

УДК 631.3: 631.171

ДОСЛІДЖЕННЯ ПООПЕРАЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЧАСУ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ РІЛЬНИЦТВА

О. Сидорчук, доктор техн. наук, професор., чл.-кор. НААН України
ННЦ «ІМЕСГ»

Т. Падюка,

Львівська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Проведено аналіз експлуатаційних елементів часу і встановлені їх головні статистичні характеристики, запропоновано метод для визначення потреби в технічних засобах за результатами дослідження мінливості фонду робочого часу на виконання робіт

Ключові слова: *рільництво, тракторні роботи, машинно-тракторний агрегат, поопераційні елементи часу.*

Суть проблеми. Одними з основних техніко-експлуатаційних показників машинно-тракторного парку (МТП) виступають показники для оцінювання рівня його використання – загальний рівень виконання плану тракторних робіт (од. напрацювання/рік), середньорічний виробіток на трактор кожної марки (од. напрацювання/рік), середньорічний (у. о. га/рік), середньоденний і середньозмінний виробіток на еталонний трактор (у. о. га/змінa); коефіцієнт змінності, коефіцієнт використання річного робочого фонду часу тощо.

Саме обсяг виконаної роботи машинно-тракторним агрегатом за одиницю часу (продуктивність МТА) суттєво залежить від повноти використання часу зміни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. ГОСТ 24055-88 [1] визначає затрати експлуатаційного часу і сумарних періодів часу, а також методику отримання, опрацювання і оцінку точності даних досліджень.

Методичні основи моделювання часових проміжків на нормування техніко-експлуатаційних показників роботи МТА розроблено в НДІ «Укראгропромпродуктивність» [2]. Запропоновані методики дозволяють моделювати годинну та змінну продуктивність МТА і отримувати типові нормативні показники. Проте при визначенні норм виробітку не враховуються простої агрегату через технологічні порушення (T_{mn}), технічні несправності машин ($T_{тн}$), організаційні неполадки ($T_{он}$) та ті, що викликані погодними умовами ($T_{му}$).

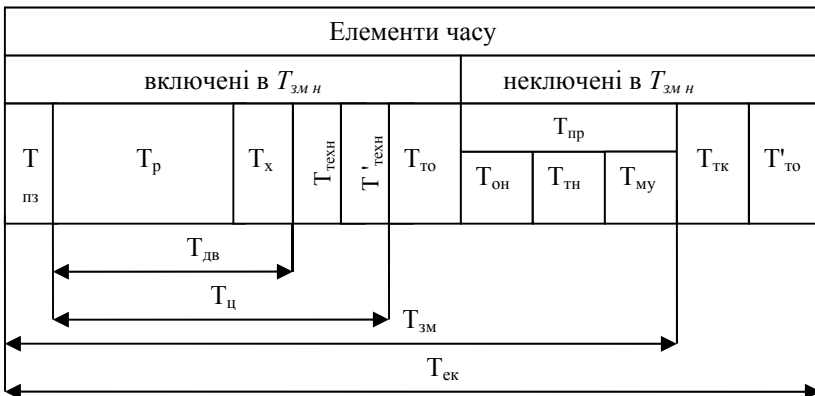
В працях О.В. Сидорчука [3], П.М. Луба приділялася увага дослідженням певних часових ситуацій, що виникають в процесі роботи. При

чому встановлювався вплив агрометеорологічних умов на обсяги виконуваних робіт.

Мета дослідження – визначити вплив поопераційних елементів часу на продуктивність МТА на операційному рівні та функціонування МТП в цілому.

Виклад основного матеріалу. Ефективність виробничих процесів систем аграрного виробництва, що проектуються, можна об'єктивно визначити лише на основі моделювання [3]. А тому дослідження ефективності слід розпочинати з аналізу виконання відповідних виробничих операцій процесу. Технологічний процес в аграрному виробництві складатиметься з технологічних операцій, які, в свою чергу, виконуються відповідними технічними засобами. Основним експлуатаційним показником їх роботи виступає продуктивність. З переліку чинників, які впливають на продуктивність, найважливіше значення має ступінь використання часу τ , що визначається балансом часу [4].

Для характеристики абсолютного використання часу наведемо у загальному вигляді баланс часу зміни (рис. 1):



$T_{зм}$ – загальна тривалість, або повний час зміни; T_p – чистий робочий час зміни, витрачений на корисну роботу агрегату; $T_{пз}$ – тривалість підготовчо-заключних робіт, що пов'язана з витратою часу на підготовку агрегату до переїзду, переїзди на початку та наприкінці зміни, одержання наряду і здавання роботи, регламентний відпочинок; T_x – час на холості повороти і заїзди при роботі на загілці; $T_{то}$ – тривалість технологічного обслуговування агрегату протягом зміни, що пов'язана із заправкою сіялок, заміною транспортних засобів тощо; $T_{техн}$ – тривалість організаційно-технічного обслуговування агрегату в загілці, пов'язана з очищенням робочих органів, перевіркою якості роботи, технологічними регулюваннями та технічним обслуговуванням; $T'_{техн}$ – тривалість проведення змінного позациклового технологічного обслуговування; $T_{тн}$ – час простоїв агрегату через технічні несправності машин; $T_{он}$ – час простоїв агрегату через організаційні неполадки; $T_{му}$ – час простоїв агрегату через погодні умови.

Рисунок 1 – Баланс часу і його складові [4]

Таким чином, баланс часу зміни буде мати вигляд:

$$T_{зм} = T_p + T_{пз} + T_x + T_{техн} + T'_{техн} + T_{мо} + T_{он} + T_{мн} + T_{му}, \quad (1)$$

Сума (T_p) і (T_x) являє собою час технологічного руху агрегату ($T_{об}$). Циклічний час (T_u) встановлюється з суми робочого часу, часу на холості повороти і часу на технологічне обслуговування і залежить від способу руху і організації роботи на полі.

Крім змінного часу, визначають ще експлуатаційний час ($T_{ек}$) до якого включають час зв'язаний з переобладнанням або комплектуванням агрегатів ($T_{нк}$), а також час на періодичне технічне обслуговування поза зміною ($T'_{мо}$).

При нормуванні польових механізованих робіт ($T_{змн}$), тобто при визначенні норм виробітку за годину або за зміну не враховують простоювання агрегату через технологічні порушення ($T_{мн}$), технічні несправності машин ($T_{мн}$), організаційні неполадки ($T_{он}$) та ті, що викликані погодними умовами ($T_{му}$). Ці простои відносять до так званого ненормованого часу (рис. 1), що складається з нерегламентованих перерв, не обумовлених виконанням виробничого завдання.

Відтак, обсяг виконуваних механізованих робіт у господарстві повинен узгоджуватися з організованим фондом робочого часу (ФРЧ) проведення технологічних операцій, в першу чергу – в установлені (напружені) пікові періоди. Очевидно, що складові ФРЧ носитимуть ймовірнісний характер для кожного окремого періоду. Зокрема, на обсяг виконуваних механізованих робіт значною мірою буде впливати час простоїв через технічні несправності машин ($T_{мн}$) і агрометеорологічні умови ($T_{му}$). Таким чином, визначення потреби у технічних засобах з урахуванням ймовірнісної дії складових ФРЧ на обсяги виконуваних механізованих робіт виступає одним з основних завдань у даному дослідженні.

На рисунку зображена схема дослідження ймовірності фонду робочого часу для кожного окремого пікового періоду.

Ієрархічне дослідження цієї системи дає змогу описати функціонування роботи МТП на основі трьох рівнів: перший – представлення структури на узагальненому рівні (загальна оцінка функціонування МПТ), другий – дослідження конкретних зв'язків (II), третій – зв'язаний з дослідженням на операційному рівні (дослідження залежностей на рівні технологічної операції).

Розподіл різноманітних елементів часу для МТА і сільськогосподарських виробничих процесів в цілому мають асиметричний характер. Це викликано впливом деяких значних факторів, головним чином, різним часом усунення технологічних і технічних відмов.



Рисунок 2 – Загальна схема дослідження фонду робочого часу (ФРЧ) для напруженого (пікового) періоду виконання механізованих робіт.

Характер асиметричних розподілів елементів часу з визначеною точністю можна апроксимувати типовими законами розподілу (Вейбула, логарифмічним нормальним) [5].

Для підтвердження даної гіпотези потрібно проводити моделювання використання ФРЧ МТП. Моделювання буде здійснюватися з метою розкриття сутності предмету – встановлення залежності характеристик моделі системи $\{Y\}$ від множини її зовнішніх впливів $\{X\}$, параметрів $\{Z\}$ та модельного часу T [3]:

$$Y = f(\{Z\}, T) \text{ за умови } \{X\} \rightarrow const \quad (2)$$

Формування балансу часу зміни при моделюванні механізованих польових робіт проводиться з урахуванням природно-виробничих умов – довжини гонів, рельєфу та конфігурації ділянки, складу агрегату, технології та організації виконання робіт та технічних характеристик МТА.

Відтак, час що витрачається на виконання однієї технологічної операції, можна розділити на такі складові [4]:

$$T_{on} = T_{np} + T_{pez} + T_{zn} + T_{mn} + T_o + T_{nov} + T_{mo} + T_x + T_{on} \quad (3)$$

де T_{np} – час на технологічний переїзд на робоче місце;

T_{pez} – час на технологічні регулювання на початку і в кінці роботи;

T_{zn} – час на технологічні зупинки для заправки або вивантаження місткостей для матеріалів;

T_{mn} – час для переводу в робоче і транспортне положення;

T_o – час основної (чистої) роботи агрегату;

T_{nov} – час на повороти і заїзд до іншої заїмки;

T_{mo} – час на перевірку якості роботи, технологічні регулювання, технічне обслуговування агрегату в заїмці;

T_x – час на холості переїзди;

T_{on} – час для особистих потреб.

Крім того, до операційного часу відносять також час від простоювання через агрометеорологічні умови, технічні поломки і організаційні неузгодженості.

На основі проведення хронометражних спостережень за роботою МТА під час виконання механізованих технологічних операцій буде отримано масив даних поопераційних елементів часу.

Хронографічні спостереження проводять згідно з встановленою методикою [1], коли досліджувані операції і елементи часу записуються в хронологічній послідовності у формі спостережного листка. Елементи часу реєструються шляхом вимірювання тривалості циклічно повторюваних досліджуваних елементів часу.

Після закінчення спостережень проводять первинну обробку отриманих даних. Встановлюють тривалість досліджуваного елемента часу, проводять індексацію, виключають помилкові вимірювання. За відповідними статистичними методами опрацювання масиву даних отримують статистичні характеристики досліджуваних елементів часу.

На підставі опрацювання результатів хронометражу роботи посівного МТА (МТЗ-82.1+СЗ-3.6А) на дослідних полях Львівської філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого сформовано базу даних та отримано репрезентативні вибірки таких емпіричних значень: 1) тривалість робочого ходу, с; 2) тривалість розворотів, с.

Відповідно до цього встановлено два розподіли. Побудова варіаційного ряду емпіричних даних тривалості розворотів та його опрацювання за відомими методами математичної статистики уможливила встановлення теоретичного закону розподілу, яким є нормальний закон розподілу (рис. 3, а). Встановлено, що диференціальна функція розподілу тривалості (t_{rx}) поворотів записується за формулою:

$$f(t_n) = \frac{1}{3,73 \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{(t_n - 25,18)^2}{2 \cdot 3,73^2}\right) \quad (4)$$

Головні статистичні характеристики цього розподілу наступні: оцінка математичного сподівання – $\overline{M}[t_r] = 25,18$ с; оцінка середньоквадратичного відхилення – $\overline{\sigma}[t_r] = 3,73$ с. Довірчий інтервал тривалості робочого ходу становить 18-33 с.

За аналогічною методикою встановлено теоретичний закон розподілу тривалості робочих ходів (t_{rx}) МТА. Зокрема, встановлено що він узгоджується з трипараметричним розподілом Вейбулла (рис. 3.1, б).

Диференціальна функція розподілу t_{rx} записується формулою:

$$f(t_r) = 0,036 \left(\frac{t_r - 10}{29,284}\right)^{0,059} \cdot \exp\left[-\left(\frac{t_r - 10}{29,284}\right)^{1,059}\right] \quad (4.1)$$

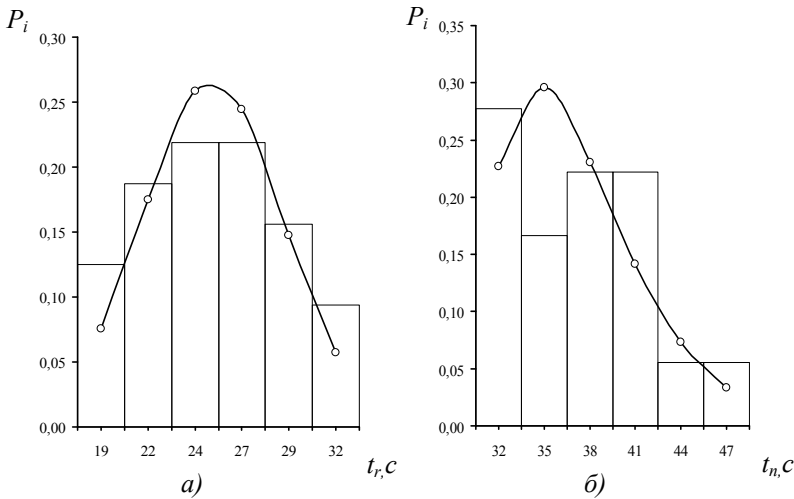


Рисунок 3 – Гістограма та теоретичні крива розподілу тривалості розворотів (а) та робочого ходу (б)

Головні статистичні характеристики цього розподілу наступні: оцінка математичного сподівання – $\overline{M}[t_r, J] = 37,45$ с; оцінка середньоквадратичного відхилення – $\overline{\sigma}[t_r, J] = 4,18$ с. Довірчий інтервал тривалості робочих ходів становить 31-48с.

Для розрахунків і моделювання продуктивності та вибору оптимальних значень параметрів машинних комплексів потрібно мати відомості про експлуатаційні коефіцієнти технічного, технологічного характеру, які залежать від конструкційних параметрів і умов роботи, зокрема, коефіцієнти робочих ходів, технічної готовності, технологічної надійності та ін. [5].

Зазначені коефіцієнти дозволяють отримати оцінку загального коефіцієнта використання часу зміни. Для його розрахунків зручно використовувати множення коефіцієнта використання часу руху (τ_{px}) і коефіцієнта простоювання МТА з організаційних причин (τ_{on}):

$$\tau_{зм} = \tau_{px} \cdot \tau_{on} \quad (5)$$

Коефіцієнт використання часу руху (τ_{px}) МТА можна виразити через питомі значення елементів часу всіх видів простоювання, що припадають на одиницю пройденого шляху по довжині гону L [5]:

$$\tau_{px} = \frac{1}{1 + V_M \left(\frac{t_n}{L} + t_T + t_{\text{тех}} \right)} = \frac{1}{1 + V_M \sum_{i=1}^n t_i} \quad (6)$$

де t_m , $t_{\text{тех}}$ – відповідно приведені елементи часу на одиницю шляху (год/км), що затрачається на технічне і технологічне обслуговування в функції від параметрів МТА

t_n – затрати часу на повороти;

V_M – робоча швидкість, км/год.

Враховуючи статистичний характер змінних t_i , які впливають на τ_{px} , для об'єктивного розрахунку продуктивності необхідно володіти даними про статистичні характеристики основних експлуатаційних коефіцієнтів.

Враховання статистичних, в тому числі кореляційних, характеристик експлуатаційних параметрів МТА показує суттєвий вплив на зниження середнього значення коефіцієнта використання часу руху і, відповідно, продуктивності.

Вихідним моментом для встановлення обсягів виконаних механізованих робіт виступають такі характеристики, як такт і темп роботи.

Такт визначається проміжком часу між початком виконання двох суміжних операцій. Величина, зворотна такту – темп роботи. За організації потокового виробництва необхідно забезпечити такий темп, щоб виконати заплановані обсяги роботи. Операційний темп роботи визначається ступенем насичення одиниці робочого часу безпосереднім виконанням технологічної операції.

Тривалість робіт визначають на основі трьох параметрів часу – мінімально необхідним t_{\min} , максимально необхідним t_{\max} , та найбільш ймовірним, $t_{\text{ім}}$. Тривалість виконання роботи, що очікується, визначається шляхом статистичного усереднення вказаних ймовірнісних оцінок [6].

Якщо використовується три оцінки часу, то очікувана тривалість роботи визначається:

$$t_{\text{оч}} = \frac{t_{\min} + 4t_{\text{ім}} + t_{\max}}{6} \quad (7)$$

Дисперсію визначають за формулою:

$$\sigma^2 = \left(\frac{t_{\min} - t_{\max}}{6} \right)^2 \quad (8)$$

де t_{\min} – мінімальна тривалість роботи за сприятливих умов її використання;

t_{\max} – максимальна тривалість роботи за несприятливих умов її використання;

$t_{\text{лм}}$ – найбільш ймовірна тривалість роботи, тривалість виконання за нормальних (найчастіших) умов.

Висновок.

Характерною особливістю розглянутих часових інтервалів, які формують період робочого руху і простоїв машин, є їх випадковий характер. Встановлено, що тривалість робочих ходів МТА узгоджується з трипараметричним розподілом Вейбулла, а тривалість поворотів – з нормальним законом.

Таким чином, встановлення залежностей між значеннями поопераційних елементів часу на продуктивність МТА і машинних комплексів, як основного показника для оцінки їх роботи, є важливою підставою для розроблення адекватних методологічних підходів щодо обґрунтування параметрів функціонування МТП.

Література

1. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С. А. Иофинов, Г. П. Лышко – М.: Колос, 1984. – 351 с.
2. Погорелый Л. В. Научные основы повышения производительности сельскохозяйственной техники / Л. В. Погорелый, В. Г. Бильский, Н. П. Кононенко – К.: Урожай, 1989. – 240 с.
3. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки : ГОСТ 24055-88. – [Действующий от 1989-01-01] – М.: Издательство стандартов, 1988. – 14 с.
4. Лобастов І. В. Методика моделювання техніко-експлуатаційних показників машинно-тракторних агрегатів. / І. В. Лобастов – К.: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2006. – 112 с.
5. Сидорчук О. В. Інженерія машинних систем. Монографія. / О. В. Сидорчук – К.: Добра справа, 2007. – 263 с.
6. Гевко І. Б. Організація виробництва: теорія і практика. Підручник. / І. Б. Гевко, А.О. Оксентюк, М. П. Галушак – К.: Кондор , 2008. – 178 с.

Аннотация

Проведенный анализ эксплуатационных элементов времени и установлены их главные статистические характеристики, предложенный метод определения потребности в технических средствах по результатам исследования изменчивости фонда рабочего времени на выполнение работ

Summary

The analysis of the operational elements of time and established their main statistical characteristics of the proposed method to determine the need for technical equipment-based research fund variability of working hours on work performance