**Вариант 12**

**Задание 1**

**1) придать описанной ситуации игровую схему, установить характер игры и выявить ее участников, указать возможные чистые стратегии сторон;**

A1 = {отремонтировать оборудование силами заводских специалистов},

A2 = {вызвать специальную бригаду ремонтников},

A3 = {заменить оборудование новым}.

П1 = {требуется профилактический ремонт},

П2 = {следует заменить отдельные детали и узлы},

П3 = {требуется капитальный ремонт или замена}

**2) составить платежную матрицу;**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **п1** | **п2** | **п3** |
| **a1** | **13** | **9** | **15** |
| **a2** | **20** | **12** | **11** |
| **a3** | **18** | **10** | **14** |

**3) выяснить, какое решение о работе оборудования в предстоящем году целесообразно рекомендовать руководству предприятия, чтобы минимизировать потери при следующих предположениях:**

Платежная матрица:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **п1** | **п2** | **п3** | **minj aij** | **maxj aij** | **По Гурвицу (0,7)** |
| **a1** | **13** | **9** | **15** | **9** | **15** | **16,8** |
| **a2** | **20** | **12** | **11** | **11** | **20** | **21,7** |
| **a3** | **18** | **10** | **14** | **10** | **18** | **19,6** |
| **bi = maxi aij** | **20** | **12** | **15** |  |  |  |

Матрица рисков:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **п1** | **п2** | **п3** | **maxj rij** | **minj rij** | **По Гурвицу (0,7)** |
| **a1** | **7** | **3** | **0** | **7** | **0** | **4,9** |
| **a2** | **0** | **0** | **4** | **4** | **0** | **2,8** |
| **a3** | **2** | **2** | **1** | **2** | **1** | **2,1** |

**а) накопленный на предприятии опыт эксплуатации аналогичного оборудования показывает, что вероятности указанных выше состояний оборудования равны соответственно q1, q2, q3;**

Платежная матрица:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **п1** | **п2** | **п3** |  |
| **a1** | **13** | **9** | **15** | **11,7** |
| **a2** | **20** | **12** | **11** | **14,15** |
| **a3** | **18** | **10** | **14** | **13,4** |
| **qj** | **0,3** | **0,45** | **0,25** |  |

Матрица рисков:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **п1** | **п2** | **п3** |  |
| **a1** | **7** | **3** | **0** | **3,45** |
| **a2** | **0** | **0** | **4** | **1** |
| **a3** | **2** | **2** | **1** | **1,75** |
| **qj** | **0,3** | **0,45** | **0,25** |  |

**б) имеющийся опыт свидетельствует о том, что все три возможных состояния оборудования равновероятны;**

Платежная матрица:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **п1** | **п2** | **п3** |  |
| **a1** | **13** | **9** | **15** | **37** |
| **a2** | **20** | **12** | **11** | **43** |
| **a3** | **18** | **10** | **14** | **42** |

Матрица рисков:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **п1** | **п2** | **п3** |  |
| **a1** | **7** | **3** | **0** | **10** |
| **a2** | **0** | **0** | **4** | **4** |
| **a3** | **2** | **2** | **1** | **5** |

**в) о вероятностях состояний оборудования ничего определенного сказать нельзя.**

**4) Решить в смешанных стратегиях (сведением к задаче линейного программирования).**

α = maxi minj aij = 11 ≠ minj maxi aij =15

Математическая модель задачи для игрока П:





Математическая модель задачи для игрока A:



Платежная матрица:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **y1** | **y2** | **y3** |  |  | **0,982759** | **<=** | **1** |
| **0** | **0,051724** | **0,034483** | **0,086207** |  | **1** | **<=** | **1** |
|  |  |  |  |  | **1** | **<=** | **1** |

у\* = (0; 0, 051724; 0, 034483),

f(y) =0, 086207

Матрица рисков:

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

x\* = (0; 0,068966; 0,017241)

f(y) =0, 086207

Цена игры : v = 1 / 0, 086207 = 11,6

Компоненты qj оптимальной смешанной стратегии:

q1 = v \* y1 = 11,6 \* 0 = 0

q2 = v \* y2 = 11,6 \* 0, 051724 = 0,59

q3 = v \* y3 = 11,6 \* 0, 034483 = 0,41

q\* = (0; 0,5999984; 0,4000028)

Компоненты pj оптимальной смешанной стратегии:

p1 = v \* x1 = 11,6 \* 0 = 0

p2 = v \* x2 = 11,6 \* 0,068966 = 0,8

p3 = v \* x3 = 11,6 \* 0, 017241= 0,2

p\* = (0; 0,8; 0, 1999956)

**Задание 2**

**1) критический путь, ранние и поздние сроки начала и окончания работ, резервы времени, построить сетевой график**

Cетевой график выполнения работ:

t13(r13)

1

3

t34(r34)

t14(r14)

t12(r12)

t36(r36)

t24(r24)

4

2

t45(r45)

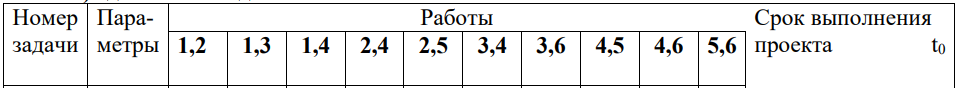
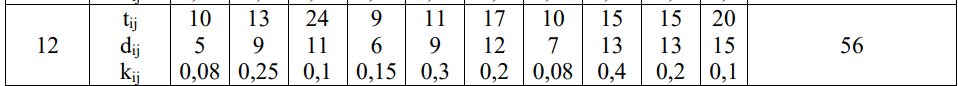
t46(r46)

t25(r25)

5

6

t56(r56)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Работы** | **tij** | **События** | **t(p)** | **t(п)** | **Rn(i)** | tPH(i,j)=tР(i) | tPO(i,j) | tПО(i,j)=tП(j) | tПН(i,j) | RП(i,j) | RН(i,j) | R'(i,j) | R''(i,j) |
| **( 1, 2 )** | **10** | **1** | **0** | **0** | **0** | 0 | 10 | 21 | 11 | 11 | 0 | 11 | 0 |
| **( 1, 3 )** | **13** | **2** | **10** | **21** | **11** | 0 | 13 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **( 1, 4 )** | **24** | **3** | **13** | **13** | **0** | 0 | 24 | 30 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| **( 2, 4 )** | **9** | **4** | **30** | **30** | **0** | 10 | 19 | 30 | 21 | 11 | 0 | 0 | 11 |
| **( 2, 5 )** | **11** | **5** | **45** | **45** | **0** | 10 | 21 | 45 | 34 | 24 | 13 | 13 | 24 |
| **( 3, 4 )** | **17** | **6** | **65** | **65** | **0** | 13 | 30 | 30 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **( 3, 6 )** | **10** |  |  |  |  | 13 | 23 | 65 | 55 | 42 | 42 | 42 | 42 |
| **( 4, 5 )** | **15** |  |  |  |  | 30 | 45 | 45 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **( 4, 6 )** | **15** |  |  |  |  | 30 | 45 | 65 | 50 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| **( 5, 6 )** | **20** |  |  |  |  | 45 | 65 | 65 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Путь из 1 в 2** | | **Путь из 1 в 3** | | **Путь из 1 в 4** | | **Путь из 1 в 5** | | **Путь из 1 в 6** | |
| **1 - 2** | **10** | **1 - 3** | **13** | **1 - 4** | **24** | **1 - 2 - 5** | **21** | **1 - 3 - 6** | **23** |
|  |  |  |  | **1 - 2 - 4** | **19** | **1 - 4 - 5** | **39** | **1 - 4 - 6** | **39** |
|  |  |  |  | **1 - 3 - 4** | **30** | **1-2-4-5** | **34** | **1-2-4-6** | **34** |
|  |  |  |  |  |  | **1-3-4-5** | **45** | **1-3-4-6** | **45** |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **1-2-5-6** | **41** |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **1-4-5-6** | **59** |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **1-2-4-5-6** | **54** |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **1-3-4-5-6** | **65** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **max** | **10** |  | **13** |  | **30** |  | **45** |  | **65** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Путь из 2 в 4** | | **Путь из 2 в 5** | | **Путь из 2 в 6** | | **Путь из 3 в 4** | | **Путь из 3 в 5** | |
| **2 - 4** | **9** | **2 - 5** | **11** | **2 - 4 - 6** | **24** | **3 - 4** | **17** | **3 - 4 - 5** | **32** |
|  |  | **2 - 4 - 5** | **24** | **2 - 5 - 6** | **31** |  |  |  |  |
|  |  |  |  | **2-4-5-6** | **44** |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **9** |  | **24** |  | **44** |  | **17** |  | **32** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Путь из 3 в 6** | | **Путь из 4 в 5** | | **Путь из 4 в 6** | | **Путь из 5 в 6** | |
| **3 - 6** | **10** | **4 - 5** | **15** | **4 - 6** | **15** | **5 - 6** | **20** |
| **3 - 4 - 6** | **32** |  |  | **4 - 5 - 6** | **35** |  |  |
| **3-4-5-6** | **52** |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **52** |  | **15** |  | **35** |  | **20** |

|  |  |
| --- | --- |
| **tкр** | **65** |

- критический путь

***Изображение выглядит как текст, газета, документ

Автоматически созданное описание***Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

**2) построить линейный график (график Ганта),**

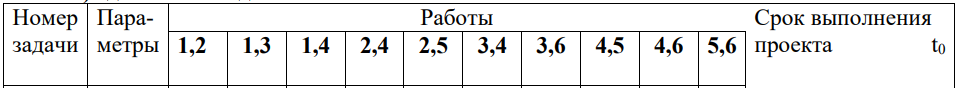
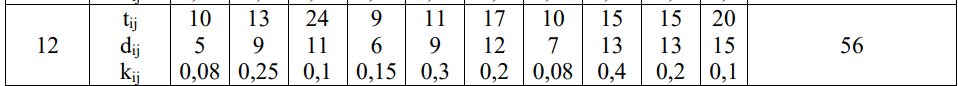
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **tPH(i,j)=tР(i)** | **tij** | **RП(i,j)** |  |  |
| **0** | **10** | **11** | Есть резерв | |
| **0** | **13** | **0** | Критический путь | |
| **0** | **24** | **6** | Есть резерв | |
| **10** | **9** | **11** | Есть резерв | |
| **10** | **11** | **24** | Есть резерв | |
| **13** | **17** | **0** | Критический путь | |
| **13** | **10** | **42** | Есть резерв | |
| **30** | **15** | **0** | Критический путь | |
| **30** | **15** | **20** | Есть резерв | |
| **45** | **20** | **0** | Критический путь | |

Критический путь определяется по работам на диаграмме, на которых отсутствует резерв времени.

Критический путь: (1,3)(3,4)(4,5)(5,6)

Продолжительность критического пути: 65

**3) такие чтобы:**

3

0

13

0

0

1

0

13; 9

13

17; 12

24; 11

10; 5

30

2

11

4

0

10; 7

9; 6

30

21

10

15;13

15; 13

11; 9

5

0

6

0

65

65

45

45

20; 15

tкр (1-3-4-5-6) = 65

Расчеты показали, что срок выполнения проекта tкр = 65, т.е. превышает директивный срок t0 = 56.

Составление математической модели задачи.

Целевая функция имеет вид

f= х12 + х13 + х14 + х34 + х35 + х45 + х14 + х34 + х35 + х45 (min) .

Ограничения задачи:

1. Срок выполнения проекта не должен превышать
2. Продолжительность выполнения каждой работы должна быть не меньше минимально возможного времени:

1. Зависимость продолжительности работ от вложенных средств:

1. Время начала выполнения каждой работы должно быть не меньше времени окончания непосредственно предшествующей ей работы:

*;*

1. Условие неотрицательности неизвестных:

* **срок выполнения всего комплекса работ не превышал заданной величины t0=56;**
* **суммарное количество дополнительно вложенных средств было минимальным;**
* **продолжительность выполнения каждой работы t’ ij была не меньше заданной величины dij.**

**4) по найденным данным найти новый критический путь, ранние и поздние**

**сроки начала и окончания работ, резервы времени, построить сетевой график**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **tij** | **10** | **13** | **24** | **9** | **11** | **17** | **10** | **15** | **15** | **20** | **Срок выполнени проекта t0** |
| **dij** | **5** | **9** | **11** | **6** | **9** | **12** | **7** | **13** | **13** | **15** |
| **kij** | **0,08** | **0,25** | **0,1** | **0,15** | **0,3** | **0,2** | **0,08** | **0,4** | **0,2** | **0,1** | **56** |
| **toij** | **10** | **9** | **24** | **24** | **39** | **24** | **19** | **39** | **39** | **56** |
| **thij** | **0** | **0** | **0** | **15** | **28** | **9** | **9** | **24** | **24** | **39** |
| **toij-tнij** | **10** | **9** | **24** | **9** | **11** | **15** | **10** | **15** | **15** | **17** |
| **xij** | **0** | **16** | **0** | **0** | **0** | **10** | **0** | **0** | **0** | **30** |
| **tij-dij\*xij** | **10** | **9** | **24** | **9** | **11** | **15** | **10** | **15** | **15** | **17** |
| **t'ij** | **10** | **9** | **24** | **9** | **11** | **15** | **10** | **15** | **15** | **17** |
| f | 56 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Работы** | **tij** | **События** | **t(p)** | **t(п)** | **Rn(i)** | tPH(i,j)=tР(i) | tPO(i,j) | tПО(i,j)=tП(j) | tПН(i,j) | RП(i,j) | RН(i,j) | R'(i,j) | R''(i,j) |
| **( 1, 2 )** | **10** | **1** | **0** | **0** | **0** | 0 | 10 | 15 | 5 | 5 | 0 | 5 | 0 |
| **( 1, 3 )** | **9** | **2** | **10** | **15** | **5** | 0 | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **( 1, 4 )** | **24** | **3** | **9** | **9** | **0** | 0 | 24 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **( 2, 4 )** | **9** | **4** | **24** | **24** | **0** | 10 | 19 | 24 | 15 | 5 | 0 | 0 | 5 |
| **( 2, 5 )** | **11** | **5** | **39** | **39** | **0** | 10 | 21 | 39 | 28 | 18 | 13 | 13 | 18 |
| **( 3, 4 )** | **15** | **6** | **56** | **56** | **0** | 9 | 24 | 24 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **( 3, 6 )** | **10** |  |  |  |  | 9 | 19 | 56 | 46 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| **( 4, 5 )** | **15** |  |  |  |  | 24 | 39 | 39 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **( 4, 6 )** | **15** |  |  |  |  | 24 | 39 | 56 | 41 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| **( 5, 6 )** | **17** |  |  |  |  | 39 | 56 | 56 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Путь из 1 в 2** | | **Путь из 1 в 3** | | **Путь из 1 в 4** | | **Путь из 1 в 5** | | **Путь из 1 в 6** | |
| **1 - 2** | **10** | **1 - 3** | **9** | **1 - 4** | **24** | **1 - 2 - 5** | **21** | **1 - 3 - 6** | **19** |
|  |  |  |  | **1 - 2 - 4** | **19** | **1 - 4 - 5** | **39** | **1 - 4 - 6** | **39** |
|  |  |  |  | **1 - 3 - 4** | **24** | **1-2-4-5** | **34** | **1-2-4-6** | **34** |
|  |  |  |  |  |  | **1-3-4-5** | **39** | **1-3-4-6** | **39** |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **1-2-5-6** | **38** |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **1-4-5-6** | **56** |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **1-2-4-5-6** | **51** |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **1-3-4-5-6** | **56** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **max** | **10** |  | **9** |  | **24** |  | **39** |  | **56** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Путь из 2 в 4** | | **Путь из 2 в 5** | | **Путь из 2 в 6** | | **Путь из 3 в 4** | | **Путь из 3 в 5** | |
| **2 - 4** | **9** | **2 - 5** | **11** | **2 - 4 - 6** | **24** | **3 - 4** | **15** | **3 - 4 - 5** | **30** |
|  |  | **2 - 4 - 5** | **24** | **2 - 5 - 6** | **28** |  |  |  |  |
|  |  |  |  | **2-4-5-6** | **41** |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **9** |  | **24** |  | **41** |  | **15** |  | **30** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Путь из 3 в 6** | | **Путь из 4 в 5** | | **Путь из 4 в 6** | | **Путь из 5 в 6** | |
| **3 - 6** | **10** | **4 - 5** | **15** | **4 - 6** | **15** | **5 - 6** | **17** |
| **3 - 4 - 6** | **30** |  |  | **4 - 5 - 6** | **32** |  |  |
| **3-4-5-6** | **47** |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **47** |  | **15** |  | **32** |  | **17** |

|  |  |
| --- | --- |
| **tкр** | **56** |

1

0

3

0

9

9

9

0

0

15

24

10

2

5

4

0

10

9

24

24

15

10

15

15

11

6

0

5

0

56

56

39

39

17

**5) построить линейный график,**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **tPH(i,j)=tР(i)** | **tij** | **RП(i,j)** |  |  |
| **0** | **10** | **5** | Есть резерв | |
| **0** | **9** | **0** | Критический путь | |
| **0** | **24** | **0** | Есть резерв | |
| **10** | **9** | **5** | Есть резерв | |
| **10** | **11** | **18** | Есть резерв | |
| **9** | **15** | **0** | Критический путь | |
| **9** | **10** | **37** | Есть резерв | |
| **24** | **15** | **0** | Критический путь | |
| **24** | **15** | **17** | Есть резерв | |
| **39** | **17** | **0** | Критический путь | |

**6) сделать выводы**

Чтобы выполнить работы проекта за директивное время t0=56, необходимо дополнительно вложить 66 ден.ед. При этом средства распределятся следующим образом: 16 ден.ед. – в работу (1,3), 10 ден.ед. – в работу (3,4), 30 ден.ед. – в работу (5,6), что приведет к сокращению продолжительности работы (1,3) на 4 дня, (3,4) - на 5 дней и работы (5,6) - на 3 дня. Сокращение срока реализации проекта за счет вложения дополнительных средств составит 12 ед. времени.