

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 1</i>

Затверджено науково-методичною
радою Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від 2023 р. №

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для проведення практичних занять
з навчальної дисципліни
«АВТОМАТИЗАЦІЯ В МАШИНОБУДУВАННІ»

для студентів освітнього рівня «БАКАЛАВР»
денної та заочної форм навчання
спеціальності 131 «Прикладна механіка»,
освітньо-професійна програма «Високотехнологічний
комп'ютерний інжиніринг»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки.
Кафедра механічної інженерії

Розглянуто і рекомендовано на
засіданні кафедри механічної
інженерії
протокол від « » _ 2023 р.
№

Розробник: к.т.н., доцент кафедри механічної інженерії Ночвай В.М.

Житомир
2023

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 2</i>

Методичні рекомендації для проведення практичних занять з дисципліни «Автоматизація в машинобудуванні» для студентів освітнього рівня «Бакалавр» спеціальності 131 «Прикладна механіка». – Житомир : Державний університет «Житомирська політехніка», 2023. – 31 с.

Розробник: к.т.н. Ночвай В.М.

Рецензенти: д.т.н., проф. Мельничук П.П.,
к.т.н., доц. Степчин Я.А.

Методичні рекомендації призначені для проведення практичних занять з дисципліни «Автоматизація в машинобудуванні» для студентів освітнього рівня «Бакалавр» спеціальності 131 «Прикладна механіка» факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки. Вони містять тему та мету практичних занять, індивідуальні завдання для виконання роботи, зміст звіту та вимоги до оформлення роботи.

Розглянуто та рекомендовано на засіданні кафедри механічної інженерії.
Протокол № від 2023 р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 3</i>

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень	4
Вступ	5
1. Практичне заняття №1. Опис характеристики складу і розрахунок числа позицій завантаження, розвантаження і контролю для гнучкої виробничої системи	6
2. Практичне заняття №2. Розрахунок числа штабелерів з боку верстатів	9
3. Практичне заняття №3. Інструментальне забезпечення гнучкої виробничої системи	12
4. Практичне заняття №4. Розрахунок числа роботів-автооператорів, розташованих між лініями накопичувачів центрального магазину інструментів	16
Література	19
Додаток А. Варіанти завдань	20
Додаток Б. Вимоги до оформлення звіту	24
Додаток В. Титульний лист звіту	25
Додаток Д. Вихідні дані до практичних робіт	26
Додаток Е. Зразок оформлення практичної роботи	27

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 4</i>

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

$n_{вер}$ – число верстатів в ГВС, шт.;

$t_{об}$ – середній час обробки 1 деталі, год.;

N – середня місячна програма випуску деталей одного найменування, шт.;

$t_з$ – середній час завантаження деталі в пристосування-супутник, хв.;

t_p – середній час розвантаження деталі з пристосування, хв.;

t_{ki} – середній час вибіркового контролю 1 деталі після i -тої операції, хв.;

t_{kn} – середній час остаточного контролю 1 деталі, хв.;

n_I – число деталей, через яке деталь виводиться на контроль на вимогу технолога, шт.;

$t_{КА}$ – час розрахунку і передачі кадру з ЕОМ в локальний пристрій ЧПК, хв.;

$l_{ср}$ – середня довжина переміщень робота-автооператора вздовж ліній центрального магазину інструментів, м;

V – швидкість переміщення робота-автооператора, м/хв.;

$t_в, t_n$ – час роботи робота-автооператора по виконанню операцій «Взяти» і «Покласти», хв.;

$t_{пов}$ – час на поворот робота-автооператора, хв.;

$t_{ин}$ – середній час роботи одного інструменту, хв.;

$n_{ин}$ – число інструментів, які не розміщуються в магазині верстата, шт.;

$n_д$ – середнє число дублерів інструменту на одну деталь, шт.;

$n_{дет}$ – число деталей, що одночасно обробляються на верстаті, шт.;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 5</i>

ВСТУП

При розробці проекту гнучкої виробничої системи (ГВС) механічної обробки, нарівні з металорізальним обладнанням необхідно вибрати і розрахувати автоматизований склад для оброблюємих заготовок та деталей і складську систему інструментального забезпечення. Найбільш простою складською системою є автоматизований склад у вигляді стелажу, що обслуговується роботами-штабелерами. Аналогічним образом практикується склад системи інструментального забезпечення.

При виконанні практичних робіт необхідно розрахувати склади для інструментів і деталей, визначити необхідне число штабелерів і роботів-автооператорів для їх обслуговування і накреслити схему спроектованої ГВС.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 6

1. Практичне заняття №1

ОПИС ХАРАКТЕРИСТИКИ СКЛАДУ І РОЗРАХУНОК ЧИСЛА ПОЗИЦІЙ ЗАВАНТАЖЕННЯ, РОЗВАНТАЖЕННЯ І КОНТРОЛЮ ДЛЯ ГВС

1.1. Мета роботи

Навчитися описувати характеристики складу ГВС і виконувати розрахунок числа позицій завантаження, розвантаження і контролю для ГВС

1.2. Короткі теоретичні відомості

Враховуючи складність, високу вартість ГВС і необхідність використання вхідних в ГВС верстатів при повному завантаженні необхідно точно знати, скільки деталей буде оброблятися в ГВС.

$$K_{\text{найм}} = \frac{\Phi_{\text{вер}} \cdot n_{\text{вер}}}{t_{\text{обр}} \cdot N},$$

де $\Phi_{\text{вер}}$ – місячний фонд часу роботи одного верстата (при 2-х змінній роботі $\Phi_{\text{вер}} = 305$ год);

$n_{\text{вер}}$ – кількість верстатів, що входять в ГВС;

$t_{\text{обр}}$ – середня трудомісткість обробки однієї деталі, годин;

N – середня місячна програма випуску деталей одного найменування.

Отримане число деталей визначає число осередків в стелажі. Оскільки ГВС дозволяють обробляти широку номенклатуру виробів, яка може мінятися в процесі експлуатації, то доцільно мати запас осередків в стелажі на 10% на випадок збільшення числа деталей, що обробляються.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 7

Позиції завантаження, де проводиться установка заготовки в пристосування, і розвантаження, де оброблена деталь знімається з пристосування, можуть бути або роз'єднані або з'єднані (рис. 1.1).

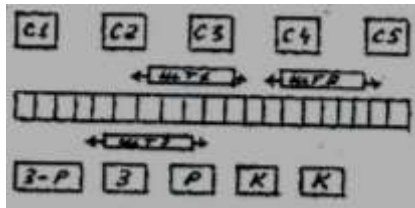


Рис. 1.1

Розрахунок необхідного числа позицій n_{noz} проводиться за формулою:

$$n_{noz} = \frac{t \cdot K_{дет}}{\Phi_{noz} \cdot 60},$$

де t – середня трудомісткість на позиції (тільки завантаження або розвантаження, якщо операції роз'єднані або сумарна, якщо обидві операції виконуються на одній позиції), хв.;

$K_{дет}$ – кількість деталей, що проходять через позицію протягом місяця, шт.;

$\Phi_{noz} = 305$ – місячний фонд часу роботи позиції, год.

$$K_{дет} = K_{найм} \cdot N.$$

У ГВС у яких відсутні автоматичні засоби контролю на верстаті в процесі обробки деталей, необхідно вести перевірку розмірів, що отримують на спеціальних позиціях контролю.

Необхідне число позицій контролю $n_{noz,к}$ (округлене у більший бік цілого) в ГВС

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 8

$$n_{\text{поз.к}} = \frac{t_{\text{к}} \cdot K_{\text{дет.к}}}{\Phi_{\text{поз}} \cdot 60},$$

де $t_{\text{к}}$ – сумарний час контролю однієї деталі, хв.;
 $K_{\text{дет.к}}$ – кількість деталей, що проходять контроль за місяць, шт.;
 $\Phi_{\text{поз}}$ – місячний фонд часу роботи позиції, год.

$$t_{\text{к}} = t_i (n_{\text{вер}} - 1) + t_{\text{кн}},$$

$$K_{\text{дет.к}} = K_{\text{дет}} / n,$$

де $K_{\text{дет}}$ – число деталей, що обробляються в ГВС за місяць, шт.;
 n – число деталей, через яке деталь виводиться на контроль, шт.

$$n = \frac{n_1}{k_1 \cdot k_2},$$

де n – число деталей, через яке деталь виводиться на контроль на вимогу технолога, шт.;

k_1, k_2 – поправочні коефіцієнти, що враховують відповідно контроль першої деталі, обробленої на початку зміни, і вивід на контроль в зв'язку з роботою нового інструмента. ($k_1 = 1,15, k_2 = 1,05$).

1.3. Завдання

Описати характеристики складу ГВС і виконати розрахунок числа позицій завантаження, розвантаження і контролю для ГВС згідно методики приведеної в підрозділі 1.2 та вихідних даних згідно варіанту завдань приведених у додатку А «Методичних рекомендацій для виконання практичних робіт».

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 9</i>

1.4. Зміст звіту

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Опис характеристики складу ГВС.
4. Розрахунок числа позицій завантаження, розвантаження і контролю для ГВС.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 10

2. Практичне заняття №2

РОЗРАХУНОК ЧИСЛА ШТАБЕЛЕРІВ РОЗТАШОВАНИХ З БОКУ ВЕРСТАТІВ

2.1. Мета роботи

Навчитися виконувати розрахунок числа штабелерів розташованих з боку верстатів

2.2. Короткі теоретичні відомості

Знаючи відстань між верстатами і швидкість руху штабелера, можна розрахувати сумарний час роботи штабелера

$$T_{\text{обс}} = \frac{K_{\text{стел-вер}} \cdot t_{\text{стел-вер}} + K_{\text{вер-вер}} \cdot t_{\text{вер-вер}}}{60},$$

$$K_{\text{стел-вер}} \cong 2,8 \cdot K_{\text{дет}},$$

$$K_{\text{вер-вер}} \cong 690 \cdot (n_{\text{вер}} - 1),$$

де $K_{\text{стел-вер}}$ – число переміщень між стелажем і верстатами;

$t_{\text{стел-вер}}$ – середній час, що затрачується на передачу супутника зі стелажу на верстат або навпаки, хв.;

$K_{\text{вер-вер}}$ – число переміщень між верстатами;

$t_{\text{вер-вер}}$ – середній час, що затрачується на передачу супутника з верстата на верстат, хв.

Час виконання штабелером однієї передачі супутника ($t_{\text{стел-вер}}$ або $t_{\text{вер-вер}}$) визначається часом відпрацювання кадрів

$$t_{\text{пер}} = t_1 + t_2,$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 11

де t_1 , t_2 – час відпрацювання кадрів «Підійти до місця і взяти супутник» і «Підійти до місця і поставити супутник».

$$t_1 = t_{KA} + t_{ni\delta} + t_B,$$

$$t_2 = t_{KA} + t_{ni\delta} + t_n,$$

де t_{KA} – час розрахунку і передачі кадру від ЕОМ на локальну систему ЧПК штабелера, хв. ($t_{KA} = 1,5 + 10$ с.);

$t_{ni\delta}$ – час підходу до заданого місця;

t_B – час роботи циклової автоматики телескопічного стола штабелера по виконанню операції «Взяти супутник», хв.;

t_n – час роботи циклової автоматики телескопічного стола штабелера по виконанню операції «Поставити супутник», хв.

$$t_{ni\delta} = \frac{l_x}{V_x} + \frac{l_y}{V_y},$$

де l_x і l_y – довжина переміщення штабелера по осям X і Y;

V_x і V_y – швидкості переміщення, м/хв. ($V_x = 60$ м/хв., $V_y = 6$ м/хв.).

Кількість штабелерів приймаємо по коефіцієнту завантаження штабелерів

$$K_{zag} = \frac{T_{обс}}{\Phi_m},$$

де Φ_m – фонд часу роботи штабелера ($\Phi_m = 305$ год.).

Якщо $K_{zag} \geq 1$, то потрібно два штабелера.

Допустимий сумарний час простою одного штабелера в зміну

$$\sum t_{np} = \frac{\Phi_m - T_{обс}}{K_{дн} \cdot n_{зм} \cdot m_y},$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 12</i>

де $K_{дн}$ – число робочих днів в місяці (22);

$n_{зм}$ – число робочих змін протягом дня;

m_y – коефіцієнт, що враховує число пристроїв, керованих від однієї системи ЧПК (1 пристрій – 1, 2 пристрої – 1,5).

$V_x = 60$ м/хв., $V_y = 6$ м/хв.

При $n_{вер} \leq 5$, $l_x \text{ стел-вер} = 8$ м, $l_y \text{ стел-вер} = 3$ м, $l_x \text{ вер-вер} = 7$ м, $l_y \text{ вер-вер} = 1,5$ м.

При $n_{вер} > 5$, $l_x \text{ стел-вер} = 13$ м, $l_y \text{ стел-вер} = 3$ м, $l_x \text{ вер-вер} = 11$ м,

$l_y \text{ вер-вер} = 1,5$ м.

2.3. Завдання

Виконати розрахунок числа штабелерів розташованих з боку верстатів згідно методики приведеної в підрозділі 2.2 та вихідних даних згідно варіанту завдань приведених у додатку А «Методичних рекомендацій для виконання практичних робіт».

2.4. Зміст звіту

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Розрахунок числа штабелерів розташованих з боку верстатів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 13</i>

3. Практичне заняття №3

ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГВС

3.1. Мета роботи

Навчитися виконувати розрахунок числа інструментів та час зміни інструментів для обробки всієї номенклатури деталей

3.2. Короткі теоретичні відомості

На стадії технічної пропозиції сумарне число інструментів, необхідних для обробки всієї номенклатури деталей протягом місяця розраховують за формулою:

$$K_{in} = K_1 + K_0,$$

де K_1 – число інструментів для обробки номенклатури деталей, шт.;
 K_0 – число дублерів інструмента, шт.

$$K_1 = \frac{K_{найм} \cdot t_{об}}{t_{in}} \cdot 60,$$

де $K_{найм}$ – число найменувань деталей, шт.;
 $t_{об}$ – середній час обробки одного найменування, хв.;
 t_{in} – середній час роботи одного інструмента, хв.

Число дублерів інструмента для обробки місячної програми деталей, шт.

$$K_0 = n_0 \cdot K_{найм},$$

де n_0 – середнє число дублерів на одну деталь.
Дублери потрібні для інструментів малої стійкості, до числа яких відносяться мітчики, розгортки і т.п.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 14

Для організації подачі інструменту в магазин верстата зі складу і виймання з нього інструмента застосовуються касети. Основною характеристикою касети є число гнізд під інструмент, яке визначається з необхідності забезпечити за один підйом касети доставку до верхнього стелажу не менше 2-х інструментів.

Продуктивність, яку повинна забезпечити касета (шт/год.), розраховують за формулою:

$$n_{кас} = \frac{K_{ін} \cdot m}{\Phi_{поз}},$$

де $K_{ін}$ – число інструментів, необхідне для обробки всієї номенклатури деталей;

m – коефіцієнт, що враховує партійність деталей ($m = 1,5$ коли половина деталей запускається півмісячними партіями).

Для доставки інструмента до верстатів використовують роботів автооператорів.

Сумарний час, що затрачується роботом на обслуговування верстатів (год) визначають за формулою

$$T_{обс} = \sum_{i=1}^{n_{пер}} K_{зм_i} \cdot \frac{t_{зм}}{60},$$

де $K_{зм_i}$ – число змін інструментів на одному верстаті протягом місяця;

$t_{зм}$ – середній час зміни одного інструмента, хв.

Сумарне число змін інструмента в ГВС протягом місяця визначають за виразом

$$\sum_{i=1}^{n_{пер}} K_{зм_i} = K_{ін} \cdot m + K_{д.зм},$$

де $K_{д.зм}$ – число додаткових змін інструменту на верстатах; $m = 1,5$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 15</i>

Число додаткових змін інструменту в магазинах верстатів, пов'язане з некомплектністю розміщення його, визначають за формулою

$$K_{\text{д.зм}} = 2 \cdot n_{\text{ін}} \cdot N \cdot \left(\frac{K_{\text{найм}}}{n_{\text{дет}}} \right),$$

де $n_{\text{ін}}$ – число інструментів, що не розміщуються в магазині верстата, шт.;

$K_{\text{дет}}$ – число найменувань деталей;

$n_{\text{дет}}$ – число деталей, що одночасно обробляються на верстаті.

Середній час зміни одного інструмента у верстаті визначається часом відпрацювання роботом 2, 4-х кадрів:

$$t_{\text{зм}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

де t_1 – час відпрацювання кадру: «Взяти інструмент з центрального магазину»;

t_2 – час відпрацювання кадру: «Взяти інструмент з магазину верстата»;

t_3 – час відпрацювання кадру: «Встановити в магазині верстата інструмент з центрального магазину»;

t_4 – час відпрацювання кадру: «Встановити інструмент в центральному магазині».

$$t_1 = t_{KA} + t_{нід} + t_B;$$

$$t_2 = t_{KA} + t_{нід} + t_B;$$

$$t_3 = t_{KA} + t_{нід} + t_n;$$

$$t_4 = t_{KA} + t_{нід} + t_n.$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 16

$T_{КА}$ – час розрахунку і передачі кадру з ЕОМ в локальний пристрій ЧПК;

$t_{нід}$ – час на підхід до заданого гнізда;

t_B – час роботи по виконанню операції «Взяти інструмент»;

$t_{нов}$ – час роботи на поворот робота;

t_n – час роботи по виконанню операції «Поставити інструмент».

Таким чином, сумарна формула має вид

$$t_{зм} = 4 \cdot t_{КА} + 3 \cdot t_{нід} + t_{нов} + 2 \cdot (t_B + t_n),$$

де $t_{нід} = l_{сп} / V$, $l_{сп}$ – середня довжина переміщення;

V – швидкість переміщення (30-60 м/хв.);

$t_{нов} = 0,02-0,05$ хв.; $t_B = t_n = 0,12 - 0,25$ хв.

Для визначення числа робіт визначають коефіцієнт завантаження

$$K_{заг} = T'_{обс} / \Phi_M.$$

Допустимий час простою робота

$$\Sigma t_{пр} = \frac{\Phi_M - T'_{обс}}{K_{дн} \cdot n_{зм} \cdot m_y},$$

де $K_{дн}$ – число робочих днів в місяці;

$n_{зм}$ – число робочих змін;

m_y – коефіцієнт, що враховує число пристроїв, керованих від однієї системи ЧПК.

3.3. Завдання

Виконати розрахунок числа інструментів та час зміни інструментів для обробки всієї номенклатури деталей згідно методики приведеної в підрозділі 3.2 та вихідних даних згідно

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 17</i>

варіанту завдань приведених у додатку А «Методичних рекомендацій для виконання практичних робіт».

3.4. Зміст звіту

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Розрахунок числа інструментів та час зміни інструментів для обробки всієї номенклатури деталей.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 18

4. Практичне заняття №4

РОЗРАХУНОК ЧИСЛА РОБОТІВ-АВТООПЕРАТОРІВ, РОЗТАШОВАНИХ МІЖ ЛІНІЯМИ НАКОПИЧУВАЧІВ ЦЕНТРАЛЬНОГО МАГАЗИНА ІНСТРУМЕНТІВ

4.1. Мета роботи

Навчитися виконувати розрахунок числа робітників-автооператорів між лініями накопичувачів центрального магазину інструментів

4.2. Короткі теоретичні відомості

Сумарний, що затрачується роботом, працюючим між лініями центрального магазину інструментів (рис. 4.1) визначають з виразом

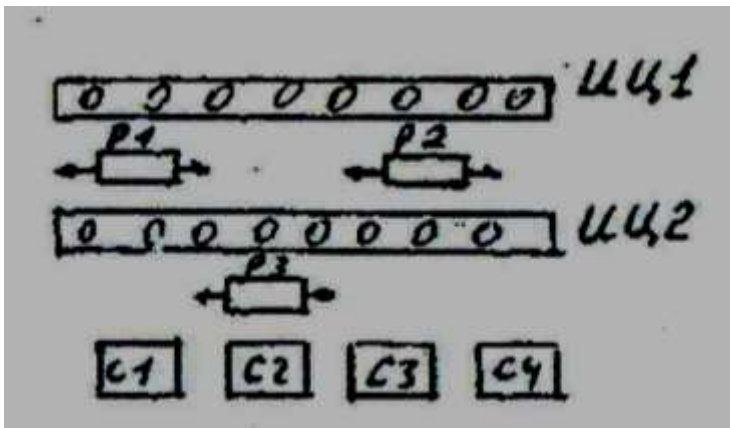


Рис. 4.1

$$T_{\text{обс.р}} = T_{B-B} + T_{i,u},$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 19</i>

де T_{B-B} – час на обслуговування касет при введенні і виведенні інструменту з комплексу, год;

$T_{i,ц}$ – час на обмін інструменту між лініями магазину інструментів.

$$T_{B-B} = K_{B-B} \cdot \left(\frac{t_{B-B}}{60} \right),$$

де K_{B-B} – сумарне число інструментів, що вводяться і виводяться з комплексу протягом місяця, год;

t_{B-B} – середній час одного введення-виведення, хв.

Якщо інструмент, необхідний для обробки всієї номенклатури деталей, що обробляються на комплексі, знаходиться в магазинах, то

$$K_{B-B} = K_{i3M},$$

де K_{i3M} – число зношеного інструмента, що виводиться з комплексу протягом місяця.

Якщо в магазинах комплексу не вистачає місця для одночасного знаходження всього інструменту, то

$$K_{B-B} = K_{in} \cdot m,$$

$$t_{B-B} = 6 \cdot t_{KA} + 4 \cdot t_{ni0} + 2 \cdot t_{nov} + 3 \cdot (t_v + t_n) + t_{ч0},$$

де $t_{ч0} = 0,1$ хв. і залежить від системи програмного забезпечення.

$$T_{iц} = K_{iц} \cdot \left(\frac{t_{iц}}{60} \right),$$

де $K_{iц}$ – сумарне число змін інструментів між лініями центрального магазину;

$t_{iц}$ – середній час однієї зміни, хв.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 20

$$t_{из} = 4 \cdot t_{КА} + 3 \cdot t_{нид} + t_{нов} + 2 \cdot (t_в + t_n),$$

$$K_{из} = \frac{2}{3} \cdot K_{B-B}.$$

Визначаємо коефіцієнт завантаження

$$K_{заг} = \frac{T_{обс}}{\Phi_m}.$$

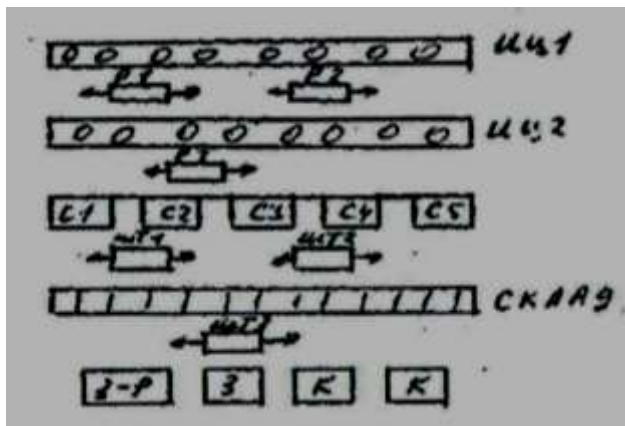


Рис. 4.2. Зразкова схема ГВС з інструментальним складом для заготовок і деталей

4.3. Завдання

Виконати розрахунок числа робітників-автооператорів між лініями накопичувачів центрального магазину інструментів згідно методики приведеної в підрозділі 4.2 та вихідних даних згідно варіанту завдань приведених у додатку А «Методичних рекомендацій для виконання практичних робіт».

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 21</i>

4.4. Зміст звіту

1. Тема роботи.
2. Мета роботи.
3. Розрахунок числа роботів-автооператорів між лініями накопичувачів центрального магазину інструментів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 22</i>

ЛІТЕРАТУРА

1. Детали и механизмы роботов. Основы расчета, конструирования и технологии производства: Учебное пособие / Р.С. Веселков, Т.Н. Гонтаровская, В.П. Гонтаровский и др.; Под редакцией Б. Б. Самопкина. – К.: Высшая школа, 1990. – 343 с. ил.
2. Кондратець В.О. Теорія і технічні засоби систем: Підручник. – К.: Вища школа, 1993. – 319 с.
3. Основы автоматизации и автоматизации производственных процессов. Сборник задач. Р.И. Силин, Я.Ф. Стадник, В.В. Третько; Под редакцией доктора технических наук, профессора Р.И. Силина. – Львов: Высшая школа. Издательство при Львовском университете, 1985. – 120 с.
4. Петраков Ю.В., Мельничук П.П. Автоматизація технологічних процесів у машинобудуванні засобами мікропроцесорної техніки: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 194 с.
5. Гнучкі комп'ютеризовані системи: проектування, моделювання і управління: Підручник / Л.С. Ямпольський, П.П. Мельничук, Б.Б. Самопкін та ін. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 680 с.
6. Автоматизація виробництва в машинобудуванні : практикум / [Ю. І. Муляр, В. П. Пурдик, С. В. Репінський та ін.] ; Вінницький нац. технічний ун-т. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 133 с.
7. Гунько Ю. Л. Автоматизація виробничих процесів : навч. посіб. для студентів напряму підготов. 6.050503 "Машинобудування" денної та заочної форм навчання / Гунько Ю. Л., Федорусь Ю. В. ; Луцький нац. техн. ун-т. – Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2015. – 164 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 23

Додаток А

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

Таблиця А.1

Варіанти завдань

Параметр	№ варіанту								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$n_{вер}$, ШТ	7	4	6	4	5	5	10	8	9
$t_{об}$, ГОД	0,7	1,2	0,9	0,8	1,0	0,6	0,8	1,3	0,4
N , ШТ	20	12	16	43	27	30	36	26	48
t_z , ХВ	5	8	7	7	5	3	6	6	5
t_p , ХВ	3	4	5	6	4	2	3	5	4
t_{ki} , ХВ	5	10	7	5	7	4	8	4	6
t_{kn} , ХВ	30	35	32	26	31	22	26	34	31
n_l , ШТ	6	7	5	5	6	4	8	7	6
$t_{КА}$, ХВ	0,07	0,14	0,12	0,05	0,08	0,17	0,16	0,11	0,08
l_{cp} , М	38	24	28	27	27	23	26	28	35
V , М/ХВ	58	34	38	46	34	43	36	46	42
$t_e = t_n$, ХВ	0,19	0,21	0,14	0,23	0,25	0,17	0,18	0,18	0,2
$t_{нов}$, ХВ	0,05	0,07	0,06	0,03	0,08	0,04	0,08	0,05	0,04
t_{in} , ХВ	10	9	7	9	8	5	3	8	7
n_{in} , ШТ	2	3	2	2	2	4	4	2	3
n_{∂} , ШТ	1	2	1	3	4	2	3	1	1
$n_{дем}$, ШТ	3	1	2	1	2	1	1	2	1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 24

Продовж. табл. А.1

Варіанти завдань

Параметр	№ варіанту								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$n_{вер}$, ШТ	10	11	12	12	14	15	11	14	7
$t_{об}$, ГОД	0,7	0,7	1,0	0,4	0,3	0,4	0,3	0,7	0,8
N , ШТ	30	32	27	32	50	43	38	24	35
t_3 , ХВ	5	5	5	4	4	6	6	4	6
t_p , ХВ	4	4	4	3	3	5	4	4	4
t_{ki} , ХВ	6	6	7	4	4	4	8	6	4
t_{kn} , ХВ	42	38	34	31	22	22	28	28	30
n_I , ШТ	4	7	5	4	5	10	8	8	3
$t_{КА}$, ХВ	0,2	0,23	0,08	0,04	0,08	0,15	0,15	0,15	0,06
l_{cp} , М	24	28	27	36	32	18	32	34	31
V , М/ХВ	60	59	34	54	40	30	38	45	46
$t_8 = t_n$, ХВ	0,22	0,17	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,25	0,18
$t_{нов}$, ХВ	0,05	0,03	0,08	0,04	0,06	0,03	0,03	0,04	0,08
t_{in} , ХВ	10	8	8	6	7	7	5	3	5
n_{in} , ШТ	3	3	2	4	3	4	3	2	4
n_{δ} , ШТ	1	4	4	2	2	2	4	4	2
$n_{оет}$, ШТ	2	2	2	1	1	2	2	3	2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 25

Продовж. табл. А.1

Варіанти завдань

Параметр	№ варіанту								
	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$n_{вер}$, ШТ	10	7	6	3	6	8	9	3	4
$t_{об}$, ГОД	0,9	0,6	0,7	1,4	1,3	0,6	1,3	0,6	0,7
N , ШТ	43	32	24	32	41	36	28	34	38
t_3 , ХВ	4	7	5	5	4	4	6	5	4
t_p , ХВ	3	4	5	5	4	4	6	5	4
t_{ki} , ХВ	10	8	6	6	7	7	5	6	5
t_{kn} , ХВ	43	31	27	42	35	41	32	28	30
n_I , ШТ	6	7	6	6	9	8	5	8	10
$t_{КА}$, ХВ	0,12	0,05	0,08	0,12	0,09	0,14	0,12	0,22	0,11
l_{cp} , М	27	28	23	48	53	36	58	47	41
V , М/ХВ	38	46	34	48	53	36	58	47	41
$t_6 = t_n$, ХВ	0,23	0,25	0,17	0,22	0,19	0,24	0,18	0,2	0,17
$t_{нов}$, ХВ	0,08	0,05	0,06	0,03	0,08	0,07	0,04	0,06	0,05
t_{in} , ХВ	9	8	5	10	8	7	12	7	6
n_{in} , ШТ	4	2	3	4	4	3	2	4	3
n_{δ} , ШТ	3	4	2	3	1	1	2	2	3
$n_{оет}$, ШТ	2	1	2	2	3	1	2	1	2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 26

Закінчення табл. А.1

Варіанти завдань

Параметр	№ варіанту								
	28	29	30	31	32	33	34	35	36
$n_{вер}$, ШТ	4	5	6	13	12	11	8	9	7
$t_{об}$, ГОД	1,4	0,4	0,6	1,2	0,7	0,5	0,3	0,4	1,1
N , ШТ	42	64	36	45	58	38	56	48	54
t_3 , ХВ	5	4	6	3	7	4	5	6	4
t_p , ХВ	7	6	5	6	4	6	7	5	6
t_{ki} , ХВ	5	7	6	4	5	6	4	6	5
t_{kn} , ХВ	23	28	32	21	18	24	26	28	17
n_I , ШТ	9	12	10	7	8	9	10	12	12
$t_{КА}$, ХВ	0,08	0,15	0,12	0,09	0,13	0,11	0,08	0,1	0,14
l_{cp} , М	28	32	26	30	22	24	26	32	27
V , М/ХВ	54	38	43	48	56	38	44	52	58
$t_6 = t_n$, ХВ	0,21	0,16	0,14	0,22	0,15	0,19	0,17	0,25	0,19
$t_{нов}$, ХВ	0,07	0,05	0,06	0,04	0,08	0,04	0,05	0,07	0,03
t_{in} , ХВ	10	8	9	12	11	7	8	6	12
n_{in} , ШТ	3	3	2	4	3	2	2	4	3
n_{δ} , ШТ	2	1	3	2	1	4	3	2	2
$n_{дет}$, ШТ	1	1	1	2	1	2	2	1	1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 27</i>

Додаток Б

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Звіт повинен містити: титульний аркуш (див. додаток В); вихідні дані до практичних робіт з вказаним номером варіанту завдання (зразок оформлення приведено в додатку Д); виконані практичні роботи №№1-4 (зразок оформлення приведено в додатку Е).

Звіт оформлюється на аркушах формату А4 (210 x 297 мм) на одному боці аркуша через 1,5 інтервалу з використанням шрифту 14 текстового редактора Word. Розміри полів: верхнє, нижнє і лівє – не менше 20 мм, правє – не менше 10 мм.

Заголовки структурних елементів і розділів необхідно розмішувати на середині рядка і друкувати прописними літерами без крапки в кінці. Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів необхідно починати з абзацу (5 знаків). Відстань між заголовком та наступним або попереднім рядком – один рядок.

Розділи, підрозділи і пункти нумеруються арабськими цифрами. Номер підрозділу складається з номеру розділу та порядкового номеру підрозділу, розділених крапкою, наприклад, 1.1, 1.2.

Формули та рівняння наводять безпосередньо після тексту, у якому вони згадуються, посередині рядка, з полями зверху та знизу – один рядок. Номер формули складається з номера розділу та порядкового номера, розділених крапкою. Номер проставляється в круглих дужках на рівні формули в крайньому правому положенні на рядку. Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання в подальшому тексті. Інші формули нумерувати не рекомендується.

Пояснення символів та числових коефіцієнтів формул слід наводити безпосередньо під формулами, в тій самій послідовності, у якій вони подані в формулі. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки. Пояснення кожного символу необхідно починати з нового рядка. Формула входить до речення як його рівноправний елемент, тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 28</i>

Додаток В

ТИТУЛЬНИЙ ЛИСТ ЗВІТУ

Міністерство освіти і науки України Державний університет «Житомирська політехніка»	
інженерії	Кафедра механічної Група _____
ЗВІТ з практичних робіт з дисципліни «Автоматизація в машинобудуванні»	
Виконав	_____
Перевірів	_____
	Прізвище та ініціали
	Прізвище та ініціали
Житомир 202__	

Рис. В.1. Титульний лист

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 29

Додаток Д

ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Вихідні дані до практичних робіт №№1-4 (варіант №1):

- число верстатів в ГВС $n_{вер} = 7$ шт.;
- середній час обробки 1 деталі $t_{об} = 0,7$ год.;
- середня місячна програма випуску деталей одного найменування $N = 20$ шт.;
- середній час завантаження деталі в пристосування-супутник $t_3 = 5$ хв.;
- середній час розвантаження деталі з пристосування $t_p = 3$ хв.;
- середній час вибіркового контролю 1 деталі після i -тої операції $t_{ki} = 5$ хв.;
- середній час остаточного контролю 1 деталі $t_{kn} = 30$ хв.;
- число деталей, через яке деталь виводиться на контроль на вимогу технолога, $n_l = 6$ шт.;
- час розрахунку і передачі кадру з ЕОМ в локальний пристрій ЧПК $t_{КА} = 0,07$ хв.;
- середня довжина переміщень робота-автооператора вздовж ліній центрального магазину інструментів $l_{ср} = 38$ м.;
- швидкість переміщення робота-автооператора $V = 58$ м/хв.;
- час роботи робота-автооператора по виконанню операцій «Взяти» і «Покласти» $t_в, = t_n = 0,19$ хв.;
- час на поворот робота-автооператора $t_{пов} = 0,05$ хв.;
- середній час роботи одного інструменту $t_{in} = 10$ хв.;
- число інструментів, які не розміщуються в магазині верстата, $n_{in} = 2$ шт.;
- середнє число дублерів інструменту на одну деталь $n_д = 1$ шт.;
- число деталей, що одночасно обробляються на верстаті $n_{оem} = 3$ шт.;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 30</i>

Додаток Е

ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

1. Практичне заняття №1

ОПИС ХАРАКТЕРИСТИКИ СКЛАДУ І РОЗРАХУНОК ЧИСЛА ПОЗИЦІЙ ЗАВАНТАЖЕННЯ, РОЗВАНТАЖЕННЯ І КОНТРОЛЮ ДЛЯ ГВС

1.1. Мета роботи

Навчитися описувати характеристики складу ГВС і виконувати розрахунок числа позицій завантаження, розвантаження і контролю для ГВС

1.2. Завдання

Описати характеристики складу ГВС і виконати розрахунок числа позицій завантаження, розвантаження і контролю для ГВС згідно методики приведеної в підрозділі 1.2 та вихідних даних згідно варіанту №1 приведених у додатку А «Методичних рекомендацій для виконання практичних робіт».

1.3. Виконання роботи

...

...

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 1 / 31</i>

Методичні рекомендації для проведення практичних занять з дисципліни «Автоматизація в машинобудуванні» для студентів освітнього рівня «Бакалавр» спеціальностей: 131 «Прикладна механіка». – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2023. – 31 с.

Розробник: к.т.н. Ночвай В.М.

Редакційно-видавничий відділ
Державного університету «Житомирська політехніка»

Підписано до друку ____ 2023 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.
Гарнітура Таймс New Roman. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 1,8.
Наклад 50 прим. Зам. № ____

Державний університет «Житомирська політехніка»
Адреса: 10005, м. Житомир, вул. Чуднівська, 103