

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ БІОЕНЕРГЕТИЧНОГО АНАЛІЗУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

А. І. ЧМІЛЬ, доктор технічних наук, професор
**Національний університет біоресурсів
і природокористування України**
e-mail: a.chmil@mail.ru

Анотація. Наведено методологію системного біоенергетичного аналізу сільськогосподарських технологічних процесів, направлено на виявлення резервів енергозбереження і пошук енергозберігаючих технологій.

Ключові слова: системний біоенергетичний аналіз, енергомісткість продукції, енергоємність продукції

Для оцінки ефективності нової техніки, а також оптимізації режимів роботи машин і обладнання найбільшого поширення набула методика на основі критерію приведених витрат. Проте в умовах інфляції і економічної кризи, коли ціни різко змінюються, дати повну економічну оцінку стало практично неможливим. В цих умовах ефективність використання енергетичних ресурсів в тваринництві і пошук енергозберігаючих технологій доцільно проводити за допомогою системного біоенергетичного аналізу.

Мета досліджень – обґрунтування методології системного біоенергетичного аналізу сільськогосподарських технологічних процесів.

Матеріал і методика досліджень.

Результати досліджень. Під системним біоенергетичним аналізом (СБЕА) розуміють метод системного дослідження сільськогосподарських технологічних процесів, направлений на виявлення резервів енергозбереження з урахуванням природних і техногенних потоків енергії та речовини в їх неперервному зв'язку.

Основною метою СБЕА є:

- на стадії проектування - попередження виникнення зайвих витрат викопних джерел енергії за обов'язкового дотримання параметрів, що забезпечують реалізацію функціонального призначення об'єкта;
- на стадії виробництва і експлуатації - скорочення або виключення невиправданих витрат і втрат енергії за умови збереження або поліпшення споживчих властивостей об'єкта.

Підсумком проведення СБЕА має бути зниження витрат енергії на одиницю корисного продукту, що досягається: скорочення витрат за одночасного підвищення споживчих властивостей; підвищення якості за збереження рівня витрат; зменшення витрат за збереження рівня якості; скорочення витрат за обґрунтованого зниження технічних і фізіологічних параметрів до їх функціонально необхідного рівня.

В основі СБЕА лежить визначення коефіцієнта біоенергетичної ефективності, кількісним виразом якого є відношення енергії, акумульованої в продукції (енергомісткість продукції) до сумарних витрат енергії на її виробництво (енергоємність продукції):

$$\eta_{\text{б.е.е.}} = \frac{E_{\text{п}}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij}^k x_{ij}^k}, \quad (1)$$

де $E_{\text{п}}$ - енергомісткість сільськогосподарської продукції, ГДж/ц;

c_{ij} - енергетичний еквівалент k -го елементу i -го виду витрат за кожним технологічним процесом j , ГДж/(ц, м², люд.-год);

x_{ij} - величина k -го елементу i -го виду витрат на виробництво продукції за кожним технологічним процесом j (ц, м², люд.-год);

i, j - види витрат і їх елементів: прямі витрати (електроенергії, паливно-мастильних матеріалів), непрямі (на виробництво кормів, племенних тварин, лікарських препаратів тощо), інвестиційні витрати (вартість машин, споруд і т. д.), витрати живої праці (кількість задіяних робітників, службовців);

j - технологічні процеси (годування, напування, прибирання гною, підтримання мікроклімату і т. д.).

Такий підхід дає можливість враховувати не тільки прямі витрати електроенергії і палива, а й витрати, упереджені раніше в різних галузях народного господарства, а також витрати живої праці робітників і службовців.

Системний біоенергетичний аналіз значно перевищує можливості техніко-економічного аналізу з виявлення резервів економії викопних енергоресурсів. Якщо в процесі проведення техніко-економічного аналізу здійснюється констатація недоліків і обумовлених ними причин, то результатом СБЕА є пошук конкретних шляхів усунення цього роду недоліків, підвищення ефективності функціонування досліджуваного об'єкта.

Сумарні витрати всіх видів ресурсів перераховують в енергетичні одиниці за відповідними енергетичними еквівалентами. За цих обставин енергетичні еквіваленти засобів виробництва включають енергію, витрачену на видобуток сировини, її переробку, виготовлення і транспортування машин і обладнання, а також енергію на виготовлення запасних частин і ремонт. За розробки енергетичних еквівалентів враховувалося, що щорічно машини й устаткування переносять на продукцію тільки частина сукупної енергії.

Таким чином, всі витрати зводяться до єдиної системи енергетичних показників, які на відміну від вартісних, не вимагають приведення до незмінним в часі цін, інфляційних процесів та курсів валют.

Корисний енерговміст сільськогосподарської продукції оцінюється за якісним і хімічним складом органічних сполук (енергія 1 кг білка дорівнює 23,56 МДж, жиру – 39,77 МДж, вуглеводнів – 15,5 МДж). У загальному вигляді енерговміст можна представити як функцію:

$$E_{\text{п}} = f(u, v), \quad (2)$$

де E_n - корисний енерговміст продукції;

f - функція, що зв'язує наявність у продукції органічних сполук u , і вологовміст V .

Для м'якоті туш бичків, наприклад, енерговміст можна визначити за формулою [2]:

$$E_M = 9,713 M - 2195,299, \quad (3)$$

де E_M - корисний енерговміст в м'якоті туш, МДж;

M - передзабійна маса бичків, кг.

Узагальненим показником витрати всіх видів енергії є сумарна енергоємність продукції або процесу, тобто поєднання витрати паливно-енергетичних ресурсів на виробництво одиниці продукції у всіх попередніх і поточних процесах

Сукупні витрати $E_{заг}$ складаються з прямих витрат енергії $E_{пр}$, що включають споживання енергоносіїв (паливо, електрична та теплова енергія) технологічним і енергетичним обладнанням, непрямих E_k витрат енергії поза інфраструктурою виробництва на виготовлення добрив, пестицидів, запчастин та ін., що повністю витрачаються в процесі одного циклу виробництва та інвестиційних - минулих витрат енергії на виробництво машин, будівництво будівель і споруд та ін. E_u і витрат енергії у вигляді живої праці людей $E_{тр}$:

$$E_{заг} = E_{пр} + E_k + E_u + E_{тр}. \quad (4)$$

Прямі витрати енергії визначаються витратою електроенергії і палива, непрямі - через відповідні енергетичні еквіваленти. Визначення інвестиційних витрат енергії має свою особливість, яка полягає в тому, що енергія, витрачена на виготовлення цих засобів, використовується лише частково. Для кількісної оцінки інвестиційних витрат необхідно розділити енерговитрати на виготовлення засобів виробництва та термін їх служби і помножити на час використання протягом одного технологічного циклу.

Сукупна річна витрата енергії, що припадає на виробництво продукції тваринництва визначається наступним чином:

$$E_{заг} = E_{пл} + E_{кр} + E_{осн} + E_{обор} + E_{тр}, \quad (5)$$

де $E_{пл}$ - сукупна енергія, матеріалізована у постановочне поголів'я, МДж;

$E_{кр}$ - сукупна енергія, матеріалізована в кормах, ГДж;

$E_{осн}$ - сукупна енергія, що переноситься основними засоби виробництва (крім поголів'я худоби), ГДж;

$E_{обор}$ - сукупна енергія, що переноситься оборотними засобами виробництва (крім кормів), ГДж;

$E_{тр}$ - сукупна енергія, пов'язана з витратами роботи, ГДж.

Сукупну енергію, уречевлену в постановочному поголів'ї і перенесену в процесі виробництва на тваринницьку продукцію, визначають шляхом множення числа голів на енергетичний еквівалент вирощування однієї тварини:

$$E_{пп} = N_{пп} \cdot E_{пп}, \quad (6)$$

де $N_{пп}$ – число голів постановочного поголів'я, гол.

$E_{пп}$ – енергетичний еквівалент вирощування однієї тварини, ГДж/год.

Сукупні енергозатрати на виробництво кормів складаються з енергозатрат обробітку, збирання, транспортування і приготування кормів.

$$E_{кр} = E_{тер} + E_o + E_{тр} + E_{маш}, \quad (7)$$

де $E_{тер}$ – прямі витрати паливно-енергетичних ресурсів, МДж/т;

E_o – сукупні витрати енергії, уречевлені в мінеральних добривах, пестицидах і насінні, МДж / т;

$E_{маш}$ – енергоємність машин і обладнання, МДж/т.

Сукупні витрати основних засобів виробництва складаються з енергії, яку переносять обладнанням $E_{об}$, машинами $E_{маш}$, спорудами і приміщеннями $E_{зд}$.

$$E_{осн} = E_{сб} + E_{маш} + E_{зд}, \quad (8)$$

Сукупні витрати оборотних коштів складаються з прямих витрат енергії пального $E_{гсм}$, теплової енергії $E_{те}$, електричної енергії $E_{ее}$ і енергії, що переноситься ветеринарними препаратами $E_{вп}$:

$$E_{обз} = E_{гсм} + E_{те} + E_{ее} + E_{вп}. \quad (9)$$

Сукупні затрати живої праці визначаються як:

$$E_{тп} = N_p \cdot E_p \cdot t_p + N_{итп} \cdot E_{тп} \cdot t_{тп}, \quad (10)$$

де N_p , $N_{итп}$ – відповідно число робочих, інженерно-технічних робітників, чол;

E_p , $E_{итп}$ – відповідні енергетичні еквіваленти затрат живої праці, МДж / люд. -год;

t_p , $t_{итп}$ – відповідні витрати живої праці, год.

Велика кількість факторів, що впливають на енергоспоживання сільськогосподарських еколого-біотехнічних систем потребує розробки спеціальних методів, що дозволяють багаторазово прораховувати різні варіанти її розвитку. Для вирішення цього завдання пропонується моделювати вхідні і вихідні параметри у формі енергетичних балансів. Алгоритм розрахунку енергетичних характеристик сільськогосподарських еколого-біотехнічних систем (СЕБС) наведено на рис. 1.

Оцінку ефективності енерговикористання в СЕБС або її підсистемах за допомогою коефіцієнта біоенергетичної ефективності здійснюють шляхом порівняння його з кращими вітчизняними і закордонними зразками. Проте така оцінка є порівняльною і не дозволяє визначити абсолютний показник ефективності.

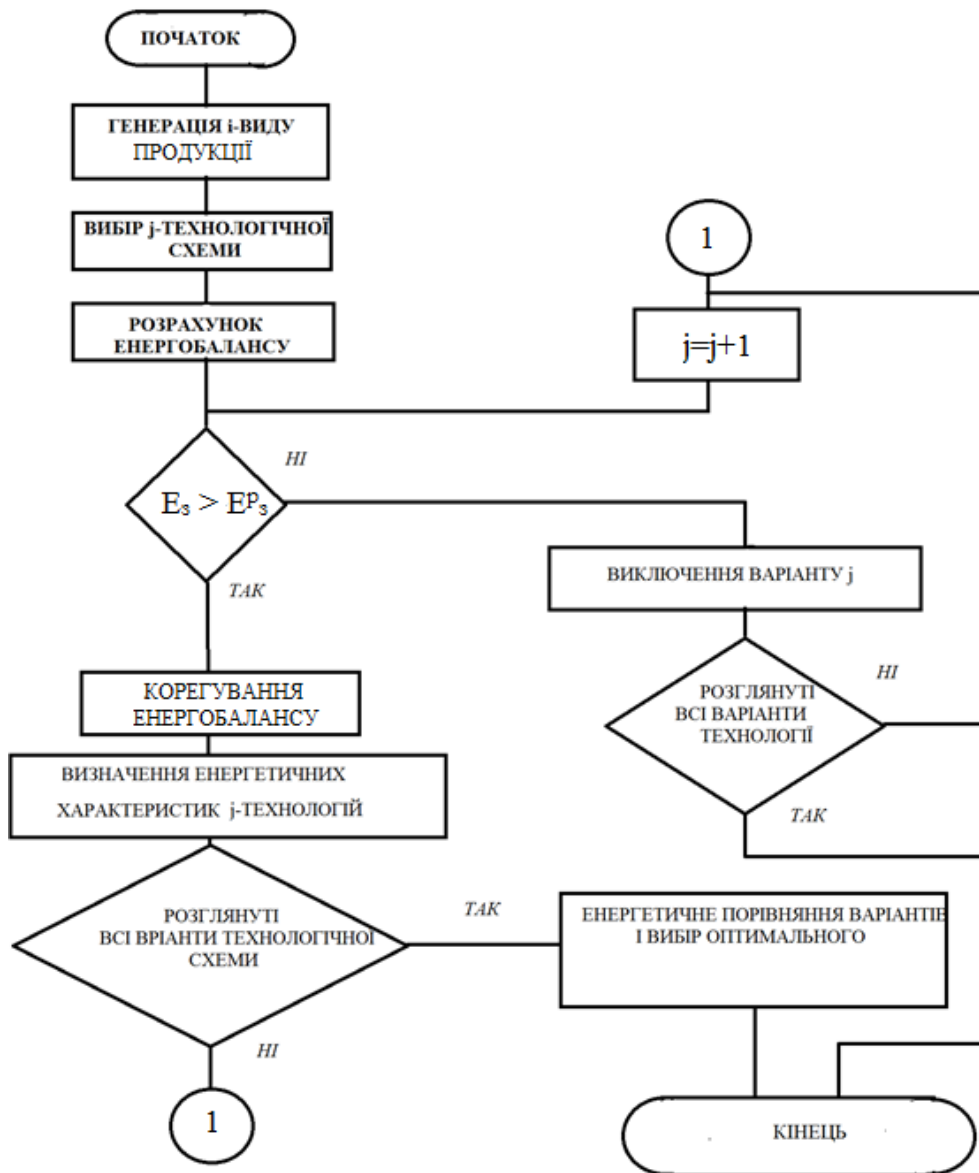


Рис. 1. Алгоритм енергетичних характеристик

У цьому випадку більш ефективним є використання поняття мінімально необхідних (теоретичних) витрат для отримання розглянутої тваринницької продукції [3]. Зіставлення витрат енергії ідеалізованої СЕБС з витратами реальної досліджуваної СЕБС дозволяє судити про енергетичні ефективності останньої за величиною відносного ККД:

$$\eta_{eH}^{oTH} = \sum E_3^{HD} / \sum E_3^D = \eta_{eH}^D / \eta_{eH}^{HD}, \quad (11)$$

де η_{eH}^{oTH} - відносний ККД енергетичної ефективності СЕБС;
 E_3^{HD}, E_3^D - витрати енергоресурсів відповідно ідеалізованою і реальною СЕБС;

$\eta_{eH}^{HD}, \eta_{eH}^D$ - коефіцієнт енергетичної ефективності відповідно ідеалізованої і реальною СЕБС.

Різниця між показниками енергоспоживання на виробництво однієї тваринницької продукції для реального і ідеалізованого рівнів, помножена

на обсяг її випуску в перспективі, визначає резерви паливно-енергетичних ресурсів [1]

$$P_i = (E_i^p - E_{\frac{p}{H}}^p) M_i^{H \Delta} \quad (12)$$

де $M_i^{H \Delta}$ – об'єм випуску однієї тваринницької продукції для ідеалізованої моделі.

Висновки

Запропоновано методологію системного біоенергетичного аналізу сільськогосподарських технологічних процесів, в основі якої лежить визначення коефіцієнта біоенергетичної ефективності, кількісним виразом якого є відношення енергії, акумульованої в продукції (енергомісткість продукції) до сумарних витрат енергії на її виробництво (енергоємність продукції).

Список літератури

1. Технологія виробництва продукції тваринництва / За ред. О. Т. Бусенка. - К.: Вища освіта, 2005. – 496 с.
2. Ревенко І. І. Машиновикористання у тваринництві / І. І. Ревенко, В. М. Манько, В. І. Кравчук. - К.: Урожай, 1999. – 207 с.
3. Теорія та розрахунок машин для тваринництва / Б. П. Шабельник, М. М. Троянов, І. Г. Бойко, О. В. Нанка, А. І. Дзюба. - Х., 2002. - 212 с.

References

1. Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii tvarynnytstva. [Technology of livestock production] Za red. O. T. Busenka (2005).- K.: Vyshcha osvita,, 496s.
2. Revenko, I. I. (1999) Mashynovykorystannia u tvarynnytstvi. [The use of machinery in livestock] I. I. Revenko, V. M. Manko, V. I. Kravchuk. - K. : Urozhai,, 207.
3. Shabelnyk, B. P. (2002). Teoriiia ta rozrakhunok mashyn dlia tvarynnytstva [The theory and calculation machines for livestock] B. P. Shabelnyk, M. M. Troianov, I. H. Boiko, O. V. Nanka, A. I. Dziuba. Kharkyv, 212.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОЕНЕРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А. И. Чмиль

Аннотация. Представлена методология системного биоэнергетического анализа сельскохозяйственных технологических процессов, направленная на выявление резервов энергосбережения и поиск энергосберегающих технологий.

Ключевые слова: системный биоэнергетичний анализ, енерговместимость продукции, енергоемкость продукции

METHODOLOGICAL BASES BIOENERGETICHES AGRICULTURAL ANALYSIS PROCESS

A. Cmil

Annotation. *The methodology of the system of bioenergetic analysis of agricultural technological processes used to identify reserves of energy conservation and the search for energy-saving technologies.*

Keywords: *system bioenergetic analysis, energy intensity production, energy consumption*

УДК 313.33:621.318.122

**ФОРМУВАННЯ НИЗЬКИХ ЧАСТОТ ОБЕРТАННЯ
ТА ЕКСТРЕМАЛЬНИХ МОМЕНТІВ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНОГО
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

М. М. ЗАБЛОДСЬКИЙ, доктор технічних наук, професор
*Національний університет біоресурсів
і природокористування України*
e-mail: zablodskiynn@gmail.com

В. Ю. ГРИЦЮК, кандидат технічних наук, доцент
Донбаський державний технічний університет
e-mail: grits.86@mail.ru

Анотація. *Запропоновано і обґрунтовано спосіб безредукторного формування в поліфункціональних електромеханічних перетворювачах технологічного призначення низьких частот обертання і електромагнітного моменту, який кратно збільшений стосовно номінального. Наведені результати розрахунків механічних характеристик й показано варіант розробленого діючого комплексу для сушіння сипких речовин.*

Ключові слова: *поліфункціональний електромеханічний перетворювач, магніторушійна сила, електромагнітний момент, частота обертання*

Створення ресурсо- і енергозберігаючих технологій розвивається за двома основними напрямками. Перший з них пов'язаний з підвищенням ККД окремих елементів системи перетворення енергії. Другий заснований на інтегруванні функціональних властивостей одним агрегатом і використанні диссипативних складових енергії. Оскільки перший напрям за розвинутої системи оптимізації конструктивних розв'язків визначається, насамперед, створенням нових активних і ізоляційних матеріалів, темпи його розвитку обмежені. Для технологічних систем, що поєднують процеси транспортування, нагрівання, перемішування матеріалів, найбільш перспективним слід вважати другий напрям. У цьому випадку стає мож-