

Міністерство  
освіти і науки  
України



Міністерство освіти і науки України  
Національний університет біоресурсів і  
природокористування України  
НДІ техніки та технологій  
Факультет конструювання та дизайну  
Механіко-технологічний факультет

ННЦ «Інститут аграрної економіки»  
Представництво Польської академії наук в Києві  
Відділення в Любліні Польської академії наук  
Академія інженерних наук України  
Українська асоціація аграрних інженерів



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
VII-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«Інноваційне забезпечення виробництва  
органічної продукції в АПК»  
(04-07 червня 2019 року)»  
в рамках роботи  
XXXI Міжнародної агропромислової виставки «АГРО 2019»**



Київ – 2019

УДК 631.01.007

**ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
БЕЗВІДМОВНОСТІ ЗЕРНОЗБІРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

***О. М. Бистрий***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Параметри економіко-математичних моделей у зв'язку з динамічністю виробничо-господарської діяльності постійно змінюються. Тому кореляційно-

регресійний аналіз не забезпечує необхідної достовірності їхніх оцінок. У результаті аналізу науково-технічної літератури знайдено метод, що дозволяє в кожній конкретній ситуації по мінімальній кількості статистичних даних визначати єдину модель оптимальної складності.

Для економічного обґрунтування адаптивної системи ТОіР проведено дослідження експлуатаційної надійності зернозбиральних комбайнів аграрних підприємств. Найбільш презентабельним об'єктом досліджень парку зернозбиральних комбайнів є знімальне устаткування, яке представлено різними типорозмірами різного строку експлуатації (від 1 до 20 років), що працюють на різних роботах (слюсарні, діагностичні, регулювальні та ін.), з різними фізико-механічними властивостями.

За допомогою методики встановлені стохастичні залежності техніко-економічних показників процесу технічної експлуатації зернозбиральних комбайнів від їх типу, терміну служби, умов та інтенсивності експлуатації на конкретному підприємстві. Моделі з найбільш характерними формами зв'язку наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Моделі оптимальної складності, що отримані за допомогою методики в умовах ремонтного підрозділу аграрного господарства

Клас комбайна	Рівняння моделі	Значення критерію регуляризації
9 кг/с	$N_{ав} = -4 + 0,48N_{роб} + 0,9T_{сл}^{0,18} + 1,3e^{1,44K_{инт}}$	0,599
	$T_{ав} = -12,1 + 1,8N_{роб} + 0,1T_{сл} + 0,03T_{сл}^2 + 19,1K_{инт} - 2,8K_{инт}^2$	0,976
	$B_{ав} = -9,1 + 1,3N_{роб} - 0,02N_{роб}^2 + 0,2T_{сл} + 13,8K_{инт}^{0,46}$	0,967
	$\chi_{ППР} = 414,25 + 4,39T_{сл} + 49,37Ln(K_{инт})$	0,785
	$T_{ППР} = 78,68 + 61,27T_{сл}^{0,068} - 104,29K_{инт} + 205,79K_{инт}^2$	0,498
	$B_{ППР} = 127,74 + 4,87Ln(T_{сл}) - 109,8K_{инт} + 198,68K_{инт}^2$	0,839
12 кг/с	$N_{ав} = 2,6 + 0,02N_{роб} + 0,04N_{роб}^2 + 0,2Ln(T_{сл}) + 2,1Ln(K_{инт})$	0,453
	$T_{ав} = -13,9 + 4,5e^{0,12N_{роб}} + 5,7T_{сл} + 0,1 + 11,2K_{инт}^{0,66}$	0,886
	$B_{ав} = -4,1 + 0,9N_{роб} + 1,8e^{0,075T_{сл}} + 7,8K_{инт}$	0,930
	$\chi_{ППР} = 188,3 + 94,74T_{сл}^{0,073} + 67,71Ln(K_{инт})$	0,505
	$T_{ППР} = 66,49 + 30,12e^{0,027T_{сл}} - 145,25K_{инт} + 187,97K_{инт}^2$	0,456
	$B_{ППР} = 77,4 + 0,5T_{сл} + 5,17Ln(K_{инт})$	0,617

де  $T_{ав}$  – тривалість аварійного ремонту, год.;  $N_{ав}$  – кількість відмов за зміну;  $B_{ав}$  – витрати на аварійний ремонт, тис. грн.;  $\chi_{ППР}$  – трудомісткість планового ремонту, год.×люд.;  $T_{ППР}$  – термін планового ремонту, год.;  $B_{ППР}$  – витрати на плановий ремонт, тис. грн.;  $N_{роб}$  – кількість комбайнів у роботі;  $T_{сл}$  – середній

строк експлуатації комбайнів, років;  $K_{\text{інт}}$  – коефіцієнт інтенсивності експлуатації.

Для пошуку оптимальних значень керованих параметрів розроблена економіко-математична модель, яка представлена нижче.

Цільові функції:

$$P^{\text{роб}} \rightarrow \max \quad \text{або} \quad \sum_{i=1}^{I} \sum_{t=1}^{T} \sum_{t'=t-\Delta t_i}^{t'} \sum_{k=1}^K c^k \times E_{i(t-t')}^k \times X_{it'} \rightarrow \min$$

Обмеження з надійності роботи комбайнів:

$$1 - \sum_{t=1}^{t=T} \sum_{t'=t+1}^{t'+T+1} P_{ij}^{\text{відм}}(t'-t) \times X_{it} \times X_{jt'} \geq P^{\text{роб}}, \quad \text{для усіх пар послідовних ремонтів } ij$$

Обмеження з ресурсів:

$$\sum_{i=1}^{I} \sum_{t'=t-\Delta t_i}^{t'} E_{i(t-t')}^k \times X_{it'} \leq R_t^k, \quad t = \overline{1, T}, k = \overline{1, K}$$

Умови необхідної черговості ремонтів:

$$X_{it} \times \sum_{t'=1}^{t'} X_{jt'} = 0, \quad \text{для деяких пар } ij, \text{ при } t' \geq t, \quad t = \overline{1, T}$$

$$X_{it} \times \sum_{t'=t}^{t'+T+1} X_{jt'} = 0, \quad \text{для деяких пар } ij, \text{ при } t' \leq t, \quad t = \overline{1, T}$$

Умови одинарності та цілочисельності керованих змінних:

$$\sum_{t=1}^{t=T} \sum_{t'=t+1}^{t'+T+1} X_{it} \times X_{it'} = 0, \quad \sum_{t=1}^{t=T} X_{it} = 1, \quad i = \overline{1, I},$$

де  $X_{it}$  – Булева змінна, що означає початок проведення  $i$ -го ремонту у  $t$ -у зміну якщо  $X_{it} \neq 0$ ;  $P_{ij}^{\text{відм}}(t'-t)$ ,  $P^{\text{роб}}$  – ймовірність відмови машини як функція від тривалості міжремонтного періоду та ймовірність безвідмовної роботи;  $E_{i(t-t')}^k$ ,  $R_t^k$  – питомі витрати на проведення  $i$ -го ремонту та загальний ліміт витрат  $k$ -го ресурсу впродовж  $t$ -ї зміни;  $c^k$  – собівартість  $k$ -го ресурсу;  $\Delta t_i$  – тривалість  $i$ -го ремонту.

Оптимізація керованих змінних моделі забезпечує досягнення раціонального компромісу між мінімумом витрат на ТОіР та максимумом надійності роботи комбайнів в адаптивних системах відновлення працездатності.

Розроблені економіко-математичні моделі реалізовані як програмний модуль, що в складі програмного забезпечення Microsoft Project інтегрується в АІС ремонтної служби аграрного підприємства.

Економічний ефект від упровадження розробленого програмного забезпечення у розмірі 77,5 тис. грн. отримано за рахунок зменшення аварійних простоїв комбайнів на 7 годин.