

www.vitat.com.ua

Всеукраїнський науково-технічний журнал

Ukrainian National Scientific Journal

ISBN 5-7763-9123

# Вібрації в техніці та технологіях



**В.С. Лове́йкін**

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ  
Всеукраїнський науково-технічний журнал  
“ВИБРАЦИИ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ”

ISBN 5-7763-9123

Поштовий індекс 40229

Свідоцтво про державну реєстрацію № 611серія КВ від 04.05.1994 р.

Це періодичне видання включено до переліку наукових видань,  
затверджених ВАК України (Бюлетень ВАК України № 4, 1999 р.).

Номер друкується згідно з рішенням Вченої ради ВДАУ (протокол № 5 від 22 січня 2004 р.).

**ЗАСНОВНИК** *Вінницький державний аграрний університет*

За сприяння

*Асоціації технологів-машинобудівників України*

*Вінницького національного технічного університету*

*Інституту проблем міцності НАН України*

*Національної гірничої академії України*

*Національної ради України з машинознавства – український комітет IFToM*

*Національного технічного університету України  
“Київський політехнічний інститут”*

*Національного університету “Львівська політехніка”*

*Полтавського національного університету ім. Юрія Кондратюка*

*Харківського державного технічного університету сільського господарства*

**Національна редакційна колегія**

**Головний редактор**

д. т. н., проф. *Берник П.С.* (м. Вінниця)

**Заступники головного редактора:**

д. т. н., проф. *Іскович-Лотоцький Р.Д.* (м. Вінниця)

к. т. н., проф. *Повідайло В.О.* (м. Львів)

д.т.н., проф., член-кор. РАН *Бабічев А.П.* (м. Ростов-на-Дону, Росія)

**Відповідальний секретар – Тимошук Н.М.**

**Члени редакційної колегії:**

д.т.н., проф. *Афтаназів І.С.* (м. Львів)

д. т. н., проф. *Бобир М.І.* (м. Київ)

д. т. н., проф., чл.-кор. УААН *Войтюк Д.Г.* (м. Київ)

к. т. н., проф. *Джемелінський В.В.* (м. Київ)

д. т. н., проф., акад. УААН *Заїка П.М.* (м. Харків)

д. т. н., проф. *Зіньковський А.П.* (м. Київ)

д. т. н., проф. *Костогриз С.Г.* (м. Хмельницький)

д. т. н., проф. *Кузьо І.В.* (м. Львів)

д. т. н., проф., чл.-кор.УААН *Кушнарєв А.С.* (м. Мелітополь)

д. т. н., проф. *Ловейкін В.С.* (м. Київ)

к. т. н., проф., чл.-кор. УААН *Мазоренко Д.І.* (м. Харків)

д. т. н., проф., член-кор. НАНУ *Матвєєв В.В.* (м. Київ)

д. т. н., проф. *Надуть В.П.* (м. Дніпропетровськ)

д. т. н., проф. *Посвятенко Е.К.* (м. Київ)

к. т. н., доц. *Паламарчук І. П.* (м. Вінниця)

к. с.-г. н., проф. *Заболотний Г.М.* (м. Вінниця)

д. т. н., проф. *Ройзман В.П.* (м. Хмельницький)

д. т. н., проф. *Седуш В.Я.* (м. Донецьк)

д. т. н., проф. *Сердюк Л.І.* (м. Полтава)

к. т. н., проф. *Середа Л.П.* (м. Вінниця)

д. т. н., проф. *Сілін Р.І.* (м. Хмельницький)

д. т. н., проф. *Струтинський В.Б.* (м. Київ)

д. т. н., проф. *Франчук В.П.* (м. Дніпропетровськ)

д. т. н., проф. *Шульженко М.Г.* (м. Харків)

д. т. н., проф. *Яковенко В.Б.* (м. Київ)

**Зарубіжні члени редакційної колегії:**

д.т.н., проф., акад. РАН *Блехман І.І.* (м. Санкт-Петербург, Росія)

д. т. н., проф. *Гончаревич І.Х.* (м. Москва, Росія)

д.т.н., проф. *Копилов Ю.Р.* (м. Воронеж, Росія)

д.т.н., проф. *Лакуста І.Г.* (м. Кишинів, Молдова)

д.т.н., проф. *Серга Г.В.* (м. Краснодар, Росія)

д.т.н., проф. *Субач А.П.* (м. Рига, Латвія)

д.т.н., проф. *Войнаровські Юзеф* (м. Глівіца, Польща)

д. т. н., проф., акад. РАН *Фролов К.В.* (м. Москва, Росія)

Технічне редагування – Максим Берник  
Комп'ютерний набір і верстка – Наталія Тимошук

**Адреса  
редакції:**

21008, Вінниця, вул. Сонячна, 3,  
ВДАУ, редакція журналу “Вибрации в технике и технологиях”,  
тел. (0432) 35-70-84 (просити 137) факс (0432) 43-80-25, e-mail [Bernik@vsau.org](mailto:Bernik@vsau.org)

**Банківські реквізити:** Банк НБУ (м. Вінниця), мфо 802015, код 21727137, рах. 39210020000101,  
призначення платежу: для ВДАУ за друк статей р/р 28011000024/1

*Передплата на журнал проводиться в редакції постійно.*

Гарькавий А.Д.,

Гевко Р.Б.,

Ковальова І.М.

*Вінницький  
державний аграрний  
університет*

УДК 621.7.06:631.31

## СЕРТИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ І МАШИН ТА ЇХ ОЦІНКА НА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ

*Сертифицированные технологии должны гарантировать для конкретных условий (погодных и хозяйственных) производство аграрной продукции как определённого объёма, так и качества с определением конкретных сроков выполнения работ и снижением урожая при их нарушении, обосновании потребности в удобрениях, с оценкой технологий и машин на конкурентоспособность для их реализации.*

*There are methodical ways for valuing of technologies and machinery complexes at competition ability and making the optimal conditions for getting of potential harvest with consideration of limiting factors.*

Об'єми впровадження нових більш ефективних або високих технологій виробництва продукції аграрного виробництва будуть значно збільшені, якщо застосування їх буде гарантувати конкретну прибавку врожаю при певних витратах виробників.

Сертифікація продукції, в тому числі розробленої в результаті науково-виробничої діяльності, є дія, яка проводиться з метою підтвердження з необхідною достовірністю відповідності продукції конкретним стандартам або технічним умовам з видачею відповідного документу. Обов'язковій сертифікації підлягає продукція, на яку містяться вимоги по забезпеченню безпеки життя і здоров'я людей, охороні навколишнього середовища. Крім того, нові технології в умовах ринку мають свою вартість і повинні підтверджуватись об'єктивними дослідженнями із зазначенням переваг способу досягнення мети над базовими технологіями і гарантувати певний врожай для конкретних умов.

Тому сертифіковані технології дозволять виростити вищий врожай, виробити більш якісну продукцію з меншими затратами ресурсів, в тому числі енергії і людської праці, яка може бути конкурентоспроможною. Тобто, задовольнить вимоги споживача, буде користуватись попитом на ринку і може збільшувати свою частку на ньому.

В цілому, технологія виробництва – це складова системи виробничого процесу, яка розглядається як сукупність технологічних прийомів або сільськогосподарських робіт, що виконуються у певній послідовності, в закінченому циклі сільськогосподарського процесу. Або – це

впорядкована в часі та просторі сукупність операцій, засобів і ресурсів, що забезпечує досягнення поставленої виробничої мети. Технологічна операція – це сукупність дій, направлених на предмет праці (грунт, зерно і ін.), в результаті виконання яких змінюється властивість, положення, стан оброблюваного матеріалу від початкового до заданого стану.

Технологія вирощування включає операції підготовки ґрунту, посіву, догляду, збирання, перевезення, первинну обробку і інші, які необхідні для одержання готової продукції. Тому її називають операційною. Вона передбачає способи і послідовність виконання операцій, режим роботи засобів механізації, підготовку поля, організацію руху агрегатів, контроль якості роботи, міроприємства по техніці безпеки.

Вирощений і зібраний врожай є вихідною величиною від родючості землі, забезпеченості технікою, приміщеннями та затрат праці або щільності механізованих робіт:

$$U_y = a_0 + bx_1 + cx_2 + dx_3 + lx_4, \quad (1)$$

де  $U_y$  – зібраний врожай, т/га;  $x_1$  – бал оцінки землі по кадастру або по  $U_{y \max}$ ;  $x_2$  – забезпеченість основними виробничими фондами;  $x_3$  – внесені добрива;  $x_4$  – затрати праці;  $a_0$  – вільний член;  $b, c, d, l$  – коефіцієнти ефективності відповідних факторів.

Названа модель виробничої функції по врожаю Л.В. Погорілого, В.Г. Більського (1989) дозволяє оцінити приріст його змінами одного із факторів, тобто визначити чутливість її до варіації даного фактора  $[\Delta U_y = (du / dx_i) \Delta x_i]$ , і виявити його практичну ефективність.

Враховуючи, що виробничий процес це



сукупність природних (біологічних); виробничих і технологічних прийомів, які відбуваються і здійснюються з метою одержання сільськогосподарського продукту, вищеназвана модель не враховує нові технологічні підходи, селекцію, застосування стимуляторів росту рослин, комбінованих агрегатів і інше. Тому може бути віднесена до статичних моделей.

Головна мета при застосуванні машинних технологій – збільшення прибутку або економічного ефекту. Прибуток, що отримують в результаті реалізації сільськогосподарської продукції, і який використано в динамічній моделі, повинен враховувати післядію вирощування її на землі [1]:

$$\Pi = (I + \Delta)V + I_0 \cdot V_0 - \sum_{j=1}^n (C_j + L_j)T_j + B_{32} - B_{31} \quad (2)$$

де  $\Pi$  – прибуток, грн;  $I$  і  $I_0$  – реалізаційна вартість основної і додаткової продукції, грн/т;  $\Delta I$  – додаткова ціна основної продукції за якість, грн/т;  $V$  і  $V_0$  – об'єм реалізованої основної і додаткової продукції, т;  $C_j$  і  $L_j$  – відповідно питомі вартість  $j$ -тої дії виконання операцій виробництва продукції і недобору або втрат врожаю, грн/год,  $T_j$  – питомий ресурс часу для виконання  $j$ -тої дії, год;  $B_{31}$  і  $B_{32}$  – вартість землі до вирощування і після, або екологічна післядія виробництва продукції;  $E_B = B_{32} - B_{31}$  – ефект проф. М.О.Бекаревича, грн.

Виходячи з виразу (2) на прибуток господаря, який хоче зберегти родючість землі, тобто думає і про майбутній прибуток, впливає об'єм основної і додаткової продукції –  $V$  і  $V_0$ , або одержаний врожай ( $V = U_n \cdot F \cdot \phi$ , де  $U_n$  – потенціальний врожай, т/га;  $F$  – площа поля, га;  $\phi$  – доля зібраного врожаю з врахуванням втрат і недобору врожаю при виконанні технологічних операцій вирощування, збирання, переробки);

- реалізаційна вартість основної і додаткової продукції -  $I$  і  $I_0$  та додаткова ціна за якість, екологічність, упаковку і інше –  $\Delta I$ ; - вартість години роботи агрегату –  $C_j$ ; - втрати при виконанні робіт, в тому числі допустимі від несвоєчасного і неякісного їх виконання при збиранні, перевезенні, переробці, реалізації –  $L_j$ ; - кількість годин або питомий ресурс часу на виконання операцій вирощування, збирання та переробки -  $T_j$ ; - екологічна післядія від виробництва продукції –  $(B_{32} - B_{31})$ .

На значення  $C_j$  найбільше впливають затрати на паливно-мастильні матеріали, ремонт і технічне обслуговування, а на  $T_j$  – надійність роботи машин.

$$C_j = C_{тр} + \sum C_{мi} + \sum \Sigma_{пн.1} \quad (3)$$

де  $C_{тр}$  і  $C_{мi}$  – питома вартість години роботи трактора і сільгоспмашин, зчіпки, додаткового обладнання, грн/год;  $\Sigma_{пн.1}$  – заробітна плата механізатора і обслуговуючого додаткового персоналу, грн/год.

В загальному вигляді вартість години роботи машини [3]

$$C_{мi} = \frac{A + P_{ем}}{T_{нi}} \quad (4)$$

де  $A$  і  $P_{ем}$  – відповідно відрахування на реновацію і ремонт за рік, грн/рік;  $T_{нi}$  – нормативне завантаження машин на рік, год/рік.

Значенням  $\sum_{j=1}^n (C_j + L_j)T_j$ , при відомих інших

складових формули (2), обґрунтовують доцільність застосування тієї чи іншої техніки власної або машинно-технологічних станцій (МТС).

При оцінці екологічної післядії виробництва сільськогосподарської продукції методом експертних оцінок, а не визначенням зміни ціни землі, яку можна розрахувати за зміною вмісту гумусу, рівня ущільнення поля і шкідливих наслідків хімізації, вираз (2) може бути подано у вигляді:

$$\Pi = \left[ (I + \Delta)V + I_0 \cdot V_0 - \sum_{j=1}^n (C_j + L_j)T_j \right] \cdot E_0^e \quad (5)$$

де  $E_0^e$  – ефект професора М.О. Бекаревича, який

одержано методом експертних оцінок;  $E_0^e > ; = ; < 1$ .

Якщо виробництво продукції не вплинуло на зміну

родючості ґрунтів, то  $E_B = E_{32} - E_{31} = 0$ , а  $E_0^e = 1$ .

Очевидно, що лише виконуючи технологічні операції в найкращі агротехнічні або оптимальні строки, можна створити сприятливі умови для розвитку рослин і одержати максимальний врожай. Ю.К. Кіртбая проводить лінійну залежність втрат врожаю від несвоєчасного виконання робіт [2]:

$$U_{\phi} = U_{\max}^{oc} (1 - K_{\tau} \cdot D_{\phi}), \quad (6)$$

де  $U_{\phi}$  – фактичне значення врожаю, т/га;  $U_{\max}^{oc}$  – значення врожаю, яке одержують при виконанні робіт в оптимальні строки, т/га;  $K_{\tau}$  – коефіцієнт, що враховує втрату врожаю при розтягуванні агротехнічних строків виконання робіт від оптимальних, частка одиниці (доля врожаю) за одиницю часу (за добу);  $D_{\phi}$  – тривалість виконання робіт за межами оптимального моменту в одиницях часу (дів);  $K_{\tau} \cdot D_{\phi} = \phi_b$ , де  $\phi_b$  – доля витрат врожаю;  $\phi_u + \phi_b = 1$  (потенційний врожай прийнято за одиницю).

Значення коефіцієнта, який враховує втрату врожаю при більш тривалому виконанні робіт, ніж оптимальні строки –  $K_{\tau}$ , визначають за даними багаторічних досліджень або по таблиці 1 [3]:

$$K_{\tau} = \frac{U_{\max}^{oc} - U_{\phi}}{U_{\max}^{oc} \cdot D_{\phi}} \quad (7)$$

Вартість втрат врожаю від несвоєчасного виконання робіт складе:

$$B_b = K_{\tau} \cdot U_{\max}^{oc} \cdot D_{\phi} (I + I_0), \quad (8)$$

де  $B_b$  – вартість втрат врожаю грн/га.

Таким чином, чим менше значення  $D_{\phi}$ , тим менші втрати від недобору врожаю, із-за розтягування робіт або порушення оптимальних строків. Проте, проведення робіт в стислі строки пов'язано із збільшенням витрат на купівлю техніки, її реновацію:

$$B_k = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot H_{ai} \cdot K_{yi}}{W_{г.ек.} \cdot t_{zi} \cdot D_{\phi i}}, \quad (9)$$

де  $B_k$  – витрати на купівлю і реновацію машин при проведенні робіт поза оптимальної межі, грн/га за добу;  $B_i$  – балансова вартість тракторів, машин, зчіпки, грн;  $H_{ai} = \alpha_p / 100$  – частка амортизаційних відрахувань,  $\alpha_p$  – норма річних відрахувань на реновацію, %;  $W_{г.ек.}$  – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га/год;  $t_{zi}$  – зональне річне завантаження тракторів, машин, зчіпки, год;  $K_{yi}$  – коефіцієнт універсалізації машин або доля використання машин в даній операції (відношення часу використання машини в даному технологічному процесі до загального часу використання на протяжці року).

Таблиця 1

**Значення коефіцієнта зниження врожаю при порушенні оптимальних строків виконання робіт  $K_m$  (по Ю.К.Кіртбая, 1976)**

№ п/п	Види робіт	$K_r \cdot 10^{-3}$ , частка врожаю/добу	№ п/п	Культура	$K_r \cdot 10^{-3}$ , частка врожаю/добу	
					Посів	Збирання
1	Пущення стерні	8	1	Колосові	9	30
2	Оранка зябі	5	2	Круп'яні (просо, речка)	18	15
3	Безземішна обробка	0,6	3	Кукурудза на силос	6	8
4	Культивація	3	4	Соняшник	8	36
5	Дискування	0,5	5	Соя	3	4
6	Боронування	12	6	Горox	15	6
			7	Буряки	16	0,2
			8	Картопля	12	15
			9	Грава	-	1,5

Загальні витрати складають:

$$Z_b = B_v + B_k, \quad (10)$$

Ю.К. Кіртбая, дослідивши функцію (10) з врахуванням нормативного коефіцієнта ефективності капітальних вкладень -  $E_n$ , визначив оптимальну тривалість виконання робіт, яка з врахуванням значень (8) і (9) стане

$$D_{opt} = \sqrt{\frac{\sum B_i (H_{ai} + E_n) K_{yi}}{W_{г.ек.} \cdot t_{zi}} \cdot K_m [(I + \Delta)V + I_d V_d]} \quad (11)$$

Якщо не враховувати додаткової ціни за якість і вартості додаткової продукції ( $\Delta I = 0$  і  $I_d = 0$ ):  $[(I + \Delta I)V + I_d \cdot V_d] = IV$ .

Необхідну кількість машин для виконання технологічних операцій в економічно оправдані

строки, які приведені в таблиці 2, з урахуванням коефіцієнта використання календарного часу по погоднім умовам, визначають:

$$n = \frac{F}{W_{г.е.} \cdot T_{зм} \cdot D_{opt} \cdot K_m \cdot K_{зм}}, \quad (12)$$

де  $F$  – площа обробки, га;  $T_{зм}$  – тривалість зміни, год;  $K_m$  – коефіцієнт використання часу за погодними умовами,  $K_m = K_{сп} / K_3$  (сприятливих для виконання робіт до загального числа днів);  $K_{зм}$  – коефіцієнт змінності при роботі МТА (відношення тривалості роботи агрегату протягом доби -  $T_{доб}$  до тривалості зміни -  $T_{зм}$ ),  $K_{зм} = T_{доб} / T_{зм} = 1; 1,5; 2; 3$ .

Основна вимога до використання машин на різних роботах при  $K_{зм} > 1$  – це незначна трата часу на перекомплектування агрегатів або швидкозмінність машин (використання універсальних автозчіпок, змінних блоків машин і робочих органів).

$D_{opt}$  забезпечує найвищу ефективність в сільськогосподарському виробництві, а визначена по формулі (12) необхідна кількість машин  $n$  помножена на сезонне навантаження показує мінімальну площу вирощування тієї чи іншої культури.

За даними ІМЕСГ УААН мінімальні площі озимих зернових становлять 600 га, ярових – 450, кукурудзи – 350. Якщо універсальні і комбіновані машини використовують на вирощуванні різних культур, то питомі капітальні вкладення знижуються в 1,5 – 3,5 рази. Відповідно у стільки ж разів знижується мінімальна площа вирощування культур. Тому першочерговою задачею в період реформування аграрного сектора є створення універсальних блоків машин із змінними робочими органами, що мають адаптуватись до зміни умов роботи (погодних умов, стану оброблюваного матеріалу і ін.) і з яких комплектуються швидкопереналагоджувані широкозахватні агрегати.

Таблиця 2

**Оптимальна тривалість виконання робіт -  $D_{opt}$**

№ п/п	Види робіт	$D_{opt}$	№ п/п	Види робіт	$D_{opt}$
1	Закриття вологи	2	6	Оранка	10-20
2	Культивація	4-5	7	Збирання трав	8
3	Посів - ярових колосових, кукурудзи	4-5		- кукурудзи на силос	7-8
	- трав	5-6		- кукурудзи на зерно	
				- насінників	6
5	Механізоване формування - кукурудзи	5	9	Збирання колосових - скошування у валки	6-7
6	Рихлення міжрядь - кукурудзи	8		- підбирання валків	8-9
	- буряків і	4-5		- пряме комбайнування збирання соломи	7-8
				Підкопування - коренеплодів	18-19
					15

**Таблиця 3. - Обґрунтування потенційного врожаю і потреби в добривах**

1. Дійсно можливий врожай  $U_n$  (потенційно можливий)

$U_n = U_{\text{min}}^B + (U_{\text{min}}^{W, \text{ФАР}} - U_{\text{min}}^B) \cdot \frac{B_{\text{ф}} - B_{\text{min}}}{B_{\text{max}} - B_{\text{min}}}$ , де  $U_n$  – потенційний врожай, т/га;  $U_{\text{min}}^{W, \text{ФАР}}$  – менше значення потенційно можливого врожаю із лімітуючих вологозабезпеченні –  $U^W$  і сонячної фотосинтетичної активної радіації (ФАР) –  $U^{\text{ФАР}}$ ;  $U_{\text{min}}^B$  – середньобогаторічні значення врожайності на полях з найгіршим бонітетом (показником родючості), т/га;  $B_{\text{max}}$ ,  $B_{\text{min}}$  і  $B_{\text{ф}}$  – відповідно найбільше, найменше і фактичне значення бонітету ґрунту господарства для даної культури, бали.  
Фактичний середньорічний врожай при дотриманні агротехнічних вимог на полях з найгіршим бонітетом –  $U_{\text{min}}^B$  можна збільшити на долю покращення бонітету ґрунту ( $B_{\text{ф}} - B_{\text{min}}$ ), за рахунок своєчасного закриття вологі і кращого використання  $\Pi$ ,  $B_{\text{max}} - B_{\text{min}}$  зрошення та сонячної фотосинтетичної активної радіації (ФАР).

2. При лімітуючому вологозабезпеченні врожай складе:  $U_n^W = \frac{10^4 \cdot W}{K_w(100 - \omega)}$

де  $W$  – сумарні продуктивні вологозапаси за період вегетації, мм/га;  $\omega$  – стандартна вологість основної продукції, %;  $\alpha$  – сума визначених часток основної і побічної продукції в загальному врожаї сухої біомаси, доли одиниці.

3. Потенційний врожай по сонячній ФАР – визначають:

$$U_{\text{н ФАР}} = \frac{Q \cdot K_Q}{q(100 - \omega)\alpha}$$

де  $Q$  – кількість сонячної ФАР, КДж/га;  $K_Q$  – коефіцієнт засвоєння ФАР посівами, %;  $q$  – питома кількість радіації, що засвоєна одиницею сухої маси, КДж/т.

4. При низькій родючості ґрунту підвищення врожайів здійснюють внесенням добрив, застосуванням засобів хімічного захисту рослин, регуляторів росту. Тобто створенням сприятливих умов для оптимального росту рослин. Розрахунок потреби в добривах ведуть за формулою, яку одержують з балансу виводу поживних речовин при вирощуванні запрограмованих врожаїв:

$$U_n = \frac{U_n^B - B_{\text{ф}} \cdot C_{\text{ф}} - O_{\text{об}}(N_{\text{о}} + N_{\text{н}}^{\text{о}} \cdot K_{\text{о}}^{\text{о}}) - O_{\text{об}}(H_{\text{о}} + H_{\text{н}}^{\text{о}} \cdot K_{\text{н}}^{\text{о}})}{O_{\text{об}}}$$

де  $U_n$  – ціна одного балу бонітету в одиницях врожайності даної культури, т/га/бал;  $U_n^B$  – запрограмований врожай, т/га;  $O_{\text{об}}$  – окупність органічних добрив приростами врожаю, т/т;  $C_{\text{ф}}$  – окупність мінеральних добрив, т/т д.р.;  $N_{\text{о}}$  і  $H_{\text{о}}$  – необхідна кількість органічних, т/га, і мінеральних, т д.р./га, яку вносять під запрограмований врожай;  $N_{\text{н}}^{\text{о}}$  і  $H_{\text{н}}^{\text{о}}$  – кількість внесених органічних і мінеральних добрив під попередник, т/га і т д.р./га;  $K_{\text{о}}^{\text{о}}$  і  $K_{\text{н}}^{\text{о}}$  – коефіцієнти використання органічних і мінеральних добрив, що внесені під попередник, даною культурою. Потреба в мінеральних добривах

**Вихідні дані до розробки технологічних карт**

$$U_n, U_{\text{min}}^B, U_{\text{min}}^W, U_{\text{min}}^{\text{ФАР}}, H_{\text{о}}, H_{\text{н}}$$

Приклад. Вирощується кукурудза на зерно  $U_n^B = 4$  т/га.  $B_{\text{ф}} = 39$  балів.  $C_{\text{ф}} = 58 \cdot 10^{-4}$  т/га/бал.  $N_{\text{о}} = 30$  т/га. Під попередник озиму пшеницю було внесено  $22 \cdot 10^4$  т д.р./га фосфорних і  $0,01$  т д.р./га азійських добрив, тобто  $32 \cdot 10^4$  т д.р./га.  $O_{\text{об}} = 2 \cdot 10^4$  т/т.  $O_{\text{об}} = 4$  т/га д.р. Органічні добрива під попередник не вносились.  $K_{\text{о}}^{\text{о}} = 0,1$ .

Окупність мінеральних добрив приростами врожаю кукурудзи для даних ґрунтів становить  $N : P : K = 1,0 : 0,9 : 0,3$ . Коефіцієнт засвоєння окремих видів поживних речовин, що знаходяться в ґрунті складає:  $q_N = 1,0$ ;  $q_P = q_K = 0,7$  (азоту)  $1,0$ , а фосфору і калію  $0,7$ .

Визначити потребу в окремих видах мінеральних добрив.

Рішення. 1) Визначимо загальну потребу мінеральних добрив.

$$N_{\text{н}} = \frac{4 - 39 \cdot 0,058 - 0,01(22 \cdot 10^4 + 0) - 4 \cdot 0,052 \cdot 0,1}{4} = 0,281 \text{ т д.р./га}$$

2) Розрахуємо дози внесення добрив з врахуванням окупності їх приростами врожаю по заданому співвідношенню  $1 : 0,9 : 0,3$  (2,2 одиниць).

$$G_N = \frac{0,281 \cdot 1,0}{2,2} = 0,128 \frac{\text{т д.р.}}{\text{га}}; G_P = \frac{0,281 \cdot 0,9}{2,2} = 0,115 \frac{\text{т д.р.}}{\text{га}}; G_K = \frac{0,281 \cdot 0,3}{2,2} = 0,038 \frac{\text{т д.р.}}{\text{га}}$$

3) Визначимо потребу в окремих видах мінеральних добрив з урахуванням коефіцієнтів їх засвоєння.

$$N_{\text{н}} = 0,128 \cdot 1 = 0,128 \text{ т д.р./га}; P_{\text{н}} = 0,115 \cdot 0,7 = 0,164 \text{ т д.р./га}; K_{\text{н}} = 0,038 \cdot 0,7 = 0,0543 \text{ т д.р./га}$$

4) В залежності від вмісту в добривах діючої речовини, визначимо норми внесення мінеральних добрив. Враховуючи, що аміачна селітра містить 34% азоту, суперфосфат  $P_2O_5$  - 20%, хлористий калій  $K_2O$  - 56%, норми їх внесення відповідно будуть

$$N_{\text{н}}^{\text{внес}} = 0,128 / 0,34 = 0,376 \text{ т/га}; P_{\text{н}}^{\text{внес}} = 0,164 / 0,2 = 0,821 \text{ т/га}; K_{\text{н}}^{\text{внес}} = 0,0543 / 0,56 = 0,097 \text{ т/га}$$

Названі норми внесення разом з агротехнічними вимгами є вихідними даними при проектуванні технології вирощування, визначенні кількості і строків внесення, технологічного налагоджування машин.

5. Вирощений і зібраний врожай є вихідною величиною від родючості землі, забезпеченості технікою, приміщеннями та затрат праці або щільності механізованих робіт:

$$U_y = a_0 + b x_1 + c x_2 + d x_3 + x_4$$

де  $U_y$  – зібраний врожай, т/га;  $x_1$  – бал оцінки землі по кадастру або по  $U_{\text{н}}^B$ ;  $x_2$  – забезпеченість основними виробничими фондами;  $x_3$  – внесені добрива;  $x_4$  – затрати праці;  $a_0$  – вільний член;  $b, c, d, i$  – коефіцієнти ефективності відповідних факторів.

Названа модель виробничої функції по врожаю дозволяє оцінити приріст його змінами одного із факторів, тобто визначити чутливість її до варіації даного фактора  $\Delta U_y = (dU_y / dx_i) \Delta x_i$ , і виявити його практичну ефективність. Враховуючи, що виробничий процес це сукупність природних (біологічних), виробничих і технологічних прийомів, які відбуваються і здійснюються з метою одержання сільськогосподарського продукту, вищеназвана модель не враховує нові технологічні підходи, селекцію, застосування стимуляторів росту рослин, комбінованих агрегатів і інше. Тому може бути віднесена до статичних моделей.

**Таблиця 4. - Визначення потреби в добривах від родючості ґрунтів і запланованого врожаю**

Максимальна прибавка врожайності від мінеральних добрив  $\Delta U_B^M$  може становити до 40% від повної врожайності або повна ресурсна врожайність формується на 60% за рахунок природної родючості:  $U_B^P = \frac{100}{60} U_B^{\text{IP}}$ , де  $U_B^P$  – повна ресурсна врожайність, яка формується за рахунок природної родючості і внесених органічних і мінеральних добрив, ц/га;  $U_B^{\text{IP}}$  – природна родючість, ц/га.

Можливі коливання врожайності від погодних умов становлять  $\pm 30\%$ . Тому повний потенційно можливий врожай складе:

$$U_B = U_B^P \pm 30 \frac{U_B^P}{100} = (0,7 \dots 1,3) U_B^P = \frac{70 \dots 130}{60} U_B^{\text{IP}}; U_B^{\text{mm}} = U_{B_{\text{min}}}^{\text{IP}} \dots U_{B_{\text{max}}}^{\text{IP}}; U_B^{\text{mm}} = U_B^{\text{IP}} + \Delta U_B^O + \Delta U_B^M$$

$$U_B^{\text{IP}}, U_B^P, U_B; U_B^{\text{mm}} = f(U_B); \Delta U_B^O; \Delta U_B^M; Q_{N,P,K}$$

Приклад. На полі, де вирощується озима пшениця, вміст гумусу 2,8% (6 мг рухомого P на 100 г ґрунту і 10,6 мг об'ємної потреби в мінеральних) ґрунту = 5,8 (кислотність близька до нейтральної).

Внесено гною  $G_r = 30$  т/га. На 1ц продукції витрачається 7,1т органічних добрив.

Визначити природну врожайність, максимальну ресурсну врожайність, прибавку від внесених органічних добрив і потребу в мінеральних добривах.

Рішення: 1)  $U_B^{\text{IP}} = 50 \cdot 6 \cdot 55 \frac{\text{кг}}{\text{га}} \cdot 0,95 = 27,4 \frac{\text{ц}}{\text{га}}$ . (Родючість ґрунту 50 балів. Кожен бал родючості забезпечує 55 кг/га зерна озимої пшениці).

Поправка на кислотність і механічний склад ґрунту (0,95).

$$2) U_B^P = \frac{100}{60} 27,4 = 45,7 \text{ ц/га}; 3) U_B = U_B^P \pm 0,3 \cdot U_B^P = 45,7 \pm 13,7 = 32,0 \dots 59,4 \text{ ц/га};$$

Плануємо  $U_B^{\text{mm}} = 50$  ц/га, який знаходиться в межах  $U_B$  min...max.

$$4) \Delta U_B^O = \frac{G_r}{7,1} = 4,2 \text{ ц/га}; 5) \Delta U_B^M = U_B^{\text{mm}} - U_B^{\text{IP}} - \Delta U_B^O = 50 - 27,4 - 4,2 = 18,4 \text{ ц/га}.$$

6) Для одержання прибавки врожайності 1 ц зерна озимої пшениці використовується 7,6 кг азоту (N), 6,1кг фосфору (P) і 3кг калію (K).

З врахуванням поправочних коефіцієнтів на забезпеченість ґрунту поживними речовинами та на попередник, потреба в азоті складе  $Q_N = 18,4 \cdot 7,4 \cdot 1,0 \cdot 0,5 = 70$  кг д.р./га; фосфору  $Q_P = 18,4 \cdot 6,1 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 85$  кг д.р./га; калію  $Q_K = 18,4 \cdot 3,0 \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 34$  кг д.р./га.

**Оптимальна потреба в мінеральних**



Для визначення оптимального складу комплексів машин для виконання польових робіт з урахуванням агрономічних культур, якості і строків проведення робіт використовують нормативний, графічний або аналітичний методи з використанням персональних комп'ютерів.

Дійсно можливий врожай  $U_n$  (потенційно можливий) тієї чи іншої культури визначають за методикою, яку наведені в таблиці 3.

Розрахунок потреби в добривах проводять, виходячи з балансу виносу врожаєм поживних речовин (таблиця 3), або з повної ресурсної врожайності, яка формується за рахунок природної родючості ґрунтів та внесення органічних і мінеральних добрив (таблиця 4).

Названі норми внесення разом з агротехнічними вимогами є вихідними даними при проектуванні технологій вирощування, визначення кількості і строків внесення, технологічного налагоджування машин.

Пошук резервів підвищення ефективності господарювання досягається аналізом не лише економічних показників (прибутку), а перед усім такими: - визначення гнучкості технологій до своєчасності, або щодо зміни строків виконання робіт, наприклад, із-за погодних умов, через організаційні або інші причини; - мінімальної достатності ресурсів (добрив, посівного і паливно-мастильного матеріалу та ін.); - сумісності з надсистемою, наприклад, щодо ширини міжрядь, обробки засобами захисту рослин попередньої культури в сівозміні, або наступної, - екологічність.

Комплекси машин і обладнання, які застосовують для реалізації технологій виробництва кормів оцінюють також на ресурсозбереження, зниження затрат праці, зростання продуктивності, підвищення організаційно-технологічної надійності, що включає як коефіцієнт готовності, так і коефіцієнт використання часу зміни з урахуванням організаційних простоїв; по коефіцієнтах надійності і використання машин та їх довговічності, наробітку

на відмову, зменшенню номенклатури і матеріалоемності машин шляхом вибору раціонального типажу, застосуванню блочно-модульного комплектування агрегатів, пристосованості машин до умов роботи і зберігання; затратах на технічне обслуговування і ремонт, потребі в засобах технічної діагностики і виробничій базі для підтримання машин в роботоздатному стані, виконанні правил техніки безпеки і ін.

При вищеназваних відмінностях показників оцінки технологій і комплексів машин, в загальному вигляді конкурентоздатність їх може бути оцінена за формулою [1]:

$$K_{зд}^{т.м} = m \cdot K_{тр} + n \cdot j + p \cdot K_e < ; = ; > 1, \quad (18)$$

де  $K_{зд}$  – коефіцієнт комплексної оцінки на конкурентоздатність;  $K_{тр}$ ,  $j$ ,  $K_e$  – коефіцієнти технічного, агротехнічного, економічного і екологічного рівня, інтегральної та енергетичної оцінок;  $m, n, p$  – значення величин вагомості груп показників ( $m + n + p = 1$ ), зміною значення яких аргументують виявлення кожної з якостей при визначенні  $K_{зд}$ .

Застосовувавши вищеприведені методичні підходи, можна привести як спільну оцінку технологій і машин, так і окремо, з проведенням аналізу і синтезу технологічних прийомів, операцій, показників їх виконання при сертифікації технологій. При цьому до показників агротехнічного рівня можуть бути віднесені такі як гнучкість технологій до своєчасності виконання робіт, мінімальної достатності ресурсів, сумісність з надсистемою, стійкість до шкідників і хвороб і ін.

#### Література

1. Гарькавий А.Д. Як перейти на виробництво конкурентоспроможної продукції на селі // – Ж. "Вісник Інженерної академії України". – 1998. – С. 97-99.
2. Киртбал Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка / . – Москва, Колос, 196. – С. 21-25.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Ловейкін В.С.</b> Аналіз оптимальних режимів руху піднімальних машин	1
<b>Ловейкін В.С., Човнюк О.В.</b> Застосування класичних методів варіаційного числення у створенні ієрархії комплексних динамічних критеріїв оцінки механізмів та машин	6
<b>Аврамов К. В.</b> Хаотические фрикционные колебания, возбуждаемые почти периодической нагрузкой	12
<b>Ватренко О. В.</b> Коефіцієнти тертя при закупорюванні скляної тари пасовими робочими органами	18
<b>Вовк Л.П., Лупаренко Е.В.</b> Численный анализ особенностей динамических напряжений в окрестности точки стыка трех различных упругих сред	21
<b>Гарькавий А.Д., Гевко Р.Б., Ковальова І.М.</b> Сертифікація технологій і машин та їх оцінка на конкурентоспроможність	28
<b>Голиков В.А., Орлова Н.Д., Сотниченко Н.И.</b> Вибрационные технологии для переработки отходов	33
<b>Джемелінський В.В., Гузенко Ю.М., Джемелінська Л.В.</b> Визначення умов утворення покриттів при терті з переривистим просковзуванням в активному технологічному середовищі	36
<b>Івановський О.В.</b> Нейросинтезатор одноктактних автоматів	39
<b>Кондир А.І., Борисюк А.К., Паздрій І.П., Швачко С.Г.</b> Застосування вібраційного магнітометра для фазового аналізу спеціальних сталей та сплавів	41
<b>Ленда В.А.</b> Вибрационные системы с комбинированным режимом динамического нагружения в технологиях переработки минерального сырья	44
<b>Музичук В.І.</b> Бортова нейросистема визначення аврійних режимів роботи сільськогосподарських машин	48



<b>Надутый В.П., Краснопер В.П.</b> Опыт использования виброгрохотов новой конструкции для тонкой классификации минерального сырья	<b>50</b>
<b>Павлов К.А., Биленко Л.Ф., Кулябко В.В.</b> Поиск путей снижения трения и износа при статико-динамическом взаимодействии элементов	<b>52</b>
<b>Петрова Ю.Н.</b> Циклические напряжения в подкрепленных цилиндрах	<b>55</b>
<b>Пшеничный И.Н., Лубенская Л.М., Ясуник С.Н., Букаранов Ю.Н.</b> Условия интенсификации обработки поршневых колец в свободных абразивах	<b>60</b>
<b>Сердюк Л.И.</b> Определение кинетической энергии системы при моделировании вибрационной машины	<b>66</b>
<b>Спірін А.В., Цуркан О.В.</b> Оцінка на конкурентоздатність вібраційного змішувача	<b>70</b>
<b>Ярошевич М.П., Тимощук В.М.</b> Дослідження стійкості синхронних рухів чотирьох механічних віброзбуджувачів з майже однаковими парціальними швидкостями	<b>73</b>
<b>Ярошенко Л. В., Комаха В. П.</b> Вібраційний змішувач з вертикальними приводним та лопатевим валами	<b>77</b>
<b>До відома авторів</b>	<b>80</b>
<b>Відомості про авторів</b>	<b>81</b>