**2.1. Розробка інформаційних структур даних підсистем ГАД**

Для розрахунку технологічного маршруту було визначено:

* номенклатуру деталей обробки;
* у якій послідовності і на якому устаткуванні деталі будуть оброблятись;
* кількість транспортних модулів;
* схему здійснення транспортування об'єктів виробництва.

На основі цієї інформації складемо технологічний маршрут для кожної деталі. Технологічний маршрут включає порядок проходження деталей через технологічне устаткування і час обробки деталі на одиниці технологічного устаткування. Порядок проходження деталей через технологічне устаткування був визначений згідно операціям, які необхідно провести з деталлю. Складемо необхідну матрицю маршрутів. Вона приведена в табл. 3.

*Таблиця 3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Д1** | **Д2** | **Д3** | **Д4** | **Д5** | **Д6** | **Д7** | **Д8** | **Д9** | **Д10** | **Д11** | **Д12** | **Д13** | **Д14** |
| **етап 1** | 1  (Т2,С2,Ф1,Р1,Т3) | 4  (Т1) | 1  (T2,Ф1,Р1,Т3) | 1  (T3,Ф1,Р1) | 4  (T1) | 1  (T3) | 4  (T1) | 1  (Т2) | 4  (Т1) | 1  (Т2) | 2  (Т4,Ф2,С3) | 3  (Т5) | 4  (Т1,С1) | 1  (Т2) |
| **етап 2** | 2  (Ф2,Т4) | 2  (Ф2) | 2  (С3,Т4) | 2  (Ф2,Т4) | 1  (Т2) | 2  (Т4) | 1  (Ф1,Р1,Т3) | 2  (С3) | 2  (С3) | 4  (Т1) | 1  (Ф1,Т3) | 4  (С1,Т1) | 2  (С3) | 2  (С3) |
| **етап 3** |  | 1  (С2,Ф1,Р1,Т3) | 3  (T5) |  | 2  (Ф2) | 1  (С2,Ф1,Р1) | 3  (Т5) | 1  (Ф1,Т3) | 1  (Ф1,Т3) | 2  (С3) |  | 2  (С3) | 3  (Ф1,Т3) | 1  (Ф1,Т3) |
| **етап 4** |  | 2  (T4) |  |  | 5  (Ф3) | 3  (Т5) |  | 4  (Т1) | 2  (Ф2,Т4) | 1  (Ф1,Т3) |  | 1  (Ф1,Т3) | 2  (Т4) |  |
| **етап 5** |  |  |  |  | 1  (Ф1,Р1, Т3) |  |  | 2  (Ф2) | 3  (Т5) | 2  (Ф2) |  | 2  (Т4) | 3  (Т5) |  |
| **етап 6** |  |  |  |  |  |  |  | 1  (Р1) |  | 1  (Р1) |  |  |  |  |

У табл. 3 представлені наступні ГВМ:

ГВМ1={Т2,С2,Р1,Т3,Ф1};

ГВМ2={С3,Т4,Ф2};

ГВМ3={Т5};

ГВМ4={Т1,С1};

ГВМ5={Ф3};

Час виконання кожної операції залежить від її складності. Встановимо складність виконання операції відповідно до порядку виконання операції в матриці маршрутів.

У відповідності зі складністю обробки розраховується час кожної операції за формулою:

**

де

*n* – загальна кількість деталеустановки

*tоб* – середній час обробки однієї деталеустановки

*tсл* – час обробки складної операції з *Копi =* 1

*Кслj* – коефіцієнт складності j-ої деталі, *Копi –*коефіцієнт складності

і-ої операції, що входить в технологічний процес обробки j-ої деталі.

Матриця порядку виконання операції представлена в табл. 4.

*Таблиця 4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Д1 | | Д2 | ДЗ | | Д4 | Д5 | Д6 | | Д7 | Д8 | | Д9 | Д10 | Д11 | Д12 | Д13 | Д14 |
| Т1 |  | | 1 |  | |  | 1 |  | | 1 | 5 | | 1 | 2 |  | 3 | 1 |  |
| Т2 | 1 | |  | 1 | |  | 2 |  | |  | 1 | |  | 1 |  |  |  | 1 |
| ТЗ | 5 | | 6 | 4 | | 1 | 7 | 1 | | 4 | 4 | | 4 | 5 | 5 | 6 | 5 | 4 |
| Т4 | 7 | | 7 | 6 | | 5 |  | 2 | |  |  | | 6 |  | 1 | 7 | 6 |  |
| Т5 |  | |  | 7 | |  |  | 6 | | 5 |  | | 7 |  |  | 1 | 7 |  |
| С1 |  | |  |  | |  |  |  | |  |  | |  |  |  | 2 | 2 |  |
| С2 | 2 | | 3 |  | |  |  | 3 | |  |  | |  |  |  |  |  |  |
| С3 |  | |  | 5 | |  |  |  | |  | 2 | | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 |
| Ф1 | 3 | | 4 | 2 | | 2 | 5 | 4 | | 3 | 3 | | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 |
| Ф2 | | 6 | 2 | |  | 4 | 3 |  |  | | 6 | 5 | | 6 | 2 |  |  |  |
| Ф3 | |  |  | |  |  | 4 |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |
| Р1 | | 4 | 5 | | 3 | 3 | 6 | 5 | 3 | | 7 |  | | 7 |  |  |  |  |

З таблиці 4 зіставимо таблицю 5, в якій розраховано скільки разів на якій позиції зустрічається кожна з наданих операцій.

*Таблиця 5*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Позиція | Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 | С1 | С2 | С3 | | Ф1 | Ф2 | Ф3 | Р1 |
| 1 | 5 | 5 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 3 | | 3 | 2 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | | 4 | 1 | 0 | 3 |
| 4 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 5 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | | 2 | 1 | 0 | 2 |
| 6 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 3 | 0 | 1 |
| 7 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Всього | 8 | 6 | 14 | 8 | 6 | 2 | 3 | 8 | 14 | | 8 | 1 | 9 |

Час виконання кожної операції залежить від її складності. Встановимо складність виконання кожної операції. Операції Т1 та Т2 найчастіше зустрічаються на першій позиції (5 разів), отже складність її виконання ­– 1. Операція Т3 та Ф1 також часто зустрічаються на четвертій позиції (5 разів), тому складність виконання даних операцій – 0.9. Операції С3, Р1, Т4, Т5 та Ф2 застосовуються з однаковою частотою (3 рази), але операції С3 і Р1 виконуються в перших позиціях, а Т4,Т5 та Ф2 в останніх, тому їх складність відповідно – 0.8 та 0.7. Свердлильна операції С1 та С2 зустрічаються з однаковою частотою (2), але операція С1 виконується на позицію раніше тому складність операції С1 прийнято за 0.6 а С2 – 0.5. А операція фрезерування Ф3 ­– 0.4, бо вона є найпростішою. Складність операцій представлена у табл.6.

*Таблиця 6*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Операція | | Тип | Складність |
| Т1,Т2 | | Токарська | 1 |
| Ф1, Т3 | | Токарська,  фрезерна | 0.9 |
| С3, Р1 | | Свердлильна,  різьблення | 0.7 |
| Т4,Т5, Ф2 | | Токарська,  фрезерна | 0.8 |
| С1 | | Свердлильна | 0.6 |
| С2 | | Свердлильна | 0,5 |
| Ф3 | Фрезерна | | 0,4 |

Для розрахунку часу на виконання операцій складемо таблицю коефіцієнтів складності операцій для кожної деталі у наступному вигляді (табл.7).

*Таблиця 7*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Т1 | Т2 | Т3 | Ф1 | Р1 | С3 | Т4 | Т5 | Ф2 | С1 | С2 | Ф3 | | *Kслj* | |
| Д1 |  | 1 | 0.9 | 0.9 | 0.8 |  | 0.7 |  | 0.7 |  | 0.5 | |  | | 5.5 |
| Д2 | 1 |  | 0.9 | 0.9 | 0.8 |  | 0.7 |  | 0.7 |  | 0.5 | |  | | 5.5 |
| Д3 |  | 1 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.7 |  |  |  | |  | | 5.2 |
| Д4 |  |  | 0.9 | 0.9 | 0.8 |  | 0.7 |  | 0.7 |  |  | |  | | 4 |
| Д5 | 1 | 1 | 0.9 | 0.9 | 0.8 |  |  |  | 0.7 |  |  | | 0.4 | | 5.7 |
| Д6 |  |  | 0.9 | 0.9 | 0.8 |  | 0.7 | 0.7 |  |  | 0.5 | |  | | 4.5 |
| Д7 | 1 |  | 0.9 | 0.9 | 0.8 |  |  | 0.7 |  |  |  | |  | | 4.3 |
| Д8 | 1 | 1 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.8 |  |  | 0.7 |  |  | |  | | 5.1 |
| Д9 | 1 |  | 0.9 | 0.9 |  | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |  |  | |  | | 5.7 |
| Д10 | 1 | 1 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.8 |  |  | 0.7 |  |  | |  | | 6.1 |
| Д11 |  |  | 0.9 | 0.9 |  | 0.8 | 0.7 |  | 0.7 |  |  | |  | | 4 |
| Д12 | 1 |  | 0.9 | 0.9 |  | 0.8 | 0.7 | 0.7 |  | 0.6 |  | |  | | 5.6 |
| Д13 | 1 |  | 0.9 | 0.9 |  | 0.8 | 0.7 | 0.7 |  | 0.6 |  | |  | | 5.6 |
| Д14 |  | 1 | 0.9 | 0.9 |  | 0.8 |  |  |  |  |  | |  | | 3.6 |

∑ Kслj = 70.4

tоб = 0.5(год)=0.5\*60=30 (хв)

n = 55

tсл=n\* tоб/∑ *Kслj*==23.44 (хв)

Результати обчислень знаходяться в табл. 8.

*Таблиця 8*

|  |  |
| --- | --- |
| Операція | Час |
| Т1, Т2 | 23.44 |
| Ф1, Т3 | 21.1 |
| С3, Р1 | 18.75 |
| Т4, Т5, Ф2 | 16.41 |
| С1 | 14.06 |
| С2 | 11.72 |
| Ф3 | 9.37 |

На підставі отриманих значень складемо матрицю тривалості обробки деталей на ГВМ, що на табл. 9:

*Таблиця 9*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Д1** | **Д2** | **Д3** | **Д4** | **Д5** | **Д6** | **Д7** | **Д8** | **Д9** | **Д10** | **Д11** | **Д12** | **Д13** | **Д14** |
| **етап 1** | 96.21 | 23.44 | 84.39 | 60.95 | 23.44 | 21.1 | 23.44 | 23.44 | 23.44 | 23.44 | 51.57 | 16.41 | 37.5 | 21.1 |
| **етап 2** | 32.82 | 16.41 | 35.16 | 32.82 | 23.44 | 16.41 | 60.95 | 18.75 | 18.75 | 23.44 | 42.2 | 37.5 | 18.75 | 18.75 |
| **етап 3** |  | 72.67 | 16.41 |  | 16.41 | 51.57 | 16.41 | 42.2 | 42.2 | 18.75 |  | 18.75 | 42.2 | 42.2 |
| **етап 4** |  | 16.41 |  |  | 9.37 | 16.41 |  | 23.44 | 32.82 | 42.2 |  | 42.2 | 16.41 |  |
| **етап 5** |  |  |  |  | 60.95 |  |  | 16.41 | 16.41 | 16.41 |  | 16.41 | 16.41 |  |
| **етап 6** |  |  |  |  |  |  |  |  | 18.75 |  | 18.75 |  |  |  |
| **етап 7** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Для складання розкладу транспортного обслуговування ГВМ необхідно знати час транспортування між ГВМ та між АС та ГВМ. Це розраховується з урахуванням того, що ГВМ знаходяться на однаковій відстані один від одного, та від АС, та з урахування структурно-компонувальної схеми ГВС. Час транспортування розраховується тільки для маршрутів наведених у структурно-технологічній схемі.

Основні параметри ділянки ГВС представлені в табл. 2, що наведена у розділі 1.1.

Переміщення між АС та ГВМ, ГВМ та ГВМ наведені в табл. 10.

*Таблиця 10*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | АС | ГВМ1 | ГВМ2 | ГВМ3 | ГВМ4 | ГВМ5 |
| АС | - | 0 | 1 | 2 | 3 |  |
| ГВМ1 | 0 | - | 1 | 2 | 3 |  |
| ГВМ2 | 4 | 4 | - | 1 |  | 3 |
| ГВМ3 | 3 |  |  | - | 1 |  |
| ГВМ4 | 2 | 2 | 3 |  | - |  |
| ГВМ5 |  |  | 2 |  |  | - |

Послідовність дій ( час у хв.):

AC=>ГВМ1 = *tвз + tпост + 0\* tср + tз* = 4.34

AC=>ГВМ2 = *tвз + tпост + 1\* tср + tз* = 5.34

AC=>ГВМ3 = *tвз + tпост + 2\* tср + tз* = 6.34

AC=>ГВМ4 = *tвз + tпост + 3\* tср + tз* = 7.34

ГВМ1=> AC = *tвз + tпост + 0\* tср + tр* = 3.34

ГВМ2=> AC = *tвз + tпост + 4\* tср + tр* = 7.34

ГВМ3=> AC = *tвз + tпост + 3\* tср + tр* = 6.34

ГВМ4=> AC = *tвз + tпост + 2\* tср + tр* = 5.34

ГВМ1=>ГВМ2 = *tвз +1\* tср + tпост + tр + tз* = 8.34

ГВМ1=>ГВМ3 = *tвз +2\* tср + tпост + tр + tз* = 9.34

ГВМ1=>ГВМ4 = *tвз +3\* tср + tпост + tр + tз* = 10.34

ГВМ2=>ГВМ1 = *tвз +4\* tср + tпост + tр + tз* = 11.34

ГВМ2=>ГВМ3 = *tвз +1\* tср + tпост + tр + tз* = 8.34

ГВМ2=>ГВМ5 = *tвз +3\* tср + tпост + tр + tз* = 10.34

ГВМ3=>ГВМ4 = *tвз +1\* tср + tпост + tр + tз* = 8.34

ГВМ4=>ГВМ1 = *tвз +2\* tср + tпост + tр + tз* = 9.34

ГВМ4=>ГВМ2 = *tвз +3\* tср + tпост + tр + tз* = 10.34

ГВМ5=>ГВМ2 = *tвз +2\* tср + tпост + tр + tз* = 9.34

Підраховані дані представлені у табл. 11.

*Таблиця 11*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | АС | ГВМ1 | ГВМ2 | ГВМ3 | ГВМ4 | ГВМ5 |
| АС | - | 4.34 | 5.34 | 6.34 | 7.34 |  |
| ГВМ1 | 3.34 | - | 8.34 | 9.34 | 10.34 |  |
| ГВМ2 | 7.34 | 11.34 | - | 8.34 |  | 10.34 |
| ГВМ3 | 6.34 |  |  | - | 8.34 |  |
| ГВМ4 | 5.34 | 9.34 | 10.34 |  | - |  |
| ГВМ5 |  |  | 9.34 |  |  |  |