,300
7. Культивуація міжрядна	2,0	0,600
8. Коткування	1,0	0,300
9. Приготування розчину	0,1	0,030
10. Внесення пестицидів	4,0	1,200
11. Сівба (садіння)	20,0	6,000
12. Збирання основної продукції	9,4	2,801
13. Збирання побічної продукції	4,0	1,200
14. Навантаження	2,0	0,600
15. Транспортування	2,0	0,600
16. Ручна праця	1,5	0,450
Екологічно-нормативна по технології	100	30,000

Таблиця 7 – Коефіцієнт екологічності кукурудзозбиральної техніки

Марка техніки	Енергозатрати, ГДж/га	Екологічно-нормативна енергоємність, ГДж/га	Коефіцієнт екологічності $K_d$
Дон – 1500 + КМД – 6	1,277	2,800	0,456
СК–10 + КМД–6	1,022	2,800	0,365
СК – 5М + ППК – 4	1,279	2,800	0,457
КСКУ – 6А	1,413	2,800	0,505

Як видно, по кукурудзозбиральної техніці маємо досить високий рівень збереження довкілля – від 0,365 до 0,505, тільки половина від максимально допустимої енергоємності. Найвищий рівень екологічності в СК–10, найнижчий рівень у КСКУ–6, середню позицію займають Дон–1500 і СК–5М.

І нарешті, третій методологічний напрямок оцінки технічного рівня сільгосптехніки – це збереження біопотенціалу. Для цього за багаторічними даними в конкретному господарстві, де буде застосовуватися техніка, визначається коефіцієнт реалізації біопотенціалу по технологіях провідних культур ( $K_{РБП}$ ) як відношення фактичної багаторічної середньої врожайності до біопотенціалу. За цим коефіцієнтом визначаємо *коефіцієнт біопотенційності* ( $K_B$ ) по операціях в залежності від їх кількості ( $n$ ), помноживши на *коефіцієнт значимості* технологічних операцій (насінневий матеріал  $K_H=0,40$ ; внесення добрив  $K_D=0,20$ ; решта технологічних операцій  $K_T=0,30$ ;  $K_{II}=0,1$  – випадкові фактори у т.ч. погодні умови):

$$K_B = 1 - \left[ \left( \sqrt[n]{K_{РБП}} \right) K_H \cdot K_D \cdot K_T \cdot K_{II} \right].$$

Наприклад, в господарстві коефіцієнт реалізації по кукурудзі на зерно  $K_{РБП}=0,90$ , тоді на збиранні врожаю коефіцієнт біопотенційності при 10 основних операціях буде:

$$K_B = 1 - \left[ \left( \sqrt[10]{0,350} \right) 0,3 \right] = 1 - (0,90 \times 0,30) = 0,73.$$

Отже, в цілому комплекс для збирання кукурудзи на зерно за трьома величинами збереження – коефіцієнтів енергетичності, екологічності і біопотенційності буде дорівнювати середній величині збереження.

$$K_{зб} = \frac{K_E + K_{ДОВ} + K_B}{3},$$

де:  $K_E$  – середній коефіцієнт енергетичності;  
 $K_{ДОВ}$  – коефіцієнтів екологічності.

В нашому прикладі результати занесені в таблицю 8.

Таблиця 8 – Загальний коефіцієнт збереження кукурудзозбиральної техніки

Марка техніки	$K_E$	$K_{ДОВ}$	$K_B$	$K_{зб}$
Дон – 1500 + КМД – 6	1,019	0,456	0,730	0,759
СК–10 + КМД–6	0,937	0,365	0,730	0,677
СК – 5М + ППК – 4	0,740	0,457	0,730	0,642
КСКУ – 6А	0,837	0,505	0,730	0,691

Як видно, більшість техніки для збирання врожаю кукурудзи на зерно близька за величинами коефіцієнтів збереження, але мають його досить високий показник, що говорить про їх низький технічний рівень, але в порівнянні найкращий варіант СК–5М (0,642), найгірший Дон-1500 (0,759).

Запропоновані нормативні методології можуть бути прийняті після аналізу більшій частини технічних засобів, або прийняті за основу подальших досліджень з питань визначення рівнів техніки.

## Висновки

1) створена методологія нормативного визначення технічного рівня сільгосптехніки, дозволяє розробити універсальні таблиці для всіх типів техніки, що дасть можливість оперативно приймати рішення при закупівлі, при складанні технологічних карт в господарстві, при застосуванні сільгосптехніки;

2) розроблені методологічні напрямки можуть бути прийняті для подальших досліджень, або взяті за основу для розробці інших методик визначення технічних рівнів сільгоспмашин;

3) при подальших дослідженнях з проблем оцінки рівнів техніки необхідно керуватися такими підходами, які дозволяють виробникам мати спрощений апарат оцінки технічних рівнів сільгоспмашин.

## Список використаних джерел

1. Мазоренко Д.І., Ковтун Ю.І., Харченко С.О. Проект розробки перспективної блочно-варіантної системи машиновикористання в землеробстві, //Вісник «Механізація сільського господарства» – Харків: ХНТУСГ, 2010. – Вип. 93. –т. 1– С. 5–10.
2. Саклаков В.Д., Сергеев М.П. Технико-экономическое обоснование выбора средств механизации. – М.: Колос, 1973. – 200с.
3. Сергиенко В.И., Каспицкая М.Ф. Модели и методы решения ЭВМ комбинированных задач оптимизации. – К.: Наукова думка, 1981. – 287с.
4. Саблук П.Т. Формування міжгалузевих відносин: проблеми, теорії та методології – К. 2002. – 432с.
5. Ковтун Ю.І. Рівністика. Видання друге. – Харків: КП «Міска друкарня», 2010. – 184с.
6. Пастухов В.І. Тріада критеріїв збереження для оцінки техніки і технології в рослинництві. Методичні рекомендації з визначення енергетичності, екологічності і біопотенційності. – Харків: «Промпроект», 2004. – 118с.
7. Ковтун Ю.І. Система якості «поле-машина», з основами агрокваліметрії. Наукові рекомендації для працівників механізованого рослинництва. – Харків: ПНВП «Промпроект», 2007. – 140с.
8. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (Экологогенетические основы). – Кишинёв, Штиинца, 1990. – 432с.

## Аннотация

### **МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ТЕХНИКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЛОЧНО-ВАРИАНТНОЙ СИСТЕМЫ МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

Мазоренко Д.И., Харченко С.А., Ковтун Ю.И., Аникеев А.И.

*Предлагаются методологические направления решения проблемы оценки уровня сельскохозяйственной техники с использованием показателей сохранения энергоресурсов, экосистемы и биопотенциала сельскохозяйственных культур.*

## Abstract

### **THE METHOD OF ASSESSMENT OF THE LEVEL IN THE DEVELOPMENT PROCESS TECHNOLOGY BLOCK-VARIANT MACHINE USE SYSTEM IN AGRICULTURE**

D. Mazorenko, S. Kharchenko, Y. Kovtun, A. Anikeev

*The proposed methodological directions for solving the problem of estimating the level of agricultural technology with the use of indicators of energy conservation, ecosystems, and biopotential crops.*