

УДК658:631.173.4

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

О.В. Сидорчук, докт. техн. наук, проф., чл.-кор. НААН
ННЦ «ІМЕСГ»;

А. М. Тригуба, канд. техн. наук, доцент, **О.В. Маланчук**, здобувач,
П.В. Шолудько, канд. техн. наук
Львівський національний аграрний університет

Виконано аналіз стану ремонту спеціалізованої техніки сільськогосподарських підприємств. Проаналізовано науково-методичні засади прогнозування попиту на відновлення робочих органів грунтообробних машин. Запропоновано метод та здійснено прогнозування попиту на відновлення робочих органів грунтообробних машин.

Ключові слова: прогнозування, попит, відновлення, робочі органи, грунтообробні машини.

Проблема. Теперішній стан грунтообробної техніки сільськогосподарських підприємств характеризується низькою надійністю через їх старіння та несвоєчасне оновлення [1]. Існуюча ремонтно-обслуговуюча база функціонує неефективно: ремонт робочих органів грунтообробної техніки відсутній, або ж відбувається у майстернях господарств, де відсутнє технологічно потрібне обладнання, що є причиною порушення технологій ремонту, зниження його якості і, відповідно, їх надійності; спеціалізовані підприємства займаються ремонтами складної сільськогосподарської техніки, а підприємства з відновлення робочих органів грунтообробних машин відсутні. Для вирішення існуючої проблеми слід реалізовувати проекти створення дільниць з відновлення робочих органів грунтообробних машин. Невід'ємною складовою управління проектами створення дільниць з відновлення робочих органів грунтообробних машин є прогнозування попиту на ремонт, який є мінливим і залежить від множини характеристик проектного середовища.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Під час ідентифікації конфігурації проектів створення дільниць з відновлення робочих органів грунтообробних машин неможливо обйтися без визначення

© О.В. Сидорчук, А. М. Тригуба, О.В. Маланчук, П. В. Шолудько.
Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.

річної кількості ремонтів [2]. На жаль, чинні методи прогнозування обслуговуючо-ремонтних втручань розроблені для умов регламентованого напрацювання [3, 4, 5]. Наприклад, якщо відоме планове середнє річне напрацювання машини (H_r) та регламентоване (нормоване) напрацювання машини на ремонт (H_k), то за наявності в парку N_m машин річне число N_p ремонтів визначається за формулою [2]:

$$N_p = \frac{H_r \cdot N_m}{H_k}. \quad (1)$$

Використовувати цю методику для визначення числа ремонтів робочих органів грунтообробних машин не можна, оскільки це дасть неточні результати через неврахування мінливих складових проектного середовища.

Мета дослідження – розкрити метод прогнозування попиту на відновлення робочих органів грунтообробних машин.

Результати дослідження. Реалізація проектів дільниць з відновлення робочих органів грунтообробних машин потребує вирішення задачі прогнозування попиту на їх ремонт із урахуванням мінливих складових проектного середовища. Для цього нами розроблено аналітично-експериментальний метод визначення річного числа ремонтів, що базується на статистичному імітаційному моделюванні.

Моделі, які побудовані за допомогою чинних методів прогнозування потоку замовлень на виконання ремонтних втручань не враховують складного зв'язку між елементами системи, а також нелінійного характеру залежності параметрів і показників ефективності процесу від його динаміки, тобто достатньо не відповідають вимогам системного підходу.

Одним із ефективних способів реалізації системного підходу для оцінки ефективності варіантів рішень під час проектування ремонтних підприємств є імітаційне моделювання. Імітаційне моделювання [3] дає змогу системно проаналізувати процес, врахувати його залежність від багатьох чинників, а також оцінити його хід за кількома критеріями. Перевагою імітаційного моделювання є те, що можна побудувати імітаційну модель, яка б не спотворювала процес, що описується.

Розроблена нами імітаційна модель складається із двох блоків: 1) формування початкових даних для моделювання; 2) моделювання потоку замовлень на відновлення робочих органів грунтообробних машин.

На першому етапі формуються масиви початкових даних (наявності господарств та грунтообробних машин у господарствах району, обсягів виконання грунтообробних робіт, напрацювання на відмову робочих органів грунтообробних машин).

Моделювання потоку замовлень на відновлення робочих органів грунтообробних машин потребує визначення кількості їх ремонтів. Для цього потрібно знати обсяг робіт (Ω_{ij}), що припадає на j -й робочий орган i -ї марки грунтообробних машин. Середнє значення кількості ремонтів (\bar{N}_{pi}) робочих органів i -ї марки грунтообробних машин є мінливим і залежить від мінливого їх напрацювання H_{pi} . У загальному випадку \bar{N}_{pi} можна знайти за формулою:

$$\bar{N}_{pi} = \sum_{j=1}^n \frac{\Omega_{ij}}{H_{pj}}, \quad (2)$$

де Ω_{ij} – обсяг робіт, що припадає на j -й робочий орган i -ї марки грунтообробних машин, га; H_{pj} – напрацювання на відмову j -о робочого органу i -ї марки грунтообробних машин, га.

Згідно з дослідженнями [5], густина функції розподілу напрацювання до появи відмови у складних системах, які пройшли припрацювання і складаються з елементів із різною інтенсивністю відмов, добре описується експоненційним законом.

Випадкові числа, які відповідають експоненційній випадковій величині $E:H_p$, можна отримати із рівномірної (на $[0,1]$) випадкової величини (R) за допомогою співвідношення [4]:

$$E:H_p \approx -H_p \cdot \log R. \quad (3)$$

Процес моделювання потоку замовлень на відновлення робочих органів грунтообробних машин розглянемо за допомогою його графічної моделі (рис. 1).

Вектори $1, 2, 3, \dots, r$ відтворюють вхідні потоки j -х робочих органів i -ї марки грунтообробних машин (S_{ij}). Ці вхідні потоки сформовані шляхом послідовного відкладання випадкових значень напрацювання на відмову j -х робочих органів i -х марок грунтообробних машин. Обмежує довжину окремого вектора обсяг робіт (Ω_{ij}), що припадає на j -й робочий орган i -ї марки грунтообробних машин. Після проектування даних потоків на єдину календарну вісь отримуємо сумарний потік замовлень (Σ) та визначається як кількість ремонтів для j -х робочих органів i -ї марки грунтообробних машин, так і сумарна їх кількість.

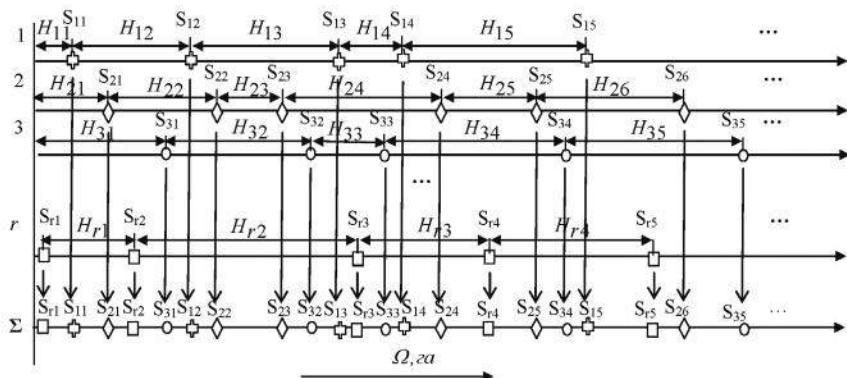


Рис. 1. Модель формування потоку замовлень на відновлення робочих органів ґрутообробних машин

Нами виконано прогнозування потоку замовлень на відновлення лемешів плугів відповідно до розробленого методу для умов Жовківського району Львівської області. Насамперед, встановлено залежності кількості господарств та лемешів плугів у них від радіусу дії дільниці (рис. 2).

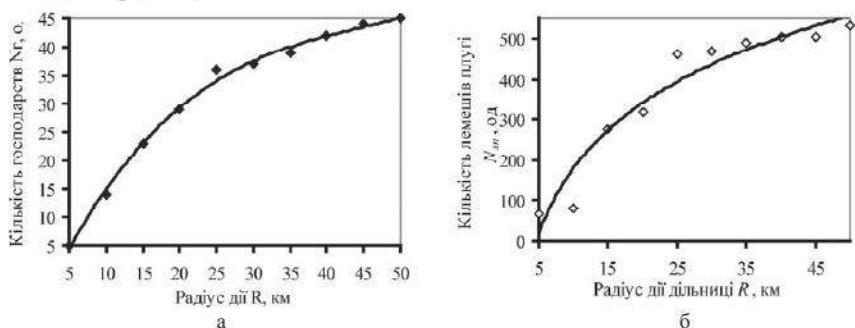


Рис. 2. Залежності кількості господарств (а) та лемешів плугів (б) у них від радіуса дії дільниці з відновлення робочих органів ґрутообробних машин

З наведеної залежності можна узагальнити, що зі зростанням радіуса дії дільниці відновлення робочих органів ґрутообробних машин лінійно зростає кількість господарств, у яких використовуються плуги, що описується поліномом третього ступеня:

$$N_e = 0.0004R^3 - 0.057R^2 + 2.8591R - 8.4333, \quad (4)$$

де N_e – кількість господарств, у яких використовуються плуги, од.; R – радіус дії дільниці з відновлення робочих органів ґрунтообробних машин, км.

Залежність кількості лемешів плугів (рис. 2, б), що потребують відновлення, від радіуса дії дільниці описуються логарифмічним рівнянням, яке має вигляд:

$$N_m = 233,84 \ln(R) - 358,16, \quad (5)$$

де N_m – кількість лемешів плугів, од.

Дослідження середнього напрацювання лемешів плугів проводили на підставі аналізу інформації щодо структури посівних площ у кожному із господарств району, технологічної потреби у виконанні ґрунтообробних робіт для цієї структури посівних площ та наявності у них плугів. Цю інформацію взято в управлінні агропромислового розвитку Жовківської райдержадміністрації. На підставі отриманої інформації встановлено середнє напрацювання лемешів плугів кожної із марок, що є у районі (табл.).

Таблиця. Середнє напрацювання плугів у господарствах району

Марка плуга	Продуктивність, га/год	Середнє напрацювання плуга, га
ПЛ-2-20	0,32	25.93
Bomet-3-30	0,6	64.8
ПНВ-3-35	0,73	57.5
ПГП-3-35-3	0,63	34.56
ПЛН-3-35	0,94	82.15
ПЛН-5-35	1,60	90
ПЛН-9-35	3,15	141.86
Lemken	3,80	405.17
Kverneland RC100	2,7	358.62

Для кількісного обґрунтування напрацювання на відмову лемешів плугів користувались обліковою документацією роботи техніки, яка наявна у господарствах району. В результаті математичного опрацювання статистичних даних щодо напрацювання на відмову лемешів плугів було побудовано відповідний розподіл (рис. 3).

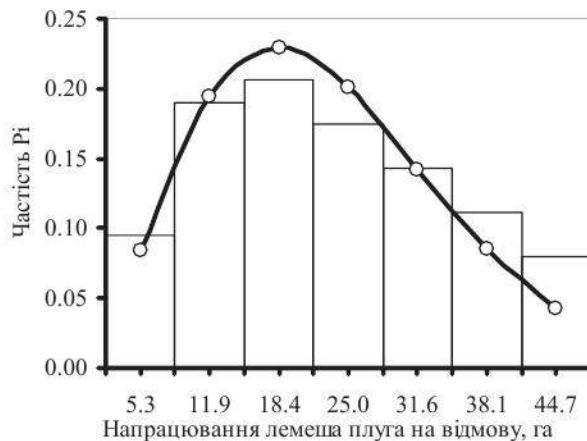


Рис. 3. Гістограма та теоретична крива розподілу напрацювання на відмову лемешів плугів

Встановлено, що цей розподіл відображається теоретичним законом Вейбулла з диференціальною функцією:

$$f(H_p) = 0,08 \left(\frac{H_p - 2}{23,92} \right)^{0,91} \times \exp \left[- \left(\frac{H_p - 2}{23,92} \right)^{1,91} \right]. \quad (6)$$

Числовими характеристиками цього розподілу є: математичне сподівання – 23,22 га; середньоквадратичне відхилення – 11,48 га. Межі напрацювання лемешів плугів на ремонт становлять 2...48 га.

За допомогою розробленої машинної програми, написаної на мові Turbo Pascal 7.0, виконано моделювання потоку замовлень на відновлення лемешів плугів. На підставі отриманих даних побудовано кореляційні залежності (рис. 4) зміни математичного сподівання кількості замовлень на відновлення лемешів плугів від радіуса дії дільниці. Встановлено, що оцінка математичного сподівання розподілу кількості замовлень на відновлення лемешів плугів збільшується зі збільшенням радіуса дії дільниці за нелінійною залежністю. Аналогічно можна визначити закономірності зміни попиту на відновлення інших робочих органів ґрутообробних машин, які потрібні для ідентифікації конфігурації проекту відповідної дільниці.

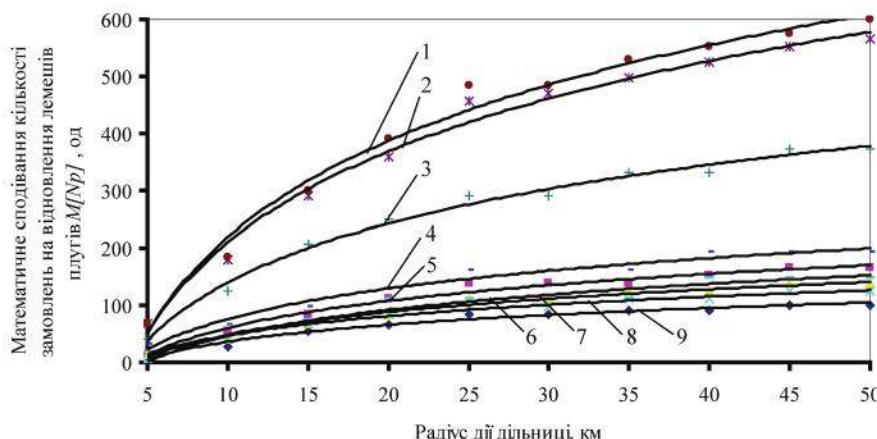


Рис. 4. Тенденції зміни оцінок математичного сподівання розподілу кількості замовлень на відновлення лемешів плугів від радіуса дії дільниці: 1 – ПЛН-5-35; 2 – ПЛН-3-35; 3 – ПЛН-9-35; 4 – Lemken; 5 – Bomet 3-30; 6 – Kverneland RC100; 7 – ПНВ 3-35; 8 – ПГП-3-35; 9 – ПЛ-2-20

Висновки. 1. Аналіз чинних методів прогнозування ремонтно-обслуговуючих втручин свідчить про те, що вони розраховані на середнє річне напрацювання і не враховують імовірнісний його характер. 2. Розроблений метод прогнозування попиту на відновлення робочих органів ґрунтообробних машин характеризується науковою новизною і враховує мінливий характер напрацювання на відмову цих робочих органів. 3. Використання розробленого методу уможливило встановлення закономірностей зміни попиту на відновлення лемешів плугів для умов Жовківського району Львівської області. 4. Подальші дослідження слід проводити стосовно встановлення закономірностей зміни попиту на відновлення інших робочих органів ґрунтообробних машин, що є основою ідентифікації конфігурації проекту відповідної дільниці.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Карабиньош С. Відновлення роботоздатності ґрунтообробних машин / С. Карабиньош, А. Новицький, М. Басилкевич // Пропозиція. – 2012. – № 2. – С. 116-118.
2. Сидорчук О. В. Техніко-економічна ефективність проектів дільниць з відновлення робочих органів ґрунтообробних машин / Сидорчук О. В. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – 120 с.

- дорчук О. В., Тригуба А. М., Маланчук О. В., Рудинець М. В. // Науковий журнал ЛНТУ: Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2012. – №10. – С.225-231.
3. Башинський О. І. Прогнозування обслуговуючо-ремонтних втручань для пожежних автомобілів / О. І. Башинський // Агромех-2004: Матер. Міжнар. наук.-прак. конф. ЛДАУ. – Львів: Львів ДАУ, 2004. – С. 240–246.
4. Бабусенко С. М. Проектирование ремонтных предприятий / С. М. Бабусенко. – М.: Колос, 1981. – 295 с.
5. Шаламов А. А. Метод определения потребности в ремонтах с учетом случайного характера межремонтных интервалов / А. А. Шаламов // Тез. докл. Всесоюзной науч.-техн. конф. «Ремонт промышленных и сельскохозяйственных тракторов с использованием методов и средств», 26-30 октября 1981г. – Челябинск, 1981. – С.70-72.
-

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Выполнен анализ состояния ремонта специализированной техники сельскохозяйственных предприятий. Проанализированы научно-методические основы прогнозирования спроса на восстановление рабочих органов почвообрабатывающих машин. Предложен метод и осуществлено прогнозирование спроса на восстановление рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Ключевые слова: прогнозирование, спрос, восстановление, рабочие органы, почвообрабатывающие машины.

DEMAND PROGNOSTICATION OF SOIL-TILLAGE MACHINES TOOLS REPAIRING

The analysis of the specialized technique repairing state of agricultural enterprises is executed. The scientifically-methodical principles of demand prognostication on soil-tillage machines working tools repairing are analysed. The method of demand prognostication on soil-tillage machines working tools repairing is offered and prognostication of it's value is carried .

Key words: prognostication, demand, repairing, working tools, soil-tillage machines.