

УДК 631.171

МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ КОМПЛЕКСІВ МАШИН У РОСЛИННИЦТВІ

**Анікєєв О.І., к.т.н., доцент, Сировицький К.Г., ст. викл.,
Михалевич Г.С., Бойко А.О.**

*(Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка)*

Комплекс машин є перехідною системою, або інакше підсистемою в ієрархічній структурі загальної системи землеробства. Формування комплексів машин залежить насамперед від визначених сівозміною системи технологічних операцій, а також від агротехнічних вимог операційних технологій.

Визначення раціональної площі вирощування сільськогосподарських культур, яка забезпечить ефективне використання комплексів машин входить у завдання побудови математичної моделі (за даними проф. Крамарова В.С. [1] рекомендоване значення коефіцієнта використання комплексів машин повинно становити 0,7...0,9). Тому питання визначення складу комплексів машин і їх використання у структурі загального машинного парку має велике значення.

Технологічний процес вирощування, збирання та переробки сільськогосподарських культур складається із основних, допоміжних і суміжних операцій.

Основні операції – це ведучі операції закінченого циклу робіт.

Допоміжні операції – це операції, без виконання яких не можуть виконуватись основні операції.

Суміжні операції – це операції, які не впливають на протікання технологічного процесу, але їх виконання поліпшує технологічний процес.

Основні, допоміжні та суміжні операції технологічного процесу виконуються різними за складом машинно-тракторними агрегатами, які мають різну продуктивність. Тому тривалість виконання операцій залежить від складу агрегатів, їх кількості та продуктивності.

Основні операції циклу взаємозв'язаних робіт визначають тривалість виконання циклу.

Тривалість виконання основної операції циклу робіт визначається із залежності:

$$d_j^0 = \frac{S_k k^0}{W_{ij}^0 \cdot T_{cm} \cdot k_{cm} \cdot \text{int} \left(\frac{\varpi_j^0}{W_{ij}^0} + 1 \right)} \leq d_{\text{доп}}, \quad (1)$$

а кількість агрегатів для виконання основної операції становитиме:

$$x_{ij}^0 = \text{int} \left(\frac{\varpi_j^0}{W_{ij}^0} + 1 \right), \quad (2)$$

Тривалість виконання допоміжної операції повинна бути рівною тривалості виконання основної операції, тобто:

$$d_j^D = d_j^0, \quad (3)$$

тоді кількість агрегатів для виконання допоміжної операції становитиме:

$$x_{ij}^D = \text{int} \left(\frac{S_k \cdot k^0}{d_j^0 \cdot W_{ij}^D \cdot T_{зм} \cdot k_{зм}} + 1 \right), \quad (4)$$

Тривалість виконання суміжної операції не може перевищувати тривалості основної операції, тобто:

$$d_j^C \leq d_j^0, \quad (5)$$

Тоді кількість агрегатів, які необхідно мати для виконання суміжної операції, буде:

$$x_{ij}^C = \text{int} \left(\frac{S_k \cdot k^C}{d_j^C \cdot W_{ij}^C \cdot T_{зм} \cdot k_{зм}} + 1 \right), \quad (6)$$

де: $x_{ij}^0, x_{ij}^D, x_{ij}^C$ – кількість агрегатів, необхідних для виконання відповідно основної, допоміжної та суміжної операцій;

S_k – площа вирощування сільськогосподарської культури;

k^0, k^D, k^C – кратність виконання відповідних операцій;

$d_{дон}$ – допустима за агротехнічними вимогами тривалість виконання заданого циклу робіт;

d_j^0, d_j^D, d_j^C – тривалість виконання відповідних операцій;

$W_{ij}^0, W_{ij}^D, W_{ij}^C$ – продуктивність агрегатів відповідно на основній, допоміжній і суміжній операціях;

$\omega_j^0, \omega_j^D, \omega_j^C$ – годинний обсяг робіт на відповідних операціях;

$T_{зм}$ – тривалість зміни;

$k_{зм}$ – коефіцієнт змінності.

Важливим показником при виборі кількості агрегатів для виконання механізованих робіт є коефіцієнт використання агрегату K_{ij}^a , який визначається із залежності:

$$K_{ij}^a = \frac{S_k \cdot k}{d_j \cdot W_{ij} \cdot T_{\zeta i} \cdot k_{\zeta i} \cdot x_{ij}} \leq 1 \quad (7)$$

Аналіз залежності (7) показує, що при $K_{ij}^a > 1$ величина x_{ij} збільшує своє значення, тобто зменшення до деякого значення d_j не призводить до зміни x_{ij} . Тобто, за менш тривалий час можливо виконати той же обсяг робіт тією ж кількістю агрегатів.

Із наведених залежностей видно, що збільшення кількості машинних агрегатів на основних операціях приведе до збільшення кількості агрегатів на допоміжних операціях при незначному зменшенні тривалості їх виконання.

Разом з тим аналіз залежності (7) показує також і те, що тільки при переході межі $W_{ij}^{n'} = \omega_j$, де $n' = 1, 2, \dots, n$, величина x_{ij} змінює своє значення. Оскільки це справедливо, то при зменшенні до деякого значення d_j величина x_{ij} не змінюватиме свого значення. Тобто, за менш тривалий час можна виконати

роботу тією ж кількістю агрегатів, за умови, якщо правильно розподілити машинні агрегати за переліком операцій технологічного процесу.

Відомо, що одну і ту ж операцію можуть виконувати різні за складом машинні агрегати із властивими тільки їм показниками роботи. На виконанні кожної операції може бути використано m варіантів агрегування. Технологічний процес виробництва продукції рослинництва складається із закінченого числа операцій, кількість яких виражається числом n . Тоді прямокутна матриця розміром $n \times m$ являє собою множину можливих варіантів використання машинних агрегатів.

Критеріями оптимізації можуть бути приведені витрати ($C \rightarrow \min$), затрати робочого часу ($H \rightarrow \min$), витрата палива ($\Pi \rightarrow \min$), а також коефіцієнт використання парку машин ($K_n \rightarrow \max$), матеріаломісткість ($M \rightarrow \min$), капітальні вкладення ($K_\delta \rightarrow \min$). Показники використання машинних агрегатів виражаються через a_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$).

Слід відмітити, що при умові, коли знімається один із типів агрегатів із основної операції і призначається інший, то визначаються нові строки виконання робіт і уточнюється кількість агрегатів на допоміжних і суміжних операціях, незалежно від того, якими вони були до моменту заміни агрегатів.

При заміні агрегатів на допоміжних і суміжних операціях одночасно визначається їх необхідна кількість.

Процес перерозподілу робіт продовжується до того моменту, поки “відсікаюча перемінна” δ_t для всіх t прийме значення $\delta_t = 0$.

Список літератури:

1 Крамаров В.С., Губко В.Р., Терехов А.П. Основы проектирования механизированных процессов с.-х. производства и расчета комплексов машин. // Определение состава МТП с использованием математического программирования. [Ред. коллегия: акад. Лучинский и др.] – М.: Колос 1966. – С. 3-23.

2. Аникеев А.И. Моделирование процесса уборки и подготовки к хранению кукурузы на зерно / А.И. Аникеев, А.Д. Калюжный, К.Г. Сыровицкий / Інженерія природокористування №8 (2), 2017, – стр. 84-89