

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінжинірингу

ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ

Методичні вказівки щодо виконання курсового проекту
для студентів 4 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія»
денної і заочної форм навчання
освітнього ступеня «бакалавр»

СУМИ - 2022

УДК 631.3.62-5
Е 45

Укладачі: **Зубко В.М.**, д.т.н., професор кафедри агроінжинірингу
Сировицький К.Г., старший викладач кафедри агроінжинірингу

Зубко В.М., Сировицький К.Г.

Е 45 Експлуатація машин і обладнання : методичні вказівки щодо виконання курсового проекту для студентів 4 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної і заочної форм навчання освітнього ступеня «бакалавр» / Зубко В.М., Сировицький К.Г. - Суми, 2022. – 36 с.

Складено у відповідності з програмою дисципліни «Експлуатація машин і обладнання» для виконання завдань з організації технологічних процесів, оволодіння методами і методиками розрахунку експлуатаційних показників роботи агрегатів, які вибрано для заданих умов, з визначенням основних експлуатаційних показників.

Рецензенти:

Анікєєв О.І., к.т.н., доцент кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБТУ;

Панкова О.В., к.с.-г.н., доцент кафедри екології ХНАДУ;

Харченко С.О., д.т.н., доцент кафедри агроінжинірингу СНАУ.

Відповідальний за випуск:

Шуляк М.Л., д.т.н., професор, завідувач кафедри агроінжинірингу СНАУ.

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою інженерно-технологічного факультету. Протоко № _____ від «___» _____ 20__ року

© Сумський національний аграрний університет, 2022

ПЕРЕДМОВА

Курсове проектування з дисципліни «Експлуатація машин і обладнання» проводиться з метою закріпити і систематизувати теоретичні знання студентів по курсу, допомогти їм оволодіти методикою і навичками самостійного рішення інженерних задач. Виконання проекту потребує попереднього вивчення учбової і довідкової літератури, що має важливе значення в придбанні навиків самостійно працювати з книгою, довідниками, каталогами, рекомендаціями.

Проект виконується по вихідним даним конкретного господарства. При їх відсутності проект виконується по вихідним даним на проектування згідно індивідуального завдання.

Питання, які розглядаються у проекті є експлуатаційними, що направлені на підвищення продуктивності, зниження собівартості, зниження витрат палива, або підвищення якості виконання технологічних операцій.

ЗМІСТ

<i>Вступ</i>	<i>5</i>
<i>1. Обґрунтування технічних засобів виконання технологічного процесу.....</i>	<i>5</i>
<i>2. Організація виконання технологічного процесу.....</i>	<i>14</i>
<i>3. Безвідмовність і надійність технологічного комплексу.....</i>	<i>16</i>
<i>4. Контроль і оцінка якості технологічного процесу.....</i>	<i>25</i>
<i>Загальні висновки.....</i>	<i>25</i>
<i>Список використаних джерел.....</i>	<i>26</i>
<i>Додатки</i>	<i>27</i>

ВСТУП.

1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.

1.1. Огляд технічних засобів заданого технологічного процесу.

У даному підрозділі необхідно розглянути по літературним джерелам засоби механізації технологічної операції які виготовляються машинобудівними підприємствами. Сформулювати їх призначення, та область використання. Вказати недоліки або перевагу технічного засобу. З яким трактором агрегатується.

1.2. Характеристика умов при яких виконується заданий технологічний процес.

На карті полів згідно сівозміни вибрати поле, чи поля на яких виконується цей технологічний процес. Привести характеристику поля:

– площа, довжина та ширина; тип, та підтип ґрунтів; питомий тяговий опір; кут ухилу місцевості; конфігурацію; відстань від пунктів зберігання насіння, добрив, готової продукції, та інших додаткових даних специфічних до цієї технологічної операції.

1.3. Мета і критерії оцінки роботи комплексу.

Використовуючи літературні джерела, підручники, конспекти лекцій описати мету та критерії оцінки при виконанні заданого технологічного процесу.

Мета оцінки роботи комплексу полягає в обґрунтуванні оптимального складу агрегатів, які роблять в конкретних умовах сільськогосподарського підприємства

Критерії оцінки комплексу можуть бути запропоновані особою яка приймає рішення, або експлуатаційні критерії, а саме продуктивність, витрата палива на одиницю виконаної роботи, витрати енергії, собівартість одиниці роботи агрегату.

1.4. Вибір технології виконання технологічного процесу

Задача вибору раціонального складу МТА є багатоваріантною. Із числа можливих варіантів складу МТА потрібно сформувати вихідну множину альтернативних варіантів, які, в свою чергу, оцінюються відповідною множиною критеріїв. Багатокритеріальну оцінку варіантів доцільно здійснювати по методу Парето. Суть методу полягає у виявленні варіантів, які домінують над іншими за прийнятими критеріями.

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 W , питомі витрати палива на одиницю обсягу роботи g_{ca} , затрати сукупної непоновлюваної енергії E_{nn} і собівартість години роботи технічного засобу C_{mz} . Для цього, запропоновані варіанти технічних засобів і їх параметри, які вибираємо із довідкової літератури [2, 3], заносимо в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики агрегатів.

Агрегат (№ варіанту)	Потужність двигуна, N_{en} кВт	Маса технічного засобу, кг			Продуктивність за годину основного часу, W_o га/год	Питомі витрати палива, г/кВт·год, g_{en}
		Трактора, M_{trp}	с - г машини, M_m	самохідного агрегату, $M_{c.a2}$		
1.						
2.						
3.						

Для порівняння параметрів приведених агрегатів необхідно розрахувати значення критеріїв:

Продуктивність технічного засобу, га/год:

$$W_{\text{с.зм}} = W_o \cdot \tau_{\text{зм}}, \quad (1.1)$$

де: W_o – продуктивність за годину основного часу, га/год (табл. 1.1);

$\tau_{\text{зм}}$ – коефіцієнт використання часу зміни [2; 3 табл. 5.2].

Витрати палива на один гектар при номінальному завантаженні двигуна технічного засобу, кг/га:

$$g_{ca} = \frac{10^{-3} N_{en} \cdot g_{en}}{W_{\text{с.зм}}}, \quad (1.2)$$

де: N_{en} – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт (табл. 1.1)

g_{en} – питомі витрати палива двигуна, г/кВт·год [табл. 1.1].

Затрати сукупної непоновлюваної енергії, МДж/га:

$$E_n = \alpha_n g_{ca} + \sum_m \alpha_{mi} g_{mi} + \frac{\alpha_{mp} M_{mp} + \sum^n \alpha_{np} M_{np} + \sum^k \alpha_p M_p + \sum^i \alpha_i N_i}{W_{2,3M}}, \quad (1.3)$$

де: α_n – енергетичні еквіваленти витраченого палива, МДж/кг; [2; 3, табл.6.9];

g_{ca} – витрати палива на одиницю роботи, кг/га (результати розрахунків формули 1.2);

α_{mi} – енергетичні еквіваленти технологічних матеріалів, МДж/одиницю виміру. [2; 3, табл. 6.9];

g_{mi} – витрати технологічних матеріалів, кг/одиницю роботи (із завдання по конкретній операції);

$\alpha_{тр}, \alpha_{рм}$ – енергетичні еквіваленти години роботи трактора, причепів, зчіпки, робочих машин, МДж/кг · год, [2; 3, табл.6.6];

M_{mp}, M_p – маса трактора, причепів, зчіпки, робочих машин, кг, (табл. 1.1);

α_i – енергетичний еквівалент години праці персоналу, МДж/люд · год, [2; 3, табл.6.8];

N_i – кількість працюючих i -тої категорії, люд. (згідно з умовами використання МТА).

Собівартість години роботи технічного засобу, грн./год:

$$C_{mз} = A + K + 3_{\delta} + П + C_m + 3_n + B_n + B_m + B_{то}, \quad (1.4)$$

де: A – амортизаційні відрахування, грн./год;

K – витрати на погашення кредиту, грн./год;

3_{δ} – витрати на зберігання технічних засобів, грн./год;

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

C_m – страхові внески, грн./год;

3_n – витрати на оплату праці персоналу, грн./год;

B_n – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год;

B_m – вартість технологічних матеріалів, грн./год;

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

Амортизаційні відрахування (визначаються окремо для трактора і для робочої машини), грн./год:

$$A = \frac{(C_n - C_k)}{T_{тр} \cdot T_3}, \quad (1.5)$$

де: C_n – вартість нового технічного засобу, грн. [2; 3, табл. 6.7];
Таблиця 1.2 – Вартість нових тракторів та сільськогосподарських машин

Марка трактору	1-й варіант	2-й варіант	3-й варіант
Вартість, грн			
Марка с-г машини			
Вартість, грн			

C_k – вартість технічного засобу в кінці експлуатації, грн.

$$C_k = C_{мб} M_{мз} \quad (1.6)$$

де: $C_{мб}$ – вартість металобрухту, грн/кг;

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

$T_{тр}$ – амортизаційний строк служби трактора, роки;

$T_{тр} = \text{___}$ років;

$T_{с.г.м}$ – амортизаційний строк служби с.г. машини, $T_{с.г.м} = \text{___}$ років (визначається за формулою 1.5, де замість $T_{тр}$ підставляємо $T_{с.г.м}$);

T_3 – нормативне завантаження технічного засобу на протязі року, год. [2; 3, табл. 6.7].

Витрати на погашення кредиту (визначаються окремо для трактора і робочої машини), грн./год.:

$$K = \frac{(C_n - C_k)k}{2T_{тр} \cdot T_3}, \quad (1.7)$$

де: k – доля відрахувань на погашення кредиту ($k = 0,27 \dots 0,30$).

Витрати на зберігання технічних засобів, (визначаються окремо для трактора і робочої машини), грн./год.:

$$Z_o = \frac{(C_n - C_k)a}{T_p \cdot T_z}, \quad (1.8)$$

де: a – доля вартості технічних засобів, яка витрачається на організацію зберігання ($a = 0,01$).

Податок на технічні засоби, грн./год.:

$$П = \frac{П_p}{T_z}, \quad (1.9)$$

де: $П_p$ – річний податок, (трактори класу 5т – 520 грн; 3т – 400 грн.; 1,4т – 240 грн. С.г-машини – 50-80% від трактора).

Витрати на оплату праці персоналу, грн./год.:

$$Z_n = \sum_i^N C_{zi}, \quad (1.10)$$

де: C_{zi} – годинна тарифна ставка механізаторів і обслуговуючого персоналу, грн./год.

Вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год.:

$$B_n = (1,1...1,15) C_n \cdot g_{za} \gamma_n \cdot W_{г.зм}, \quad (1.11)$$

де: C_n – ціна палива, (береться оптова ціна на час виконання проекту), грн./л;

γ_n – питомий об'єм палива, л/кг (для дизельного $\gamma_n = 1,2$).

Вартість технічного обслуговування, (визначається окремо для трактора і робочої машини), грн./год.:

$$B_{TO} = \frac{(C_n - C_k)\alpha_{TO}}{T_p \cdot T_z}, \quad (1.12)$$

де: α_{TO} – норма річних відрахувань на технічне обслуговування в долях одиниці. [2; 3, табл. 6.7].

Числові значення, які одержані при розрахунку формул (1.5...1.12) підставити в залежність (1.4) і визначити собівартість

години роботи технічного засобу.

Розраховані по формулам 1.1...1.4 критерії заносимо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Формування множини альтернативних варіантів технічних засобів по методу найменшої відстані до цілі по заданим критеріям технічних засобів

Варіант	$W_{г.зм}$, га/год	$g_{га}$, кг/га	E_n , МДж/га	$C_{мз}$, грн./год
1				
2				
3				

Для вияву домінуючого варіанту необхідно порівняти чисельні значення розрахованих критеріїв. Кращий варіант складу МТА повинен мати найкращі (для нашого випадку – найменші) значення критеріїв.

Для цього складаємо нову таблицю 1.4 і в колонку продуктивності $W_{г.зм}$ заносимо значення обернені до розрахованих, тобто $\frac{1}{W_{г.зм}}$.

Таблиця 1.4 – Визначення площ чотирикутників варіантів агрегатів

Варіант	$\frac{1}{W_{г.зм}}$	$g_{га}$, кг/га	E_n , МДж/га	$C_{мз}$, грн./год	P_j
1					
2					
3					

Для наочності процесу вибору 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 О). З'єднуючи

точки на шкалах для i -того варіанту, отримуємо багатокутники. На найменших значеннях критеріїв будуємо багатокутник ідеального варіанту.

Привести малюнок графічного методу вибору кращого агрегату.

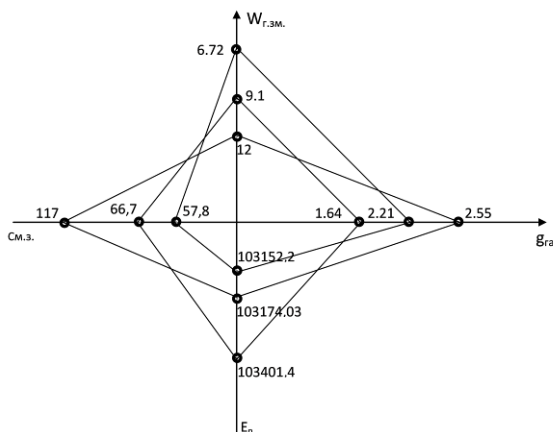


Рисунок 1.1 – Графік вибору оптимального складу агрегату по методу найменшої відстані до цілі (приклад).

В останню колонку таблиці 1.4 заносимо значення площі багатокутників кожного варіанту, що відповідають значенням критеріїв.

$$P_j = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{W_{г.змj}} \cdot g_{гаj} + \frac{1}{2} g_{гаj} \cdot E_{nj} + \frac{1}{2} E_{nj} \cdot C_{мзj} + \frac{1}{2} C_{мзj} \cdot \frac{1}{W_{г.змj}}, \quad (1.13)$$

Кращому варіанту відповідає багатокутник з найменшим значенням площі P_j .

Вибір раціонального складу МТА по методу найменшої відстані до цілі потребує додаткових розрахунків, результати яких заносимо в таблицю 1.5.

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

Для ідеалізованого варіанту (нижній рядок) вибираємо кращі показники із всіх вище наведених варіантів і заносимо їх в останню строку таблиці 1.5 «Ідеал».

Розраховуємо площу багатокутника ідеалізованого варіанту Π_0 по формулі 1.13.

В останню колонку таблиці 1.5 заносимо узагальнений критерій відстані до цілі (μ), який розраховується для кожного j -го варіанту

$$\mu_j = \frac{\Pi_j}{\Pi_0}, \quad (1.14)$$

Порівнюючи значення μ_j різних варіантів технічних засобів з ідеальним значенням μ_0 знаходимо остаточно кращий варіант, який має найменшу відстань до цілі.

Таблиця 1.5 – Критерії технічних засобів для вибору ідеалізованого варіанту складу МТА по методу відстані до цілі

Варіант	$\frac{1}{W_{г.змj}}$	$g_{га}$, кг/га	E_n , МДж/га	$C_{тз}$, грн./год	Π_j	μ
1						
2						
3						
Ідеал						

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

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.

2.1 Пояснити призначення операції, перелічити агротехнічні вимоги.

Використовуючи літературні джерела, підручники, конспекти лекцій надати призначення операції, та перелічити агротехнічні умови.

2.2 Обґрунтувати режими роботи агрегату.

Використовуючи збірник методик [2] та довідник [3], згідно з заданою операцією виконати цей розрахунок.

2.3 Навести порядок підготовки агрегату до роботи.

Використовуючи літературні джерела, підручники, конспекти лекцій описати основні операції, які проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції, встановити технологічні параметри агрегату при виконанні заданого технологічного процесу.

2.4 Навести послідовність підготовки поля до роботи.

Привести схему поля (із карти полів господарства), розбити її на заїмки, позначити поворотні смуги і показати прийнятий спосіб руху агрегату. Визначити ширину заїмки (при необхідності), враховуючи склад агрегату. Оцінити досконалість прийнятого способу руху і виду поворотів.

2.5 Визначити експлуатаційні показники роботи агрегату продуктивність, витрату палива та затрати праці на одиницю виконаної роботи, витрату енергії.

Використовуючи збірник методик [2] та довідник [3], згідно з заданою операцією виконати цей розрахунок.

2.6 Навести контроль і оцінку якості виконання заданого технологічного процесу.

Використовуючи літературу зі списку використаних джерел та відкритих джерел в мережі Internet перелічити питання по контролю і оцінці якості виконання заданого технологічного процесу.

Висновки.

По розрахованим значенням параметрів оцінити роботу агрегатів при виконанні технологічного процесу:

- розрахункова продуктивність агрегату, га/год;
- витрати пального, кг/га, л/га;
- витрати праці, люд/год;
- витрати енергії, мДж/га;

З БЕЗВІДМОВНІСТІ І НАДІЙНІСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ.

3.1 Побудувати структурну схему технічного комплексу для оцінки його безвідмовності і надійності.

Технічний комплекс машин для виконання технологічної операції, є набір ланок, які мають змогу виконувати її при послідовному, паралельному, або послідовно-паралельному з'єднанні. Кожна ланка виконує визначену долю технологічного процесу, в складі якої є набір спеціальних машин, які також можуть бути зібрані у послідовні, паралельні, або паралельно-послідовні схеми.

3.2 Обґрунтувати кількість агрегатів для виконання технологічних операцій, з урахуванням тривалості робочого дня і кількості робочих днів.

Визначення кількості агрегатів для виконання запланованого виду робіт

$$n_a = \frac{W}{W_{\text{г.зм}} T_{\text{р.д}} D_p} \quad (3.1)$$

де: W – обсяг робіт операції в одиницях виміру роботи, га, т.;

$W_{\text{г.зм}}$ – виробіток агрегату за одну годину змінного часу, га/год, т/год;

$T_{\text{р.д}}$ – запланована тривалість роботи агрегату протягом доби, год.

D_p – запланована тривалість виконання операції в робочих днях.

Для забезпечення системної цілісності і максимального завантаження всіх його ланок необхідно виконати умову поточності технологічного процесу:

$$W_{23} n_k = \frac{W_{m3} n_{m3}}{H_3} = \frac{W_{np} n_{np}}{H_3 \delta_c} = \frac{W_n n_n}{H_3 \delta_c} \quad (3.2)$$

де: W_{m3} – продуктивність транспортного засобу для відвезення зерна, т/год:

$$W_{m3} = \frac{g_{m3}}{t_{об.м3}} \quad (3.3)$$

де: g_{m3} – вантажність транспортного засобу, т;
 $t_{об.м3}$ – час обороту транспортного засобу, год;

$$t_{об.м3} = \frac{S_3}{V_{p.м3}} + \frac{S_3}{V_{x.м3}} + t_{p.б} \frac{g_{m3}}{V_б \rho_3} + t_{роз} \quad (3.4)$$

де: $V_{p.м3}$ і $V_{x.м3}$ – швидкість руху транспортного засобу з вантажем і без нього, км/год (можна прийняти $V_{p.м3} = 30$ км/год, $V_{x.м3} = 40$ км/год);

$t_{роз}$ – час розвантаження транспортного засобу, год;
 $(t_{роз} = 0,03...0,05 \text{ год})$.

Кількість транспортних засобів розрахувати по залежності:

$$n_{m3} = \frac{W_{23}}{W_{m3}} H_3 n_k \quad (3.5)$$

де: H_3 – врожайність культури, або норма висіву, або доза внесення добрив, або розчину, т/га, кг/га, л/га.

n_k – кількість агрегатів основної операції, шт.

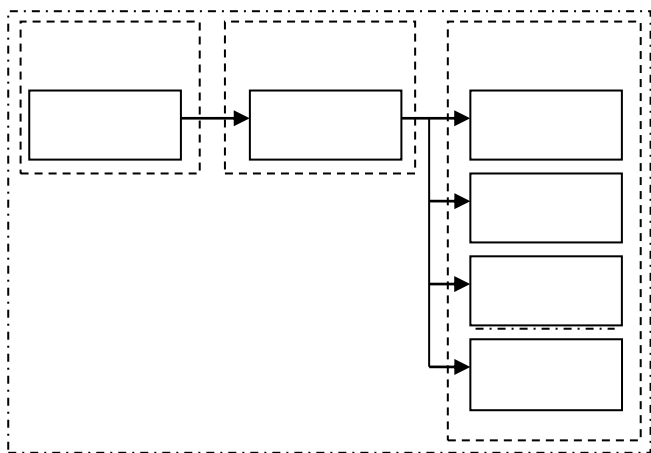


Рисунок 3.1 – Схема взаємодії ланок технічного комплексу для заданого технологічного процесу.

Згідно із структурною схемою технічного комплексу скласти таблицю 3.1, в якій привести марочний і кількісний склад машин, які входять в агрегати і ланки,(колонки 1, 2, 3).

Таблиця 3.1 – Склад і технічні характеристики машин комплексу.

Ланки технічного комплексу	Марка машини, знаряддя	Кількість, шт.	Наробіток на відмову $T_o, год$	Інтенсивність відмов, $\lambda_m, год^{-1}$	Імовірність безвідмовної роботи		
					машини, P_m	агрегату, P_a	ланки, P_l
1	2	3	4	5	6	7	8

Перш за все, оцінити безвідмовність усіх складових технологічної системи. При цьому необхідно вважати, що

машини комплексу після відмови не будуть відновлювати в період виконання технологічного процесу.

Для рішення цієї задачі необхідно визначити імовірність безвідмовної роботи кожної складової технологічної системи починаючи з машин, а потім агрегатів кожної ланки. Спочатку необхідно визначити інтенсивність відмов машин за формулою:

$$\lambda_m = \frac{1}{T_o}, \text{ год}^{-1} \quad (3.1)$$

де: T_o – наробіток на відмову (табл. 3.1)

Розраховані значення λ_m всіх складових технічного комплексу заносимо в колонку 5 табл. 3.1

Нормативний час тривалості виконання технологічної операції, год.:

$$t_n = T_{zm} D_p K_{zm} \quad (3.2)$$

де: T_{zm} – тривалість зміни, год. ($T_{zm} = 7$ год);

D_p – тривалість виконання технологічного процесу, днів;

K_{zm} – кількість змін за добу;

Визначаємо імовірність безвідмовної роботи тракторів, робочих машин, самохідних агрегатів по залежності:

$$P_m = \text{Exp}(-\lambda_m \cdot t_n) \quad (3.3)$$

виконаємо заміну виразу $(-\lambda_m t_n)$ на $(-x)$ тоді залежність (3.3) матиме вид:

$$P_m = e^{-x} \quad (3.4)$$

Результати розрахунків по формулі 3.4 заносимо в колонку 6 табл. 3.1.

Імовірність безвідмовної роботи агрегатів:

$$P_a = P_{tr} \cdot P_{zc} \cdot P_{ml} \dots P_{mi} \quad (3.5)$$

де: P_{tr} ; P_{zc} ; P_m – імовірність безвідмовної роботи трактора, зчіпки, робочої машини (із колонки 6 табл. 3.1);

i – кількість різнотипних машин в агрегаті.

Розраховані значення імовірності P_a заносимо в колонку 7 табл.3.1.

Імовірність безвідмовної роботи ланки визначається за формулою:

$$P_{\text{л}} = P_{a1} \cdot P_{a2} \cdot (1 - (1 - P_{a3})^4) \quad (3.6)$$

Результати розрахунків по залежності (3.6) заносимо в колонку 8 табл. 3.1.

Знаючи імовірність безвідмовної роботи ланки, можна визначити середній час безвідмовної роботи ланки, год:

$$T_{\text{лi}} = \frac{t_n}{|\ln(P_{\text{лi}})|} \quad (3.7)$$

де: $\ln(P_{\text{лi}})$ – логарифм $P_{\text{л}}$ при основі e це показник степені x , тобто:

$$T_{\text{лi}} = \frac{t_n}{x} \quad (3.8)$$

Порівнявши значення $T_{\text{л}}$ з t_n ми бачимо що $T_{\text{л}} > t_n$, то розрахунки вважають закінченими.

3.3 Визначити показники надійності технічного комплексу

Згідно із структурною схемою технічного комплексу скласти таблицю, в якій привести марочний і кількісний склад агрегатів (колонки 1, 2, 3), а також підготувати колонки для показників надійності, які надалі будуть розраховуватися. Колонки 1, 2, 3, і 4 заповнюються із табл. 3.1, а в колонку 6 заносимо розрахункову продуктивність агрегату, який виконує основну технологічну операцію і теоретичні значення продуктивності інших агрегатів ланки (із довідника).

Таблиця 3.2 – Склад і технологічні характеристики машин комплексу.

Ланки технічного комплексу	Марка машини, знаряддя	Кількість, шт.	Наробіток на відмову $T_o, год$	Час відновлення $T_e, год$	Продуктивність, га/год, т/га		Коефіцієнт готовності	
					Розрахункова W_a	фактична W_{af}	машин $K_{ГМ}$	агрегатів $K_{Га}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Визначити показники надійності всіх складових технічної комплексу (тракторів, зчіпок, робочих машин, агрегатів і ланок). Коефіцієнт готовності тракторів, зчіпок, робочих машин, самохідних агрегатів.

$$K_{ГМ} = \frac{T_o}{T_o + T_e} \quad (3.9)$$

Розраховані значення $K_{ГМ}$ заносимо в колонку 8 табл. 3.2.

Коефіцієнт готовності агрегатів визначаємо за формулою:

$$K_{Га} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^N (\frac{1}{K_{ГМi}} - 1)}, \quad (3.10)$$

де: N – кількість складових елементів агрегату (трактор, зчіпка, робочі машини, знаряддя і т. ін.).

Формула (3.10) може мати вид:

$$K_{\Gamma ai} = \frac{1}{1 + (\frac{1}{K_{\Gamma mp}} - 1) + (\frac{1}{K_{\Gamma m}} - 1) + (\frac{1}{K_{\Gamma m1}} - 1) + \dots + (\frac{1}{K_{\Gamma mi}} - 1)},$$

Розраховані значення $K_{\Gamma a}$ заносимо в колонку 9 табл. 3.2.

Машини, які входять до складу агрегатів, можуть виходити із ладу в процесі виконання технологічної операції, що призводить до простоїв агрегатів і зниження їх продуктивності.

Фактична продуктивність агрегатів з урахуванням їх надійності:

$$W_{af} = K_{\Gamma a} W_a \quad (3.11)$$

Чисельні значення W_{af} заносимо в колонку 7 табл. 4.2.

Показники надійності ланки, яка складається із агрегатів для виконання основної технологічної операції, при умові, що всі агрегати однакові і працюють автономно, тобто включені в ланку паралельно. В даному випадку коефіцієнт готовності ланки буде дорівнювати коефіцієнту готовності агрегату.

$$K_{\Gamma л} = K_{\Gamma a} \quad (3.12)$$

Виробіток основної ланки за нормативний час виконання технологічної операції без урахування надійності машин, га

$$Q_{л} = t_n \cdot \sum_{i=1}^k W_{ai} \quad (3.13)$$

де: t_n – нормативний час технологічного процесу, год;

k – кількість агрегатів в ланці;

Фактичний виробіток основної ланки з урахуванням надійності машин, га:

$$Q_{лф} = t_n \cdot \sum_{i=1}^k W_{afi} \quad (3.14)$$

Втому випадку коли фактичний виробіток ланки за нормативний час $Q_{лф}$ буде більший $Q_{л}$, то приймаємо, що

кількість агрегатів в ланці і їх надійність достатні для своєчасного виконання запланованого обсягу роботи.

3.4 Визначити необхідну кількість запасних елементів сільськогосподарських машин для безвідмовної роботи технічного комплексу

Визначити інтенсивність потоку відмов заданого елементу машини по залежності:

$$\lambda_o = \sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{oi}}, \text{ год}^{-1} \quad (3.15)$$

Таблиця 3.3 – Перелік запасних елементів с-г машин і показники їх роботоздатності.

Елементи машин	Кількість, шт	Наробіток на відмову $T_o, \text{ год}$	Час відновлення $T_e, \text{ год}$	Інтенсивність		Імовірність		Кількість запасних елементів m , шт
				потоку відмов λ_o	потоку відновлення λ_e	безвідмовної роботи P_{el}	відмови q	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

де: i – елементи машин (вузли, деталі), які працюють одночасно і можуть виходити з ладу при виконанні роботи;

n – кількість однойменних елементів машин (вузлів, деталей).

T_o – наробіток на відмову елементу машини (табл. 3.1).

Розраховані значення λ_o заносимо в колонку 5 табл. 3.1.

Визначення інтенсивності потоку відновлення, год⁻¹:

$$\lambda_g = \sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{gi}} \quad (3.16)$$

Розраховані значення λ_g заносимо в колонку 6 табл. 3.3.

Визначення імовірність безвідмовної роботи (статистично визначається відношенням середнього наробітку на відмову до сумарного періоду, який включає наробіток на відмову і час відновлення, що імовірно може мати місце на протязі нормативного часу тривалості виконання технологічної операції).

$$P_{el} = \frac{\lambda_g}{\lambda_g + \lambda_o} \quad (3.17)$$

Імовірність відмови:

$$q = 1 - P_{el} \quad (3.18)$$

Розраховані значення P_{el} і q заносимо в колонку 7 і 8 табл. 3.3 відповідно.

Щоб визначити потребу у запасних вузлах чи деталях (m) для забезпечення безвідмовної роботи машин на період виконання технологічного процесу використовують умову, що імовірність того, що кількість відмов буде меншою від кількості запасних і відновлених вузлів чи деталей за цей період є функцією нормального закону розподілу цієї величини.

Для розв'язання нашої задачі функцією буде імовірність безвідмовної роботи $P_{el}\{m > nq\}$, а аргументом $-\frac{m-nq}{\sqrt{nP_{el}q}}$.

Тоді функціональна залежність матиме такий вид:

$$P_{el}\{m > nq\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{m-nq}{\sqrt{nP_{el}q}}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (3.19)$$

Звідси можна визначити кількість запасних елементів (вузлів чи деталей):

$$m = nq + 1,28\sqrt{nP_{el}q}1 \quad (3.20)$$

Розраховані значення m заносимо в колонку 9 табл. 3.3.

Зменшити потребу у запасних елементах можна за рахунок кращого технічного обслуговування і відповідної технологічної наладки агрегатів.

4 КОНТРОЛЬ І ОЦІНКА ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.

Привести дані з контролю і оцінки якості заданого технологічного процесу використовуючи список рекомендованих джерел, відкриті джерела мережі Internet та конспект лекцій з профільних дисциплін.

Розділ повинен включати в себе основні показники якості виконання заданого технологічного процесу, методи, методику і засоби їх контролю і оцінки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО ПРОЕКТУ.

У загальних висновках по проекту вкладають узагальнені результати розрахунків. У висновках необхідно наголосити на якісних або кількісних показниках здобутих результатів.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Експлуатація машин і обладнання. Каталог сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник / М. П. Артёмов [та ін.] ; за ред. В. І. Мельника. 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 600 с.
2. Збірник методик з використання машин в землеробстві / За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.
3. Довідник з машиновикористання в землеробстві [Текст]: навч. посібник / В.І. Пастухов, А.Г. Чигрин, П.А. Джолос та ін.; за редакцією В.І. Пастухова. – Харків: ООО «Веста», 2001. – 343с.
4. Каталог сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник / За ред. Л. М. Тіщенко та В. І. Мельника. – Харків: ХНТУСГ – 2015. – 450 с.
5. Агрокваліметрія / Ковтун Ю. І., Мазоренко Д. І., Пастухов В. І., Джолос П. А. – Харків: РВП «Оригінал», – 2000, 314с., іл.
6. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С. О. Харченко, О. В. Адамчук, О. І. Анікеєв, К. Г. Сировицький, Є. А. Гаєк, І. С. Тіщенко, Д. О. Харченко. За ред. С. О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.
7. Експлуатація та сервіс техніки. Частина ІІ. Комбайни. Навчальний посібник. / С. О. Харченко, О. В. Адамчук, О. В. Козаченко, М. В. Бакум, К. Г. Сировицький, М. М. Абдуєв, Ф. М. Харченко. За ред. С. О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. - 115 с.
8. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артёмов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.
9. Машини та обладнання АПК: конспект лекцій для студентів 2 курсу напря підготовки 6.100101 – «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі» денної форми навчання / Суми: Сумський національний аграрний університет, 2011р. – с. 84.

ДОДАТКИ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

КАФЕДРА АГРОІНЖИНІРИНГУ

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ (РОБОТА)

з дисципліни

«Експлуатація машин і обладнання»

Виконав (ла):
здобувач (ка) ВО ____ курсу
групи _____
Перевірив: _____

Суми-2022

ЗАВДАННЯ

на курсовий проект здобувачу вищої освіти

_____ курсу _____ групи

1. С.г. культура _____
2. Технологічна операція _____
3. Вид технологічної операції: (потрібне підкреслити)
 - **поверхневий** обробіток ґрунту;
 - **оранка** з оборотом пласта, – без обороту пласта;
 - **сівба** вузькорядна, – широкорядна;
 - **збирання** зернових культур роздільним способом,
 - прямим комбайнуванням;
 - **збирання** технічних культур прямоточним способом,
 - перевалочним способом;
 - **внесення** добрив прямоточним способом,
 - перевалочним способом;
 - **двофазне** внесення органічних добрив.
4. Конфігурація поля _____
5. Розмір поля:
площа $F = \underline{\hspace{2cm}}$, га; довжина $L = \underline{\hspace{2cm}}$, м; ширина $C = \underline{\hspace{2cm}}$, м
6. Рельєф поля, $\alpha^0 = \underline{\hspace{2cm}}$
7. Агрофон поля _____
8. Тип ґрунту _____

9. Різновид ґрунту _____
10. Глибина обробітку a , м _____
11. Норма висіву: насіння _____ кг/га, добрив при сівбі _____ кг/га
12. Урожайність: основної продукції, т/га _____, соломистість _____
13. Технологічний стан с.г. культури:
соломистість _____ %, засміченість _____ %, полеглисть _____ %
14. Норма внесення основної дози добрив _____ кг/га
15. Вид обробітку _____
16. Внутрішньогосподарські відстані перевезення, км _____
17. Запланована тривалість виконання операції _____, днів
18. Запланована тривалість роботи МТА протягом доби _____, год.

Склад агрегатів:

№ п/п	Марка трактора	Марка с.г. машини	Марка зчіпки	Марка додаткової с.г. машини	Марка комбайна
1					
2					
3					

Здобувач ВО _____ завдання прийняв _____.

Керівник курсового проекту: _____

Дата видачі завдання: « _____ » _____ 20__ р.

Додаток В

Правила оформлення

Курсовий проект виконується на форматі А4, шрифт Times New Roman, кегль 14, інтервал – 1,0, абзац – 1 см, поля: ліве – 2,5, праве 2, верхнє і нижнє – 2. Кожен розділ починається з нової сторінки.

Креслення виконуються на форматі А4 (210х297 мм). На форматі виконують внутрішню рамку (рис. 4.1).

У графах основного напису вказують:

- у графі 1 – назву виробу, починаючи з іменника; наприклад: «колесо зубчате»;

- у графі 2 – шифр креслення;
наприклад: 13.123.00.00.00.000 ГВА;

де: 13 – шифр кафедри;

123 – номер залікової книжки (якщо номер залікової книжки складається з двох цифр (наприклад 23), то перед номером додається цифра «0»);

00.00.00.000 – позиції складальних одиниць;

ГВА – графік вибору ідеалізованого варіанту агрегату;

ОКВ – операційна карта на виконання операції;

ТКВ – технологічна карта на виконання операції.

- у графі 7 – порядковий номер аркуша (на документах, що складаються з одного аркуша, графу не заповнюють);

- у графі 9 – назву начального закладу, факультету та номер групи; наприклад: СНАУ, ІТФ, МЕХ-2021-1;

- у графі 10 – розробив, перевірів, т. контроль, н. контроль та затвердив;

- у графах 11, 12, 13 – прізвища осіб, їх підписи та дату, коли документ підписаний.

Основний напис для креслень і схем:

Форма 1

					(2)			15
(f4)	(f5)	(f6)	(f7)	(f8)				5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				5
Розроб.					Літера	Маса	Масштаб	5
Перев.					(4)	(5)	(6)	5
Т.контр.					5	5	17	15
(f10)	(f11)	(f12)	(f13)		Арк. (7)	Аркуші (8)		5
Н.контр.					20		(9)	15
Затв.								5
7	10	23	15	10	50			55
185								

Основний напис для текстових конструкторських документів (перший і заголовний аркуш):

Форма 2

					(2)			15
(f4)	(f5)	(f6)	(f7)	(f8)				5
								5
(f10)	(f11)	(f12)	(f13)		Літера	Аркуш	Аркуші	5
					(4)	(7)	(8)	5
					5	5	15	15
					20		(9)	5
7	10	23	15	10	50			40
					120			
185								

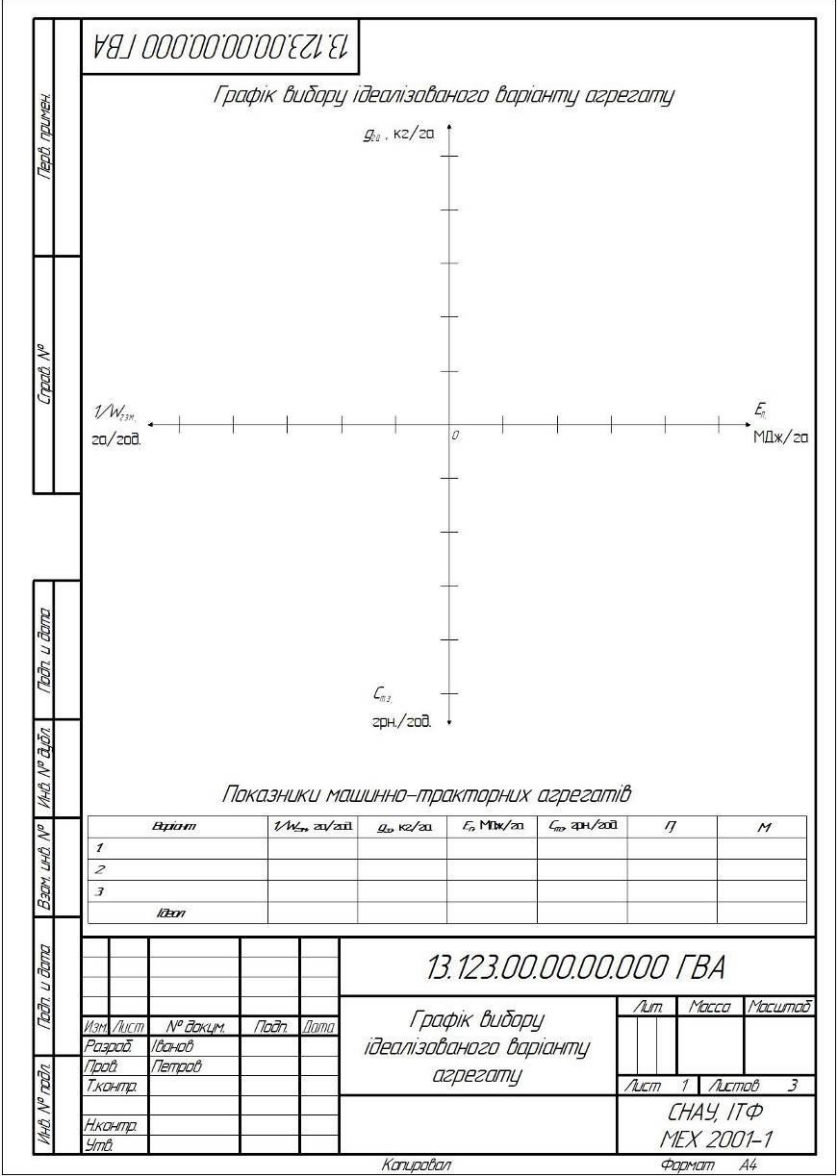
Основний напис для текстових конструкторських документів (наступні аркуші):

Форма 2а

					(2)		Аркуш	5
(f4)	(f5)	(f6)	(f7)	(f8)			(7)	5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				5
7	10	23	15	10	110		10	15
185								

Рисунок 4.1 – Оформлення підпису

Приклад оформлення креслень до курсового проекту представлено далі:



Креслення № 1 – Графік вибору ідеалізованого варіанту агрегату

Лист промен	13.123.00.00.00.00.00 ОКВ																				
	Операційна карта на виконання технологічної операції <i>Склад агрегату</i> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 15%;">Трактор</th> <th style="width: 15%;">Робоча машина</th> <th style="width: 15%;">$\frac{1}{W_{зп}}$, год/год</th> <th style="width: 15%;">$g_{зп}$, кг/год</th> <th style="width: 15%;">$E_{п}$, МДж/год</th> <th style="width: 15%;">$C_{пш}$, грн/год</th> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Трактор	Робоча машина	$\frac{1}{W_{зп}}$, год/год	$g_{зп}$, кг/год	$E_{п}$, МДж/год	$C_{пш}$, грн/год									
Трактор	Робоча машина	$\frac{1}{W_{зп}}$, год/год	$g_{зп}$, кг/год	$E_{п}$, МДж/год	$C_{пш}$, грн/год																
Строби №	<i>Показники агрегату</i> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%;">$W_{зп}$, год</th> <th style="width: 25%;">$g_{зп}$, год</th> <th style="width: 25%;">$З_{пш}$, люд год/год</th> <th style="width: 25%;">$A_{п}$, Дж/кг</th> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						$W_{зп}$, год	$g_{зп}$, год	$З_{пш}$, люд год/год	$A_{п}$, Дж/кг											
	$W_{зп}$, год	$g_{зп}$, год	$З_{пш}$, люд год/год	$A_{п}$, Дж/кг																	
<i>Контроль якості</i>																					
Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата															
Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата															
13.123.00.00.00.00.00 ОКВ						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 20%;">Лит</th> <th style="width: 20%;">Масса</th> <th style="width: 20%;">Масштаб</th> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Лист 2</td> <td style="text-align: center;">Листов 3</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">СНАУ, ІТФ</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">МЕМ 2001-1</td> </tr> </table>	Лит	Масса	Масштаб				Лист 2		Листов 3	СНАУ, ІТФ			МЕМ 2001-1		
Лит	Масса	Масштаб																			
Лист 2		Листов 3																			
СНАУ, ІТФ																					
МЕМ 2001-1																					
Операційна карта на виконання технологічної операції																					
Копіював																					
Формат А4																					
Лист 2																					

Креслення № 2 – Операційна карта на виконання операції

Пері промен.	13.123.00.00.00.000 ТКВ										
Стор. №	Технологічна карта на виконання операції Підготовка поля до роботи Підготовка агрегату до роботи Схема руху агрегату										
Підп. і дата	Мас. № відп.	Взам. инв. №	Підп. і дата	13.123.00.00.00.000 ТКВ							
Мас. № табл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Технологічна карта на виконання операції		Лист	Масштаб	Масштаб	
	Разработ		Иванов								
	Проб		Петров								
	Т.контр.							Лист 3	Листов 3		
	И.контр.							СНАУ, ІТФ МЕТ 2001-1			
	Стр.										
Копіювання						Формат А4					

Креслення № 3 – Технологічна карта на виконання операції

Зубко Владислав Миколайович
Сировицький Кирило Геннадійович

ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ

Методичні вказівки щодо виконання курсового проекту

Суми, РВВ, Сумський національний аграрний університет,
вул. Г. Кондратьєва, 160

Підписано до друку: вересень, 2022 р. Формат А5: Гарнітура Times New Roman

Тираж: 100 примірників Замовлення _____ Ум. друк. арк. 2,09
