

Міністерство освіти і науки України
Державний біотехнологічний університет
Факультет мехатроніки та інжинірингу

Кафедра оптимізації технологічних
систем в рослинництві

**КОМПЛЕКТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ В СИСТЕМАХ
РОСЛИННИЦТВА. ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ**

Методичні вказівки № 1
до виконання практичних робіт
студентами першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти, денної (заочної) форми навчання ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 Агроінженерія

Харків
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет мехатроніки та інжинірингу

Кафедра оптимізації технологічних систем в рослинництві

**КОМПЛЕКТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ В СИСТЕМАХ
РОСЛИННИЦТВА. ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ**

Методичні вказівки № 1
до виконання практичних робіт
студентами першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти, денної (заочної) форми навчання ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 Агроінженерія

Затверджено
на засіданні Методичної ради
факультету мехатроніки та
інжинірингу
Протокол № 6 від 17.02.2022

Харків
2022

УДК 631.3.62-5
К 63

Схвалено на засіданні кафедри
оптимізації технологічних систем в рослинництві
Протокол № 8 від 10.01.2022 р.

Рецензенти:

В. М. Зубко, докт. техн. наук, доц., зав. кафедри тракторів, сільськогосподарських машини та транспортних технологій Сумського національного аграрного університету;

М. В. Бакум, канд. техн. наук, доц. кафедри сільськогосподарських машин Державного біотехнологічного університету.

К 63 Комплектування оптимальних агрегатів в системах рослинництва. Експлуатація машин і обладнання : метод. вказівки № 1 до виконання практич. робіт студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форми навч. ОПП «Агроінженерія» спец. 208 Агроінженерія; Харків. дер. біотех. ун-т ; уклад.: В. І. Мельник, М. П. Артёмов, О. І. Анікеев, М. О. Циганенко, К. Г. Сировицький, С. А. Чигрина. – Харків, 2022. – 55 с.

Методичні вказівки включають 3 практичних роботи та список літератури до них. Складено у відповідності з програмою дисципліни «Комплектування оптимальних агрегатів в системах рослинництва. Експлуатація машин і обладнання» для виконання завдань з організації технологічних процесів, оволодіння методами розрахунку експлуатаційних показників роботи агрегатів, які вибрано для заданих умов, з визначенням основних експлуатаційних показників.

Видання призначене студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання ОПП «Агроінженерія» спеціальності 208 Агроінженерія.

УДК 631.3.62-5

Відповідальний за випуск: М. П. Артёмов, докт. техн. наук, проф. зав. кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві.

© В. І. Мельник, М. П. Артёмов
О. І. Анікеев, М. О. Циганенко,
К. Г. Сировицький, С. А. Чигрина,
2022
© ДБТУ, 2022

Практична робота № 1
«Вибір раціонального складу агрегату»

Вихідні дані:

Технологічна операція _____
Умови використання МТА (згідно з завданням по організації виконання конкретної технологічної операції) _____

Послідовність виконання завдання

Вибрати кращий склад агрегату із декількох запропонованих варіантів (не менше трьох), які придатні для виконання технологічної операції в заданих умовах роботи, за такими критеріями:

- продуктивність машинного агрегату за годину змінного часу (W_{Γ} , га/год);
- витрати пального на одиницю обсягу роботи ($q_{\text{га}}$, кг/га);
- затрати сукупної непоновлюваної енергії ($E_{\text{нп}}$, МДж/га);
- собівартість години роботи машинного агрегату ($C_{\text{в}}$, грн/год).

Склад агрегатів вибираємо із таблиць, представлених в кожному розділі збірника методик [6]. Сільськогосподарські машини (начіпні, причіпні, тягово-привідні, самохідні) вибираємо із відповідних розділів [6, II...XI], а трактори із розділу [6, I]. Технічні характеристики, вибраних для порівняння агрегатів, заносимо в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики агрегатів

Агрегат (варіанти складу)	Номінальна ефективна потужність двигуна, кВт	Маса технічного засобу, кг			Продуктивність за годину основного часу, га/год	Питомі витрати пального, г/кВт год
		Трактора	с – г машини	самохідного агрегату		
1	2	3	4	5	6	7
1.						
2.						
3.						

Для порівняння параметрів приведених агрегатів необхідно розрахувати значення критеріїв:

1 Продуктивність машинного агрегату за годину змінного часу, га/год:

$$W_{\Gamma} = W_0 \cdot \tau_{\text{зм}}, \quad (1.1)$$

де W_0 – продуктивність за годину основного часу, га/год (табл. 1.1);
 $\tau_{зм}$ – коефіцієнт використання часу зміни [6, табл. D.1]. $\tau_{зм} = \underline{\hspace{2cm}}$.

$W_{\Gamma} = \underline{\hspace{10cm}}$

$W_{\Gamma} = \underline{\hspace{10cm}}$

$W_{\Gamma} = \underline{\hspace{10cm}}$

2 Витрати пального на одиницю обсягу роботи, кг/га:

$$q_{га} = \frac{10^{-3} \cdot N_{ен} \cdot g_e}{W_{\Gamma}}, \quad (1.2)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт (табл. 1.1);
 g_e – питомі витрати пального двигуном, г/кВт·год (табл. 1.1).

$q_{га} = \underline{\hspace{10cm}}$

$q_{га} = \underline{\hspace{10cm}}$

$q_{га} = \underline{\hspace{10cm}}$

3 Затрати сукупної непоновлюваної енергії, МДж/га:

$$E_{нп} = \alpha_{п} q_{га} + \sum_{i=1}^m \alpha_{мі} q_{мі} + \frac{\alpha_{тр} \cdot M_{тр} + \sum_{i=1}^n \alpha_{рмі} \cdot M_{рмі} + \sum_{i=1}^k \alpha_{дмі} \cdot M_{дмі} + \sum_{i=1}^j \alpha_{ппі} \cdot n_{мех}}{W_{\Gamma}}, \quad (1.3)$$

де $\alpha_{п}$ – енергетичні еквіваленти витраченого пального, МДж/кг [6, табл. D.2];

$q_{га}$ – витрати пального на одиницю обсягу роботи, кг/га;

$\alpha_{мі}$ – енергетичні еквіваленти витрачених технологічних матеріалів, МДж/кг (для мінеральних добрив в кілограмах діючої речовини, МДж/кг д.р.) [6, табл. D.2];

q_{mi} – витрати технологічних матеріалів на одиницю обсягу роботи, кг/га;
 $\alpha_{тр}$, $\alpha_{рм}$, $\alpha_{дм}$ – енергетичні еквіваленти години роботи, відповідно, трактора, робочих машин, додаткових машин (причепів, зчіпки), чи самохідного агрегату на 1 кг маси, МДж/кг·год [6, табл. D.3];

$M_{тр}$, $M_{рм}$, $M_{дм}$ – маса, відповідно, трактора, робочих машин, додаткових машин, чи самохідного агрегату, кг (табл.1.1);

$\alpha_{пп}$ – енергетичний еквівалент години праці персоналу, МДж/люд·год [6, табл. D.3];

$n_{мех}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

$$E_{пп} =$$

$$E_{пп} =$$

$$E_{пп} =$$

4 Собівартість години роботи машинного агрегату, грн/год:

$$C_B = A + K_p + Z_6 + П + C_T + Z_{оп} + B_{п} + B_M + B_{то} , \quad (1.4)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн/год;

K_p – витрати на погашення кредиту, грн/год;

Z_6 – витрати на зберігання машинного агрегату, грн/год;

$П$ – податок на технічні енергетичні засоби, грн/год;

C_T – страхові внески, грн/год;

$Z_{оп}$ – витрати на оплату праці персоналу, грн/год;

$B_{п}$ – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/год;

B_M – вартість технологічних матеріалів, грн/год;

$B_{то}$ – вартість технічного обслуговування, грн/год.

$$C_B = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$C_B = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$C_B = \underline{\hspace{15cm}}$$

4.1 Амортизаційні відрахування, грн/год (визначаються окремо для трактора $A_{тр}$ і для робочої машини $A_{рм}$):

$$A = \frac{(Ц_{н} - Ц_{к})}{T_{в.тз} \cdot T_{з.тз}}, \quad (1.5)$$

де $Ц_{н}$ – вартість нового технічного засобу, грн:

$T_{в.тз}$ – строк використання технічного засобу, роки (Примітки до [6, табл. D.20]);

$T_{з.тз}$ – орієнтовна зайнятість технічного засобу на протязі року, год [6, табл. D.20].

$Ц_{к}$ – вартість технічного засобу в кінці експлуатації, грн:

Таблиця 2 – Вартість нових тракторів та сільськогосподарських машин

Марка трактору			
Вартість, грн			
Марка с-г машини			
Вартість, грн			

$$Ц_{н} = Б_{в} \cdot k_{бв}, \quad (1.6)$$

де $Б_{в}$ – балансова вартість технічного засобу, грн. Трактори із [6, табл. I.1] ; робочі машини – [6, табл. II.1 – II.11 ... табл. XI.1];

$k_{бв}$ – корегувальний коефіцієнт балансової вартості у відповідності із зміною поточного курсу національної валюти та інших факторів:

$$k_{бв} = \frac{K_{пт}}{K_{пп}}, \quad (1.7)$$

де $K_{пп}$ – курс валюти попередній (на час формування збірника методик [6] - $K_{пп} = 8$);

$K_{пт}$ – курс валюти поточний;

Трактору

С.г. машини

$Ц_{н1} =$ _____ $Ц_{н1} =$ _____

$Ц_{н2} =$ _____ $Ц_{н2} =$ _____

$Ц_{н3} =$ _____ $Ц_{н3} =$ _____

$$C_{\text{к}} = C_{\text{мб}} \cdot M_{\text{тз}}, \quad (1.8)$$

де $C_{\text{мб}}$ – ціна металобрухту на час списання технічного засобу, грн/кг (із *прейскурантів*);

$M_{\text{тз}}$ – маса технічного засобу, кг (табл. 1.1);

Трактору	С.г. машини
$C_{\text{к1}} =$ _____	$C_{\text{к1}} =$ _____
$C_{\text{к2}} =$ _____	$C_{\text{к2}} =$ _____
$C_{\text{к3}} =$ _____	$C_{\text{к3}} =$ _____

Амортизаційні відрахування по агрегату, грн/год:

$$A_{\text{а}} = A_{\text{тр}} + A_{\text{рм}}. \quad (1.9)$$

$A_{\text{мп1}} =$ _____ $A_{\text{рм1}} =$ _____ $A_{\text{азр1}} =$ _____

$A_{\text{мп2}} =$ _____ $A_{\text{рм2}} =$ _____ $A_{\text{азр2}} =$ _____

$A_{\text{мп3}} =$ _____ $A_{\text{рм3}} =$ _____ $A_{\text{азр3}} =$ _____

4.2 Витрати на погашення кредиту, грн/год (визначаються окремо для трактора $K_{\text{ртр}}$ і робочої машини $K_{\text{ррм}}$):

$$K_{\text{р}} = \frac{(C_{\text{н}} - C_{\text{к}}) \cdot a_{\text{кр}}}{2 \cdot T_{\text{в.тз}} \cdot T_{\text{з.тз}}}, \quad (1.10)$$

де $a_{\text{кр}}$ – доля відрахувань від вартості технічних засобів на погашення кредиту ($a_{\text{кр}} = 0,27 \dots 0,30$).

Витрати на погашення кредиту по агрегату, грн/год:

$$K_{\text{ра}} = K_{\text{ртр}} + K_{\text{ррм}}. \quad (1.11)$$

$$K_{p.mp1} = \text{_____} \quad K_{p.pm1} = \text{_____} \quad K_{p.agp1} = \text{_____}$$

$$K_{p.mp2} = \text{_____} \quad K_{p.pm2} = \text{_____} \quad K_{p.agp2} = \text{_____}$$

$$K_{p.mp3} = \text{_____} \quad K_{p.pm3} = \text{_____} \quad K_{p.agp3} = \text{_____}$$

4.3 Витрати на зберігання машинного агрегату, грн/год (визначаються окремо для трактора $Z_{б.тр}$ і робочої машини $Z_{б.рм}$):

$$Z_{б} = \frac{(\Pi_{н} - \Pi_{к}) \cdot a_{Z_{б}}}{T_{в.тз} \cdot T_{з.тз}}, \quad (1.12)$$

де $a_{Z_{б}}$ – доля вартості технічних засобів, яка витрачається на організацію зберігання ($a_{Z_{б}} = 0,01$).

Витрати на зберігання агрегату, грн/год:

$$Z_{б.а} = Z_{б.тр} + Z_{б.рм} \cdot \quad (1.13)$$

$$Z_{б.mp1} = \text{_____} \quad Z_{б.pm1} = \text{_____} \quad Z_{б.agp1} = \text{_____}$$

$$Z_{б.mp2} = \text{_____} \quad Z_{б.pm2} = \text{_____} \quad Z_{б.agp2} = \text{_____}$$

$$Z_{б.mp3} = \text{_____} \quad Z_{б.pm3} = \text{_____} \quad Z_{б.agp3} = \text{_____}$$

4.4 Податок на технічні засоби, грн/год:

$$\Pi = \frac{\Pi_p}{T_{з.тз}}, \quad (1.14)$$

де Π_p – річний податок, грн (трактори класу 5 т – 260 грн; 3 т – 200 грн; 1,4 т – 120 грн), (комбайни – 300 грн, причіпні с.г. машини – 110 грн, начіпні с.г. машини – 90 грн).

$P_{mp1} = \underline{\hspace{10em}}$ $P_{pm1} = \underline{\hspace{10em}}$ $P_{azp1} = \underline{\hspace{10em}}$

$P_{mp2} = \underline{\hspace{10em}}$ $P_{pm2} = \underline{\hspace{10em}}$ $P_{azp2} = \underline{\hspace{10em}}$

$P_{mp3} = \underline{\hspace{10em}}$ $P_{pm3} = \underline{\hspace{10em}}$ $P_{azp3} = \underline{\hspace{10em}}$

4.5 Витрати на оплату праці персоналу, грн/год:

$$Z_{оп} = \sum_i^n C_{pi} , \quad (1.15)$$

де C_{pi} – годинна тарифна ставка персоналу по обслуговуванню технічного засобу, грн/год (із збірника тарифів).

4.6 Вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/год:

$$B_{п} = (1,1 \dots 1,15) \cdot C_{п} \cdot q_{га} \cdot \gamma_{п} \cdot W_{г}, \quad (1.16)$$

де $C_{п}$ – ціна пального, грн/л (із прейскурантів);

$\gamma_{п}$ – питомий об'єм пального, л/кг (для дизельного $\gamma_{п} = 1,2$)

$B_{n1} = \underline{\hspace{10em}}$

$B_{n2} = \underline{\hspace{10em}}$

$B_{n3} = \underline{\hspace{10em}}$

4.7 Вартість технічного обслуговування, грн/год (визначається окремо для трактора $B_{ТОтр}$ і робочої машини $B_{ТОрм}$):

$$B_{ТО} = \frac{10^{-2}(C_{н} - C_{к}) \cdot a_{ТО}}{2 \cdot T_{в.тз} \cdot T_{з.тз}}, \quad (1.17)$$

де $a_{ТО}$ – норма річних відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування (у відсотках до балансової вартості) тракторів [6, табл. І.1] с.г. машин [6, табл. D.20].

Вартість технічного обслуговування агрегату, грн/год:

$$V_{TOa} = V_{TOtp} + V_{TOpm} \quad (1.18)$$

$$V_{mo.mp1} = \text{_____} \quad V_{mo.pm1} = \text{_____} \quad V_{mo.agp1} = \text{_____}$$

$$V_{mo.mp2} = \text{_____} \quad V_{mo.pm2} = \text{_____} \quad V_{mo.agp2} = \text{_____}$$

$$V_{mo.mp3} = \text{_____} \quad V_{mo.pm3} = \text{_____} \quad V_{mo.agp3} = \text{_____}$$

Числові значення, які одержані при розрахунках формул (1.5...1.18) підставити в залежність (1.4) і розрахувати собівартість години роботи машинного агрегату кожного варіанту.

5 *Визначення домінуючого варіанту складу агрегату по методу Найменшої відстані до цілі*

Розраховані по формулах 1.1...1.4 чисельні значення критеріїв j – го варіанту заносимо в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Формування множини Парето по розрахованим критеріям

Варіанти	$W_{гj}$, га/год	$q_{гаj}$, кг/га	$E_{нпj}$, МДж/га	$C_{вj}$, грн/год
1	2	3	4	5
1				
2				
3				

Для вияву домінуючого варіанту необхідно порівняти чисельні значення розрахованих критеріїв j – го варіанту. Кращий варіант складу агрегату повинен мати найкращі (для нашого випадку – найменші) значення критеріїв. Але, як відомо, найкраще значення продуктивності те, яке найбільше. Для узгодження критеріїв складаємо нову таблицю (табл. 1.3) і в колонку продуктивності заносимо значення обернені до розрахованих, тобто $1/W_{г}$, щоб кращими були найменші чисельні значення.

Таблиця 1.3 – Узгодження чисельних значень розрахованих критеріїв j – го варіанту

Варіанти	$1/W_{Гj}$	$q_{гаj}$, кг/га	$E_{нпj}$, МДж/га	$C_{вj}$, грн/год	P_j
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

Для наочності процесу порівняння критеріїв застосовуємо графічний метод. Для цього відкладаємо на радіально розташованих шкалах значення критеріїв [рис. 1.1]. Шкали будуємо таким чином, щоб покращення критерію йшло до центру (точка O). З'єднуючи точки на шкалах для кожного варіанту, отримуємо багатокутники.

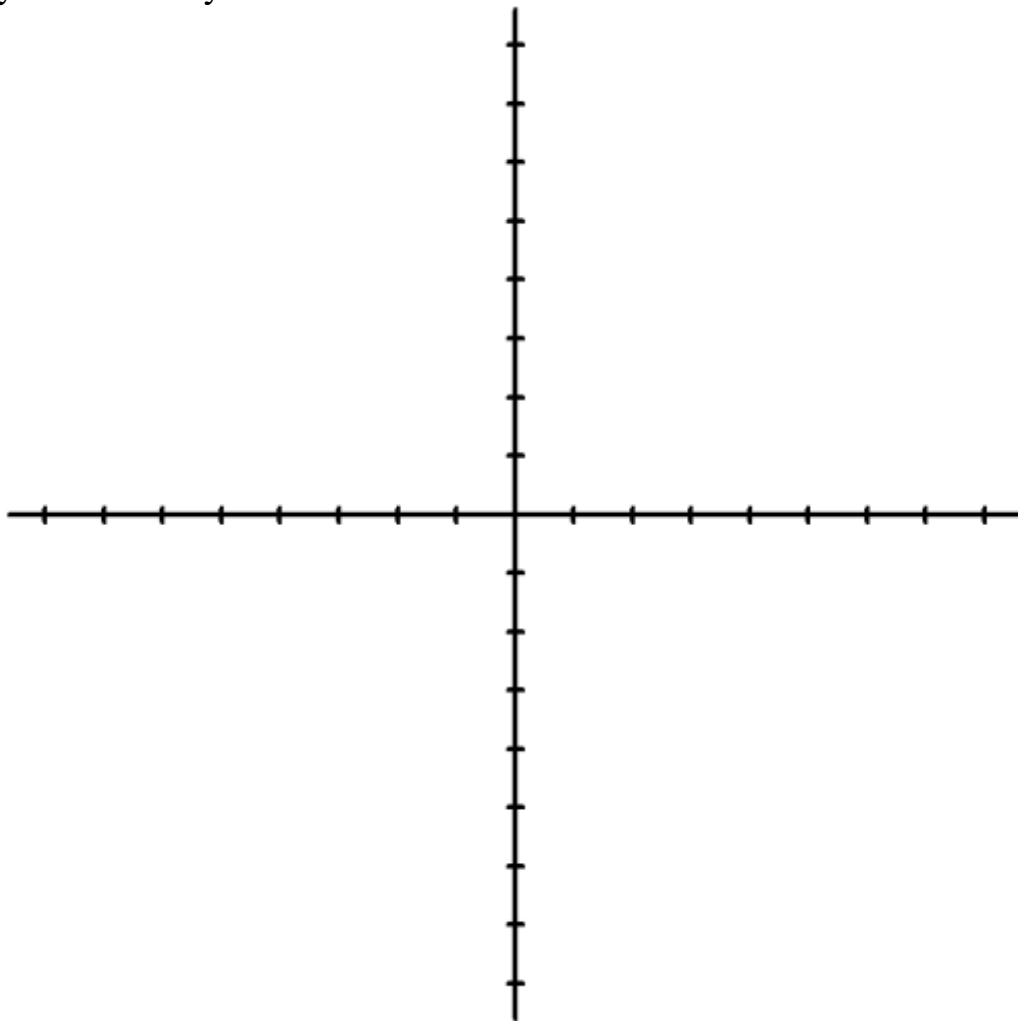


Рисунок 1.1 – Графічний метод вибору кращого агрегату по найменшій відстані до цілі

Розрахуємо значення площі багатокутників кожного j – го варіанту:

$$P_j = \frac{1}{2} \frac{1}{W_{rj}} \cdot q_{гаj} + \frac{1}{2} q_{гаj} \cdot E_{нпj} + \frac{1}{2} E_{нпj} \cdot C_{вj} + \frac{1}{2} C_{вj} \cdot \frac{1}{W_{rj}} \quad (1.19)$$

$$P_1 = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$P_2 = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$P_3 = \underline{\hspace{15cm}}$$

Заносимо значення площ в останню колонку табл. 1.3. Кращому варіанту відповідає багатокутник з найменшим значенням площі P_j .

б *Визначення ідеалізованого варіанту складу агрегату по методу найменшої відстані до цілі*

Суть методу полягає в порівнянні критеріїв j – го варіанту з деяким ідеалізованим варіантом. Переважно це умовний варіант, якому приписуються кращі значення критеріїв з числа варіантів, що порівнюються.

На найкращих (*найменших*) значеннях критеріїв будуємо багатокутник ідеалізованого варіанту і заштриховуємо його (рис. 1). Заносимо кращі показники, із всіх вище наведених варіантів, в останній рядок «Ідеал» нової табл. 1.4.

Розраховуємо площу багатокутника ідеалізованого варіанту P_0 по формулі (1.19) і заносимо значення площі в табл. 1.4.

$$P_0 = \underline{\hspace{15cm}}$$

Розраховуємо узагальнений критерій відстані до цілі (μ) для кожного j – го варіанту:

$$\mu_j = \frac{P_j}{P_0} \quad (1.20)$$

$$\mu_1 = \underline{\hspace{2cm}} \quad \mu_2 = \underline{\hspace{2cm}} \quad \mu_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

В останню колонку табл. 1.4 заносимо розраховані значення узагальненого критерію відстані до цілі (μ).

Таблиця 1.4 – Вибір ідеалізованого варіанту складу агрегату по методу відстані до цілі

Варіанти	$1/W_{гj}$	$q_{гаj}$, кг/га	$E_{нпj}$, МДж/га	$C_{вj}$, грн/год	P_j	μ_j
1	2	3	4	5	6	7
1						
2						
3						
«Ідеал»						

Порівнюючи значення μ_j різних варіантів агрегатів з ідеальним значенням μ_0 знаходимо остаточно кращий варіант, який має найменшу відстань до цілі (найменше значення μ_j).

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці отримано критерії вибору кращого агрегату: продуктивність $W_{г}$; витрати пального на одиницю обсягу роботи $q_{га}$; затрати сукупної непоновлюваної енергії $E_{нп}$ і собівартість години роботи машинного агрегату $C_{в}$. За допомогою критеріїв визначаємося із вибором домінуючого варіанту складу агрегату по методу Парето і ідеалізованого варіанту складу агрегату по методу відстані до цілі

За результатами багатокритеріального аналізу кращий агрегат для заданих умов роботи має такий склад:_____.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики і енергетичні параметри робочої машини [6, табл. II.1 – II.11]

Назва і марка	Маса M_M , кг	Конструкційна ширина захвату b_M , м	Потужність на привід робочих органів від ВВП $N_{ВВП}$, кВт	Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей V_{lim} , км/год	Питомий тяговий опір k_o , кН/м (для комбінованих $k_{o1}, k_{o2} \dots$)
1	2	3	4	5	6
					$k_o =$
					$k_{o1} =$
					$k_{o2} =$

Примітки: Колонки 5, 6 заповнюються після виконання пункту 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики трактора [6, табл. I.1]

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номінальна потужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Робоча швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюються після виконання пункту 2.2.

2.2 Із збірника методик [6] вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри трактора:

- встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) [6, табл. D.4], в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 2.1;

- вибрати питомий тяговий опір (k_o , кН/м) [6, табл. D.5] робочих органів с.-г. машин (при швидкості $V_{lim} = 5$ км/год) у відповідності із їх призначенням і занести в табл. 2.1;

- із тягової характеристики [6, табл. D.7] трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Тягові параметри трактора [6, табл. D.7]

передача				
параметри				
V_p , км/год				
$P_{тн}$, кН				
N_{Tmax} , кВт				

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля (P_{TH}) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх в табл. 2.2.

2.3 Виконати розрахунки по уточненню питомого тягового опору робочих органів машин (для випадку $V_p > V_0$):

$$k_V = k_0 \left[1 + \frac{\Delta C_M}{100} (V_p - V_0) \right] \quad (2.1)$$

де ΔC_M – темп приросту тягового опору робочих органів с.-г. машин на 1 км/год приросту їх швидкості, % [6, табл. D.8] (у випадку застосування комбінованих агрегатів розрахунки виконуються для всіх типів робочих органів машин)

$$k_{V1} = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$k_{V2} = \underline{\hspace{15cm}}$$

2.4 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату із причіпними машинами.

2.4.1 Розрахувати максимальну ширину захвату агрегату із причіпними машинами:

– з однотипними робочими органами:

$$B_{max} = \frac{(P_{TH} \pm G_{Tp} \cdot \sin\alpha) \cdot \eta_{PH}}{k_V \pm q_M \cdot \sin\alpha + q_{зч} \cdot (f_{зч} \pm \sin\alpha)}, \quad (2.2)$$

$$B_{max} = \underline{\hspace{15cm}}$$

– з комбінованими робочими органами:

$$B_{max} = \frac{(P_{TH} \pm G_{Tp} \cdot \sin\alpha) \cdot \eta_{PH}}{\sum_i k_{Vi} \pm q_M \cdot \sin\alpha + q_{зч} \cdot (f_{зч} \pm \sin\alpha)}, \quad (2.3)$$

$$B_{max} = \underline{\hspace{15cm}}$$

(знак “–” в чисельнику і “+” у знаменнику відповідає руху на підйом)

де $G_{\text{тр}}$ – вага трактора, кН:

$$G_{\text{тр}} = 10^{-3} M_{\text{тр}} \cdot g, \quad (2.4)$$

де $M_{\text{тр}}$ – маса трактора, кг (табл. 2.2);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);

$\eta_{\text{РН}}$ – раціональне значення коефіцієнта використання номінального тягового зусилля для заданої технологічної операції [6, табл. D.9];

$q_{\text{зч}}$ – відношення ваги довільно вибраної зчіпки до її ширини захвату, кН/м, [6, табл. II.9];

$f_{\text{зч}}$ – коефіцієнт опору кочення опорних коліс зчіпки [6, табл. D.10];

$q_{\text{м}}$ – відношення ваги с.-г. машини до її конструкційної ширини захвату, кН/м:

$$q_{\text{м}} = \frac{G_{\text{м}}}{b_{\text{м}}}, \quad (2.5)$$

де $b_{\text{м}}$ – конструкційна ширина захвату с.-г. машини, м (табл. 2.1);

$G_{\text{м}}$ – вага с.-г. машини, кН:

$$G_{\text{м}} = 10^{-3} M_{\text{м}} g, \quad (2.6)$$

де $M_{\text{м}}$ – маса с.-г. машини, кг (табл. 2.1).

$$G_{\text{м}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$q_{\text{м}} = \underline{\hspace{5cm}}$$

$$G_{\text{тр}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

2.4.2 Розрахувати кількість с.-г. машин в агрегаті:

$$n_{\text{м}} = \frac{B_{\text{max}}}{b_{\text{м}}}, \quad (2.7)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$$n_{\text{м}} = \underline{\hspace{5cm}}$$

2.4.3 Обґрунтувати необхідність використання зчіпки:

– розрахувати фронт зчіпки ($\Phi_{зч}$, м) в залежності від кількості машин для виконання основної технологічної операції:

$$\Phi_{зч} = b_M(n_M - 1), \quad (2.8)$$

$$\Phi_{зч} = \underline{\hspace{10em}}$$

– по величині фронту зчіпки підібрати конкретну її марку (табл. П.9) і необхідні параметри занести в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики зчіпки

Назва і марка	Маса $M_{зч}$, кг	Ширина захвату $b_{зч}$, м	Фронт зчіпки $\Phi_{зч}$, м	Довжина $l_{зч}$, м
1	2	3	4	5

2.5 Розрахувати тяговий опір робочих органів агрегату:

– з причіпними машинами:

$$R_a = (k_v b_M \pm G_M \sin \alpha) n_M + G_{зч} (f_{зч} \pm \sin \alpha), \quad (2.9)$$

$$G_{зч} = 10^{-3} M_{зч} g; \quad (2.10)$$

$$G_{зч} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$R_a = \underline{\hspace{10em}}$$

– з причіпною машиною і комбінованими робочими органами:

$$R_a = \sum k_{vi} b_M + G_M (f_M \pm \sin \alpha); \quad (2.11)$$

$$R_a = \underline{\hspace{10em}}$$

– з начіпною машиною:

$$R_a = k_v b_M + G_M (\lambda_{дтр} f_{тр} \pm \sin \alpha); \quad (2.12)$$

$$R_a = \underline{\hspace{10em}}$$

– з начіпною машиною і комбінованими робочими органами:

$$R_a = \sum k_{vi} b_m + G_m (\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha); \quad (2.13)$$

$R_a =$ _____

– з причіпною тягово-привідною машиною:

$$R_a = [k_v b_m + G_m (f_m \pm \sin \alpha)] + P_{ВВП}, \quad (2.14)$$

$R_a =$ _____

– з начіпною тягово-привідною машиною:

$$R_a = [k_v b_m + G_m (\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha)] + P_{ВВП}, \quad (2.15)$$

(знак “+” в формулі відповідає руху на підйом)

$R_a =$ _____

де f_m – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.г.машини [6, табл. D.10];

$f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора [6, табл. D.11];

λ_d – коефіцієнт довантаження, який враховує частину ваги начіпної машини та вертикальні складові сили тягового опору, що додатково навантажують ходову систему трактора ($\lambda_d = 1,1 \dots 1,2$) [3]. Більше із цих значень відповідає роботі на важких ґрунтах;

$P_{ВВП}$ – втрати дотичної сили тяги трактора при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП, кН:

$$P_{ВВП} = \frac{3,6 \cdot N_{ВВП} \eta_{тр}}{V_p \eta_{ВВП}}, \quad (2.16)$$

де $N_{ВВП}$ – потужність, яка витрачається на привід робочих органів тягово-привідних с.-г. машин від ВВП при виконанні технологічної операції, кВт (табл. 2.1);

$\eta_{ВВП}$ – коефіцієнт корисної дії приводу ВВП ($\eta_{ВВП} = 0,94 \dots 0,96$) [3];

$\eta_{тр}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії (приводу рушіїв) трактора ($\eta_{тр} = 0,9$) [3].

$$P_{\text{ВВП}} = \frac{R_a}{\eta_p}$$

2.6 Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{\text{ТН}} \pm G_{\text{Тр}} \sin \alpha} \quad (2.17)$$

(знак “–” в формулі відповідає руху на підйом)
при русі на підйом:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{\text{ТН}} - G_{\text{Тр}} \sin \alpha}$$

при русі на спуск:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{\text{ТН}} + G_{\text{Тр}} \sin \alpha}$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням [6, табл. D.9]. В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

Обґрунтована при виконанні п.2.2 робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.7 Фактична потужність двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.7.1 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання технологічної операції (поверхневий обробіток ґрунту), кВт:

$$N_{\phi}^p = \frac{P_{\text{руш}} V_p}{3,6 \eta_{\text{тр}} \eta_{\text{б}}}, \quad (2.18)$$

де $P_{\text{руш}}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН:

$$P_{\text{руш}} = G_{\text{Тр}} (f_{\text{Тр}} + \sin \alpha) + R_a, \quad (2.19)$$

(Для розрахунку залежності використовуємо уже розрахований опір агрегату (R_a) для умов «підйом» при виконанні технологічної операції)

η_6 – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_6 = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (2.20)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % [6, табл. D.7].

$$\eta_6 = \frac{P_{руш}}{P_{руш.н}}$$

$$N_{\phi}^p = \frac{P_{руш.н} V_{п}}{3,6 \eta_{тр} \eta_6}$$

2.7.2 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора при поворотах агрегату, кВт:

$$N_{\phi}^n = \frac{P_{руш.н} V_{п}}{3,6 \eta_{тр} \eta_6}, \quad (2.21)$$

де $P_{руш.н}$ – рушійна сила при виконанні поворотів, кН (розраховується при умові $\alpha^0 = 0$):

$$P_{руш.н} = G_{тр} f_{тр} + R_{a.н}. \quad (2.22)$$

(Опір агрегату ($R_{a.н}$) при поворотах розраховуємо по одній із необхідній формулі (2.9 – 2.15), приймаючи до уваги, що $k_v = 0$ та $\alpha^0 = 0$).

Швидкість на повороті ($V_{п}$), приймаємо самостійно з урахуванням складу агрегату та умовам руху.

$$P_{руш.п} = \frac{P_{руш.н}}{\eta_6}$$

$$N_{\phi}^n = \frac{P_{руш.п} V_{п}}{3,6 \eta_{тр}}$$

2.8 Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (виконання технологічної операції – N_{ϕ}^p та повороти – N_{ϕ}^n):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}}, \quad (2.23)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт (табл. 2.2).

при виконанні роботи:

$$\xi_N = \frac{\quad}{\quad}$$

на поворотах:

$$\xi_N = \frac{\quad}{\quad}$$

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання технологічної операції використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків скомплектовано агрегат у складі: трактора _____, с.-г. машин _____, кількість с.-г. машин $n_m = \underline{\quad}$, зчіпки _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p = \underline{\quad}$ км/год (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_p = \underline{\quad}$ км/год (рух на спуск).

3 Підготовка агрегату до роботи

Коротко описати основні операції, які проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції [1].

4 Підготовка поля до роботи

4.1 Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги і показати прийнятий спосіб руху агрегату, вибрати спосіб руху.

Рисунок 2.1 – _____ спосіб руху

4.2 Параметри робочої ділянки в залежності від кінематичних параметрів агрегату для обґрунтування вибраного способу руху.

4.2.1 Розрахувати довжину робочої частини гону (L_p , м). Вона визначається за допомогою схеми [б, рис. П.1] і залежності:

$$L_p = L - 2E_p, \quad (2.24)$$

де L – довжина гону поля, м (із вихідних даних);

E_p – ширина поворотної смуги (раціональне її значення), м.

$$L_p = \underline{\hspace{10em}}$$

4.2.2 Раціональна ширина поворотної смуги (E_p) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для того щоб була можливість обробляти поворотну смугу цілим числом проходів (без огріхів):

$$E_p = n_{\text{фе}} \cdot B_p, \quad (2.25)$$

$$E_p = \underline{\hspace{10em}}$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = B_a \cdot \beta_B, \quad (2.26)$$

де β_B – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату [6, табл. D.12];

B_a – конструкційна ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = \frac{B_a \cdot n_{\text{фe}}}{n_{\text{фe}} + 1} \quad (2.27)$$

$$B_a = n_M \cdot b_M.$$

$$B_a = \frac{B_p \cdot (n_{\text{фe}} + 1)}{n_{\text{фe}}}$$

Фактичне число проходів ($n_{\text{фe}}$) агрегату для обробітку поворотної смуги:

$$n_{\text{фe}} \geq \frac{E_{\text{min}}}{B_p}, \quad (2.28)$$

де E_{min} – мінімальна ширина поворотної смуги, м (визначається за допомогою розробленої схеми в додатках [6, рис. D.1] і залежності):

$$E_{\text{min}} = \lambda_e r_{\Pi} + d_K + e, \quad (2.29)$$

де λ_e – коефіцієнт пропорційності, який характеризує параметри повороту в залежності від величини радіусу повороту (r_{Π}) (числові значення коефіцієнту λ_e приведені в додатках на [6, рис. D.1 і в табл. D.13]);

r_{Π} – радіус повороту агрегату, м;

d_K – кінематична ширина агрегату, м;

e – довжина виїзду агрегату, м.

$$E_{\text{min}} = \frac{B_p \cdot (n_{\text{фe}} + 1)}{n_{\text{фe}}}$$

$$n_{\text{фe}} = \frac{E_{\text{min}}}{B_p}$$

Величина радіусу повороту (r_{Π}) залежить від конструкційних (B) та режимних (V) параметрів агрегату:

$$r_{\Pi} = \alpha_r \cdot r_{\Pi 0}, \quad (2.30)$$

де $r_{\text{по}}$ – мінімальний радіус повороту при швидкості повороту $V_{\text{по}} = 5$ км/год [6, табл. D.15];

α_r – коефіцієнт збільшення радіусу ($r_{\text{п}}$) при підвищенні швидкості повороту понад 5 км/год [6, табл. D.15].

$$r_{\text{п}} = \frac{r_{\text{по}} \cdot V_{\text{по}}}{V}$$

Кінематична ширина агрегату ($d_{\text{к}}$), м:

$$d_{\text{к}} = v_e \cdot B_{\text{а}}, \quad (2.31)$$

де v_e – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату:

- для симетричних агрегатів $v_e \approx 0,6$;
- для несиметричних агрегатів $v_e \approx 1,2$.

-

$$d_{\text{к}} = \frac{d_{\text{к}}}{v_e}$$

Довжина виїзду агрегату (e), м:

$$e = \alpha_e \cdot l_{\text{а}}, \quad (2.32)$$

де α_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

- для причіпних агрегатів $\alpha_e = 0,5 \dots 0,75$;
- для начіпних агрегатів $\alpha_e = 0,1 \dots 0,2$;

$l_{\text{а}}$ – кінематична довжина агрегату, м:

$$l_{\text{а}} = l_{\text{тр}} + l_{\text{зч}} + l_{\text{м}}, \quad (2.33)$$

де $l_{\text{тр}}$, $l_{\text{зч}}$, $l_{\text{м}}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора [6, табл. D.16], зчіпки [6, табл. II.11] с.-г. машин [6, табл. II.1 – II.10].

$$l_{\text{а}} = \frac{l_{\text{а}}}{\alpha_e}$$

$$e = \frac{e}{\alpha_e}$$

Результат розрахунку по формулі (2.28) округляється до ближнього цілого числа (парного чи непарного). Парність чи непарність числа проходів на поворотній смузі залежить від особливостей виконуваної операції і розташування сусіднього загону, на який повинен переїхати агрегат.

4.3 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону (φ):

– при виконанні технологічної операції *гоновим човниковим* способом руху:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + (6,6 \dots 8,0)r_{\Pi} + 2e}, \quad (2.34)$$

$$\varphi = \frac{\dots}{\dots}$$

– при виконанні технологічної операції *гоновим* способом руху з *перекриттям загінок із безпетльовими поворотами* при довжині прямолінійної ділянки петлі повороту $\chi \geq 2r_{\Pi}$:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + (1,4 \dots 2,0)r_{\Pi} + \chi + 2e}, \quad (2.35)$$

де χ – довжина прямолінійної ділянки петлі повороту, м:

$$\varphi = \frac{\dots}{\dots}$$

$$\chi = 0,5(C_p - B_p), \quad (2.36)$$

де C_p – ширина загінки (раціональне її значення), м

$$\chi = \frac{\dots}{\dots}$$

Раціональна ширина загінки (C_p) повинна бути кратною ширині захвату агрегату:

$$C_p = n_{Cp} \cdot B_p, \quad (2.37)$$

де n_{Cp} – число проходів агрегату для обробітку загінки по її ширині (раціональне значення).

$$C_p = \frac{\dots}{\dots}$$

Для того, щоб вся ширина загінки оброблялась цілим числом проходів агрегату необхідно фактичне число проходів ($n_{c\phi}$) зробити цілим:

$$n_{c\phi} = \frac{C_{\phi}}{B_p} \quad (2.38)$$

(результат розрахунку округлити до цілого числа – $n_{c\phi}$)

$$n_{c\phi} = \text{—————}$$

де C_{ϕ} – фактична ширина загінки, яку зможе обробити агрегат за зміну, м (по продуктивності):

$$C_{\phi} = (1,0 \dots 1,15) \cdot 10^4 \frac{W_0 \cdot T_{зм}}{L}, \quad (2.39)$$

де W_0 – продуктивність агрегату за годину основного часу, га/год;

$$W_0 = 0,1 \cdot B_a \cdot V_T, \quad (2.40)$$

де V_T – теоретична швидкість руху, км/год:

$$V_T = \frac{V_p}{(1 - 10^{-2} \cdot \delta)}, \quad (2.41)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

$$V_T = \text{—————}$$

$$W_0 = \text{—————}$$

$$C_{\phi} = \text{—————}$$

– при виконанні технологічної операції *діагональним* способом руху, коли довжина кожного робочого проходу буде змінюватись:

$$\varphi = \frac{\sum L_p}{\sum L_p + \sum L_x} = \frac{L_p^{cp} n_p}{L_p^{cp} n_p + L_x^{cp} n_x}, \quad (2.42)$$

де L_p^{cp} , L_x^{cp} – середня довжина робочих та холостих ходів, м;

$$\varphi = \frac{\sum L_p}{\sum L_p + \sum L_x}$$

Довжина холостого ходу при виконанні петльового грушовидного повороту, м:

$$L_x = (6,6 \dots 8,0)r_{II} + 2e \quad (2.43)$$

n_p , n_x – кількість робочих проходів та холостих поворотів агрегату в загінці.

$$L_x = \frac{\sum L_x}{n_x}$$

Для *діагонального* способу руху, який виконуються човником:

– кількість холостих петльових поворотів

$$n_x = \frac{\sqrt{L^2 + C_p^2}}{B_p} - 1 \quad (2.44)$$

– кількість робочих проходів

$$n_p = n_x + 1 \quad (2.45)$$

$$n_x = \frac{\sum L_x}{L_x}$$

$$n_p = \frac{\sum L_p}{L_p}$$

Для практичних розрахунків коефіцієнту використання довжини гону (φ) можна користуватися такою залежністю:

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{2L_x \sqrt{L^2 - 4E(L + 2E - C) + C^2}}{CL}} \quad (2.46)$$

де L – довжина поля (із вихідних даних), м;
 C – ширина загінки, м.

$$\varphi = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Для *діагонального* способу руху значення ширини загінки (C) визначаємо за схемою [6, рис. П.2]:

– на полях із співвідношенням сторін $C = (0,3 \dots 0,55)L$ технологічну операцію (боронування) рекомендується виконувати в один слід [6, рис. П.2а];

– на полях із співвідношенням сторін $C = (0,55 \dots 0,75)L$ технологічну операцію (боронування) рекомендується виконувати діагонально-перехресним способом в два сліди [6, рис. П.2в];

– на полях із співвідношенням сторін $C = (0,75 \dots 1,0)L$ (тобто, форма поля наближена до квадрату) технологічну операцію (боронування) рекомендується виконувати діагонально-перехресним способом в два сліди [6, рис. П.2б].

5 *Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату із визначенням складових елементів часу зміни*

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_T + T_{оп} \quad (2.47)$$

де $T_{зм}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год);

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

T_x – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

T_T – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.)

$T_T = (0,04 \dots 0,05)T_{зм}$;

$T_{оп}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год
 $T_{оп} = (0,07)T_{зм}$;

Сума $(T_p + T_x)$ являє собою час руху для виконання роботи ($T_{рух}$), а сума $(T_T + T_{оп})$ – час регламентованих зупинок ($T_{зуп}$), тобто непродуктивні витрати часу.

Час регламентованих зупинок заздалегідь встановлено нормативними документами, а співвідношення часу чистої роботи (T_p) і часу на холості повороти (T_x) повністю характеризують організацію виконання технологічної операції і залежать, в основному, від прийнятого способу руху і виду повороту.

Аналіз складових часу зміни виконується за коефіцієнтом використання часу руху ($\tau_{рух}$). Із співвідношення, яке характеризує коефіцієнт використання часу руху

$$\tau_{рух} = \frac{T_p}{T_{рух}} = \frac{T_p}{T_{зм} - T_{зуп}} = \frac{T_p}{T_p + T_x}, \quad (2.48)$$

знаходимо залежності по визначенню T_p і T_x .

5.1 Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = \tau_{рух}(T_{зм} - T_{зуп}) \quad (2.49)$$

5.2 Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_x = \frac{T_p(1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}}. \quad (2.50)$$

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{рух}$) задаємося такими умовами:

при $V_p = V_{п}$
 маємо $\tau_{рух} = \varphi, \quad (2.51)$

а при $V_p \neq V_{п}$
 маємо $\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k - 1)\varphi + 1}, \quad (2.52)$

де – $k = \frac{V_{п}}{V_p} \quad (2.53)$

$V_{п}$ – швидкість руху при виконанні поворотів, км/год (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху).

$$k = \text{_____}$$

$$\tau_{\text{пyx}} = \text{_____}$$

$$T_p = \text{_____}$$

$$T_x = \text{_____}$$

5.3 Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи виконується при визначенні коефіцієнту:

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}} \quad (2.54)$$

$$\tau_{\text{зм}} = \text{_____}$$

6 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом:
– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{\text{г.зм}} = 0,1 B_p V_p \tau_{\text{зм}}; \quad (2.55)$$

– за зміну, га:

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{г}} T_{\text{зм}}. \quad (2.56)$$

$$W_{\text{г.зм}} = \text{_____}$$

$$W_{\text{зм}} = \text{_____}$$

7 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів

7.1 Розрахувати витрати пального на одиницю обсягу роботи, кг/га:

$$q_{\text{га}} = \frac{G_{\text{тp}} T_p + G_{\text{тx}} T_x + G_{\text{тз}} T_{\text{зуп}}}{T_{\text{зм}} W_{\text{г}}}, \quad (2.57)$$

де $G_{\text{тр}}$, $G_{\text{тх}}$, $G_{\text{тз}}$ – витрати пального двигуном трактора, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год (табл. D.18);

$T_{\text{зуп}}$ – час регламентованих зупинок, год :

$$T_{\text{зуп}} = T_{\text{т}} + T_{\text{оп}} \quad (2.58)$$

$$T_{\text{зуп}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$q_{\text{га}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

7.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$z_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{т}}}, \quad (2.59)$$

де $n_{\text{мех}}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

$$z_{\text{п}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

7.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції (витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи), Дж/га:

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}, \quad (2.60)$$

де $H_{\text{п}}$ – питома теплота згорання пального, Дж/кг: (дизельне пальне – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$).

$$A_{\text{п}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = \underline{\hspace{1cm}}$; $\xi_N = \underline{\hspace{1cm}}$);

б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = \underline{\hspace{2cm}}$);

в) розрахунки параметрів режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ($\tau_{\text{рух}} = \underline{\hspace{1cm}}$, $\tau_{\text{зм}} = \underline{\hspace{1cm}}$);

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ($W_{\text{г}} = \underline{\hspace{1cm}}$, га/год);

– за зміну ($W_{\text{зм}} = \underline{\hspace{1cm}}$, га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{\text{га}} = \underline{\hspace{1cm}}$, кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($Z_{\text{п}} = \underline{\hspace{1cm}}$, люд · год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{\text{п}} = \underline{\hspace{1cm}}$, Дж/га).

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики і енергетичні параметри плуга [6, табл. III.1]

Марка	Маса $M_{пл}$, кг	Конструкційна ширина захвату			Інтервал агротехнічно- допустимих швидкостей V_{lim} , км/год	Питомий тяговий опір $k_{о.пл}$, кН/м ²
		Плуга $B_{пл}$, м	Корпуса $b_{к}$, м	Кількість корпусів $n_{к}$, шт.		
1	2	3	4	5	6	7

Примітки: колонки 6, 7 заповнюються після виконання пункту 2.2.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики і енергетичні параметри додаткових с.-г. машин [6, табл. II.1; II.5]

Назва і марка	Маса $M_{дм}$, кг	Ширина захвату $b_{дм}$, м	Питомий тяговий опір $k_{о.м}$, кН/м
1	2	3	4

Примітки: колонку 4 заповнюється після виконання пункту 2.2.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики трактора [6, табл. I.1]

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номінальна потужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: колонки 4, 5, 6 заповнюються після виконання пункту 2.2.

2.2 Із збірника методик [6] вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри трактора:

– встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) [6, табл. D.4], в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 3.1;

– у відповідності із умовами виконання технологічної операції вибрати питомий тяговий опір робочих органів плугів ($k_{о.пл}$, кН/м²) [6, табл. D.6] (при швидкості $V_0 = 5$ км/год) і занести в табл. 3.1;

– у відповідності із призначенням додаткових с.-г. машин вибрати питомий тяговий опір їх робочих органів ($k_{о.м}$, кН/м) [6, табл. D.5] (при швидкості $V_0 = 5$ км/год) і занести в табл. 3.2;

– із тягової характеристики [6, табл. D.7] трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Тягові параметри трактора [6, табл. D.7]

передача параметри				
V_p , км/год				
P_{TH} , кН				
N_{Tmax} , кВт				

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля (P_{TH}) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 3.3.

2.3 Виконати розрахунки по уточненню питомого тягового опору робочих органів машин (для випадку $V_p > V_0$).

Питомий тяговий опір робочих органів плугів, кН/м²:

– із культурними корпусами:

$$k_{V.пл} = k_{o.пл} \xi_k \left(1 + \frac{\Delta k}{100} \right) [1 + 0,006(V_p^2 - V_0^2)], \quad (3.1)$$

$$k_{V.пл} = \underline{\hspace{10cm}}$$

– із швидкісними корпусами:

$$k_{V.пл} = k_{o.пл} \xi_k \left(1 + \frac{\Delta k}{100} \right) \{ 1 + 0,004 [(V_p - 2)^2 - V_0^2] \}, \quad (3.2)$$

$$k_{V.пл} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Питомий тяговий опір робочих органів додаткових с.–г. машин, кН/м:

$$k_{VM} = k_{om} \xi_k \left(1 + \frac{\Delta k}{100} \right) \left[1 + \frac{\Delta C_M}{100} (V_p - V_0) \right], \quad (3.3)$$

де ξ_k – коефіцієнт, який характеризує спосіб з'єднання плуга (машини) з трактором (для причіпних $\xi_k = 1$, для начинних $\xi_k = 0,9 \dots 0,95$);

ΔC_m – темп приросту тягового опору робочих органів с.-г. машин на 1 км/год приросту їх швидкості, % [6, табл. D.8];

Δk – приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення, %.

$$k_{VM} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Для визначення величини Δk користуються залежностями (рис. 3.1–3.5), які характеризують приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення з урахуванням типу і різновиду ґрунту. При цьому, за точку оптимуму ($\omega_{гр\text{ опт}}$) приймають вологість при якій можлива висока якість обробітку і найменший опір ґрунту [6, табл. D.21]. Величина відхилення вологості ($\Delta\omega_{гр}$) визначається різницею значень дійсної вологості ґрунту ($\omega_{гр}$), яка задана в вихідних даних, і оптимальної ($\Delta\omega_{гр} = \omega_{гр\text{ опт}} - \omega_{гр}$).

Значення величини відхилення вологості ($\Delta\omega_{гр}$) відкладаємо (з урахуванням знаку “+”, або “-“) на осі «Відхилення вологості» тієї залежності (рис. 3.1–3.5), яка характеризує різновид заданого ґрунту. З цієї точки проводимо вертикаль до перетину з графічною залежністю $k = f(\Delta\omega_{гр})$ типу ґрунтів. Далі, з точки перетину, проводимо горизонталь в сторону вертикальної шкали і на ній відмічаємо величину приросту питомого опору (Δk , %).

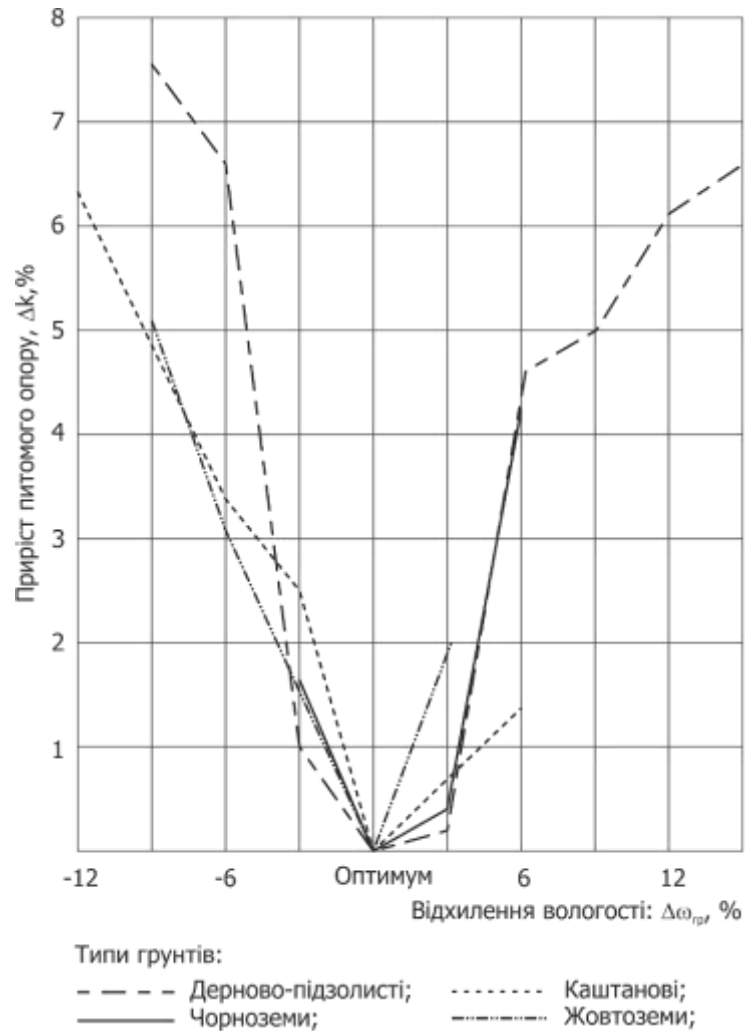


Рисунок 3.1 – Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для глинистих ґрунтів)

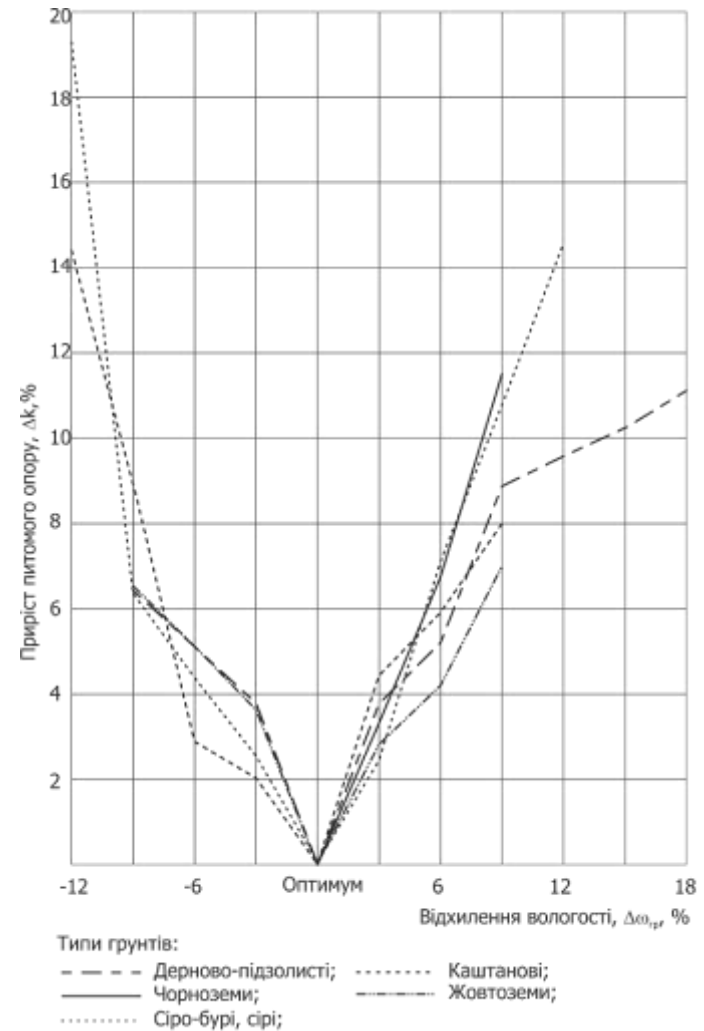


Рисунок 3.2 – Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для важкосуглинистих ґрунтів)

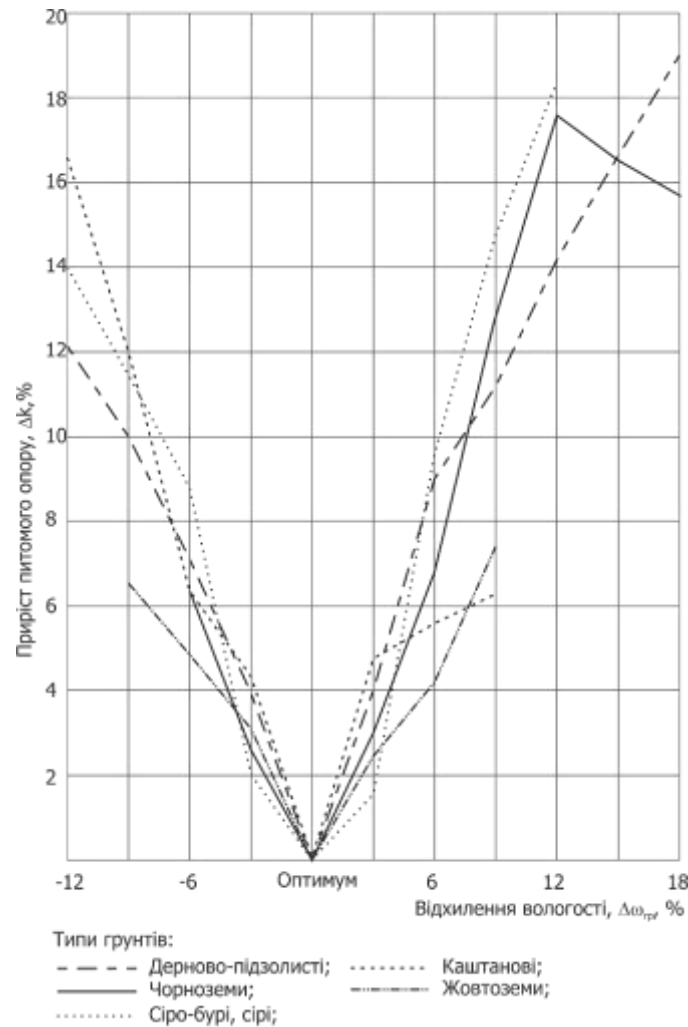


Рисунок 3.3 – Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для середньосуглинистих ґрунтів)

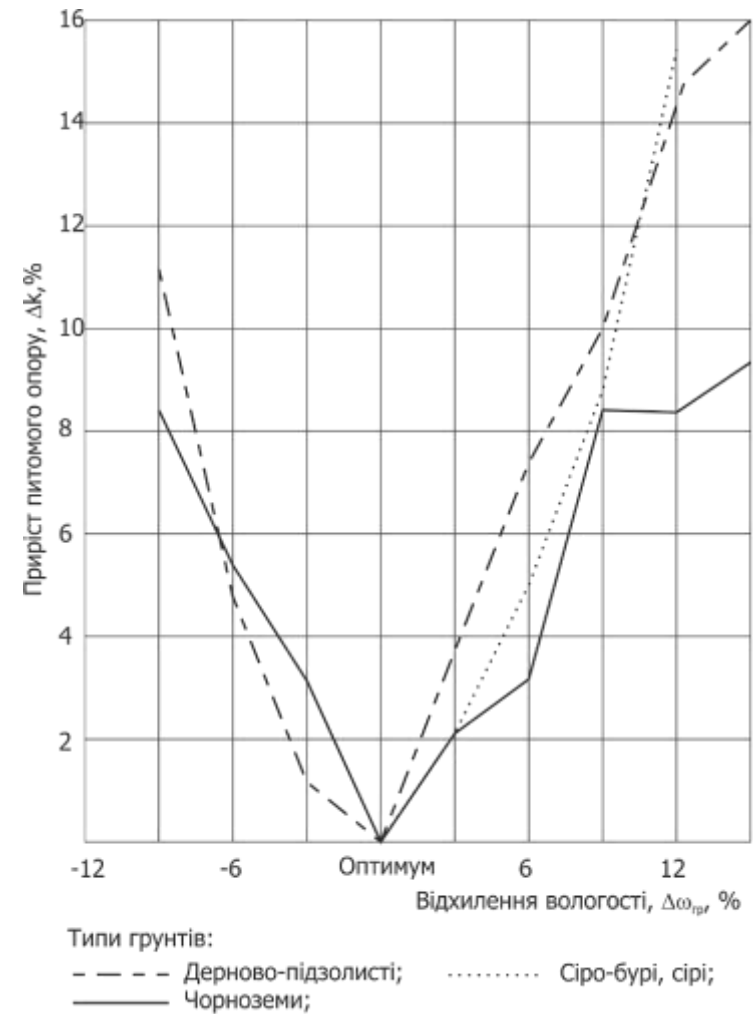


Рисунок 3.4 – Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для легкосуглинистих ґрунтів)

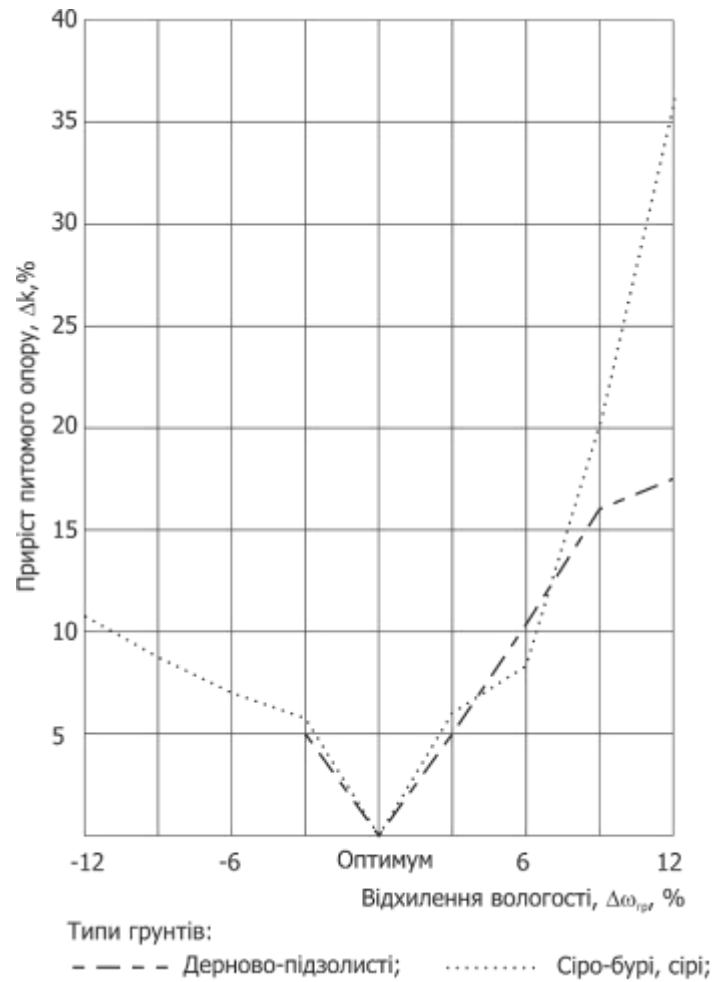


Рисунок 3.5 – Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для супіщаних ґрунтів)

2.4 Розрахувати тяговий опір робочих органів агрегату, кН:
– з начіпним плугом

$$R_a = k_{V_{пл}} ab_k n_k + G_{пл} (\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha), \quad (3.4)$$

– з начіпним плугом і додатковими с.-г. машинами

$$R_a = k_{V_{пл}} ab_k n_k + k_{V_M} b_{дм} n_{дм} + G_{пл} (\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha), \quad (3.5)$$

(знак "+" відповідає руху на підйом)

де b_k – ширина захвату плужного корпусу, м (табл. 3.1);

n_k – кількість корпусів плуга, шт. (табл. 3.1);

a – глибина оранки, м (із вихідних даних);

$b_{дм}$ – ширина захвату додаткової машини, м (табл. 3.2);

$n_{дм}$ – кількість додаткових машин, шт. (встановлюється в залежності від ширини захвату плуга);

$f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора [6, табл. D.11];

λ_d – коефіцієнт довантаження, який враховує масу і вертикальні складові тягового опору начіпної робочої машини, що діють на ходову систему трактора (при оранці піщаних ґрунтів і суглинків вологістю 8...9% дорівнює 0,3...0,5, а стерні конюшини вологістю 18...20% – 1,0) [3];

$G_{пл}$ – вага плуга, кН:

$$G_{пл} = 10^{-3} M_{пл} g, \quad (3.6)$$

де g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);

$M_{пл}$ – маса плуга, кг (табл. 3.1);

– з начіпним плугом:

$$R_a = \underline{\hspace{15em}}$$

– з начіпним плугом і додатковими с.-г. машинами:

$$R_a = \underline{\hspace{15em}}$$

2.5 Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнту використання номінального тягового зусилля:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{тн} \pm G_{тр} \sin \alpha}, \quad (3.7)$$

(знак «-» відповідає руху на підйом)

де $G_{\text{тр}}$ – вага трактора, кН:

$$G_{\text{тр}} = 10^{-3} M_{\text{тр}} g, \quad (3.8)$$

де $M_{\text{тр}}$ – маса трактора, кг (табл. 3.3).

$$G_{\text{тр}} = \underline{\hspace{10em}}$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля коли агрегат рухається на підйом:

$$\eta_p = \underline{\hspace{10em}}$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля коли агрегат рухається на спуск:

$$\eta_p = \underline{\hspace{10em}}$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням [6, табл. D.9]. В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

Обґрунтована при виконанні п.2.2 робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.6 Фактична потужність двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.6.1 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання технологічної операції (оранки), кВт:

$$N_{\Phi}^p = \frac{P_{\text{руш}} V_p}{3,6 \eta_{\text{тр}} \eta_b}, \quad (3.9)$$

де $P_{\text{руш}}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН;

$$P_{руш} = G_{тр}(f_{тр} + \sin\alpha) + R_a, \quad (3.10)$$

(Для розрахунку залежності використовуємо уже розрахований опір агрегату (R_a) при виконанні технологічної операції також для умов «підйом»)

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії приводу рушіїв трактора ($\eta_{тр} = 0,9$) [3];

$\eta_{б}$ – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_{б} = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (3.11)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % [6, табл. D.7].

$$\eta_{б} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$P_{руш} = \underline{\hspace{15em}}.$$

$$N_{\phi}^p = \underline{\hspace{15em}}.$$

2.6.2 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора при поворотах агрегату, кВт:

$$N_{\phi}^p = \frac{P_{руш.п} V_{п}}{3,6 \eta_{тр} \eta_{б}}, \quad (3.12)$$

де $P_{руш.п}$ – рушійна сила при виконанні поворотів, кН (розраховується при умові $\alpha^0 = 0$):

$$P_{руш.п} = G_{тр} f_{тр} + R_{a.п}. \quad (3.13)$$

(Опір агрегату $R_{a.п}$ при поворотах розраховуємо по одній із необхідній формулі (3.4 – 3.5), приймаючи до уваги, що $k_V = 0$ та $\alpha^0 = 0$).

Швидкість на повороті ($V_{п}$), приймаємо самостійно з урахуванням складу агрегату та умовам руху.

$$P_{руш.п} = \underline{\hspace{15em}}.$$

4 Підготовка поля до роботи

4.1 Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги і показати прийнятий спосіб руху агрегату.

Напрямок оранки залежить від розміру, конфігурації та рельєфу поля. Виконувати оранку доцільно вздовж довшої сторони поля. Але, на рівних полях з шириною понад 300м напрямком оранки рекомендується змінювати щороку. Це сприяє кращому вирівнюванню поверхні поля. Якщо поле має уклін, то орати його треба впоперек схилу.

Поля розбивають на загінки, ширина яких залежить від ширини захвату агрегату і довжини гонів. Площа загінки повинна приблизно дорівнювати виробітку агрегату за зміну.

Рисунок 3.6 – _____ схема руху агрегату

4.3 Параметри робочої ділянки в залежності від кінематичних параметрів агрегату для обґрунтування вибраного способу руху.

4.3.1 Розрахувати довжину робочої частини гону ($L_p, м$) Вона визначається за допомогою схеми [б, рис. III.6 – III.11] і залежності:

$$L_p = L - 2E_p \quad (3.15)$$

де L – довжина гону поля, м (із вихідних даних);

E_p – ширина поворотної смуги (раціональне її значення), м.

$$L_p = \underline{\hspace{10em}}.$$

4.3.2 Раціональна ширина поворотної смуги (E_p) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для того щоб була можливість обробляти поворотну смугу цілим числом проходів без огріхів [6, табл. D.22]

4.3.3 Розрахувати ширину заїмки C_0 (оптимальне її значення), м:

– при оранці заїнковим способом руху всклад, врозгін з петльовими поворотами:

$$C_0 = \sqrt{2(L_p B_p + 8r_n^2)} \quad (3.16)$$

$$C_0 = \underline{\hspace{10em}}$$

– при оранці заїнковим способом руху всклад, врозгін з безпетльовими поворотами, або безпетльовим комбінованим способом руху:

$$C_0 = \sqrt{3B_p L_p}, \quad (3.17)$$

$$C_0 = \underline{\hspace{10em}}$$

– при оранці комбінованим способом руху із чередуванням заїнок всклад і врозгін:

$$C_0 = 2\sqrt{B_p(L_p + 2r_n + 2e) + 4r_n^2}, \quad (3.18)$$

$$C_0 = \underline{\hspace{10em}}$$

– при оранці гоновим човниковим способом руху (обертюваними плугами):

$$C_0 = \sqrt{2(L_p B_p + 8r_n^2)} \quad (3.19)$$

де r_n – радіус повороту агрегату, м $r_n \approx (3 \dots 7)B_p$ (менші значення – при агрегуванні гусеничними тракторами, більші – колісними);

B_p – робоча ширина захвату орного агрегату, м:

$$B_p = B_{пл} \cdot \beta_B, \quad (3.20)$$

де β_B – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату [6, табл. D.12];

$B_{пл}$ – конструкційна ширина захвату орного агрегату, м:

$$B_{\text{пл}} = b_{\text{к}} \cdot n_{\text{к}} \quad (3.21)$$

$$B_{\text{пл}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$B_{\text{р}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$C_0 = \underline{\hspace{10cm}}$$

Довжина виїзду (e) агрегату, м:

$$e = \alpha_e \cdot l_a, \quad (3.22)$$

де α_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

- для причіпних агрегатів $\alpha_e = 0,5 \dots 0,7$;

- для начіпних агрегатів $\alpha_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м:

$$l_a = l_{\text{тр}} + l_{\text{пл}} + l_{\text{д.м}}, \quad (3.23)$$

де $l_{\text{тр}}$, $l_{\text{пл}}$, $l_{\text{д.м}}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора [6, табл. D.16], плуга [6, табл. III.1], додаткової машини [6, табл. II.1 – II.10].

$$l_a = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$e = \underline{\hspace{10cm}}$$

Раціональне значення ширини заїмки (C_p) повинно бути кратним подвійній ширині захвату агрегату:

$$C_p = n_{\text{кр}} 2B_{\text{р}} \quad (3.24)$$

$$C_p = \underline{\hspace{10cm}}$$

де $n_{\text{кр}}$ – кількість кругів для повного обробітку заїмки:

$$n_{\text{кр}} = \frac{C_0}{2B_{\text{р}}} \quad (3.25)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$$n_{\text{кр}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

4.4 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту робочих ходів:

– при оранці загінковим способом руху всклад, врозгін з петльовими поворотами:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + C_p + 1,14r_n + 2e}; \quad (3.26)$$

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + C_p + 1,14r_n + 2e}$$

– при оранці загінковим способом руху всклад, врозгін з безпетльовими поворотами, або безпетльовим комбінованим способом руху:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 5,14r_n + 2e + \frac{3L_p C_p}{4r_n}}; \quad (3.27)$$

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 5,14r_n + 2e + \frac{3L_p C_p}{4r_n}}$$

– при оранці комбінованим способом руху із чередуванням загінок всклад і врозгін:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + \frac{4r_n}{C_p}(2r_n - B_p) + r_n + 2e}; \quad (3.28)$$

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + \frac{4r_n}{C_p}(2r_n - B_p) + r_n + 2e}$$

– при оранці гоновим способом руху «човником» (обертювими плугами):

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6r_n + 2e}. \quad (3.29)$$

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6r_n + 2e}$$

5 Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату із визначенням складових елементів часу зміни

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_T + T_{оп} \quad (3.30)$$

де $T_{зм}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год);

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

T_x – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

T_T – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.)

$$T_T = (0,04 \dots 0,05)T_{зм};$$

$T_{оп}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$$T_{оп} = (0,07 \dots 0,10)T_{зм}$$

Сума ($T_p + T_x$) являє собою час руху для виконання роботи ($T_{рух}$), а сума ($T_T + T_{оп}$) – час регламентованих зупинок ($T_{зуп}$), тобто непродуктивні витрати часу.

Час регламентованих зупинок заздалегідь встановлено нормативними документами, а співвідношення часу чистої роботи (T_p) і часу на холості повороти (T_x) повністю характеризують організацію виконання технологічної операції і залежать, в основному, від прийнятого способу руху і виду повороту.

Аналіз складових часу зміни виконується за коефіцієнтом використання часу руху ($\tau_{рух}$). Із співвідношення, яке характеризує коефіцієнт використання часу руху:

$$\tau_{рух} = \frac{T_p}{T_{рух}} = \frac{T_p}{T_{зм} - T_{зуп}} = \frac{T_p}{T_p + T_x} \quad (3.31)$$

знаходимо залежності по визначенню T_p і T_x .

5.1 Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = \tau_{рух}(T_{зм} - T_{зуп}) \quad (3.32)$$

5.2 Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_x = \frac{T_p(1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}} \quad (3.33)$$

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{рух}$) задаємося такими умовами:

при $V_p = V_{п}$ маємо
$$\tau_{рух} = \varphi, \tag{3.34}$$

а при $V_p \neq V_{п}$ маємо
$$\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}, \tag{3.35}$$

де –
$$k = \frac{V_{п}}{V_p}, \tag{3.36}$$

$V_{п}$ – швидкість руху при виконанні поворотів, км/год (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху).

$$k = \frac{V_{п}}{V_p}$$

$$\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}$$

$$T_p = \frac{L}{V_p}$$

$$T_x = \frac{L}{V_x}$$

5.3 Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи виконується при визначенні коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}}. \tag{3.37}$$

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}}$$

6 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом:
– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{г.зм} = 0,1B_p V_p \tau_{зм}, \tag{3.38}$$

$$W_{г.зм} = \frac{0,1B_p V_p \tau_{зм}}{60}$$

– за зміну, га:

$$W_{3M} = W_{\Gamma} T_{3M}. \quad (3.39)$$

$$W_{3M} = \underline{\hspace{10em}}$$

7 *Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.*

7.1 Розрахувати витрати пального на одиницю обсягу роботи, кг/га:

$$q_{\text{га}} = \frac{G_{\text{тр}} T_{\text{р}} + G_{\text{тх}} T_{\text{х}} + G_{\text{тз}} T_{\text{зуп}}}{T_{3M} W_{\Gamma}}, \quad (3.40)$$

де $G_{\text{тр}}$, $G_{\text{тх}}$, $G_{\text{тз}}$ – витрати пального, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год [6, табл. D.18];

$T_{\text{зуп}}$ – час регламентованих зупинок, год:

$$T_{\text{зуп}} = T_{\text{т}} + T_{\text{оп}}. \quad (3.41)$$

$$T_{\text{зуп}} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$q_{\text{га}} = \underline{\hspace{10em}}$$

7.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$z_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\Gamma}}, \quad (3.42)$$

де $n_{\text{мех}}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

$$z_{\text{п}} = \underline{\hspace{10em}}$$

7.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції (*витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи*), Дж/га:

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}} \quad (3.43)$$

де $H_{\text{п}}$ – питома теплота згорання пального, Дж/кг (дизельне пальне – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$).

$$A_{\Pi} = \underline{\hspace{10em}}$$

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{га}$.

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = \underline{\hspace{2em}}$; $\xi_N = \underline{\hspace{2em}}$);

б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = \underline{\hspace{2em}}$);

в) розрахунки параметрів режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ($\tau_{\text{рух}} = \underline{\hspace{2em}}$, $\tau_{\text{зм}} = \underline{\hspace{2em}}$);

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ($W_{\Gamma} = \underline{\hspace{2em}}$, га/год);

– за зміну ($W_{\text{зм}} = \underline{\hspace{2em}}$, га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{\text{га}} = \underline{\hspace{2em}}$, кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($Z_{\Pi} = \underline{\hspace{2em}}$, люд · год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{\Pi} = \underline{\hspace{2em}}$, Дж/га).

Довідкова література

1. Машиновикористання в землеробстві / В. І. Ільченко, Ю. П. Нагірний, П. А. Джолос та ін.: За ред. В. І. Ільченка і Ю. П. Нагірного.– К.: Урожай, 1996 р. –384 с.
2. Каталог – довідник машин і обладнання для агропромислового комплексу (видання друге). – К.: Асоціація „Прома” – 2002.
3. Довідник з машиновикористання в землеробстві / за ред. В. І. Пастухова. – Харків : „Веста” – 2001, 347 с.
4. Агрокваліметрія / Ковтун Ю. І., Мазоренко Д. І., Пастухов В. І., Джолос П. А. – Харків: РВП «Оригінал», – 2000, 314с., іл.
5. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи / Держагропром УРСР.– К.: Урожай, 1991. – 472 с.
6. Збірник методик з використання машин в землеробстві /За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.
7. Каталог сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник /За ред. Л. М. Тіщенко та В. І. Мельника. – Харків: ХНТУСГ – 2015. – 450 с.

Зміст

<i>Практична робота № 1</i> «Вибір раціонального складу агрегату»	3
<i>Практична робота № 2</i> «Технологія та організація виконання поверхневого обробітку ґрунту»	14
<i>Практична робота № 3</i> «Технологія та організація виконання оранки»	34
<i>Довідкова література</i>	53

Навчальне видання

**КОМПЛЕКТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ АГРЕГАТИВ В СИСТЕМАХ
РОСЛИННИЦТВА. ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ**

Методичні вказівки № 1
до виконання практичних робіт
студентами першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти, денної (заочної) форми навчання ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 Агроінженерія

Укладачі:

МЕЛЬНИК Віктор Іванович
АРТЬОМОВ Микола Прокопович
АНИКЄЄВ Олександр Іванович
ЦИГАНЕНКО Михайло Олександрович
СИРОВИЦЬКИЙ Кирило Геннадійович
ЧИГРИНА Світлана Андріївна

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 3,19. Наклад 200 пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44