

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“Київський політехнічний інститут”

КОМПЛЕКСНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА

з навчальної дисципліни

Моделювання систем

(назва)

для студентів спеціальності

6.050101 «Комп'ютерні науки»

(код і назва напрямку підготовки)

Студент

Капорін Роман Михайлович

(прізвище, ім'я та по батькові)

Факультет

IOT,

курс

4,

група

IS-32

Початок роботи _____ год. _____ хв.

Завершення роботи _____ год. _____ хв.

Контрольне завдання № 5

Розглянемо бізнес процес ремонту та заміни обладнання. Припустимо, що деяка виробнича дільниця має L верстатів, які працюють цілодобово (24 години на добу). Всього в технологічному процесі задіяно M верстатів, що більше або дорівнює L (причому L — власні верстати, а решту орендують для резерву). Будь-який з верстатів може вийти з ладу в будь-який час. Якщо верстат вийшов з ладу, його замінюють іншим, резервним, а зламаний направляють в майстерню для ремонту. Відремонтований верстат повертається вже як резервний.

Для ремонту верстатів у майстерні є три спеціалізовані дільниці. Технологічний цикл ремонту починається на дільниці діагностики, де визначаються причина виходу з ладу обладнання та необхідний вид ремонту. Ремонт виконується на механічних і електронних дільницях. Статистичні дані аналізу виходу верстатів з ладу свідчать, що у 75 % випадків ремонту потребує електронне обладнання верстатів, а у 25 % — механічне. Діагностикою зайнято m_1 робітників, ремонтом механічного обладнання — m_2 , а ремонтом електронного — m_3 робітників.

Заробітна плата робітників у ремонтній майстерні — W гривень за годину, плата за орендовані верстати — S гривень за добу. Погодинний збиток під час використання L верстатів у виробництві становить Q гривень за верстат. Збитки виникають внаслідок зменшення обсягів виробництва.

Практичний досвід експлуатації показує, що тривалість діагностики становить $A_1 \pm B_1$ годин (закон розподілу тривалості діагностики — рівномірний), тривалість ремонту електронного обладнання верстата — $A_2 \pm B_2$ годин (розподіл рівномірний), а механічного — $A_3 \pm B_3$ годин (розподіл також рівномірний). Якщо верстат використовується у виробництві, час напрацювання на відмову має експоненціальний розподіл з параметром T годин. Час, витрачений на перевезення верстатів із цеха в майстерню та у зворотному напрямку, незначний, і його не враховують. Додатковою умовою, яка спрощує постановку задачі, є те, що всі робітники в майстерні, як і верстати, взаємозамінні.

Дані для моделювання наведені в табл. 1.

[illegible][illegible]

1. Побудувати мережу замкненої СМО для виробничої ділянки.

Таблица 2

[illegible]

СТРУКТУРНА СХЕМА МОДЕЛІ

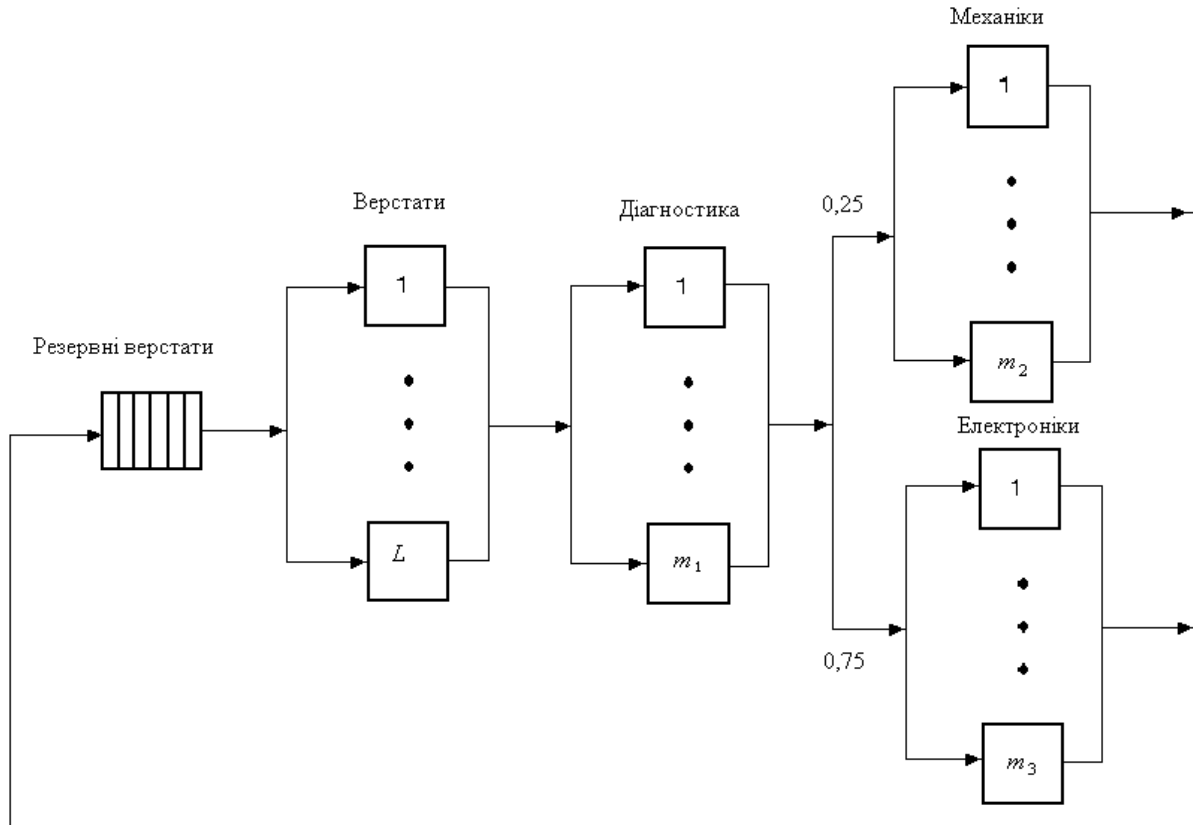


Рисунок 1 – Структурна схема роботи підприємства

РОЗРАХУНОК ВАРІАНТІВ ЧИСЛА НАЙМАНИХ РОБІТНИКІВ І ОРЕНДОВАНИХ ВЕРСТАТІВ

Використаємо формулу (1) для обчислення мінімального середнього часу ремонту верстата:

$$R = V_1 + V_2 \cdot 0.75 + V_3 \cdot 0.25, \quad (1)$$

де:

1. V_1 – тривалість діагностики;
2. V_2 – тривалість ремонту електронного обладнання верстата;
3. V_3 – тривалість ремонту механічного обладнання верстата.

Знайдемо мінімальний середній час ремонту верстата:

$$R = 3 + 25 \cdot 0.75 + 47 \cdot 0.25 = 3 + 18.75 + 11.75 = 33,$$

Потенційно вузьким місцем систем виявилася дільниця ремонту електронного обладнання верстату, бо займає найбільше часу серед інших операцій. Найменш проблемним місцем виявилася дільниця з діагностики.

З цього робимо висновок, що кількість робітників на дільниці діагностики повинна бути мінімальною:

$$m_1 = 1.$$

Система повинна задовольняти наступній умові (2):

$$\frac{V_1 R_1}{m_1} \approx \frac{V_2 R_2}{m_2} \approx \frac{V_3 R_3}{m_3}, \quad (2)$$

звідки маємо:

$$m_2 = 5, \quad m_3 = 3.$$

Знайдемо процент використання верстату за формулою (3):

$$K = \frac{T}{T + R}, \quad (3)$$

маємо:

$$K = \frac{165}{165 + 33} = 0.83(3).$$

Тоді за формулою (3) для оцінки загального числа циркулюючих в системі верстатів:

$$M = \left\lceil \frac{L}{K} \right\rceil, \quad (4)$$

та отримаємо наступне значення:

$$M = \left\lceil \frac{55}{0.83} \right\rceil = 66.$$

Оцінимо кількість верстатів, як повинні бути в резерві за формулою (5):

$$L_r = M - L, \quad (5)$$

та отримаємо наступне значення:

$$L_r = 66 - 55 = 11.$$

ВИСХІДНИЙ КОД ПРОГРАМИ

```

STANKI      EQU 65      ; общее количество станков M, M>L
DIAGN       STORAGE 1  ; рабочие на участке диагностики - МКУ вмест. m1
ELEK        STORAGE 5  ; рабочие на участке ремонта электр. поломок - МКУ вмест.
m2
MEH         STORAGE 3  ; рабочие на участке ремонта механ. поломок - МКУ вмест.
m3

NOWON       STORAGE 55      ; работающие станки - МКУ вместимости L
(L<M)
ZRPLTA      EQU 7.05      ; W, зарплата рабочих В ЧАС
ARNDPLTA    EQU 540      ; S, плата за арендованный станок В
СУТКИ
УБУТОК      EQU 125      ; Q, убыток при исп. менее L станков на
1 станок В ЧАС
DIAGNA      EQU 3        ; A1
DIAGNB      EQU 2        ; B1
ELEKTRA     EQU 25       ; A2
ELEKTRB     EQU 7        ; B2
MECHANA     EQU 47       ; A3
MECHANB     EQU 4        ; B3
NAOTKAZ     EQU 165      ; T, ср. знач. времени наработки на
отказ (В ЧАСАХ)
MDLDNI      EQU 320      ; H, длительность моделирования (В ДНЯХ)

; функция экспоненциального распределения
XPDIS       FUNCTION      RN1,C24
0,0/.100,.104/.200,.222/.300,.355/.400,.509
.500,.690/.600,.915/.700,1.200/.750,1.380
.800,1.600/.840,1.830/.880,2.120/.900,2.300
.920,2.520/.940,2.810/.950,2.990/.960,3.200
.970,3.500/.980,3.900/.990,4.600/.995,5.300
.998,6.200/.999,7/1,8

TBLELEK      TABLE M1,20,50,20
TBLMECH      TABLE M1,20,50,20

; *****

```

```

NOWONCAP VARIABLE R$NOWON+S$NOWON ;L
ALLWRKRS FVARIABLE R$DIAGN+S$DIAGN+R$MEX+S$MEX+R$ELEK+S$ELEK ;общее число
всех работников
SUMSTANUBYTOK FVARIABLE (V$NOWONCAP-SA$NOWON)#UBYTOK#24#MDLDNI ;суммарные
потери от исп. менее L станков
SUMARENDPLATA FVARIABLE (STANKI-V$NOWONCAP)#ARNDPLTA#MDLDNI ;суммарная
плата за аренду дополнительных станков
SUMZARPLATA FVARIABLE V$ALLWRKRS#MDLDNI#ZRPLTA#24 ;суммарная
заработная плата всех ремонтников
SUM_ZP_ARND FVARIABLE V$SUMARENDPLATA+V$SUMZARPLATA ;сумма
SUMARENDPLATA и SUMZARPLATA
SUMVSEPOTERI FVARIABLE V$SUM_ZP_ARND+V$SUMSTANUBYTOK ;суммаSUM_ZP_ARND и
SUMSTANUBYTOK - все потери

```

```

1_work GENERATE ,,,STANKI
MARK
QUEUE QWORK
ENTER NOWON
DEPART QWORK
ADVANCE NAOTKAZ, FN$XPDIS
LEAVE NOWON
TRANSFER ,l_diagn

```

```

l_diagn QUEUE QDIAGN
ENTER DIAGN
DEPART QDIAGN
ADVANCE DIAGNA,DIAGNB
LEAVE DIAGN
TRANSFER .75,l_mech,l_elek

```

```

l_elek TABULATE TBLELEK
QUEUE QELEK
ENTER ELEK
DEPART QELEK
ADVANCE ELEKTRA,ELEKTRB
LEAVE ELEK
TRANSFER ,l_work

```

```

l_mech TABULATE TBLMECH
QUEUE QMEX
ENTER MEX
DEPART QMEX
ADVANCE MECHANA,MECHANB
LEAVE MEX
TRANSFER ,l_work

```

```

GENERATE (MDLDNI#24) ; моделировать H дней (в часах)
SAVEVALUE XSTANKI,STANKI
SAVEVALUE XALLWORKERS,V$ALLWRKRS
SAVEVALUE UTIL0,(SR$NOWON/1000)
SAVEVALUE UTIL1,(SR$DIAGN/1000)
SAVEVALUE UTIL2,(SR$ELEK/1000)
SAVEVALUE UTIL3,(SR$MEX/1000)
SAVEVALUE POTERI,V$SUMVSEPOTERI
TERMINATE 1

```

```

INCLUDE "lab.txt"

```

ПЛАН ІМІТАЦІЙНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Таблиця 1 – Зводні данні за експериментами

Комбінації	Кількість ремонтників			Кількість верстатів L_r	Середнє значення коефіцієнтів завантаження				Середнє значення вартості виробництва
	m_1	m_2	m_3		U_0	U_1	U_2	U_3	
1.	1	5	3	11	0.787	0.778	0.975	0.972	13609710.781
2.	1	6	3	11	0.771	0.792	0.808	0.988	14554185.408
3.	1	6	4	11	0.908	0.872	0.931	0.823	7335500.134
4.	1	7	4	11	0.902	0.899	0.807	0.864	7721816.746
5.	2	7	4	11	0.936	0.455	0.812	0.910	5978507.122
6.	2	8	4	11	0.957	0.475	0.840	0.752	4911458.128
7.	2	8	5	11	0.965	0.483	0.750	0.726	4554585.348
8.	2	8	5	12	0.978	0.466	0.736	0.766	4072296.799
9.	2	8	5	13	0.981	0.484	0.769	0.712	4054125.884
10.	2	8	5	14	0.990	0.478	0.755	0.716	3752652.483
11.	2	8	5	15	0.989	0.495	0.778	0.770	4000131.339
12.	2	8	5	16	0.993	0.489	0.778	0.717	3945849.449
13.	2	8	5	17	0.996	0.473	0.742	0.750	3961445.554
14.	2	8	5	18	0.992	0.503	0.769	0.801	4322371.320

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

При таких наборах параметрів системи витрати сягають мінімуму (Таблиця 2).

Таблиця 2 – Зводні данні за експериментами

Робітники на ділянці 1	Робітники на ділянці 2	Робітники на ділянці 3	Кількість верстатів
2	8	5	69 – загалом (з них 14 - додаткових)

Для отриманого результату здійснимо дисперсійний аналіз (рис. 2). З нього бачимо, що критерій Фішера перевищує критичне значення, а це значить, що фактори мають вплив на змінні моделі.

Source of Variance	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F	Critical Value of F (p=.05)
A	154802180998.426	2	77401090499.213	5.047	3.89
Error	184039151184.109	12	15336595932.009		
Total	338841332182.535	14			

Treatment Level	Count	Mean	Minimum	Maximum	95% C.I. [SE]
A					
1(2,8,5,16)	5	4006311.476	3822607.969	4193746.686	[3885631.083, 4126991.869]
2(2,8,5,17)	5	4064626.877	3961445.554	4218763.237	[3943946.484, 4185307.270]
3(2,8,5,18)	5	4244968.914	4094068.880	4322371.320	[4124288.521, 4365649.307]

123841.0107033

Рисунок 2 – Результат дисперсійного аналізу

ВИСНОВОК

В даній контрольній роботі я використав імітаційну модель для знаходження оптимальних рішень щодо найму робочої сили та оренди верстатів з метою мінімізації вартості виробництва. В результаті роботи було визначено, що найоптимальнішим рішенням буде найняти 2 робітника на ділянці діагностики, 8 на електричному ремонті і 5 на механічному. Витрати при цьому дорівнюють 3752652, а напруженість верстатів 0.990.