

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ У ГАЛУЗІ РОСЛИННИЦТВА

© Воронков О. А., Роговський І. Л., 2017

Наведено результати аналітичного дослідження з обґрунтування методичної схематизації ефективності транспортно-технологічних систем рослинництва. Встановлено, що природно-виробничі особливості сільськогосподарського виробництва мають враховувати рівень адаптації транспортно-технологічного забезпечення рослинництва. Запропоновано методичний підхід до аналітичного визначення ефективності використання транспортних засобів у технології виробництва продукції рослинництва за допомогою коефіцієнтів вагомості. Це уможливить визначення заходів щодо зниження енергетичних затрат і підвищення ефективності використання транспортних засобів.

Ключові слова: ефективність, затрати енергії, рослинництво, транспортний засіб, транспортна система.

O. Voronkov, I. Rohovs'kyu

ANALYTICAL SCHEMATIZATION OF EFFECTIVENESS TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF CROP PRODUCTION

In article the results of analytical research of endurance the value of methodological schematization the efficiency of transport and technological systems of crop production. Determined that natural production characteristics of agricultural production have to take into account the level of adaptation of transport and technological support of plant growing. Methodical approach for analytical determination of efficiency of use of vehicles in technology of crop production with help of weighting factors provides with appropriate level of validity to identify measures to reduce energy costs with implementation of block diagram determining the efficiency of use of vehicles.

Key words: efficiency, energy costs, crop production, vehicle, transport system.

Формулювання проблеми. У виробництві сільськогосподарської продукції рослинництва важлива роль відводиться транспортно-технологічному забезпеченню, навіть якщо йдеться про однакові сільськогосподарські культури. Задача оптимізації полягає у тому, щоб віднайти таке транспортно-технологічне забезпечення, яке дозволило б отримати продукцію з найменшими енерговитратами. Остаточо оцінювати варіанти оптимізації потрібно за критерієм повних енергозатрат.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Регламентоване дотримання науково обґрунтованих технологій вирощування сільськогосподарських культур може бути забезпечене за умови чіткого транспортно-технологічного забезпечення [1]. Природно-виробничі особливості сільськогосподарського виробництва мають виражений зональний характер. Водночас необхідно враховувати, що рівень забезпеченості агропідприємств матеріально-технічною базою, організація управління виробництвом, технології і засоби механізації, що склалися, неоднакові. Внаслідок

цього виникає потреба адаптації транспортно-технологічного забезпечення [2] вирощування продукції рослинництва [3]. У сільськогосподарському виробництві основними виробничими культурами є зернові. Для вирощування, збирання і транспортування цих культур розроблено спеціальні технології [4], важлива роль в яких відводиться транспортно-технологічному забезпеченню, якому сьогодні не приділяють належної уваги з боку науки [5]. Водночас, якщо врахувати специфічні особливості рослинництва як галузі економіки, неминуче виникає питання про потребу поліпшення транспортно-технологічного забезпечення з одночасним зниженням енергозатрат [6].

Формулювання мети. Метою роботи є дослідження та обґрунтування методичної схематизації ефективності транспортно-технологічних систем рослинництва.

Виклад основного матеріалу. Аналітично сформульовану вище задачу описують математичною моделлю:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m W_{pij} = \sum_{i=1}^n W_{мп1i} + \sum_{i=1}^n W_{оп2i} + \sum_{i=1}^n W_{хп3i} + \sum_{i=1}^n W_{нп4i} + \sum_{i=1}^n W_{зп5i} + \sum_{i=1}^n W_{птmi} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де W_{pij} – повні питомі енергозатрати i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції рослинництва, МДж/т; $W_{мп1i}$ – повні питомі енергозатрати i -го транспортного засобу на транспортування мінеральних добрив, МДж/т; $W_{оп2i}$ – повні питомі енергозатрати i -го транспортного засобу на транспортування органічних добрив, МДж/т; $W_{хп3i}$ – повні питомі енергозатрати i -го транспортного засобу на транспортування засобів хімічного захисту рослин, МДж/т; $W_{нп4i}$ – повні питомі енергозатрати i -го транспортного засобу на транспортування насінневого матеріалу, МДж/т; $W_{зп5i}$ – повні питомі енергозатрати i -го транспортного засобу на транспортування збіжжя з поля, МДж/т; $W_{птmi}$ – повні питомі енергозатрати i -го транспортного засобу на транспортування збіжжя до споживача, МДж/т; i – кількість транспортних засобів; j – кількість транспортних операцій.

Транспортно-технологічне забезпечення рослинництва функціонуватиме ефективно тоді, коли виконуватиметься умова, що повні питомі енерговитрати W_{mn} матимуть мінімальні значення з максимальною різницею ΔW_{mn} між існуючим і запропонованим транспортно-технологічним забезпеченням за обмежень, що весь обсяг робіт буде виконано з коефіцієнтом ефективності $K_{ef} > 1$:

$$\Delta W_{mn} = W_{mnб} - W_{mnн} \rightarrow \max, \quad K_{ef} = \frac{W_{mnб}}{W_{mnн}} > 1, \quad (2, 3)$$

де ΔW_{mn} – зменшення повних питомих енергозатрат i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції рослинництва, МДж/т; $W_{mnб}$ – повні питомі енергозатрати існуючого (базового) i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції рослинництва, МДж/т; $W_{mnн}$ – повні питомі енергозатрати запропонованого (проектного) i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції, МДж/т; K_{ef} – коефіцієнт ефективності.

Повні питомі енергозатрати i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції під час розв'язання вищенаведеної аналітичної задачі визначають за математичною моделлю:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m W_{pij} = \sum_{i=1}^n W_{прij} + \sum_{i=1}^n W_{жij} + \sum_{i=1}^n W_{eij} + \sum_{i=1}^n W_{вrij} \rightarrow \min, \quad (4)$$

де W_{pij} – повні питомі енергозатрати i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції рослинництва, МДж/т; $W_{прij}$ – прямі питомі енергозатрати i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції, МДж/т; $W_{жij}$ – питомі енергозатрати живої праці i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції, МДж/т; W_{eij} – питома енергоемкість i -го транспортного

засобу на j -й транспортній операції, МДж/т; $W_{втіj}$ – питомі енергетичні втрати від втрати врожаю продукції рослинництва i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції, МДж/т.

Прямі питомі енергозатрати i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції визначаються за формулою:

$$W_{пріj} = G_{міj} \cdot (a_m + f_m), \quad (5)$$

де $G_{міj}$ – витрата палива i -м транспортним засобом на j -й транспортній операції рослинництва, кг/т; a_m – тепломісткість палива, МДж/кг; f_m – коефіцієнт, який враховує додаткові затрати енергії на виробництво палива, МДж/кг.

Питомі енергозатрати живої праці i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції визначають за загальновідомим виразом:

$$W_{жіj} = \frac{n_{кіj} \cdot a_{ж}}{\Pi_{іj}}, \quad (6)$$

де $n_{кіj}$ – кількість водіїв i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції рослинництва, осіб; $a_{ж}$ – енергетичний еквівалент живої праці, МДж/(осіб×год); $\Pi_{іj}$ – продуктивність i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції рослинництва, т/год.

Питома енергоємність загалом дорівнює:

$$W_{еіj} = \frac{M_{міj} \cdot C_{мпіj} \cdot (K_{міj} + K_{мкіj} + K_{мпіj})}{100 \cdot T_{нміj} \cdot \Pi_{іj}}, \quad (7)$$

де $M_{міj}$ – маса i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції, т; $C_{мпіj}$ – енергетичний еквівалент i -го транспортного засобу, МДж; $K_{міj}, K_{мкіj}, K_{мпіj}$ – відсотки на реновацію, капітальний та поточні ремонти i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції, %; $T_{нміj}$ – річне навантаження i -го транспортного засобу на j -й транспортній операції, год.

Енергозатрати від втрати врожаю продукції рослинництва:

$$W_{втіj} = W_{пт} \cdot \Pi, \quad (8)$$

де $W_{пт}$ – енергомісткість одиниці продукції, МДж/т; Π – обсяг втраченої продукції від несвоечасного (не в агротерміни) транспортно-технологічне забезпечення.

Аналізуючи залежності (4)–(8), можна стверджувати, що вони не відтворюють впливу експлуатаційних показників транспортного засобу на їх величину, тому пропонується описати цей вплив з використанням відомої аналітичної залежності:

$$W_{пр} = \frac{(a_m + f_m) \cdot G \cdot V \cdot t \cdot \rho}{100 \cdot Q}, \quad (9)$$

де G – лінійна норма витрати палива транспортним засобом на 100 км пробігу, л; V – математичне сподівання технічної швидкості руху транспортного засобу, км/годин; t – тривалість їздки транспортного засобу, год.; ρ – густина палива, кг/л; Q – маса вантажу, яку перевозить транспортний засіб, т.

За виразом (9) можна стверджувати, що прямі питомі енергозатрати є функцією маси вантажу, що перевозиться, швидкості руху і тривалості їздки:

$$W_{пр} = f(Q, V, t). \quad (10)$$

Величину затрат живої праці найбільше формує продуктивність, яку визначають з добутку:

$$W = Q \cdot V.$$

Отже, затрати живої праці є функцією вантажності і швидкості руху транспортного засобу:

$$W_{ж} = f(W) = f(Q, V).$$

Енергомiсткiсть транспортних засобiв, враховуючи (7), залежить вiд маси засобу, рiчного завантаження його та експлуатацiйної продуктивностi агрегату:

$$W_e = f(M_{mn}, T_{nm}, W),$$

де M_{mn} – маса транспортного засобу, т; T_{nm} – рiчне навантаження транспортного засобу, годин.

Залежнiсть енергозатрат вiд втрат врожаю продукцiї рослинництва є функцiєю вiд тривалостi їздки та обсягу витраченої продукцiї:

$$W_e = f(T, \Pi). \quad (11)$$

З врахуванням виразiв (10) i (11) повнi енергозатрати представляємо функцiєю маси вантажу, що перевозиться, швидкостi руху, тривалостi їздки, обсягу витраченої продукцiї i рiчного завантаження:

$$W_{\Pi} = f(Q, V, t, T, \Pi).$$

Для рацiонального використання транспортно-технологiчного забезпечення виробництва продукцiї рослинництва потрiбно обґрунтувати систему показникiв, якi б характеризували ефективнiсть використання транспортних засобiв саме в конкретних технологiчних умовах перевезення. У зв'язку з цим для оцiнювання впливу окремих складових на повнi енергозатрати пропонується ввести коефiцiєнти вагомостi, якi дають змогу виявити, на яких операцiях перевiзного процесу є найбільшi енергозатрати транспортних засобiв i визначити резерви пiдвищення ефективностi використання рухомого складу.

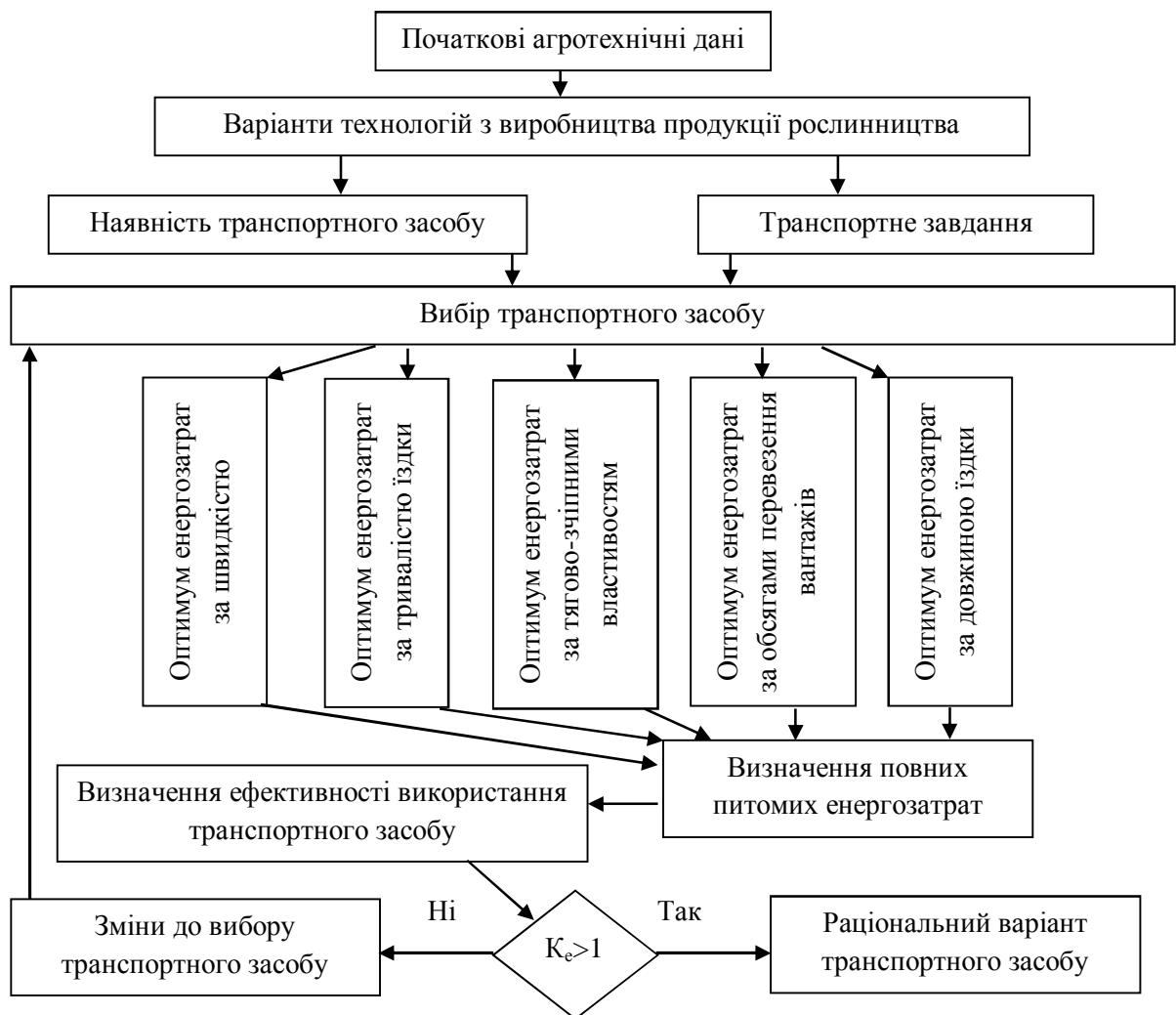


Схема визначення ефективності використання транспортних засобів

Загалом значення складових повних енергозатрат транспортних засобів доцільно визначити через коефіцієнт ефективності повних енергозатрат:

$$K_{зп} = \frac{W_{пріj} + W_{жіj} + W_{еіj} + W_{птіj}}{W_{ніj}}, \text{ або } K_{зп} = K_{пр} + K_{ж} + K_{е} + K_{пт}, \quad (12, 13)$$

де $K_{пр} = \frac{W_{пріj}}{W_{ніj}}$ – коефіцієнт вагомості прямих питомих затрат енергії i -го транспортного засобу на j -ї транспортній операції; $K_{ж} = \frac{W_{жіj}}{W_{ніj}}$ – коефіцієнт вагомості питомих енергозатрат живої праці i -го транспортного засобу на j -ї транспортній операції; $K_{е} = \frac{W_{еіj}}{W_{ніj}}$ – коефіцієнт вагомості питомої енергомісткості i -го транспортного засобу на j -ї транспортній операції; $K_{пт} = \frac{W_{птіj}}{W_{ніj}}$ – коефіцієнт вагомості енергетичних втрат i -го транспортного засобу на j -ї транспортній операції.

Отже, складові повних енергозатрат транспортних засобів у технології виробництва продукції рослинництва визначимо за такими аналітичними виразами:

– для існуючої технології $K_{зп}^{іс}$ – згідно з виразом (13):

$$K_{зп}^{іс} = K_{пр}^{іс} + K_{ж}^{іс} + K_{е}^{іс} + K_{пт}^{іс}, \quad (14)$$

– для проектованої технології $K_{зп}^{п}$:

$$K_{зп}^{п} = K_{пр}^{п} + K_{ж}^{п} + K_{е}^{п} + K_{пт}^{п}. \quad (15)$$

Проналізувавши вирази (14) і (15), маємо можливість встановити, які саме енергетичні складові транспортно-технологічного забезпечення домінують. При цьому ефективність транспортного забезпечення виробництва продукції рослинництва визначатиметься у разі виконання таких умов $K_{зп}^{іс} - K_{зп}^{п} \rightarrow \max$, $K_{е} = \frac{K_{зп}^{іс}}{K_{зп}^{п}} > 1$ з реалізацією за схемою (рисунок).

Висновки. Запропонований методичний підхід щодо визначення ефективності використання транспортних засобів у технологічних процесах виробництва продукції рослинництва за допомогою коефіцієнтів вагомості передбачає зниження енергетичних затрат на ці процеси.

1. Системологія на транспорті. Основи теорії систем і управління. Кн. 1 / [Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля, О. Т. Лановий, І. Е. Линник, В. П. Поліщук]. – К.: Знання, 2005. – 344 с. 2. Форнальчик Є. Ю. Основи технічного сервісу транспортних засобів / Є. Ю. Форнальчик, Р. Я. Качмар. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2014. – 301 с. 3. Сидорчук О. В. Інженерія машинних систем: монографія / О. В. Сидорчук. – К.: ННЦ "ІМЕСГ" УААН, 2007. – 263 с. 4. Войтюк В. Д. Системні принципи забезпечення якості технічного сервісу сільськогосподарської техніки: монографія / В. Д. Войтюк, В. І. Рубльов, І. Л. Rogovskii. – К.: НУБіП України, 2016. – 360 с. 5. Role, Usage and Motivation for Contracting in Agriculture // Pavel Vavra / OECD, France. – 36 p. <http://www.oecd.org/tad/agricultural-trade/43057136.pdf>. 6. Rogovskii Ivan. Analysis of model of recovery of agricultural machines and interpretation of results of numerical experiment / Ivan Rogovskii // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2016. – Вип. 254. – С. 424–431.