

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ЗАДАНИЯ И ПОЯСНЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Общие требования к оформлению контрольной работы

Контрольная работа должна быть выполнена с пронумерованными страницами и полями. На титульном листе должны быть написаны фамилия студента, его инициалы, учебный шифр, курс, полное название темы контрольной работы, дисциплина и номер варианта. В конце работы следует указать список используемой литературы, дату выполнения работы и подпись. Контрольная работа высылается для проверки в университет в срок, установленный графиком. После получения проверенной работы необходимо внести исправления и дополнения в соответствии с замечаниями преподавателя.

Задание №1

Теоретическая часть

Метод «наихудшего» случая

Известно, что непрерывную и дифференцируемую функцию многих переменных можно разложить в ряд Тейлора. Ряд Тейлора для отклонения функции с помощью дифференциалов записывается в следующем виде:

$$\Delta y = f(x_i + dx_i) - f(x_i) = df(x_i) + d^2 f(x_i) / 2! + d^3 f(x_i) / 3! + \dots,$$

Где $df(x_i)$, $d^2 f(x_i)$, $d^3 f(x_i)$ - дифференциалы первого, второго, третьего порядка, $i = \overline{1, n}$.

Отбрасывая члены ряда второго и выше порядков, получаем:

$$\Delta y \cong df(x_i) = \frac{\partial f(x_i)}{\partial x_1} \cdot \Delta x_1 + \frac{\partial f(x_i)}{\partial x_2} \cdot \Delta x_2 + \dots + \frac{\partial f(x_i)}{\partial x_n} \cdot \Delta x_n = \sum_{i=1}^n \frac{\partial f(x_i)}{\partial x_i} \cdot \Delta x_i.$$

Здесь $\frac{\partial f(x_i)}{\partial x_i} = A_i$ - функция чувствительности, отражающая степень влияния входных

параметров x_i на выходной параметр y .

Функция чувствительности может быть как положительной, так и отрицательной величиной.

Сгруппируем их так, чтобы:

$$A_i < 0 \quad \text{при } i = \overline{1, m},$$

$$A_k > 0 \quad \text{при } k = \overline{m+1, n}.$$

Тогда наилучшие отклонения выходных параметров вычисляются по формулам:

$$\Delta y_{\max} = \sum_{i=1}^m A_i \Delta x_{i_{\max}} + \sum_{k=m+1}^n A_k (-\Delta x_{k_{\min}})$$

$$\Delta y_{\min} = \sum_{i=1}^m A_i (-\Delta x_{i_{\min}}) + \sum_{k=m+1}^n A_k \Delta x_{k_{\max}}$$

где $A_i > 0$ $A_k < 0$.

В случае симметричных отклонений входных параметров

$$\Delta x_{i_{\text{пред}}} = \Delta x_{i_{\max}} = |-\Delta x_{i_{\min}}|,$$

предельное отклонение выходного параметра

$$\Delta y_{\text{пред}} = \sum_{i=1}^n |A_i| \cdot \Delta x_{i_{\text{пред}}}$$

Для относительных отклонений выходного параметра справедливо:

$$\delta y = \frac{\Delta y_{\text{пред}}}{y}$$

Если входные параметры являются случайными величинами, то дисперсия выходного параметра определяется по формулам:

$$\sigma_y^2 = \sum_{i=1}^n A_i^2 \cdot \sigma_{x_i}^2 \text{ - для независимых между собой } x_i \text{ и}$$

$$D(y) = \sum_{i=1}^n A_i^2 D(x_i) + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n A_i A_k R_{ik} \sigma(x_i) \sigma(x_k) \quad i \neq k$$

для зависимых x_i , где R_{ik} - коэффициенты парной корреляции.

Пример. Выходной параметр устройства f зависит от его внутренних параметров x_j и задан соотношением:

$$y = \frac{b_1 x_1 + b_2 x_2}{b_3 x_3 + b_4 x_4}$$

При этом заданы следующие величины:

Вариант №1

b_j	$M(x_j)$	$\frac{\sigma_{x_j}}{M(x_j)}$	R_{13}	R_{24}
$b_1=4$	$M(x_1)=1.5$	0.3	0.75	1.15
$b_2=5$	$M(x_2)=1.75$	0.3	0.75	1.15
$b_3=6$	$M(x_3)=2$	0.3	0.75	1.15
$b_4=7$	$M(x_4)=2.5$	0.3	0.75	1.15

Вариант №2

b_j	$M(x_j)$	$\frac{\sigma_{x_j}}{M(x_j)}$	R_{13}	R_{24}
$b_1=5$	$M(x_1)=1$	0.6	0.8	1.25
$b_2=6$	$M(x_2)=1.5$	0.6	0.8	1.25
$b_3=7$	$M(x_3)=2$	0.6	0.8	1.25
$b_4=8$	$M(x_4)=2.5$	0.6	0.8	1.25

Вариант №3

b_j	$M(x_j)$	$\frac{\sigma_{x_j}}{M(x_j)}$	R_{13}	R_{24}
$b_1=3$	$M(x_1)=0.5$	0.6	0.9	1.5
$b_2=4$	$M(x_2)=0.75$	0.6	0.9	1.5
$b_3=5$	$M(x_3)=1$	0.6	0.9	1.5
$b_4=6$	$M(x_4)=1.25$	0.6	0.9	1.5

Вариант №4

b_j	$M(x_j)$	$\frac{\sigma_{x_j}}{M(x_j)}$	R_{13}	R_{24}
$b_1=4$	$M(x_1)=1.25$	0.7	0.8	1.75
$b_2=5$	$M(x_2)=1.5$	0.7	0.8	1.75
$b_3=6$	$M(x_3)=1.75$	0.7	0.8	1.75
$b_4=7$	$M(x_4)=2$	0.7	0.8	1.75

Вариант №5

b_j	$M(x_j)$	$\frac{\sigma_{x_j}}{M(x_j)}$	R_{13}	R_{24}
$b_1=6$	$M(x_1)=1$	0.5	0.6	1.15
$b_2=7$	$M(x_2)=1.25$	0.5	0.6	1.15
$b_3=8$	$M(x_3)=1.5$	0.5	0.6	1.15
$b_4=9$	$M(x_4)=1.75$	0.5	0.6	1.15

Вариант №7

b_j	$M(x_j)$	$\frac{\sigma_{x_j}}{M(x_j)}$	R_{13}	R_{24}
$b_1=3$	$M(x_1)=0.75$	0.7	0.8	1.15
$b_2=4$	$M(x_2)=1$	0.7	0.8	1.15
$b_3=5$	$M(x_3)=1.25$	0.7	0.8	1.15
$b_4=6$	$M(x_4)=1.5$	0.7	0.8	1.15

Вариант №8

b_j	$M(x_j)$	$\frac{\sigma_{x_j}}{M(x_j)}$	R_{13}	R_{24}
$b_1=2$	$M(x_1)=0.75$	0.3	0.4	1.75
$b_2=3$	$M(x_2)=1$	0.3	0.4	1.75
$b_3=4$	$M(x_3)=1.25$	0.3	0.4	1.75
$b_4=5$	$M(x_4)=1.5$	0.3	0.4	1.75

Вариант №9

b_j	$M(x_j)$	$\frac{\sigma_{x_j}}{M(x_j)}$	R_{13}	R_{24}
$b_1=4$	$M(x_1)=1.25$	0.4	0.5	0.95
$b_2=5$	$M(x_2)=1.5$	0.4	0.5	0.95
$b_3=6$	$M(x_3)=1.75$	0.4	0.5	0.95
$b_4=7$	$M(x_4)=2$	0.4	0.5	0.95

Вариант №10

b_j	$M(x_j)$	$\frac{\sigma_{x_j}}{M(x_j)}$	R_{13}	R_{24}
$b_1=5$	$M(x_1)=0.5$	0.2	0.3	1.15
$b_2=6$	$M(x_2)=0.75$	0.2	0.3	1.15
$b_3=7$	$M(x_3)=1$	0.2	0.3	1.15
$b_4=8$	$M(x_4)=1.25$	0.2	0.3	1.15

Получить количественные оценки точности выходного параметра.

1) Вычислим функцию чувствительности A_j :

$$A_j = \frac{\partial y}{\partial x_j} \Big|_{x_j = x_{jном}} \quad j=1 \dots n$$

$$A_1 = \frac{b_1}{b_3 x_3 + b_4 x_4}$$

$$A_2 = \frac{b_2}{b_3 x_3 + b_4 x_4}$$

$$A_3 = \frac{-b_3 \cdot (b_1 x_1 + b_2 x_2)}{(b_3 x_3 + b_4 x_4)^2}$$

$$A_4 = \frac{-b_4 \cdot (b_1 x_1 + b_2 x_2)}{(b_3 x_3 + b_4 x_4)^2}$$

$$A_{jj} = \frac{\partial^2 y}{\partial x_j^2} \Big|_{x_j = x_{jном}} \quad j=1 \dots n$$

$$A_{11} = 0$$

$$A_{22} = 0$$

$$A_{33} = \frac{2b_3^2 \cdot (b_1 x_1 + b_2 x_2)}{(b_3 x_3 + b_4 x_4)^3}$$

$$A_{44} = \frac{2b_4^2 \cdot (b_1 x_1 + b_2 x_2)}{(b_3 x_3 + b_4 x_4)^3}$$

$$A_{jk} = \frac{\partial^2 y}{\partial x_j \cdot \partial x_k} \Big|_{\substack{x_j = x_{jном} \\ x_k = x_{kном}}} \quad j=1 \dots n, \quad k=1 \dots n, \quad k \neq j$$

$$A_{13} =$$

$$A_{24} =$$

2) Вычислим математическое ожидание $M(y)$ и дисперсию $D(y)$ выходных параметров.

$$M(y) = f(x_{1ном}, \dots, x_{nном}) + \Delta$$

$$\Delta = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \sum_{k=j}^n A_{jk} R_{jk} \sigma(x_j) \sigma(x_k) + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n A_{jj} D(x_j) \quad j \neq k,$$

где второе слагаемое учитывает нелинейность функции.

$$D(y) = \sum_{j=1}^n A_j^2 D(x_j) + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n A_j A_k R_{jk} \sigma(x_j) \sigma(x_k) \quad j \neq k$$

$$y = \frac{b_1 x_1 + b_2 x_2}{b_3 x_3 + b_4 x_4} =$$

M(x _j)	$\frac{\sigma_{x_j}}{M(x_j)}$	σ_{x_j}	D(x _j)	R ₁₃	R ₂₄	A _j	A _{jj}	A ₁₃	A ₂₄
M(x ₁)=									
M(x ₂)=									
M(x ₃)=									
M(x ₄)=									

Табл. №2. Сводная таблица для вычислений M(y) и D(y).

$$\Delta = \frac{1}{2} (A_{13} R_{13} \sigma_{x_1} \sigma_{x_3} + A_{24} R_{24} \sigma_{x_2} \sigma_{x_4}) + \frac{1}{2} (A_{11} D(x_1) + A_{22} D(x_2) + A_{33} D(x_3) + A_{44} D(x_4))$$

$$M(y) =$$

$$D(y) = A_1^2 D(x_1) + A_2^2 D(x_2) + A_3^2 D(x_3) + A_4^2 D(x_4) + A_1 A_3 R_{13} \sigma_{x_1} \sigma_{x_3} + A_2 A_4 R_{24} \sigma_{x_2} \sigma_{x_4}$$

Получить следующие величины:

- Вычислим функцию чувствительности A_j
- Вычислить математическое ожидание $M(y)$ и дисперсию $D(y)$ выходных параметров

Задание №2

Анализ надежности системы с восстановлением элементов после их отказа

Анализ проведем для двух случаев, когда система состоит из двух и трех элементов.

1. Система состоит из двух элементов: технологического агрегата (ТА) и обслуживающего этот агрегат промышленного робота (ПР) (Рис. 1).

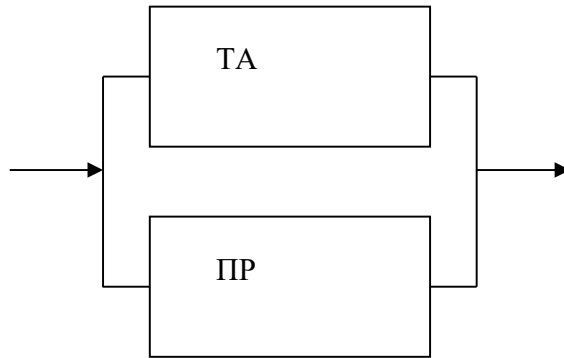


Рис. 1. Система из двух элементов

Интенсивности отказов и восстановлений каждого элемента независимы и известны.
Отказ любого элемента приводит к отказу всей системы.

Считаем, что:

Интенсивность отказов ТА- λ_1 ,

ПР- λ_2

Интенсивность восстановлений ТА- μ_1 ,

ПР- μ_2

Общее число возможных состояний - $2^2 = 4$.

Составим граф возможных состояния системы (Рис.2.).

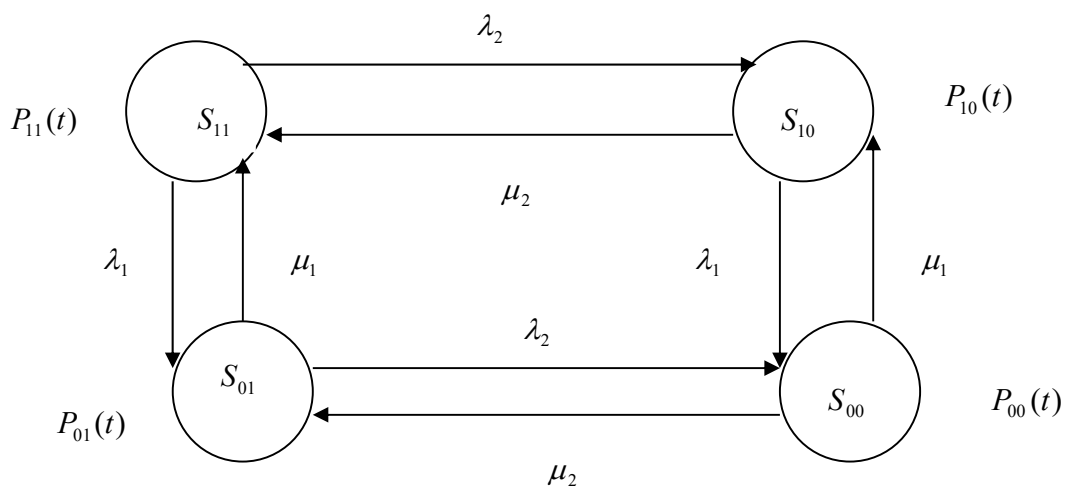


Рис. 2. Граф возможных состояния системы

Обозначения:

S – состояния системы, P(t)- вероятность нахождения в этом состоянии.

S₁₁ – работают ТА и ПР;

S₁₀ – работает ТА, ПР -отказал в работе;

S₀₁ – ТА отказал в работе, ПР- работает ;

S₀₀ – отказали оба элемента

Первая цифра в индексе соответствует состоянию ТА, вторая –ПР

Уравнения состояния системы:

$$\frac{dP_{11}(t)}{dt} = -\lambda_1 \cdot P_{11}(t) - \lambda_2 \cdot P_{11}(t) + \mu_2 \cdot P_{10}(t) + \mu_1 \cdot P_{01}(t)$$

$$\frac{dP_{10}(t)}{dt} = -\lambda_1 \cdot P_{10}(t) + \lambda_2 \cdot P_{11}(t) + \mu_1 \cdot P_{00}(t) - \mu_2 \cdot P_{10}(t)$$

$$\frac{dP_{01}(t)}{dt} = -\lambda_2 \cdot P_{01}(t) + \lambda_1 \cdot P_{11}(t) + \mu_2 \cdot P_{00}(t) - \mu_1 \cdot P_{01}(t)$$

$$\frac{dP_{00}(t)}{dt} = \lambda_2 \cdot P_{01}(t) + \lambda_1 \cdot P_{10}(t) - \mu_1 \cdot P_{00}(t) - \mu_2 \cdot P_{00}(t)$$

$$P_{11}(t) + P_{10}(t) + P_{01}(t) + P_{00}(t) = 1$$

Для установившегося режима системы левые части уравнений равны нулю и дифференциальные уравнения преобразуются в систему алгебраических уравнений.

2. Система состоит из трех элементов и представляет собой робототехнический комплекс (РТК) состоящий из: сборочного технологического оборудования (ТО), загрузочного и разгрузочного промышленных роботов (ПР1 и ПР2). После отказа любого элемента необходимо восстановить его работоспособность и, следовательно, работоспособность всей системы. Для оценки надежности такой системы необходимо:

-задать интенсивности потока отказов элементов

-составить граф состояний системы

-по графу составить систему уравнений состояния системы и решить их.

Задача

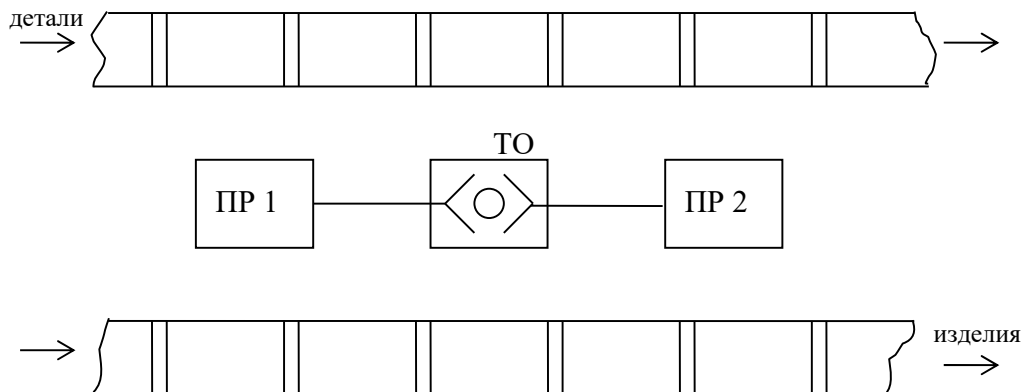


Рис. 3. Схема РТК

РТК состоит из трёх элементов (Рис. 3.):

загрузочного робота ПР1 (интенсивность отказа – λ_1 ; интенсивность восстановления – μ_1)

Сборочного технологического оборудования ТО (интенсивность отказа – λ_2 ; интенсивность восстановления – μ_2)

разгрузочного робота ПР2 (интенсивность отказа – λ_3 ; интенсивность восстановления – μ_3)

Варианты

Вариант	λ_1	μ_1	λ_2	μ_2	λ_3	μ_3
1	1/10	1	1/100	1	1/15	1
2	1/20	2	1/200	2	1/30	1
3	1/30	3	1/300	3	1/40	1
4	1/40	4	1/400	4	1/70	1
5	1/10	1	1/500	5	1/10	1
6	1/20	2	1/600	6	1/25	1
7	1/40	3	1/700	7	1/55	1
8	1/30	4	1/800	8	1/75	1
9	1/20	1	1/900	9	1/5	1
10	1/10	2	1/150	1	1/35	1

Найти

Вероятность того, что все элементы находятся в рабочем состоянии;

вероятность того, что все элементы отказали;

остальные вероятности.

вероятность отказа системы

Система имеет 2^3 возможных состояний: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111. Где 1 – элемент в работоспособном состоянии, 0 – отказ. Позиционно первая цифра соответствует ПР1, вторая – ТО,

третья – ПР2. Система неработоспособна при отказе любого элемента. Отказы независимы (отказ одного элемента не влечёт за собой отказ другого).

Граф состояний будет иметь вид

Запишем уравнения Колмогорова:.....

В стационарном режиме после переходного периода элементарные вероятности состояний не меняются и производные по вероятности стремятся к нулю, следовательно, в стационарном режиме система дифференциальных уравнений превращается в систему алгебраических уравнений, которую можно решить (например, в MATLAB).

.....

Вывод:

В результате получили следующие значения.

Вероятность того, что все элементы находятся в рабочем состоянии $P_{111} =$;

вероятность того, что все элементы отказали $P_{000} =$.

Остальные вероятности. $P_{001} = P_{010} = P_{011} = P_{100} = P_{101} = P_{110} =$.

В итоге получаем вероятность отказа системы $P_{отк} =$

Задача №3

Автоматизированные поточные линии.

Теоритическая часть

АПЛ состоят из АТО и автоматизированных транспортных средств.

Под ПЛ понимается производственный участок, на котором ТП организован на основе принципов пропорциональной производительности всех элементов, параллельности(при параллельной структуре ТП), ритмичности и непрерывности (отсутствие перерывов между ТО).

Классификация ПЛ.

В зависимости от номенклатуры изделий ПЛ подразделяются на ОНПЛ и МНПЛ.

По степени синхронизации ТО на непрерывные и прерывные.

По степени автоматизации на автоматизированные и неавтоматизированные.

Расчет организационно-производственных параметров ОНПЛ.

При проектировании ОНПЛ рассчитываются следующие ОПП:

1. ритм ОНПЛ
2. число рабочих мест на каждой ТО,
3. число мест обработки на линии,
4. коэффициент загрузки ОНПЛ,
5. необходимые заделы на поточной линии.
6. выбор схемы расположения оборудования

Расчеты производятся по формулам:

1. Ритм:

$$r = \frac{\Phi}{N}$$

где Φ – годовой фонд времени (час)

N – программа выпуска изделий за год (штук)

2. Число рабочих мест на i -ой ТО:

$$C_i = \frac{t_{умi}}{r} \quad \text{при длительности ТО равной или кратной ритму } r$$

$$C_i' = E\left(\frac{t_{умi}}{r}\right) + 1 \quad \text{при длительности ТО не равной или некратной ритму } r$$

где $t_{умi}$ – штучное время на i -ом ТО (мин)

$E\left(\frac{t_{умi}}{r}\right)$ – целая часть дроби, заключённой в скобки

3. Число рабочих мест на ОНПЛ:

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n C_i = \frac{\sum_{i=1}^n t_{умi}}{r}$$

где n – количество технических операций на линии

4. Коэффициент загрузки оборудования на i -ой ТО:

$$h_i = \frac{t_{умi}}{C_i \cdot r} \quad \text{или} \quad h_i = \frac{t_{умi}}{C_i' \cdot r}$$

5. Заделы на ОНПЛ:

-технологический задел

$$Z_{техн} = C_{\Sigma}$$

-транспортный задел

$$Z_{тр} = C_{\Sigma} - 1$$

-страховой задел $Z_{стр}$ равен 4-5% от сменного выпуска

-общий задел

$$Z_{общ} = Z_{техн} + Z_{тр} + Z_{стр}$$

На основании исходных данных и проведённых расчётов составляется схема расположения технологического оборудования.

Задание

Определить ритм, число рабочих мест на каждой ТО, число мест

обработки на линии, коэффициент загрузки ОНПЛ, необходимые заделы на поточной линии. Выбрать схему расположения ТО.

1. Расчётные соотношения:

Ритм:

$$r = \frac{\Phi}{N}$$

где Φ – годовой фонд времени (час)

N – программа выпуска изделий за год (штук)

Число рабочих мест на i -ой ТО:

$$C_i = \frac{t_{umi}}{r} \quad \text{при длительности ТО равной и кратной ритму } r$$

$$C_i' = E\left(\frac{t_{umi}}{r}\right) + 1 \quad \text{при длительности ТО не равной или некратной ритму } r$$

где t_{umi} – штучное время на i -ом ТО (мин)

$E\left(\frac{t_{umi}}{r}\right)$ – целая часть дроби, заключённой в скобки

Число рабочих мест на ОНПП:

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n C_i = \frac{\sum_{i=1}^n t_{umi}}{r}$$

где n – количество технических операций на линии

Коэффициент загрузки оборудования на i -ой ТО:

$$h_i = \frac{t_{umi}}{C_i \cdot r} \quad \text{или} \quad h_i = \frac{t_{umi}}{C_i' \cdot r}$$

Заделы на ОНПП:

технологический задел

$$Z_{техн} = C_{\Sigma}$$

транспортный задел

$$Z_{тр} = C_{\Sigma} - 1$$

страховой задел $Z_{стр}$ равен 4-5% от сменного выпуска.

общий задел

$$Z_{общ} = Z_{техн} + Z_{тр} + Z_{стр}$$

Исходные данные:

Число технологических операций: $n = 5$

Годовой фонд времени работы оборудования: $\Phi = 3000$ (час)

Программа выпуска изделий:

$$N = 50000 .$$

Время выполнения технологических операций:

$$t_{ум1} = 11.5$$

$$t_{ум2} = 5.5$$

$$t_{ум3} = 4.75$$

$$t_{ум4} = 13$$

$$t_{ум5} = 2.5$$

Вариант №1

Число технологических операций: $n = 3$

Годовой фонд времени работы оборудования: $\Phi = 2000$ (час)

Программа выпуска изделий:

$$N = 40000 .$$

Время выполнения технологических операций:

$$t_{ум1} = 1.5$$

$$t_{ум2} = 7.5$$

$$t_{ум3} = 1.75$$

$$t_{ум4} = 11$$

$$t_{ум5} = 1.5$$

Вариант №2

Число технологических операций: $n = 7$

Годовой фонд времени работы оборудования: $\Phi = 3500$ (час)

Программа выпуска изделий:

$$N = 35000 .$$

Время выполнения технологических операций:

$$t_{ум1} = 13.5$$

$$t_{ум2} = 9.5$$

$$t_{ум3} = 0.75$$

$$t_{ум4} = 18$$

$$t_{ум5} = 5.5$$

Вариант №3

Число технологических операций: $n = 6$

Годовой фонд времени работы оборудования: $\Phi = 4000$ (час)

Программа выпуска изделий:

$$N = 70000 .$$

Время выполнения технологических операций:

$$t_{um1} = 4.5$$

$$t_{um2} = 9.5$$

$$t_{um3} = 7.75$$

$$t_{um4} = 1.85$$

$$t_{um5} = 1.25$$

Вариант №4

Число технологических операций: $n = 7$

Годовой фонд времени работы оборудования: $\Phi = 5000$ (час)

Программа выпуска изделий:

$$N = 55000.$$

Время выполнения технологических операций:

$$t_{um1} = 2.5$$

$$t_{um2} = 5.5$$

$$t_{um3} = 0.75$$

$$t_{um4} = 15$$

$$t_{um5} = 3.5$$

Вариант №5

Число технологических операций: $n = 4$

Годовой фонд времени работы оборудования: $\Phi = 1500$ (час)

Программа выпуска изделий:

$$N = 25000.$$

Время выполнения технологических операций:

$$t_{um1} = 1.5$$

$$t_{um2} = 5.5$$

$$t_{um3} = 0.75$$

$$t_{um4} = 8$$

$$t_{um5} = 3.5$$

Вариант №6

Число технологических операций: $n = 4$

Годовой фонд времени работы оборудования: $\Phi = 4000$ (час)

Программа выпуска изделий:

$$N = 45000.$$

Время выполнения технологических операций:

$$t_{um1} = 0.5$$

$$t_{um2} = 6.5$$

$$t_{um3} = 5.75$$

$$t_{um4} = 8$$

$$t_{um5} = 2.5$$

Вариант №7

Число технологических операций: $n = 4$

Годовой фонд времени работы оборудования: $\Phi = 1500$ (час)

Программа выпуска изделий:

$$N = 55000.$$

Время выполнения технологических операций:

$$t_{um1} = 0.5$$

$$t_{um2} = 3.5$$

$$t_{um3} = 2.75$$

$$t_{um4} = 7$$

$$t_{um5} = 2.5$$

Вариант №8

Число технологических операций: $n = 6$

Годовой фонд времени работы оборудования: $\Phi = 4500$ (час)

Программа выпуска изделий:

$$N = 70000.$$

Время выполнения технологических операций:

$$t_{um1} = 1.5$$

$$t_{um2} = 7.5$$

$$t_{um3} = 0.75$$

$$t_{um4} = 9$$

$$t_{um5} = 3.5$$

Вариант №9

Число технологических операций: $n = 5$

Годовой фонд времени работы оборудования: $\Phi = 1000$ (час)

Программа выпуска изделий:

$$N = 60000.$$

Время выполнения технологических операций:

$$t_{um1} = 2.5$$

$$t_{um2} = 8.5$$

$$t_{um3} = 0.75$$

$$t_{um4} = 9$$

$$t_{um5} = 5.5$$

Вариант №10

Число технологических операций: $n = 7$

Годовой фонд времени работы оборудования: $\Phi = 5000$ (час)

Программа выпуска изделий:

$$N = 70000.$$

Время выполнения технологических операций:

$$t_{um1} = 3.5$$

$$t_{um2} = 9.5$$

$$t_{um3} = 2.75$$

$$t_{um4} = 17$$

$$t_{um5} = 0.5$$

Подставляем исходные данные в расчетные формулы:

Ритм:

$$r = \frac{\Phi}{N} = \frac{3000}{50000} = 0.06 \text{ час/шт} = 0.06 \cdot 60 = 3.6 \text{ мин/шт}$$

Число рабочих мест на i -ой ТО:

$$C_i = \frac{t_{umi}}{r} \text{ при длительности ТО равной и кратной ритму } r$$

$$C_i' = E\left(\frac{t_{umi}}{r}\right) + 1 \text{ при длительности ТО не равной или некратной ритму } r$$

$$C_1 = E\left(\frac{11.5}{3.6}\right) + 1 = 4$$

$$C_2 = 2$$

$$C_3 = 2$$

$$C_4 = 4$$

$$C_5 = 1$$

Число рабочих мест на ОНПЛ:

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n C_i = \frac{\sum_{i=1}^n t_{умi}}{r} = 4 + 2 + 2 + 4 + 1 = 13$$

Коэффициент загрузки оборудования на i -ой ТО:

$$h_i = \frac{t_{умi}}{C_i \cdot r} \quad \text{или} \quad h_i = \frac{t_{умi}}{C_i' \cdot r}$$

$$h_1 = \frac{11.5}{4 \cdot 3.6} = 0.8$$

$$h_2 = \frac{5.5}{2 \cdot 3.6} = 0.76$$

$$h_3 = \frac{4.75}{2 \cdot 3.6} = 0.66$$

$$h_4 = \frac{13}{4 \cdot 3.6} = 0.9$$

$$h_5 = \frac{2.5}{1 \cdot 3.6} = 0.69$$

Заделы на ОНПЛ:

технологический задел

$$Z_{техн} = 13$$

транспортный задел

$$Z_{тр} = 13 - 1 = 12$$

страховой задел $Z_{стр}$ равен 4-5% от сменного выпуска.

В году 365 рабочих дней из них рабочих ≈ 265 . Следовательно, сменный выпуск составляет

$$\frac{N}{265} = \frac{50000}{265} \approx 189 \text{ шт}$$

$$Z_{стр} = 0.05 \cdot 189 = 10 \text{ шт}$$

общий задел

$$Z_{общ} = Z_{техн} + Z_{тр} + Z_{стр}$$

$$Z_{общ} = 13 + 12 + 10 = 35 \text{ шт}$$

На основании количества рабочих мест для каждой ТО строится схема расположения технологических операций. Представить ниже.