

РАЦІОНАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ КОМПЛЕКТІВ МАШИН ПО ОБ'ЄКТАХ З ВРАХУВАННЯМ РІВНЯ СКЛАДНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ

У статті розглянуто можливості виконання земляних робіт в залежності від рівня складності виробництва та класу будівельних об'єктів. За результатами дослідження розроблено алгоритм раціонального розподілу комплектів машин підприємств механізації.

Ключові слова: комплект, рівень складності виробництва, продуктивність машин, нормативна тривалість, сумарні питомі витрати, комплект-модуль, програмний модуль.

ВСТУП

Виробництво земляних робіт на одному конкретному будівельному об'єкті залежить від ряду факторів, найбільш важливими з яких є об'єми робіт і задані терміни їх виконання. Аналіз різних схем організації виконання земляних робіт на об'єкті дає можливість говорити про інваріантність процесу, що різняться технологією і типами використаних машин [1].

При виробництві земляних робіт парком машин на декількох цілісних об'єктах збільшується число можливих варіантів організації виконання робіт, що вимагає раціонального розподілу парку машин. Завдання раціональному розподілу парку машин по будівельних об'єктах, де велике значення має як фактор раціональної ефективності використання машин так і фактор підвищення на цій основі ефективності будівельного виробництва. Важливу роль при виборі раціонального варіанту розподілу машин набуває фактор складності процесу ведення робіт (основні та допоміжні процеси)[3,4].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Будівельна організація, що має в своєму розпорядженні парк машин для виконання земляних робіт на певних об'єктах, для забезпечення максимального рівня прибутковості, повинно раціонально використовувати свою ресурсну базу.

Оскільки, як об'єкти так і структура комплекту парку машин підприємства є різними, то постає питання оптимізації раціонального використання ресурсу. При цьому є відомими: кількість і найменування об'єктів, відстані між об'єктами, об'єми і нормативна тривалість виконання робіт на кожному з об'єктів, терміни виробництва робіт на об'єктах, кількість комплектів машин і продуктивність кожного комплекту.

Задача даної статті полягає в розробці раціонального варіанту вибору комплектів машин будівельної організації при заданих вихідних даних та різних складностях процесу ведення земляних робіт. Та доведення економічної ефективності технологічних рішень.

Вихідними даними є:

а) параметри, що характеризують об'єкт будівництва:

n — число будівельних об'єктів;

V_j — об'єми земляних робіт на об'єктах, м³;

L_{jj} — взаємні відстані між об'єктами, км.;

t_{jj} — нормативна тривалість виконання робіт, зм.;

D_j — директивний термін закінчення робіт на об'єкті.

б) параметри, що характеризують парк машин:

m — кількість комплектів машин в парку

Π_{ei} — змінна експлуатаційна продуктивність комплекту машин, м³/см.;

KV_i — капітальні вкладення в засоби механізації, грн.;

GZ_i — річні витрати, грн.;

FV_i — річний фонд робочого часу, змін.;

TZ_i — поточні експлуатаційні витрати на зміну, грн.;

CPR_i — вартість вантажно-розвантажувальних робіт машин комплекту, грн.;

ZKM_i — витрати на 1 км. перевезення машин комплекту, грн.;

EN — коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Розподіл комплектів машин по об'єктах за умови мінімальних сумарних витрат передбачає використання критерію приведених витрат на виробництво робіт:

$$Z_{np}^k = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}^k X_{ij}^k \rightarrow \min; \quad (\kappa = \overline{1, d}) \quad (1)$$

Розподіл комплектів машин по об'єктах за умови мінімальної сумарної тривалості виконання робіт передбачає використання критерію тривалості:

$$Z_{np}^{\kappa} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}^{\kappa} X_{ij}^{\kappa} \rightarrow \min; \quad (\kappa = \overline{1, d}) \quad (2)$$

Розподіл комплектів машин по об'єктах з врахуванням мінімальних сумарних витрат і мінімальної сумарної тривалості виконання робіт передбачає компроміс критеріїв:

$$T_{\kappa} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{ij}^{\kappa} \rightarrow \min; \quad (\kappa = \overline{1, d}) \quad (3)$$

Задача має рішення при наступних обмеженнях:

— виконання повного об'єму робіт:

$$Z_{np}^{\kappa} \rightarrow \min; \quad T^{\kappa} \rightarrow \min; \quad (4)$$

— тривалість виконання робіт:

$$0 \leq t_{ij} \leq t_j^{np} \quad (5)$$

— своєчасності виконання робіт:

$$d_j \leq D_j \quad (6)$$

— області ефективного використання комплектів

машин по об'єктах:

$$V_1 \leq X_{ij} \leq V_2 \quad (7)$$

де C_{ij} — питомі приведені витрати при виконанні робіт i -ом комплектом на j -ому об'єкті; V_{ij} — об'єм робіт, що виконується i -им комплектом на j -ому об'єкті; t_{ij} — тривалість виконання робіт i -им комплектом на j -ому об'єкті; t_j^{np} — тривалість виконання робіт на j -ому об'єкті за проектом; D_j — директивний термін закінчення робіт на j -ом об'єкті; V_1, V_2 — граничні об'єми області ефективного використання комплекту машин.

РЕЗУЛЬТАТИ

Аналіз рівня складності при розподілі комплектів машин по об'єктах проводиться шляхом введення ряду додаткових положень, що враховують фактори, які визначають складність об'єкту.

Зокрема:

— розрахунок продуктивності комплектів машин, що видається з урахуванням рівня складності виробництва земляних робіт на об'єкті;

— змінна експлуатаційна продуктивність комплекту машин, що визначається продуктивністю його провідної машини — екскаватора;

— величина змінної експлуатаційної продуктивності екскаватора, яка є пропорційною рівню складності виробництва земляних робіт на об'єкті.

Після визначення значень продуктивності комплектів машин на кожному з об'єктів із заданим рівнем складності виконання земляних робіт слід переходити до формування варіантів розподілу комплектів машин по об'єктах.

На основі встановлених залежностей впливу рівня складності виробництва земляних робіт на вибір комплекту машин і ефективність виконання робіт в розрахунок введено додатковий принцип розподілу землерийної техніки по об'єктах: за рівних умов виробництва робіт в межах області для ефективного використання комплектів машин слід, насамперед, екскаватор з меншою місткістю ковша застосовувати на об'єкті з вели-

ким показником рівня складності виробництва земляних робіт.

У заданих умовах будівництва не всі комплекти машин можуть забезпечити виконання земляних робіт з дотриманням вимог технології і організації виробництва робіт. Збільшення рівня складності виробництва земляних робіт накладає обмеження на можливість використання екскаваторів з великою місткістю ковша.

Математична модель задачі вибору раціонального варіанту розподілу комплектів машин по будівельних об'єктах є функція з накладеними на неї обмеженнями.

Розроблені математичні модулі забезпечують раціональний розподіл парку машин по об'єктах будівництва. Під парком машин будемо розуміти сукупність машин одного і того ж призначення, що виконують заданий технологічний процес. Комплексна механізація земляних робіт здійснюється за допомогою комплектів машин, які є структурною одиницею машинних парків будівельних організацій [3].

У складі кожного комплекту машин умовно виділяють провідні (ведучі) і допоміжні машини. Під ведучими розуміють машини, які визначають темп виконання робіт і в більшості випадків впливають на вибір допоміжних машин [3]. Допоміжні машини забезпечують ефективне функціонування провідних машин, знаходяться у взаємозв'язку і взаємодії з провідними машинами, впливають на продуктивність і ефективність роботи всього комплекту.

В якості провідної (ведучої) машини в технологічних комплектах в даній роботі прийнято одноковшові екскаватори. Поширеність екскаваторного способу комплексної механізації земляних робіт пояснюється технологічною універсальністю одноковшових екскаваторів, можливістю працювати з різними видами транспортних засобів.

Враховуючи встановлені залежності ефективності виробництва земляних робіт від організаційно-технологічних факторів (об'ємів робіт, тривалості їх виконання, відстані між об'єктами), сформульовано основні принципи розподілу землерийної техніки по будівельних об'єктах за рівних умов виробництва робіт в межах області та ефективного використання комплектів землерийних машин:

— екскаватор з більшою місткістю ковша призначати на об'єкт з великим об'ємом робіт;

— екскаватор з більшою місткістю ковша застосовувати на об'єкті з більшою тривалістю виконання робіт;

— екскаватор з більшою місткістю ковша використовувати на ближніх об'єктах;

— насамперед, на об'єкт з більшою тривалістю виконання робіт, призначати екскаватор.

На основі запропонованих принципів кількість перебору варіантів розподілу комплектів машин по об'єктах істотно скорочується.

Характеристиками об'єкту при вирішенні задачі раціонального розподілу комплектів машин по будівельних об'єктах можуть бути:

— об'єми земляних робіт;

— об'єми робіт і відстань між об'єктами;

— об'єми робіт, відстані між об'єктами і директивний термін виконання робіт на об'єктах.

З врахуванням рівня складності виробництва зем-

ляних робіт моделі визначення комплектів машин по об'єктах на основі критеріїв сумарних приведених витрат і сумарної тривалості виконання робіт мають вигляд:

$$Z_{\text{впр}}^k = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n n_{ij}^k C_{o,ij}^k \frac{V_{ij}^k}{\Pi_{ij}^k (1-aS)} + E_H \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n n_{ij}^k \frac{K_{ij}^k \cdot V_{ij}^k}{T_{\Pi} \cdot \Pi_{ij}^k (1-aS)} \quad (8)$$

$$T^k = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\frac{V_{ij}^k}{\Pi_{ij}^k (1-aS)} + t_{\text{но},ij}^k \right] \rightarrow \min; \quad (9)$$

$i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; k = \overline{1, d}$

Проведений аналіз об'ємно-планувальних рішень об'єктів і обмеженості виробництва робіт, а також технічних параметрів машин дозволив сформулювати додаткове до раніше заданим (4-7) обмеження області ефективного використання комплектів машин за рівнем складності виробництва земляних робіт на об'єкті:

$$0 \leq S_{ij} \leq S_{i, \max} \quad (10)$$

де S_{ij} — рівень складності виробництва земляних робіт на j -ому об'єкті, що обслуговується i -тим комплектом машин; $S_{i, \max}$ — максимальне значення рівня складності для 2-го комплекту машин.

При виконанні робіт на об'єктах сільського будівництва і об'єктах, що реконструюються, фіксується найбільш високий рівень складності виробництва земляних робіт. Ефективне їх виконання і необхідна якість досягаються шляхом підбору для конкретного об'єкту будівництва відповідного комплекту машин, який забезпечить найбільшу продуктивність в заданих умовах виконання земляних робіт.

Розроблені модулі моделі раціонального розподілу комплектів машин по об'єктах виробництва земляних робіт враховують різноманіття об'ємно-планувальних рішень об'єктів і обмеженості виконання робіт через рівень складності виробництва земляних робіт, а також багатоваріантність організації і технології виробництва робіт залежно від обраного критерію ефективності.

На підставі розробленого модулю побудовано алгоритм, укрупнена блок-схема (рис. 1) програмного продукту. Сутність реалізації даного алгоритму полягає в наступному:

У блоці 1 проводиться введення початкових даних: об'ємів земляних робіт V_j по кожному з n об'єктів; числа комплектів машин m у складі парку і продуктивності Π_i кожного з комплектів; рівня складності виробництва земляних робіт S_j на кожному з об'єктів; матриці питомих приведених витрат на виконання земляних робіт кожним комплектом машин на кожному з об'єктів; L_{ij} взаємних відстаней між об'єктами; нормативної тривалості виконання робіт t_j на об'єкті; директивних термінів закінчення робіт на кожному з об'єктів D_j .

У блоці 2 передбачається вибір варіанту розподілу комплектів машин по об'єктах, який є раціональним по заданому критерію.

У блоці 3 здійснюється розрахунок продуктивності комплектів машин при заданому рівні складності виробництва земляних робіт на об'єктах.

У блоці 4 згідно раціональному варіанту розподілу комплектів машин проводиться вибір об'єкту виконан-

ня земляних робіт.

У блоці 5 — здійснюється вибір комплекту машин для виробництва земляних робіт на об'єкті із заданими об'ємно-планувальними характеристиками і умовами

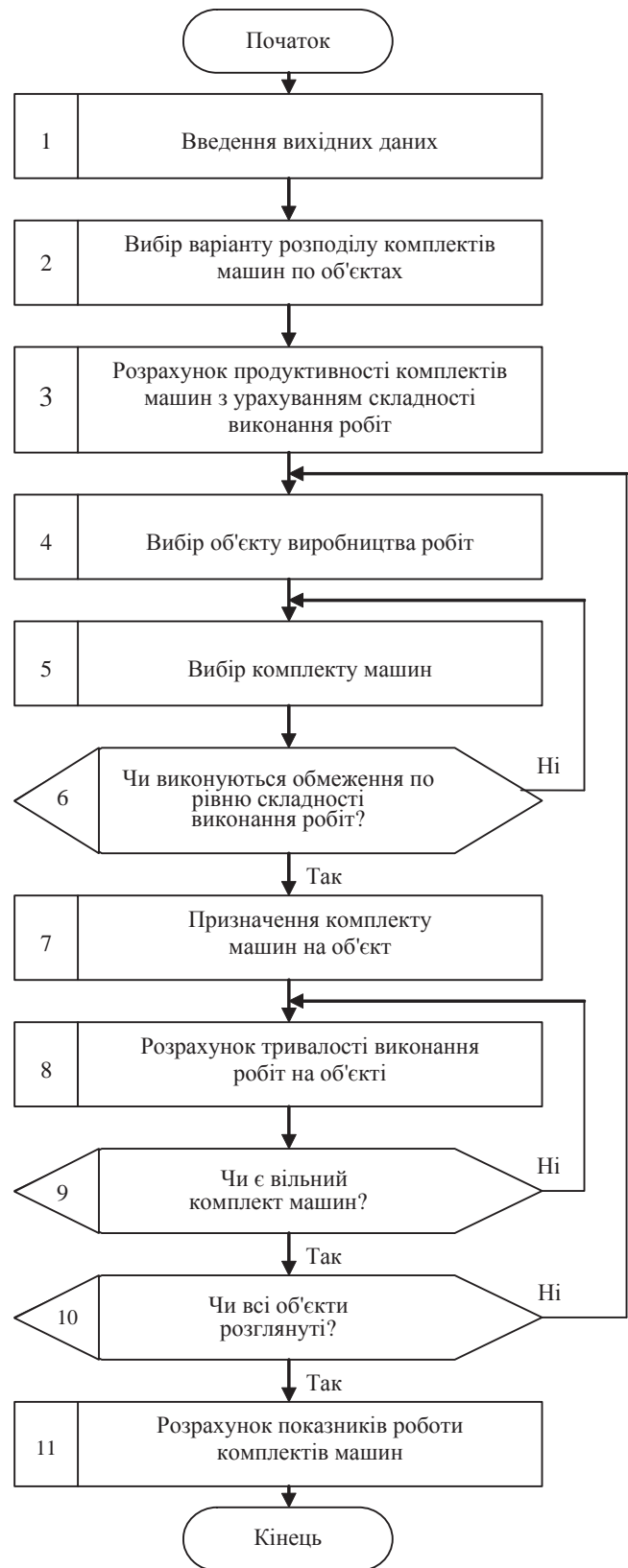


Рис. 1. Блок-схема раціонального розподілу комплектів машин по об'єктах з врахуванням рівня складності виробництва земляних робіт

обмеженості виконання робіт.

У блоці 6 проводиться перевірка умови виконання обмежень рівня складності виробництва земляних робіт комплектами машин. Якщо обмеження виконується, то здійснюється перехід до блоку 7. Інакше — повернення до блоку 5.

У блоці 7 здійснюється призначення обраного комплекту машин на відповідний об'єкт.

У блоці 8 здійснюється розрахунок тривалості виконання робіт на об'єкті з врахуванням рівня складності виробництва земляних робіт обраним комплектом машин.

У блоці 9 здійснюється перевірка наявності вільного комплекту машин. Якщо є вільний комплект машин, то здійснюється перехід до блоку 10. Інакше — повернення до блоку 8.

У блоці здійснюється перевірка виконання об'ємів робіт на всіх об'єктах. Якщо є об'єкти, на яких ще не почалося виробництво земляних робіт, то виконується перехід до блоку 4, інакше в роботу включається блок 11.

У блоці 11 проводиться розрахунок показників роботи комплектів машин: сумарних приведених витрат і сумарної тривалості виконання земляних робіт.

ВИСНОВКИ

Розроблена методика і програма розрахунків для розстановки парку машин при виконанні земляних робіт дозволяє отримати раціональні варіанти розстановки комплектів-модулів по об'єктах на основі критерію мінімальності умовних сумарних витрат на компенсацію простоїв машин і об'єктів з врахування складності ведення земляних робіт.

На підставі розробленого алгоритму написано програмний модуль, що дозволяє розподіляти 10 комплектів машин по 20 об'єктам виробництва земляних робіт. Використання програмного блоку на підприєм-

ствах будівельної галузі дозволяє не тільки раціонально використовувати ресурсну базу підприємства, але й отримати економічний ефект.

Аналіз отриманих результатів дає можливість стверджувати необхідність розробки організаційних заходів щодо оптимізації процесу управління ведення земляних робіт в залежності від типів об'єктів будівництва.

Література:

1. Крейнис З.Л. Организация, планирование и управление путевым хозяйством: Уч. пос. — М.: РГОТУПС, 2005. — 164 с.

2. Технология и механизация строительного производства / Под ред. Атаева С.С., Канторера С.Е. — М.: Высшая школа, 1983. ч. 1 — 312 с., ч. 2. — 359 с.

3. Канторер С.Е. Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве. — М.: Госстройиздат, 1969. — 293 с.

4. Вакараш В.М., Анин В.И. Факторы, определяющие эффективность использования землеройных машин // Технічна естетика і дизайн, Вип. 6, К.: ВИПОЛ, 2009. С. 356—361.

5. Анин В.И., Вакараш В.М. Влияние уровня сложности выполнения земляных работ на эффективность производственного процесса // Прикладна геометрія, інженерна графіка, Вип. 80, К.:ВИПОЛ, 2009. — С. 167—174.

6. Эффективность и потенциалы строительных машин / Под ред. Н.В. Бунина. — Харьков: Вища школа, 1987. — 160 с.

7. Fiedler K. Theorie der bauprozesse. Entwicklungsstand und weitere Aufgaber. Studie // Wissenschaftliche berichte der TH keipzigq. — Leipzig. 1977 Teile 1-2, Heft 1. — 179 S.

8. Грицьк В.И. Расчеты земляного полотна. М.: УМК МПС России, 1998.

Стаття надійшла до редакції 09.11.2009 р.



Рада по вивченню продуктивних сил України
Національної академії наук України



ТОВ "ДКС Центр"

ЕЛЕКТРОННІ ФАХОВІ ВИДАННЯ

ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ
удосконалення та розвиток

www.dy.nayka.com.ua

Включено до переліку
наукових фахових видань
України з питань

• **ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ**
(постанова президії ВАК України
№ 2-05/3 від 8 липня 2009 р.)

Ефективна
ЕКОНОМІКА

www.economy.nayka.com.ua

Включено до переліку
наукових фахових видань
України з питань

• **ЕКОНОМІКИ**
(постанова президії ВАК України
№ 2-05/3 від 8 липня 2009 р.)