

КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Цель работы: освоить и закрепить практические навыки по составлению календарного плана работ.

Краткие теоретические сведения

Календарное планирование предусматривает построение календарного графика, определяющего моменты начала и окончания каждой работы и другие временные характеристики сетевого графика. Это позволяет, в частности, выявлять критические операции, которым необходимо уделять особое внимание, чтобы закончить проект в директивных срок. Во время календарного планирования определяются временные характеристики всех работ с целью проведения оптимизации сетевой модели, которая улучшает эффективность использования какого-либо ресурса.

Календарное планирование производит увязку во времени всех действий, которые нужно выполнить и при этом минимизирует время выполнения плана.

Есть различные типы задач календарного планирования. Рассмотрим два типа задач.

Контрольный пример 1

Задача С. Джонсона для двух станков

Есть два станка А и В. Каждая деталь должна быть сначала обработана на станке А, затем на станке В. Известны время обработки каждой детали на каждом станке:

t_{iA} , t_{iB} – время обработки на станке А, В.

Для разных деталей это время различно. На каждом из станков одновременно можно обрабатывать только одну деталь, каждая деталь может обрабатываться только на одном станке; процесс обработки детали не может прерываться. Надо определить вариант плана запуска деталей, при котором общее время их обработки будет минимальным.

Решение

Записывается время обработки каждой детали (табл.7.1).

Таблица 7.1

| Номер детали | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|---|---|---|---|---|
| Станок А | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| Станок В | 2 | 1 | 3 | 5 | 4 |

Просматривается все времена обработки и находится минимальное из них $t_{2B} = 1$, $t_{5A} = 1$. Если минимальное время относится к первому станку, то деталь ставится на обработку первой. Если минимальное время относится ко второму станку, то деталь ставится на обработку последней. Если время обработки двух разных деталей на одном станке совпадает и это время меньше времени обработки на другом станке, то порядок обработки этих деталей произволен.

Действия повторяются с остальными деталями.

Для контрольного примера 1 последовательность обработки следующая:

5, 3, 4, 1, 2.

Посчитать общее время обработки в полученной последовательности и в последовательности 1,2,3,4,5 и сравним.

Время обработки в полученной последовательности (табл.7.2).

Таблица 7.2

| № детали | 5 | 3 | 4 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Станок А | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Станок В | | | | | | | | | | | | | | | | |
| № детали | | 5 | | 3 | | 4 | | | 1 | | 2 | | | | | |
| t | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

Время обработки равно 16 единиц.

Время обработки в последовательности 1,2,3,4,5 (табл.7.3).

Таблица 7.3

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| № детали | 1 | | | 2 | | | | 3 | 4 | | | | 5 | | | | | | | | |
| Станок А | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Станок В | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| № детали | | | | 1 | | | | 2 | 3 | | | 4 | | | | 5 | | | | | |
| t | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |

Время обработки равно 21 единица.

Контрольный пример 2

Задача распределения заказов

Надо выполнить четыре заказа:

Заказ1 – 100 изделий, Заказ2 – 200 изделий, Заказ3 – 50 изделий, заказ4 – 75 изделий.

Изделия любого заказа можно обработать на любом из четырех станков А, В, С, Д. Время выполнения заказов разное. Каждый станок обладает ограниченным ресурсом времени выполнения заказов. Заказ должен быть выполнен на одном станке.

Решение

Введем следующие обозначения:

N – номер заказа;

V – объем заказа;

t_{ik} – норматив обработки изделия i -го заказа на k -ом станке;

T_{ik} – общие затраты времени на i -го заказ при его выполнении на k -ом станке;

R_k – ресурс времени k -го станка;

P_k – использованное время k -го станка.

Строим таблицу в которую заносим данные (табл. 7.4).

Таблица 7.4

| № | V | t_{iA} | T_{iA} | l_{iA} | t_{iB} | T_{iB} | l_{iB} | t_{iC} | T_{iC} | l_{iC} | t_{iD} | T_{iD} | l_{iD} |
|-------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 100 | 1 | | | 0,67 | | | 0,8 | | | 1,33 | | |
| 2 | 200 | 2 | | | 1 | | | 0,9 | | | 1,7 | | |
| 3 | 50 | 2 | | | 1,33 | | | 1 | | | 2,5 | | |
| 4 | 75 | 1 | | | 0,8 | | | 0,67 | | | 1,25 | | |
| R_k | | | 80 | | | 150 | | | 250 | | | 100 | |
| P_k | | | | | | | | | | | | | |

Рассчитываем общие затраты времени на заказ T_{ik} .

$$T_{ik} = \frac{V}{tik}$$

Рассчитываем индикатор lik следующим образом: станку имеющему наибольший норматив tik присваивается значение индикатора равное 1, для остальных станков индикатор рассчитывается по формуле:

$$lik = \frac{T_{ik}}{T_{ik_{\max tik}}}$$

Данные заносим в табл.7.5.

Таблица 7.5

| № | V | tiA | TiA | liA | tiB | TiB | liB | tiC | TiC | liC | tiD | TiD | liD |
|----|-----|-----|-----|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|
| 1 | 100 | 1 | 100 | 1,33 | 0,67 | 149,3 | 1,99 | 0,8 | 125,0 | 1,66 | 1,33 | 75,2 | 1 |
| 2 | 200 | 2 | 100 | 1 | 1 | 200,0 | 2,00 | 0,9 | 222,2 | 2,22 | 1,7 | 117,6 | 1,18 |
| 3 | 50 | 2 | 25 | 1,25 | 1,33 | 37,6 | 1,88 | 1 | 50,0 | 2,50 | 2,5 | 20,0 | 1 |
| 4 | 75 | 1 | 75 | 1,25 | 0,8 | 93,8 | 1,56 | 0,67 | 111,9 | 1,87 | 1,25 | 60,0 | 1 |
| Rk | | | 80 | | | 150 | | | 250 | | | 100 | |
| Pk | | | 75 | | | 0 | | | 222 | | | 95,2 | |

Распределение заказов по станкам происходит следующим образом: заказ отдается станку с минимальным значением индикатора при условии, что станок имеет достаточный ресурс времени.

В контрольном примере заказы распределились следующим образом: Заказ1 на станке Д, Заказ2 на станке С, Заказ3 на станке Д, Заказ4 на станке А.

Определяем время работы станка и заносим в табл. 7.5.

Индивидуальное задание

Решить задачу планирования, согласно вашему варианту.

Вариант 1

Есть шесть деталей для обработки и два станка А и В. Каждая деталь должна быть обработана в первую очередь на станке А, во вторую на станке В. Время обработки деталей приведено в табл.7.6. На каждом из станков можно одновременно обрабатывать только одну деталь, каждая деталь может обрабатываться только на одном станке, процесс обработки детали не может прерываться.

Определить вариант плана запуска деталей, при котором общее время их обработки будет минимальным. Посчитать общее время обработки деталей в порядке 1,2,3,4,5,6 и общее время обработки деталей в полученном варианте плана запуска деталей.

Таблица 7.6

| Номер детали | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|---|---|---|---|---|---|
| Станок А | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| Станок Б | 1 | 3 | 4 | 5 | 3 | 2 |

Вариант2

Надо выполнить четыре заказа:

заказ 1 – 200 изделий,

заказ 2 – 100 изделий,

заказ 3 – 150 изделий,

заказ 4 – 80 изделий.

Изделия любого заказа можно обрабатывать на любом из четырех станков А, Б, В, Г. Норматив обработки изделия каждого заказа (штук/час) - t_{ik} , ресурс времени каждого станка – R_k , заданы в табл.7.7. Составьте план распределения заказов по станкам, чтобы минимизировать затраты на все производство. Заказ должен быть выполнен на одном станке.

Таблица 7.7

| Номер заказа | Объем заказа | t_{iA} | t_{iB} | t_{iB} | $t_{iГ}$ |
|--------------|--------------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 200 | 1 | 2 | 0,75 | 1,2 |
| 2 | 100 | 1,6 | 1 | 0,9 | 1,5 |
| 3 | 150 | 1,7 | 1,2 | 1 | 2 |
| 4 | 80 | 1 | 0,6 | 1 | 1,25 |
| R_k | | 100 | 150 | 200 | 100 |

Вариант 3

Есть шесть деталей для обработки и два станка А и В. Каждая деталь должна быть обработана в первую очередь на станке А, во вторую на станке В. Время обработки деталей приведено в табл.7.8. На каждом из станков можно одновременно обрабатывать только одну деталь, каждая деталь может обрабатываться только на одном станке, процесс обработки детали не может прерываться.

Определить вариант плана запуска деталей, при котором общее время их обработки будет минимальным. Посчитать общее время обработки деталей в порядке 1,2,3,4,5,6 и общее время обработки деталей в полученном варианте плана запуска деталей.

Таблица 7.8

| Номер детали | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|---|---|---|---|---|---|
| Станок А | 5 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| Станок Б | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 5 |

Вариант4

Надо выполнить четыре заказа:

заказ 1 – 300 изделий,

заказ 2 – 150 изделий,

заказ 3 – 200 изделий,

заказ 4 – 50 изделий.

Изделия любого заказа можно обрабатывать на любом из четырех станков А, Б, В, Г. Норматив обработки изделия каждого заказа (штук/час) - t_{ik} , ресурс времени каждого станка – R_k , заданы в табл.7.9. Составьте план распределения заказов по станкам, чтобы минимизировать затраты на все производство. Заказ должен быть выполнен на одном станке.

Таблица 7.9

| Номер заказа | Объем заказа | t_{iA} | t_{iB} | t_{iB} | $t_{iГ}$ |
|--------------|--------------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 300 | 3 | 1,5 | 2 | 1,3 |
| 2 | 150 | 1,5 | 0,65 | 3 | 2 |
| 3 | 200 | 2 | 0,5 | 1,5 | 0,9 |
| 4 | 50 | 1 | 1,2 | 0,89 | 0,56 |
| R_k | | 200 | 250 | 200 | 100 |

Вариант 5

Есть шесть деталей для обработки и два станка А и В. Каждая деталь должна быть обработана в первую очередь на станке А, во вторую на станке В. Время обработки деталей приведено в табл.7.10. На каждом из станков можно одновременно обрабатывать только одну деталь, каждая деталь может обрабатываться только на одном станке, процесс обработки детали не может прерываться.

Определить вариант плана запуска деталей, при котором общее время их обработки будет минимальным. Посчитать общее время обработки деталей в порядке 1,2,3,4,5,6 и общее время обработки деталей в полученном варианте плана запуска деталей.

Таблица 7.10

| Номер детали | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|---|---|---|---|---|---|
| Станок А | 1 | 3 | 2 | 4 | 5 | 2 |
| Станок Б | 3 | 2 | 1 | 6 | 3 | 4 |

Вариант6

Надо выполнить четыре заказа:

заказ 1 – 50 изделий,

заказ 2 – 80 изделий,

заказ 3 – 100 изделий,

заказ 4 – 45 изделий.

Изделия любого заказа можно обрабатывать на любом из четырех станков А, Б, В, Г. Норматив обработки изделия каждого заказа (штук/час) - t_{ik} , ресурс времени каждого станка – R_k , заданы в табл.7.11. Составьте план распределения заказов по станкам, чтобы минимизировать затраты на все производство. Заказ должен быть выполнен на одном станке.

Таблица 7.11

| Номер заказа | Объем заказа | tiA | tiБ | tiB | tiГ |
|--------------|--------------|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 50 | 0,5 | 1,2 | 1,5 | 1,5 |
| 2 | 80 | 1 | 0,5 | 2 | 1,5 |
| 3 | 100 | 3 | 2 | 0,8 | 0,8 |
| 4 | 45 | 1,6 | 1,5 | 2 | 1,2 |
| Rk | | 100 | 50 | 30 | 150 |

Вариант 7

Есть шесть деталей для обработки и два станка А и В. Каждая деталь должна быть обработана в первую очередь на станке А, во вторую на станке В. Время обработки деталей приведено в табл.7.12. На каждом из станков можно одновременно обрабатывать только одну деталь, каждая деталь может обрабатываться только на одном станке, процесс обработки детали не может прерываться.

Определить вариант плана запуска деталей, при котором общее время их обработки будет минимальным. Посчитать общее время обработки деталей в порядке 1,2,3,4,5,6 и общее время обработки деталей в полученном варианте плана запуска деталей.

Таблица 7.12

| Номер детали | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|---|---|---|---|---|---|
| Станок А | 3 | 5 | 6 | 1 | 4 | 8 |
| Станок Б | 5 | 1 | 3 | 6 | 2 | 7 |

Вариант8

Надо выполнить четыре заказа:

заказ 1 – 20 изделий,

заказ 2 – 30 изделий,

заказ 3 – 15 изделий,

заказ 4 – 50 изделий.

Изделия любого заказа можно обрабатывать на любом из четырех станков А, Б, В, Г. Норматив обработки изделия каждого заказа (штук/час) - tik, ресурс времени каждого станка – Rk, заданы в табл.7.13. Составьте план распределения заказов по станкам, чтобы минимизировать затраты на все производство. Заказ должен быть выполнен на одном станке.

Таблица 7.13

| Номер заказа | Объем заказа | tiA | tiБ | tiB | tiГ |
|--------------|--------------|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 20 | 1 | 0,5 | 2 | 1,8 |
| 2 | 30 | 2 | 1 | 0,9 | 0,9 |
| 3 | 15 | 0,5 | 2 | 1,5 | 1,5 |

| | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 4 | 50 | 0,6 | 0,9 | 0,8 | 1,2 |
| Rk | | 50 | 45 | 100 | 20 |

Вариант 9

Есть шесть деталей для обработки и два станка А и В. Каждая деталь должна быть обработана в первую очередь на станке А, во вторую на станке В. Время обработки деталей приведено в табл.7.14. На каждом из станков можно одновременно обрабатывать только одну деталь, каждая деталь может обрабатываться только на одном станке, процесс обработки детали не может прерываться.

Определить вариант плана запуска деталей, при котором общее время их обработки будет минимальным. Посчитать общее время обработки деталей в порядке 1,2,3,4,5,6 и общее время обработки деталей в полученном варианте плана запуска деталей.

Таблица 7.14

| Номер детали | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|---|---|---|---|---|---|
| Станок А | 2 | 4 | 6 | 1 | 3 | 5 |
| Станок Б | 1 | 6 | 2 | 2 | 4 | 3 |

Вариант10

Надо выполнить четыре заказа:

заказ 1 – 45 изделий,

заказ 2 – 100 изделий,

заказ 3 – 250 изделий,

заказ 4 – 30 изделий.

Изделия любого заказа можно обрабатывать на любом из четырех станков А, Б, В, Г. Норматив обработки изделия каждого заказа (штук/час) - t_{ik} , ресурс времени каждого станка – R_k , заданы в табл.7.15. Составьте план распределения заказов по станкам, чтобы минимизировать затраты на все производство. Заказ должен быть выполнен на одном станке.

Таблица 7.15

| Номер заказа | Объем заказа | t_{iA} | t_{iB} | t_{iB} | $t_{iГ}$ |
|--------------|--------------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 45 | 1 | 1 | 2 | 1,95 |
| 2 | 100 | 3 | 2 | 1 | 2 |
| 3 | 250 | 0,9 | 0,9 | 1,5 | 1,6 |
| 4 | 300 | 2 | 1,2 | 1,3 | 1,2 |
| R_k | | 100 | 250 | 200 | 100 |