МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для дипломного проектування

“Оцінка економічної ефективності технічних рішень”

для студентів зі спеціальності
131 «Прикладна механіка»
освітньої програми «Технології машинобудування»
усіх форм навчання

2023

Методичні рекомендації для дипломного проектування “Оцінка економічної ефективності технічних рішень” для студентів зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Г.В. Пухальська - Запоріжжя: НУ«Запорізька політехніка», 2023 - 44 с.

Укладач: Пухальська Г.В., к.т.н., доцент каф. ТМБ

Рецензент: Дядя С.І., к.т.н., доцент, зав. каф. ТМБ

Відповідальний за випуск Дядя С.І., к.т.н., доцент, зав. каф. ТМБ

Затверджено на засіданні кафедри
«Технологія машинобудування»
Протокол № 8
від 27 квітня 2023 р.

Рекомендовано до видання
НМК МФ
Протокол № 6 від 17.05.2023 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ПОКАЗНИКИ ПОРІВНЯЛЬНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	5
1.1 Критерії для ухвалення рішення	7
1.2 Визначення меж доцільності впровадження порівнюваних варіантів	8
2 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	10
2.1 Витрати на основні матеріали	12
2.2 Заробітна плата основних виробничих робітників	13
2.3 Заробітна плата допоміжних робітників	14
2.4 Амортизаційні відрахування на обладнання та дороге оснащення з тривалим терміном служби	14
2.5 Витрати на інструмент	15
2.6 Витрати на швидкозношувальне технологічне оснащення	15
2.7 Витрати на технологічну електроенергію	15
2.8 Витрати на обслуговування та ремонт обладнання	16
2.9 Витрати на налаштування інструментів поза верстатом	16
2.10 Інші загальновиробничі витрати	17
3 ПРАКТИЧНИЙ ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СОБІВАРТОСТІ ПОЕЛЕМЕТНИМ МЕТОДОМ	18
3.1 Заробітна плата основних виробничих робітників	20
3.2 Заробітна плата допоміжних робітників	21
3.3 Амортизаційні відрахування на обладнання	21
3.4 Витрати на інструмент	22
3.5 Витрати на технологічну електроенергію	23
3.6 Витрати на обслуговування та ремонт обладнання	24
3.7 Витрати на налаштування інструментів поза верстатом	25
4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИСТРОЇВ	28
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	31
Додаток А	33
Додаток Б	34
Додаток В	35
Додаток Г	41

ВСТУП

Розрахунки порівняльної економічної ефективності капітальних вкладень застосовуються при зіставленні кількох варіантів господарських або технічних рішень: при вирішення завдань щодо вибору взаємозамінних матеріалів, впровадження нових видів техніки, модернізації обладнання. Рішення (варіанти), які рекомендується застосовувати для порівняння:

- поповнення парку новими високопродуктивними машинами, приладами - як базу для порівняння доцільно використовувати кращі зразки обладнання, що серійно випускаються, або доступні варіанти;
- заміна фізично і морально зношеної техніки (база для порівняння - техніка, що замінюється);
- модернізація наявного обладнання з метою поліпшення його техніко-економічних показників (зразки машин до модернізації; зразки обладнання, що серійно випускається, з аналогічними техніко-економічними показниками).

Методика порівняльної економічної ефективності використовується для оцінки технічних рішень, які є альтернативними для забезпечення однакових кінцевих результатів діяльності, тобто кінцеві результати (виробництво конкретної продукції з певними характеристиками в заданому обсязі) вже відомі. Виникає необхідність визначити, який спосіб виготовлення продукції на тому чи іншому етапі діяльності підприємства є вигіднішим.

Таким чином, за однакових кінцевих результатів економія за собівартістю ($E_{ур}$ - умовно-річна економія) рівноцінна додатковому прибутку, який отримується у разі вибору оптимального з погляду витрат варіанта. Розрахунки, що виконуються на основі економії на витратах, мають істотну перевагу - зниження трудомісткості завдяки зниженню кількості вихідних даних та обсягів розрахунків. У цьому випадку в процесі розрахунку немає потреби у використанні цін на продукцію та виручки від реалізації, немає необхідності включати до розрахунків види витрат, які залишаються однаковими у порівнюваних варіантах, оскільки при розрахунку економії (різниця витрат за варіантами) вони не впливають на результат.

1 ПОКАЗНИКИ ПОРІВНЯЛЬНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Перелік показників порівняльної ефективності: базові показники, що характеризують кожен варіант за різними видами витрат, та критерії прийняття рішення. Базові показники включають такі.

1. Собівартість (*С)* розраховується, на відміну від прийнятого порядку розрахунку собівартості, тільки за тими видами витрат, які різняться у аналізованих варіантах, розрахунок ведеться або відразу в річному обчисленні, або спочатку на одиницю продукції, а потім отриманий підсумок собівартості з розрахунку на одиницю множиться на задану річну програму випуску продукції.

2. Умовно-річна економія ($E_{ур}$) показує, скільки ми економимо на поточних витратах (собівартості) на рік, якщо віддамо перевагу варіанту з меншою собівартістю.

3. Капітальні вкладення (одноразові витрати, реальні інвестиції) (*К*) - ті, які необхідні для здійснення розглянутого варіанта.

4. Додаткові капітальні вкладення ($К_{дод}$) визначаються при порівнянні капітальних вкладень за варіантами. Доцільно розрізняти дві можливі ситуації:

- коли порівнюються між собою лише нові варіанти, тоді $К_{дод}$ визначається як різницю капітальних вкладень, необхідних для кожного з запропонованих варіантів,

$$К_{дод} = К_1 - К_2; \qquad (1.1)$$

- якщо в якості одного з варіантів розглядається той, який використовується в даний час (базовий варіант), то для нього до розрахунку капітальних вкладень включаються тільки ті витрати, які необхідно зробити для забезпечення результатів та умов, що відповідають можливостям іншого варіанти. Якщо базовий варіант можна порівняти з впроваджуваними за всіма істотними факторами (обсяг виробництва, умови праці, якісні параметри продукції), то $К_б$=0.

Критерієм госпрозрахункової ефективності є зростання прибутку. У загальному випадку зростання прибутку розраховується за формулою:

$$П_{дод}=(Ц_2-С_2)\cdot N_2-(Ц_1-С_1)\cdot N_1 \quad (1.2)$$

де *Ц* - ціна одиниці продукції, грн.;
С - собівартість одиниці продукції, грн.;
N - річний випуск продукції, шт.

Індекси 1 та 2 відповідно до показників до та після проведення заходів. В результаті впровадження заходу можуть змінюватися значення всіх або деяких складових формули (1.2): ціна, обсяг реалізації, собівартість продукції. Для заходів, вкладених у зниження витрат за продукцію без зміни її якості та кількості, тобто при $Ц_1=Ц_2$ та $N_1=N_2$ формула (1.2) набуває вигляду:

$$П_{дод}=(С_1- С_2)\cdot N \quad (1.3)$$

Найбільшого поширення для зазначених випадків формула (1.2) набула назву формули визначення умовно річного економічного ефекту:

$$Е_{ур}=(С_1- С_2)\cdot N \quad (1.4)$$

Для заходів, що підвищують якість виробів, при тому їх кількісному випуску, тобто коли $N_1=N_2$, формула (1.2) набуває вигляду:

$$П_{дод}=[(Ц_2-С_2)-(Ц_1-С_1)]\cdot N \quad (1.5)$$

Для заходів, що збільшують кількість продукції без зміни її якості та ціни, тобто коли $Ц_1=Ц_2$, формула (1.2) набуває вигляду:

$$П_{дод}=(Ц-С_2)\cdot N_2-(Ц-С_1)\cdot N_1 \quad (1.6)$$

Економія на собівартості визначається за формулою (1.4). Економія на наведених госпрозрахункових витратах (річний економічний ефект) визначається:

$$E_{нав}=B_{нав1}-B_{нав2}, \quad (1.7)$$

де $B_{нав1}$ та $B_{нав2}$ - наведені витрати госпрозрахункового підприємства за новим та базовим варіантами.

Величина наведених витрат розраховується за такою формулою:

$$B_{нав}=C+E_н \cdot K, \quad (1.8)$$

де C - собівартість річного обсягу продукції;

K - капіталовкладення та одноразові витрати по кожному з порівнюваних варіантів;

$E_н$ - нормативний коефіцієнт ефективності.

Підставивши значення $B_{нав}$ у формулу (1.7) і зробивши перетворення, отримаємо:

$$E_{нав}=E_{ур}-E_н \cdot K_{дод}. \quad (1.9)$$

Ця формула діє для випадків, коли $N_1=N_2$ та $Ц_1=Ц_2$.

У загальному випадку ця формула набуває вигляду:

$$E_{нав}= П_{дод}- E_н \cdot K_{дод}. \quad (1.10)$$

Умовою ефективності будь-якого заходу є $E_{нав}>0$. Це означає, що ставлення ефекту ($П_{дод}$) до капіталовкладень, що викликали цей ефект ($K_{дод}$), по даному заходу перевищує норматив ($П_{дод}/K_{дод}>E_н$). Показник "економія річних наведених витрат" ($E_{нав}$) - це сума додаткового прибутку, який отримає підприємство від запровадження цього заходу понад середнього прибутку, що визначається коефіцієнтом ефективності $E_н$.

1.1 Критерії для ухвалення рішення

1. Строк окупності додаткових капітальних вкладень ($T_{ок}$)

$$T_{ок}=\frac{Кдод}{Еур}\leq T_н, \quad (1.11)$$

де $T_н$ - нормативний термін окупності, визначається на розсуд інвестора чи керівництва підприємства, зокрема, залежить від масштабності інвестицій.

2. Наведені витрати за варіантами ($B_{нав}$) - наведені до одного року і поточні, і одноразові витрати

$$B_{нав}=C+E_н \cdot K, \qquad (1.12)$$

де $E_н$ - нормативний коефіцієнт ефективності, показує, яка частина капітальних вкладень має окупатися за один рік. Для застосування вибирається варіант із мінімальним значенням $B_{нав}$.

3. Річний економічний ефект ($E_р$) розраховується для визначення величини переваги найкращого варіанта в порівнянні з альтернативним за всіма видами витрат:

$$E_р=З_{нав1}-З_{нав2}=(C_1-C_2)+E_н \cdot (K_1-K_2) \qquad (1.13)$$

Витрати, що враховуються у складі собівартості - періодичні витрати, які поновлюються у кожному наступному періоді. Оскільки методика порівняльної економічної ефективності має на меті показати економічну перевагу одного з порівнюваних варіантів перед іншим, є можливість спростити розрахунок, не розглядаючи витрати, які мають однакове значення і в одному, і в іншому варіанті (при розрахунку умовно-річної економії або річного економічного ефекту такі витрати скорочуються).

1.2 Визначення меж доцільності впровадження порівнюваних варіантів

Розрахунки порівняльної економічної ефективності проводяться для конкретного значення перспективного обсягу діяльності підприємства. Але всі підприємства функціонують в умовах невизначеності то більшою, то меншою мірою. Тому обсяги виробництва у майбутньому можуть коливатися у певному діапазоні значень. Відомо, що результати розрахунку і відповідно до них прийняте рішення на користь одного з варіантів залежать від обсягу діяльності.

Це рішення може змінитись на протилежне при певній зміні обсягу виробництва. Щоб бути впевненим, що один із порівнюваних варіантів є економічно більш вигідним протягом усього запланованого діапазону значень обсягу діяльності, слід визначити критичний обсяг діяльності, при якому розглянуті варіанти рівновигідні (наведені витрати рівні). При всіх обсягах діяльності менше цього критичного обсягу вигіднішим буде один варіант, а при більших значеннях вигіднішим буде інший варіант. Якщо очікуваний діапазон обсягу виробництва повністю потрапляє в одну з зон, що виходять, можна бути впевненим у виборі одного з варіантів. Критичний обсяг діяльності відповідає точці, в якій наведені витрати за варіантами рівні. На основі рівності $З_{нав1}=З_{нав2}$ виводиться формула для розрахунку критичного обсягу діяльності:

$$N_{кр}=\frac{\left(С_{2пост}-С_{1пост}\right)+Е_{н}(К_{2}-К_{1})}{С_{1зм.}-С_{2зм.}}, \quad (1.14)$$

де $N_{кр}$ – критичний обсяг діяльності;

$С_{1пост}$ - умовно-постійні витрати на річний обсяг виробництва;

$С_{2пост}$ - умовно-постійні витрати на річний обсяг виробництва;

$Е_{н}$ - нормативний коефіцієнт ефективності;

$К_{1}$ – капітальні витрати за першим варіантом;

$К_{2}$ – капітальні витрати за другим варіантом;

$С_{1зм}$ - умовно-змінні витрати на 1 деталь за першим варіантом;

$С_{2зм.}$ - умовно-змінні витрати на 1 деталь за другим варіантом.

2 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Оскільки деякі економічні та експлуатаційні параметри обладнання відрізняються, необхідно дати економічне обґрунтування впровадження нової технології обробки деталі. Якщо обладнання, необхідне для нової технології, вже встановлено в цеху, є чинним і використовується в технологічному процесі, розрахунок економічної ефективності буде зводитись до визначення технологічної собівартості річного випуску деталі та вибору найбільш економічного варіанта. Розрахунок капітальних вкладень не проводитиметься. Визначення показників кількості обладнання, чисельності робітників та технологічної собівартості рекомендується здійснювати пооперaційно.

Розрахунок потреби в обладнанні необхідний для оцінки складових собівартості, зокрема, для оцінки кількості та заробітної плати допоміжних робітників, амортизаційних відрахувань та витрат на ремонт.

Розрахуємо потребу в обладнанні:

$$C_p = \frac{t_{\text{шт}-\text{кі}} \cdot N}{F_{\text{д}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{з}} \cdot 60} \qquad (2.1)$$

де C_p – рахункова кількість обладнання;

$t_{\text{шт}-\text{кі}}$ - штучно-калькуляційний час, хв, операції виготовлення i – тої деталі;

N – програма випуску;

$F_{\text{д}}$ - дійсний фонд часу роботи обладнання, год (при 2-змінній роботі 4015 год, при 1-змінній - 2007 год)

$k_{\text{в}}$ - коефіцієнт виконання норм часу (приймається за даними підприємства, приблизно можна прийняти $k_{\text{в}}$= 1,1…1,2);

$k_{\text{з}}$ - коефіцієнт завантаження обладнання (приймається за даними підприємства, приблизно можна прийняти $k_{\text{з}}$= 0,8…0,85);

60 - переведення хвилин в години.

Прийнята кількість технологічного обладнання $C_{пр}$ визначається шляхом округлення отриманої розрахункової кількості до найближчого цілого числа. Якщо обладнання універсальне, то

необхідно визначити коефіцієнт зайнятості обладнання шляхом виконання даної деталіоперації:

$$g=\frac{Ср}{\text{Спр}}. \quad (2.2)$$

Якщо обладнання спеціальне, то приймають g= 1. Чисельність робітників розраховується за всіма категоріями: виробничі робітники (верстатники, оператори), наладчики, електронники, транспортні робітники, контролери - лише у разі проектування ділянки. В інших випадках достатньо розрахувати чисельність верстатників (операторів), наладчиків та електронників.

Чисельність верстатників (операторів) розраховується за формулою:

$$Ч_в=\frac{t_{\text{шт-к}}\cdot N}{\Phi_{\text{в}}\cdot 60} \quad (2.3)$$

де $Ф_в$ - річний фонд часу одного робітника, год (приймається за даними підприємства).

Чисельність наладчиків, електронників розраховується за формулою:

$$Ч_{н(е)}=\frac{\text{С}_\text{р}\cdot n}{\text{Н}_{\text{он(е)}}}, \quad (2.4)$$

де n - кількість змін роботи устаткування;

$Н_{он(е)}$ - кількість верстатів (верстатів з ЧПК), що обслуговуються одним наладчиком (електронником), од. (Приймається за даними підприємства, залежить від складності обладнання, приблизно можна прийняти 3–5 одиниць для наладчиків, 2–3 одиниці - для електронників).

Технологічна собівартість деталі - це сума витрат на здійснення технологічних операцій її виготовлення без урахування покупних деталей, вузлів. Вона включає всі прямі витрати, пов'язані зі змістом та експлуатацією технологічного обладнання, за допомогою якого виготовляється продукція. Технологічна собівартість може бути розрахована поелементним чи нормативним методом.

Поелементний метод визначення технологічної собівартості включає розрахунок наступних статей витрат:
1. Витрати на основні матеріали M (за відрахуванням відходів) або вартість заготівлі $S_{заг}$.
2. Заробітна плата основних виробничих робітників $З_о$.
3. Заробітна плата допоміжних робітників (наладчиків) $З_д$.
4. Амортизаційні відрахування на обладнання та дороге оснащення з тривалим терміном служби $А_{від}$.
5. Витрати інструмент $S_{ін}$.
6. Витрати на швидкозношувальне технологічне оснащення $S_{ос}$.
7. Витрати на технологічну енергію $S_е$.
8. Витрати на обслуговування і ремонт устаткування $S_р$.
9. Витрати на налаштування інструментів поза верстатом для верстатів з ЧПК $S_н$.
10. Інші витрати $І_н$.
Розрахунок витрат технологічної собівартості поелементним методом зводиться до підсумовування перерахованих статей.

2.1 Витрати на основні матеріали

Потреба основних матеріалів визначається виходячи з їх планових норм витрат на одиницю продукції.

$$M=G\cdot Ц_т\cdot(1+k_{т.з.})-G_в\cdot Ц_в, \qquad (2.5)$$

де G - витрати матеріалу на одиницю виробу, кг;
$Ц_т$ - ціна одиниці виміру маси матеріалу, грн/кг;
$k_{т.з}$ - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати (0,05 – 0,15);
$G_в$ - маса реалізованих відходів, кг;
$Ц_в$ - вартість відходів за одиницю виміру, грн/кг.

Як витрати на матеріали можна використовувати вартість заготівлі.

2.2 Заробітна плата основних виробничих робітників

В основі фонду заробітної плати лежить прямий фонд заробітної плати, що включає оплату праці відрядників за розцінками та почасників за тарифом.

а) при відрядній системі заробітної плати

$$З_о = \sum_{i=1}^{m_{оп}} t_{шт_i} \cdot С_{тар} \cdot K_б \cdot k_{доп.} \cdot k_{соц.}, \quad (2.6)$$

де $m_{оп}$ - кількість операцій у технологічному процесі;

$t_{шт_i}$ - норма штучного часу виконання і-ой операції, год (для переведення хвилин у години розділити на 60);

$C_{тар}$ - годинна тарифна ставка виробничого робітника на операції, грн.;

$K_б$ - коефіцієнт, що враховує оплату основного робітника при багатоверстатному обслуговуванні та визначається за табл. 2.1;

$k_{доп.}$ - коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату (приблизно $k_{доп} = 1{,}2$);

$k_{соц}$ - коефіцієнт, що враховує страхові внески, $k_{соц} = 1{,}4$.

Таблиця 2.1 - Значення коефіцієнта $K_б$

Число обслуговуємих верстатів	1	2	3	4	5	6	7
$К_б$	1	0,65	0,48	0,39	0,35	0,32	0,3

б) при погодинній системі заробітної плати

$$З_о = \frac{С_{тар} \cdot Ф_р \cdot Ч_в \cdot k_{доп.} \cdot k_{соц}}{N}, \quad (2.7)$$

де $Ф_р$ - річний фонд часу одного робітника ($Ф_Р \approx 2028$ год при 40 годинному робочому тижні на 2023 рік), год;

$Ч_в$ - чисельність верстатників, чол.;

N - річна програма випуску виробів, шт.

Вартові тарифні ставки основних виробничих робітників представлені у Додатку А, табл.А.1.

2.3 Заробітна плата допоміжних робітників

Основна та додаткова заробітна плата всіх інших робітників (наладчиків, електронників, транспортних робітників) знаходиться за такою формулою:

$$З_н=\frac{С_{тар.н}\cdot Ф_р\cdot Ч_н\cdot k_{доп.}\cdot k_{соц}}{N}, \quad (2.8)$$

де $С_{тар.н}$ - годинна тарифна ставка, грн.;

$Ч_н$ - чисельність робітників відповідної категорії, чол.

У даному випадку форма оплати праці верстатників є відрядною. Наладчики мають 4 розряд, а електронники – 5 розряд.

2.4 Амортизаційні відрахування на обладнання та дороге оснащення з тривалим терміном служби

$$А_{від}=\sum_{i=1}^{m_{оп}}\frac{К_i\cdot Н_{аі}\cdot t_{оі}}{100\cdot F_д\cdot 60}, \quad (2.9)$$

де $К_i$ - первісна вартість обладнання (оснащення) на і-ої операції, грн.;

$Н_{аі}$ - річна норма амортизаційних відрахувань на обладнання (оснащення) на і-ої операції (%);

$t_{оі}$ - основний (машинний) час на і-ої операції, хв;

$F_д$ - дійсний (ефективний) фонд часу роботи устаткування (оснащення), год.

Норма амортизації технологічного обладнання визначається за строком його корисного використання $Т_{вик}$ (сервісного обслуговування):

$$Н_а=\frac{1}{Т_{вик}}\cdot 100\% \quad (2.10)$$

Норма амортизації технологічного оснащення приймається рівною 5%, якщо термін служби не перевищує 2-х років. У Додатках В, Г наведено оптові ціни на обладнання в умовних одиницях (1 у.о. = 1 євро) та норми амортизаційних відрахувань.

2.5 Витрати на інструмент

Розрахунок залежить від типу інструменту (ріжучий, міряльний, допоміжний тощо). Для різального інструменту:

$$S_{ін}=\sum_{i=1}^{m_{оп}}\sum_{j=1}^{n_{ін}}\frac{Ц_{ін}ij\cdot t_{шт}ij\cdot\eta_m}{T_{ij}\cdot(n_j+1)}, \quad (2.11)$$

де $Ц_{ін}ij$ - ціна інструменту j-го виду на і-ої операції, що визначається за каталогами підприємств, фірм-постачальників інструменту чи сайтах мережі Інтернет, грн./шт.;

$t_{шт}ij$ - штучний час роботи j-го інструменту на і-ої операції, хв;

η_m - коефіцієнт машинного часу, що визначається як відношення $t_{маш}/t_{шт}$;

T_{ij} - період стійкості інструменту j-го виду на і-ої операції, хв;

$n_{ін}$ - номенклатура інструментів на і-ої операції;

n_j - число переточок інструменту j-го виду до повного зношування або кількість ріжучих граней інструменту (для пластин без задніх кутів необхідно враховувати переворот пластини).

2.6 Витрати на швидкозношувальне технологічне оснащення

$$S_{осн}=\sum_{i=1}^{m_{оп}}\sum_{j=1}^{n_{ос}}\frac{Ц_{осн}ij\cdot N_{осн}ij\cdot t_{шт}ij}{T_{ст}ij}, \quad (2.12)$$

де $Ц_{оснij}$ - цена оснастки j-го вида на і-ой операции, грн./ шт.

$N_{оснij}$ - кількість оснащення j-го виду, що одночасно застосовується на і-ої операції, шт.;

$T_{стij}$ - період стійкості оснастки j-го виду до повного зносу (термін служби), хв.

2.7 Витрати на технологічну електроенергію

$$S_e=\frac{N_в\cdot k_N\cdot k_ч\cdot k_{од}\cdot k_W\cdot t_{штк}}{\eta\cdot k_в}\cdot Ц_е, \quad (2.13)$$

де $N_в$ - встановлена потужність головного електродвигуна, квт;

k_N - середній коефіцієнт завантаження електродвигуна за потужністю (для верстатів з ЧПК прийняти рівним 0,9, для решти обладнання - 0,8);

$k_ч$ - середній коефіцієнт завантаження електродвигуна за часом (для верстатів з ЧПК прийняти рівним 0,7, для решти обладнання - 0,6);

$k_{од}$ - середній коефіцієнт одночасності роботи всіх електродвигунів верстата (для верстатів з ЧПК прийняти рівним 1, для решти обладнання - 0,6);

k_w - коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в мережі заводу (прийняти рівним 1,08);

η - коефіцієнт корисної дії обладнання (початкові дані);

$k_в$ - коефіцієнт виконання норм часу;

$Ц_е$ - вартість 1 кВт×год електроенергії (тариф для підприємств становить 3,45 грн. за 1 кВт×год).

2.8 Витрати на обслуговування та ремонт обладнання

$$S_р=\frac{Ц_{то}\cdot К_р\cdot С_р}{N}, \quad (2.14)$$

де $Ц_{то}$ - залишкова вартість обладнання, грн

$К_р$ - коефіцієнт відрахувань до ремонтного фонду ($К_р$≈0,02…0,04);

2.9 Витрати на налаштування інструментів поза верстатом

Для верстатів з ЧПК:

$$S_н=\frac{\varphi\cdot С_{гн}\cdot t_{ін}\cdot t_о\cdot К_т}{Т_м\cdot m\cdot 60}, \quad (2.15)$$

де φ - 1,3 – коефіцієнт, що враховує випадковий спад та поломки інструменту;

$С_{гн}$ - середньогодинна заробітня плата наладчиків, грн./год;

$t_{ін}$ - середній час налаштування одного інструменту поза верстатом, хв ($t_{ін}$ = 4 хв. – для токарних верстатів з ЧПК; $t_{ін}$ = 5 хв. - для верстатів з ЧПК свердлильної, фрезерної та розточувальної груп);

t_o - основний час роботи інструменту на операції, хв.;

K_m - коефіцієнт, що враховує питому вагу основного технологічного часу у штучному часі;

$T_м$ - середня стійкість інструменту, хв.;

m - число граней ріжучої пластини, що не переточується, з механічним кріпленням, шт.; якщо налаштування інструментів поза верстатом не проводиться, $t_{ін} = 0$; у разі використання на операції кількох ріжучих інструментів, що налаштовуються поза верстатом, розрахунок для кожного інструменту повторюється і результати складаються.

2.10 Інші загальновиробничі витрати

$$I_н = З_о \cdot k_{заг}, \qquad (2.16)$$

де $k_{заг}$ - коефіцієнт, що враховує інші загальновиробничі витрати, віднесені до заробітної плати основних виробничих робітників, або до суми основної заробітної плати основних виробничих робітників та витрат, пов'язаних з роботою обладнання відповідно; $k_{заг} = 0{,}20 \ldots 0{,}25$.

3 ПРАКТИЧНИЙ ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СОБІВАРТОСТІ ПОЕЛЕМЕТНИМ МЕТОДОМ

В умовах виробництва можливі два варіанти технологічного процесу (ТП) виготовлення деталі «Шків».

Перший варіант ТП розроблено з урахуванням принципу концентрації переходів. Автоматно-токарна операція 005 виконується на токарному багатошпиндельному горизонтальному патронному напівавтоматі мод 1Б290Н-6К, кількість інструментів у налагодженні $К_і$=19; операція 010 виконується на вертикально-протяжному напівавтоматі мод.7Б67; операція 015 виконується на круглошліфувальному верстаті мод. 3У10А. Таким чином, деталь повністю виготовляється за три операції; трудомісткість виготовлення деталі складає $Т_1$=5,61 хв.

Другий варіант ТП розроблений з урахуванням принципу інтеграції переходів. Повна механічна обробка корпусу шківа забезпечується з одного установа на одношпиндельному вертикальному токарному ОЦ серії EMAG VL3 за одну операцію, кількість інструментів у налагодженні $К_і$=7. Верстати серії VL відрізняються високою продуктивністю, стабільністю точності параметрів, безпекою роботи та зручністю обслуговування. Завантаження та вивантаження деталей здійснюється шпинделем, встановленим на портальному супорті. Короткі шляхи переміщення робочих органів і компактне компонування дозволяють досягти максимально короткого допоміжного часу і, таким чином, знизити тривалість циклу обробки. Трудомісткість повної обробки шківа, включаючи операції точіння, розточування, довбання та зовнішнього обкатування, становить $Т_2$ = 3,34 хв.

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання $F_д$=4015 год.; нормативний коефіцієнт завантаження обладнання $\eta_{зн}$=0,8; річна програма випуску деталей $N_р$=50000 шт./рік.

Завдання. За вихідними даними, наведеними в табл.3.1, визначити найбільш економічний варіант механічної обробки деталей за технологічною собівартістю для двох випадків:

– на ділянці є обидва верстати,

– необхідне придбання цих верстатів.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

Розрахункові параметри	Варіанти технологічного процесу			
	Перший ТП		Другий ТП	
Річна програма випуску деталей $N_р$	50000		50000	
Модель верстата	1Б290Н-6К	7Б67	3У10А	EMAG-VL3
Штучний час $T_{шт}$, хв.	2,73	0,96	1,92	3,34
Розряд верстатника	3	3	4	5
Розряд наладчика	5	-	-	-
Число верстатів, що обслуговуються за зміну: верстатником наладчиком	1 2	1 -	1 -	1 -
Тарифна ставка основного робітника, грн/год	51,7	51,7	57,5	65,1
Тарифна ставка наладчика, грн/год	57,7	-	-	-
Число змін m	2		2	
Оптова ціна верстата F, грн	1732250	683880	497330	4847040
Число верстатів	1	1	1	1
Сервісний термін обслуговування верстата n, років	6	10	6	15
Норма амортизаційних відрахувань $H_а$ %	16,67	10	16,67	6,67
Встановлена потужність електродвигунів N	30	40	2,5	16

Здійснимо розрахунок технологічної собівартості поелементним методом для першого випадку. Попередньо визначимо:
- тип виробництва першого та другого варіанта технологічного процесу, скориставшись даними щодо трудомісткості операцій;
- кількість верстатів на кожну операцію $C_р$ (формула 2.1);
- прийнята кількість робочих місць Р;

- фактичний коефіцієнт завантаження верстата

$$\eta_{зф} = \frac{C_p}{P}; \quad (3.1)$$

- кількість операцій О, що виконуються на робочому місці

$$O = \frac{\eta_{зн}}{\eta_{зф}}. \quad (3.2)$$

Таблиця 3.2 - Розрахунок коефіцієнта закріплення операцій першого ТП

№ опер	Найменування операції	$T_{шт}$, хв.	C_p	P	$\eta_{зф}$	O	$K_{ЗОі}$
005	Автоматно-токарна	2,73	0,64	1	0,64	1,25	1,25
010	Вертикально-протяжна	0,96	0,22	1	0,22	3,64	3,64
015	Круглошліфувальна	1,92	0,45	1	0,45	2,05	2,05

$$\sum O = 6{,}95$$

Коефіцієнт закріплення операцій $K_{ЗОі}$=6,95/3=2,32. Отже, тип виробництва –багатосерійний.

Таблиця 3.3 - Розрахунок коефіцієнта закріплення операцій другого ТП

№ опер	Операція	$T_{шт}$, хв.	C_p	P	$\eta_{зф}$	O	$K_{ЗОі}$	Модель верстата
010	Токарна з ЧПК	3,34	0,78	1	0,78	1,02	1,02	EMAG-VL3

3.1 Заробітна плата основних виробничих робітників

Розраховуємо за формулою (2.6).

Таблиця 3.4 - Заробітна плата верстатника за першим ТП

№ опер.	Найменування операції	$T_{шт}$, хв.	$C_{тар}$, грн	$k_{доп}$	$k_{соц}$	$З_о$,грн
005	Автоматно-токарна	2,73	51,7	1,2	1,4	3,95
010	Вертикально-протяжна	0,96	51,7	1,2	1,4	1,39
015	Круглошліфувальна	1,92	57,5	1,2	1,4	3,1

Таблиця 3.5 - Заробітна плата верстатника за другим ТП

№ опер	Найменування операції	$T_{шт}$, хв.	$C_{тар}$, грн	$k_{доп}$	$k_{соц}$	$З_о$,грн
010	Токарна з ЧПК	3,34	65,1	1,2	1,4	6,09

3.2 Заробітна плата допоміжних робітників (наладчиків)

Розраховуємо за формулою (2.8).

Таблиця 3.6 - Заробітна плата наладчика за першим ТП

№ опер	Найменування операції	$C_{тар.н}$, грн	$Ф_{р,}$ год	$Ч_н$	$k_{доп}$	$k_{соц}$	$З_н$, грн
005	Автоматно-токарна	57,7	65,1	0,5	1,2	1,4	1,97

3.3 Амортизаційні відрахування на обладнання

Розраховуємо за формулою (2.9).

Таблиця 3.7 - Відрахування на амортизацію обладнання за першим ТП

№ опер.	Найменування операції	$T_{шт}$, хв.	К, грн	$Н_а$, %	$F_д$	$А_{від}$, грн.
005	Автоматно-токарна	2,73	1732250	16,67	4015	3,27
010	Вертикально-протяжна	0,96	683880	10	4015	0,27
015	Круглошліфувальна	1,92	497330	16,67	4015	0,66

$$\sum А_{від} = 4,2$$

Таблиця 3.8 - Відрахування на амортизацію обладнання за другим ТП

№ опер.	Найменування операції	$T_{шт}$, хв.	К, грн	$H_а$, %	$F_д$	$A_{від}$, грн.
010	Токарна з ЧПК	3,34	4847040	6,67	4015	4,48

3.4 Витрати на інструмент

Розраховуємо за формулою (2.11).

Таблиця 3.9 - Витрати на інструмент за першим ТП

№	Операція	$T_{шт}$, хв.	$Ц_і$, грн	Типорозміри інструменту	$n_і$, кількість інструментів	Стійкість Т, хв	Число переточок, n	$\eta_{Мі}$	$S_{ін}$, грн
005	Автоматно-токарна	2,73	162 294 231	різці підрізні різці прохідні різці розточувальні	8 4 1	60 60 60	68 40 40	0,2 0,2 0,05	0,17 0,26 0,01
			384 432 320	різці фасонні зенкери розгортка	3 2 1	120 48 180	1 19 10	0,1 0,25 0,2	1,31 0,61 0,09
010	Вертикально-протяжна	0,96	2240	протяжка	1	360	1	0,65	1,94
015	Кругло шліфувальна	1,92	400	шліф. коло	1	40	500	0,65	0,03
					$\sum = 21$				$\sum = 4{,}42$

Таблиця 3.10 - Витрати на інструмент за другим ТП

№	Операція	$T_{шт}$, хв.	ІП	Вартість інструментального обладнання			Стійкість Т, хв	$\eta_{мі}$	Число ріжуч. граней n	$S_{ін}$, грн
				Різцетримувач*, у.о.	Різець*, у.о.	Пластина у.о.				
010	Токарна з ЧПК	3,34	ІП-1	307	92,1	13,75	30	0,35	4	1,46
			ІП-2	307	92,1	13,75	30	0,05	4	0,2
			ІП-3	307	92,1	13,75	30	0,13	2	0,27
			ІП-4	307	110	11	30	0,25	4	0,84
			ІП-5	307	716	14,25	30	0,05	1	0,05
			ІП-6	307	92	32	180	0,15	1	0,06
			ІП-7	307	110	40	240	0,02	1	0,007

$$\sum = 2{,}88$$

* - Витрати, включені в договір про постачання обладнання.

3.5 Витрати на технологічну електроенергію

Розраховуємо за формулою (2.13).

Таблиця 3.11 - Витрати на силову електроенергію за першим ТП

№ опер	Найменування операції	$T_{шт}$, хв.	$Ц_е$, грн./кВт·год	$N_е$ кВт	k_N	$k_ч$	$k_{од}$	k_W	$\eta_е$	$k_в$	$S_е$
005	Автоматно-токарна	2,73	3,45	30	0,8	0,6	0,6	1,08	0,9	1,1	1,48
010	Вертикально-протяжна	0,96	3,45	40	0,8	0,6	0,6	1,08	0,8	1,1	0,78
015	Круглошліфувальна	1,92	3,45	2,5	0,8	0,6	0,6	1,08	0,6	1,1	0,13

$$\sum = 2{,}39$$

Таблиця 3.12 - Витрати на силову електроенергію за другим ТП

№ опер	Наймену-вання операції	$T_{шт}$, хв.	$Ц_е$, грн./кВт·год	$N_е$ кВт	k_N	$k_ч$	$k_{од}$	k_W	$\eta_е$	$k_в$	$S_е$
010	Токарна з ЧПК	3.34	3,45	16	0,9	0,7	1	1,08	0,8	1,1	2,37

3.6 Витрати на обслуговування та ремонт обладнання

Розраховуємо за формулою (2.14).

Таблиця 3.13 - Витрати на ремонт та обслуговування обладнання по першому ТП

№ опер.	Найменування операції	Коефіцієнт відрахувань до ремонтного фонду, $К_р$	$С_р$	$S_р$, грн
005	Автоматно-токарна	0,02	0,64	0,22
010	Вертикально-протяжна	0,02	0,22	0,03
015	Круглошліфувальна	0,02	0,45	0,04

$$\sum = 0{,}29$$

Таблиця 3.14 – Витрати на ремонт та обслуговування обладнання по другому ТП

№ опер.	Найменування операції	Коефіцієнт відрахувань до ремонтного фонду, $К_р$	$С_р$	$S_р$, грн
010	Токарна з ЧПК	0,02	0,78	0,45

3.7 Витрати на налаштування інструментів поза верстатом

Розраховуємо за формулою (2.15).

Таблиця 3.15 - Витрати на налаштування інструментів поза верстатом по другомуТП

№ опер	Наймену-вання операції	$T_о$, хв.	$C_{тн}$, грн/год	Типи інструменту	$n_і$	$t_{ін}$, хв.	$K_т$	$T_м$, хв.	m	$S_н$, грн
010	Токарна з ЧПК	3.1	50,9	різці контурні, розточувальні	6	5	0,9	60	2	0,82

Узагальнені результати розрахунку технологічної собівартості обробки за варіантами наведено у табл. 3.16.

Таблиця 3.16 - Розрахунок елементів технологічної собівартості, грн.

Елементи собівартості		Варіанти ТП	
		Перший	Другий
Заробітна плата верстатника	$З_о$	8,44	6,09
Заробітна плата наладчика	$З_н$	1,97	-
Відрахування на амортизацію обладнання	$А_{від}$	4,2	4,48
Витрати на ремонт та обслуговування обладнання	$S_р$	0,29	0,45
Витрати на різальний інструмент	$S_{ін}$	4,42	2,88
Витрати на налаштування інструментів поза верстатом	$S_н$	-	0,82
Витрати на електроенергію	$S_е$	2,39	2,37
Витрати інші	$І_н$	1,69	1,2
Технологічна собівартість	$С_т$	23,4	18,29

Розрахуємо умовний економічний ефект за формулою (1.4):

$$Е_{ур}=(23,4-18,29)\cdot 50000=255500 \text{ грн.}$$

Таким чином, річна економія від впровадження другого ТП за статтею собівартість може становити 255500 грн., що свідчить про ефективність запропонованої технологічної інновації.

Здійснимо розрахунок технологічної собівартості поелементним методом для випадку придбання технологічного обладнання. Зіставимо величини капітальних витрат за варіантами. У табл. 3.17-3.18 розраховані капітальні витрати за формулою (3.1).

Капітальні вкладення обладнання, віднесені до одиниці продукції, визначаються за наступним рівнянням:

$$К_о=\frac{Ц_{об}\cdot t_{шт.к}}{60\cdot F_д}. \quad (3.3)$$

Таблиця 3.17 - Капітальні витрати на обладнання за першим ТП

№ опер.	Найменування операції	$T_{шт}$, хв.	Ц, грн	$F_д$	$К_о$,грн
005	Автоматно-токарна	2,73	1732250	4015	19,63
010	Вертикально-протяжна	0,96	683880	4015	2,73
015	Круглошліфувальна	1,92	497330	4015	3,96
			$\sum = 2913460$		$\sum = 26,32$

Таблиця 3.18 - Капітальні витрати на обладнання за другим ТП

№ опер.	Найменування операції	$T_{шт}$, хв.	Ц, грн	$F_д$	$К_о$,грн
010	Токарна з ЧПК	3.34	4847040	4015	67,2

Оскільки капітальні витрати є суттєво різними, оцінювати ефективність варіантів ТП слід на основі мінімуму наведених витрат за формулою 1.12. У табл. 3.19 наведено результати порівняння.

Таблиця 3.19 - Порівняння варіантів ТП за наведеними витратами

Витрати, грн		Варіанти ТП	
		Перший	Другий
Технологічна собівартість деталі	$С_т$=	23,4	18,29
Капітальні витрати на деталь	$К_о$=	26,32	67,2
Наведені витрати на деталь	$W_о$=	27,35	28,37
Собівартість річної програми	$С_р$=	1170000	914500
Капітальні витрати на програму	$К_{оріч}$=	1316000	3360000
Наведені витрати на програму	$W_{річ}$=	1367500	1418500
Річна економія (збиток), грн.	ΔW=	-51000	

Аналіз табл. 3.19 показує, що придбання та використання високотехнологічного дорогого обладнання з найменшими поточними витратами на виробництво продукції в умовах багатосерійного типу виробництва часто є перешкодою для впровадження нових інноваційних технологій.

Розрахуємо критичний обсяг виробництва, при якому наведені витрати за варіантами рівні за формулою 1.14.

$$N_{кр}=\frac{0,15\cdot(4847040-2913460)}{23,4-18,29}=56760 \text{ шт.}$$

Таким чином, якщо програма випуску менше $N_{кр}$, то більш вигідний перший варіант ТП. Якщо більше – 56760 шт., то більш вигідний другий варіант ТП.

4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИСТРОЇВ

В умовах впровадження інноваційних процесів на підприємстві часто виникає питання забезпечення технологічних операцій різними видами пристосувань. Сучасні методи і засоби технологічної підготовки виробництва передбачають комплексне використання прогресивних технічних і організаційних рішень з метою забезпечення в мінімальні терміни і при мінімальних трудових витратах повну готовність виробництва до випуску виробів заданої якості. Вони передбачають комплексне взаємозалежне вирішення основних завдань підготовки виробництва послідовно, від проектування конструкцій виробів і обробки їх на технологічність до освоєння серійного виробництва.

Одним з етапів підготовки виробництва є забезпечення технологічних операцій необхідним оснащенням. На кожному кроці підготовки виробництва необхідна оснастка різного рівня механізації з відповідними вимогами до жорсткості, точності і ін.

Використання складних спеціальних пристосувань підвищує продуктивність праці, але при невеликому річному випуску деталей такі пристосування можуть виявитись економічно недоцільними: від їх використання собівартість операції не знижується, а навпаки, підвищується.

Розрахунок економічної ефективності використання пристосувань має за основу порівняння затрат та економії, які виникають при його використанні відносно річного періоду. Затрати включають в себе амортизацію пристосувань та витрати на його утримання та експлуатацію. Економія досягається за рахунок зниження трудомісткості виготовлення деталей.

Пристосування вважається рентабельним, якщо річна економія, отримана від його застосування, більше пов'язаних з ним річних витрат.

Собівартість C_a використання нового (модернізованого) пристосування розраховують за формулою:

$$\mathrm{C_a} = 3_\mathrm{a} \cdot \left(1 + \frac{\mathrm{H}}{100}\right) + \frac{S_a}{\mathrm{П}} \cdot \left(\frac{1}{\mathrm{A}} + \frac{q}{100}\right) \qquad (4.1)$$

Собівартість використання $C_в$ при використанні старого пристрою розраховують за формулою:

$$\text{С}_\text{в} = \text{З}_\text{в} \cdot \left(1 + \frac{\text{Н}}{100}\right) + \frac{S_\text{в}}{\text{П}} \cdot \left(\frac{1}{\text{А}} + \frac{q}{100}\right) \quad (4.2)$$

де $З_а$, $З_в$ - заробітна плата робітника за одну деталь відповідно для нового та старого пристосування, грн;

H - цехові накладні витрати у % до заробітної плати;

S_a, $S_\text{в}$ - витрати на виготовлення відповідно нового та старого пристосувань, грн;

$П$ - річна програма випуску деталей, шт;

A - строк амортизації пристосування в роках;

q - витрати, пов'язані з експлуатацією пристосувань (ремонт, регулювання, зберігання) у % від їх вартості.

У початковий період проектування, коли визначена лише принципова схема нового пристосування, точно визначити його вартість неможливо. У цьому випадку застосовують наближений спосіб розрахунку за формулою:

$$S = \text{С}_\text{п} \cdot N \quad (4.3)$$

де S - витрати на виготовлення пристосування, грн.

N - кількість деталей в пристосуванні, шт;

$\text{С}_\text{п}$ - затрати на одну деталь пристосування, грн;

Для простих пристроїв умовно беруть $C_п$=15.

Для пристроїв середньої складності $C_п$=30.

Для складних пристроїв $C_п$=45.

Для підрахування заробітної плати робітника використовуємо формулу:

$$\text{З} = t_\text{шт} \cdot \text{З}_\text{хв} \quad (4.4)$$

де $t_\text{шт}$ - штучно-калькуляційний час;

$\text{З}_\text{хв}$ - хвилинна ставка робітника, грн.

При використанні більш досконалого швидкодіючого пристосування штучний час, а отже і зарплата знижуються. Термін A амортизації пристосувань в роках рекомендується брати: для простих

пристроїв A=1 рік; для пристроїв середньої складності A=2-3 роки; для складних пристроїв A=4-5 років. Якщо заздалегідь відомий термін у роках випуску продукції, на яку проектується пристосування, то величина A дорівнює цьому терміну. Річні витрати q, пов'язані з експлуатацією пристосування, беруть рівними 20% від його вартості S. Відсоток цехових накладних витрат H визначається з відношення загальної суми цехових накладних витрат на рік до загальної суми річної основної заробітної плати виробничих робітників цеху (зазвичай H=200...300%).

Собівартість залежить в основному від річної програми випуску деталей. Програма випуску $П_к$ - програма при якій обидва порівнюваних варіанти пристосувань економічно рівноцінні.

$$П_к = \frac{(S_а - S_в)\cdot\left(\frac{1}{А} + \frac{q}{100}\right)}{(З_в - З_а)\cdot\left(1 + \frac{Н}{100}\right)} \qquad (4.5)$$

Якщо задана річна програма $П > П_к$, то більш вигідно застосовувати більш складне пристосування (наприклад з пневмоприводом), та навпаки, якщо $П < П_к$, вигідніше використовувати старе пристосування.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ
Основна література

1. Азарова, А. О. Економіка підприємства. Практикум: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / А. О. Азарова, Л. О. Нікіфорова. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 216 с.
2. Бойчик, І.М Економіка підприємства: підручник. / І.М.Бойчик. – К.: Кондор - Видавництво, 2016. – 378 с
3. Господарський Кодекс України від 16.01.2003 № 436-IV // Редакція від 06.11.2017. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/436-15.
4. Мініна, О.В. Економіка та організація праці: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / О.В. Мініна, Ж.В. Дерій, Н.Т. Шадура-Никипорець. – Чернігів: Черніг. нац. технол. ун-т, 2017. – 206 с.
5. Яркіна, Н.М. Економіка підприємства: Навч. посіб. / Н. М. Яркіна. – Вид. 2-ге перероб. і доп. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 600 с.
6. Дмитрієв, І.А. Економіка підприємства: навчальний посібник для практичних занять і самостійної роботи студентів вищих навчальних закладів / І.А. Дмитрієв, І.Ю. Шевченко. - Х.: ХНАДУ, 2018. - 292 с.
7. Бандурка, О.М. Економіка підприємства: навчальний посібник / О. М.Бандурка, Є. В. Ковальов, М. А.Садиков, О. С. Маковоз за заг. ред. О. М. Бандурки. – Харків: ХНУВС. – 2017. – 192 с.
8. Кузьмин, В. М. Економіка підприємства та управлінська економіка: практикум / В. М. Кузьмин. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019. - 51 с.
9. Prom. Резець прохідний упорний. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://prom.ua/p991856098-rezets-prohodnoj upornyj.html?utm_source=google_product&utm_medium=cpc&utm_content=pla&utm_campaign=KT_cpc_05_1&gclid=CjwKCAjwx_eiBhBGEiwA15gLN0p l9Crl2evV3A0GHtuvGeQweYm8u4J7pmRht2q1y97e6FRUQ3AqBoCd70QAvD_BwE
10. ТОВ Укрметіз. Різець токарний [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ukrmetiz.all.biz/uk/rizec-tokarni-chyz-ukrayina-usih-vydiv-i-rozmiriv-g15248521

11. Prom. Свердло по металу с конічним хвостовиком. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://prom.ua/p1635456243-sverlo-metallu-konicheskim.html?utm_source=google_pmax&utm_medium=cpc&utm_content=pmax&utm_campaign=Pmax_cpa_50_instrument&gclid=CjwKCAjwx_eiBhBGEiwA15gLN1i1-YmnwQ3kkI-N9CaXC1-w3w-k9sC9-WkM93ceIG5XZasK_CbODxoCj7YQAvD_BwE

Додаткова література

1. Расчеты экономической эффективности новой техники / [под ред. К.М. Великанова]. – Л.: Машиностроение, 1990.- 432 с.
2. Экономическая эффективность технических решений : учебное пособие / С. Г. Баранчикова и др.; [под общ. ред. проф. И. В. Ершовой]. - Екатеринбург : Изд‑во Урал. ун‑та, 2016. - 140 с.
3. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://base.consultant. ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=ESU; n=5160.
4. Богуслаев, В.А. Конструкции приспособлений. Справочное пособие / В.А. Богуслаев, В. Ф. Мозговой, А.Я. Качан и др. Изд. ОАО "Мотор Сич", Запорожье. - 2004 г. - 203 с.
5. Горохов, В.А. Проектирование и расчет приспособлений / В.А. Горохов – Минск: Высшая школа, 1986. – 236 с.

Додаток А

Таблиця А.1 - Тарифні ставки за годину (40-годинний робочий тиждень)

Умови праці	Розряди							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Виробничі робітники	45,2	49,7	51,7	57,5	65,1	76,6	84,4	91,9
Допоміжні робітники, слюсарі-ремонтники, наладчики, зайняті ремонтом та обслуговуванням обладнання	40,1	43,9	45,8	50,9	57,7	67,8	74,6	81,4

Таблиця А.2 - Укрупнені нормативні вартості верстатних пристроїв

Число найменувань деталей	Вартість пристосування, грн.	Число найменувань деталей	Вартість пристосування, грн.
До 3	До 212,5	40…45	8375…9000
3…5	212,5…425	45…50	9000…9750
5…10	425…750	50…55	9750…1600
10…15	750…1550	55…60	1600…17250
15…20	1550…2000	60…65	17250…18375
20…25	2000…3625	65…70	18375…19125
25…30	3625…4925	70…80	19125…21250
30…35	4925…6300	80…90	21250…23125
35…40	6300…8375	90…100	23125…25000

Додаток Б

Таблиця Б.1 - Коефіцієнти машинного часу $\eta_м$

Металорізальні верстати	Тип виробництва		
	одиничне та дрібносерійне	середньосерійне	багатосерійне та масове
Токарні	0,25	0,40	0,62
Револьверні	0,50	0,65	0,75
Розточувальні	0,25	0,35	0,60
Карусельні	0,50	0,60	0,70
Строгальні	0,50	0,60	0,70
Довбіжні	0,50	0,60	0,70
Горизонтально-фрезерні	0,40	0,50	0,60
Вертикально-фрезерні	0,35	0,45	0,55
Вертикально-свердлильні	0,45	0,60	0,70
Радіально-свердлильні	0,40	0,60	0,70
Зуборізні	0,45	0,60	0,70
Протяжні	0,40	0,45	0,50
Шліфувальні	0,45	0,60	0,70
Багатошпиндельні багаторізцеві н/а	-	0,50	0,53
Токарні пруткові одно-і багато-шпиндельні автомати	-	0,60	0,70
Верстати з ЧПК всіх типів	0,50	0,60	0,70

Додаток В

Таблиця В.1 - Основні техніко-економічні характеристики виробничого обладнання

Найменування обладнання	Марка, (модель)	Потуж-ність, кВт	Оптова ціна, у.о.	Норма амортизації, %
1	2	3	4	5
1. Токарно-гвинторізні верстати	16Б16Т	13,0	2960	16,2
	16Д20П	11,0	6400	14,2
	16К20	11,0	7680	14,2
	1А616П	10,0	4425	16,2
	1К62	10,0	3320	14,0
	1К62Д	11,5	5900	12,5
	1М63М	18,5	6000	14,2
	1М65	22,0	9020	12,2
2.Універсальні токарні верстати	1А616	15,0	2570	15,0
	1Е61М	11,0	861	15,0
	С193Н	12,5	1650	14,9
3. Напівавтомати токарно-револьверні	1А124М	12,5	8440	14,2
	1А136М1	13,0	9270	14,2
	1М42Б	13,0	9100	14,2
4. Автомати токарно-револьверні одношпиндельні	1Г140П	7,1	9870	14,2
	1Д112	5,5	2800	12,1
	1Д112АКС	6,5	3320	12,1
	1Д118АКС	7,5	5440	12,1
	1Е125	11,0	4800	14,0
5. Токарно-копіювальні багаторізцеві напівавтомати	1А120	7,5	3230	11,2
	1Д316П	2,2	3575	10,7
	1Е310П	2,5	3230	11,2
	1Е316П	3,0	3916	10,7

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5
6. Напівавтомати багатошпиндельні	1Б265НП-6К	30,0	43110	14,2
	1Б265НП-8К	30,0	43620	14,2
	1Б290НП-6К	30,0	42250	14,2
	1Б290НП-8К	30,0	43280	14,2
7. Автомати токарні багатошпиндельні	1Б265Н-6К	30,0	41900	14,9
	1Б265Н-8К	30,0	43620	14,9
	1Б290Н-6К	30,0	42250	14,9
	1Б290Н-8К	30,0	43280	14,9
8. Універсально-фрезерні верстати	6М83Ш	11,0	2340	14,9
	6Р82Ш	8,0	2400	14,2
	FNK-25	12,5	4800	10,7
	FP2	12,5	2750	14,9
	ОФ-55	7,5	2155	14,2
9. Вертикально-фрезерні верстати	654	8,5	27634	14,9
	6М10	9,0	7730	14,9
	6М13К	7,5	5408	14,9
	6М13П	8,5	5740	14,9
10.Горизонтально-фрезерні верстати	6М82Ш	11,5	4005	14,2
	6Р81Ш	11,5	1601	14,2
	6Р82М	7,5	1823	10,7
	6Т-80	11,5	3400	14,2
11. Поздовжньо-фрезерні верстати	6306	15,5	37407	12,2
	6605	12,5	18285	12,2
	6606	17,5	18200	12,2
	6Г608	15,0	34935	12,2
	6Г610	17,0	18899	12,2
12. Консольно-фрезерні верстати	6Н81Г	12,5	4170	12,2
	6Р12П	11,5	4520	12,2
13. Копіювально-фрезерні верстати	6А463	7,5	1418	14,9
	6Н12К	7,5	1200	14,9

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5
14. Шпонково-фрезерні верстати	692А	13,5	3916	12,2
	6997	15,0	6725	12,2
	ДФ87	12,5	4597	14,9
15.Напівавтомати зубофрезерні горизонтальні	5303В	1,5	7120	12,2
	5303П	1,1	6670	12,2
	5В373П	11,5	16980	14,2
	5С237	1,5	10640	14,2
16.Напівавтомати зубофрезерні вертикальні	5343	42,0	40930	14,2
	5А342П	15,0	28506	14,2
	5К301П	11,5	7420	14,9
17.Напівавтомати зубофрезерні універсальні	5304П	1,5	8180	12,2
	53А30	4,2	13490	12,2
	5563	3,0	7130	12,2
18.Напівавтомати зубофрезерні	5Б231	7,5	19850	12,2
	5С23П	1,5	18790	12,2
19.Напівавтомати зубодовбальні	5111	1,1	7580	12,2
	5122	3,2	7880	12,2
20. Вертикально-свердлувальні верстати	2А125	2,5	1480	10,9
	2А135	3,5	1770	10,9
	2А85Т	4,5	2734	10,9
	2Г175Б	4,5	3740	10,9
	2Н125	4,0	2220	10,9
21. Радіально-свердлувальні верстати	2А53	7,0	3550	10,7
	2А576	7,5	16500	10,7
	2Н55	5,0	7120	10,7
22. Настільно-свердлувальні верстати	2А106П	5,0	620	10,7
	2М112	4,0	140	10,7
	НС12А	3,5	630	10,7

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5
23.Плоскошліфувальні верстати	3Б71М	7,0	3800	16,4
	3Г71	4,0	5300	16,1
	3Е711-01	10,0	6880	16,1
	3Е711ВФ3-1	10,0	6270	16,1
	ВРН-ГА	4,5	6960	16,1
24.Круглошліфувальні верстати	3А110В	2,2	10800	16,1
	3М151Е	10,0	4130	16,4
	3У10А	2,5	12130	16,1
	3У10В	2,1	9190	16,4
25.Внутрішньошліфувальні верстати	3А227	2,5	15780	16,7
	3А227В	2,5	15430	16,7
	3К225А	2,5	5540	16,4
	3К227А	4,5	7170	16,7
26.Безцентрово - шліфувальні верстати	3М182	2,5	19750	16,1
	3М184	13,0	9090	16,4
	3Ш184	30,0	8946	16,7
	3Ш184И	30,0	9550	16,7
27.Круглошліфувальні напівавтомати	3Е183ШВ	18,5	24560	14,4
	5А828	3,4	23950	16,1
	ХШ2-16	20,0	14860	16,7
28. Координатно шліфувальні верстати	3283	4,5	21220	15,0
	3В282	4,5	10900	15,0
29.Різьошліфувальні верстати	5821	3,5	11675	16,1
	5822	3,5	21970	16,1
	5А828	4,5	25170	16,1
	5К821В	3,0	16982	16,1
30. Обдирково-шліфувальні верстати	3334	5,0	2880	16,7
	3А332	4,5	2425	16,7
	3Е375	3,5	2090	16,7

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5
31.Шліцешліфувальні верстати	3453А	9,5	7110	12,5
	345А	4,5	3800	12,5
	345А-01	4,5	4250	12,5
32. Шліфувально-полірувальні верстати	2Л-63М	8,5	7125	14,2
	3863М	2,5	4852	14,2
	3Б853	3,0	4093	14,2
	МШ-355М	3,5	11520	12,9
33. Напівавтомати зубошліфувальні	5853	1,7	23654	16,1
	5А841	1,5	20620	16,1
	5В830	3,0	11670	16,1
34. Напівавтомати зубошевингувальні	5701	1,9	6974	16,2
	5702В	3,2	10910	16,2
	5П722	5,5	12130	16,2
35. Хонінгувальні верстати	3Г833	12,0	4030	12,1
	3Е820	11,0	11070	12,1
	3Е822-2	12,5	19560	12,1
	3К833	12,5	5910	12,1
36. Універсально-заточувальні верстати	3640	3,5	1670	14,2
	3692	4,5	2110	14,2
	3Е642	3,0	6665	14,2
	3Е642Е	3,0	6670	14,2
	40LN	4,5	11780	14,2
37.Горизонтально-розточувальні верстати	2620В	10,2	20744	14,2
	2620Г	10,2	18190	14,2
	2А620-1	11,0	32140	14,2
38.Оздоблювально-розточувальні горизонтальні верстати	2706А	4,0	20620	14,9
	2706С	4,0	24850	14,9
39.Оздоблювально-розточувальні вертикальні верстати	2Е78Л	2,2	4540	14,9
	2Е78П	2,2	6368	14,9
	2Е78ПН	2,2	4850	14,9

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5
40. Поздовжньо-стругальні верстати	7110	75,0	18800	12,5
	7210	75,0	20620	12,5
	7Б220	125,0	58220	12,5
41. Поперечно-стругальні верстати	7303	3,0	2670	12,5
	7307Д	5,5	5460	12,5
42. Протяжні вертикальні напівавто-мати	7633	37,5	16375	10,1
	7Б64	11,0	9704	10,0
	7Б67	40,0	16680	10,1
43. Протяжні горизонтальні напівавтомати	7545	35,0	15950	10,1
	7Б56У	30,0	10917	10,1
	7Б57	40,0	12430	10,1
44. Відрізні верстати та напівавтомати	8А531	1,1	2420	10,1
	8Б66	2,5	4850	10,1
	8Б72К	1,5	2420	10,1
	8Г662Ф2	3,2	10310	10,1
	8Г681	18,5	10375	10,1
	Б5224	11,0	4857	10,1
	НА3222Ф	7,5	8571	10,1
45. Верстаки	НДР-1064	-	360	7,7
	НДР-1508	-	450	7,7

Додаток Г

Таблиця Г.1 - Основні техніко-економічні характеристики верстатів із числовим програмним керуванням

Найменування обладнання	Марка, (модель)	Потуж-ність, кВт	Оптова ціна, у.о.	Норма аморти-зації, %
1	2	3	4	5
1. Автомат відрізний круглопильний	8Г662Ф2	3,5	5820	10,5
2. Токарні верстати	16Б16Т1С2 16Б16Ф3-31 1А660Ф3	11,0 11,0 65,0	39600 49942 222800	12,2 12,2 14,2
3. Токарно-карусельний верстат	1А512МФ3	55,0	99620	14,2
4. Роботизований токарний комплекс	16Б16Т1-03	11,0	48680	14,2
5. Верстат токарний центровий	16В05АФ30	5,5	46680	12,2
6. Напівавтомати токарні	1716ПФ3 1732ПФ30 1А751Ф3	11,0 60,0 45,0	59770 100140 83540	14,2 14,2 13,2
7. Верстати токарно-гвинторізні	16К40Ф101 1А66002Ф2 1М63МФ101 1М63МФ30	18,5 25,0 18,5 22,0	17628 93140 15740 49450	14,2 14,2 12,2 14,2
8. Модуль гнучкий виробничий токарний	16Б16Т1С1РМ1	11,0	54650	14,2
9. Токарний комплекс	16Б16Т1	11,0	37970	14,2

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5
10. Верстати свердлильно-фрезерно-розточувальні	2560ПМФ4 6М610МФ4-20	19,0 20,0	233420 204100	14,9 14,9
11. Центр обробний (фрезерування, свердління, розточування, зенкерування, нарізування різі)	ОЦ1И21	14,5	119800	12,2
12. Модулі виробничі гнучкі, багатоцільові	16К20РФ3РМ232 16К20Ф3РМ132 16К30Ф323 1П756ДФ3РМ11	21,5 18,5 30,0 30,0	55600 51400 14220 114650	12,2 12,2 12,2 14,2
13. Центр обробний, багатоцільовий	ОЦ1И22	14,5	120570	12,2
14. Верстат шліфувальний	32К830Ф10	11,0	28057	16,1
15. Напівавтомати круглошліфувальні	3М152МФ2-01 3У12АФ11	15,0 5,5	27457 26942	16,1 16,1
16. Напівавтомат зубошліфувальний	МШ-361	3,5	42600	16,1
17. Верстат плоскошліфувальний	3Л725АФ10	22,0	42850	16,1
18. Шліцешліфувальний верстат	М345АР-01Б	10,0	9650	12,5
19. Верстати фрезерні широкоуніверсальні	6720ПФ3 6740ВФ20	4,5 5,5	25570 4190	12,2 12,2

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5
20. Верстати вертикально-фрезерні	65А60Ф4-11 65А60ПМФ4 65А80ПМФ4 6Т13Ф20-1	20,0 21,0 20,0 11,0	86028 103800 104228 10200	12,2 12,2 12,2 12,2
21. Верстат горизонтально-фрезерний	6Б444Ф3	20,0	119885	12,2
22. Верстат фрезерний універсальний	6720ВФ2	4,5	18542	12,2
23. Напівавтомат заточувальний	В3202Ф2	5,5	16940	16,1
24. Верстат горизонтально-розточувальний	2П637МФ4	17,0	229480	16,1
25. Напівавтомат круглошліфувальний, універсальний	3У12ВФ11	12,5	210400	16,1
26. Верстат спеціальний багатоопераційний	ВМ501ПМФ4	26,0	71650	14,9
27. Модуль гнучкий виробничий для обробки тіл обертання	РФ-01МТ	15,5	60970	14,9
28. Горизонтально-фрезерний верстат для обробки деталей штампів	6Б443Ф3	18,5	85940	14,9
29. Автомат поздовжнього точіння	ЛА155Ф30	20,5	40885	12,2

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5
30. Протяжний горизонтальний напівав-томат	М7Б545МФ4-10	40,0	12500	13,5