

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://studservis.ru/gotovye-raboty/diplomnaya-rabota/30234>

Тип работы: Дипломная работа

Предмет: Ж/д транспорт

-

3 Разработка графика технического обслуживания и ремонта тепловозов в условиях сервисного локомотивного депо Карасук

3.1 Элементы системы «сетевой график» и ее применение в ремонте

3.3.1 Основы сетевого планирования «сетевой график»

Система сетевого планирования основана на безмасштабном графическом изображении комплекса операций, показывающем технологическую последовательность и логическую взаимозависимость между всеми работами, направленными на достижение определенной цели.

Во всяком сетевом графике бывает два особых события, которые не имеют двойственного значения – исходное и завершающее. Исходное событие – это момент начала выполнения комплекса работ. Оно не является результатом предыдущих работ, поэтому в него не входит ни одной стрелки. Исходные события принято обозначать буквой J. К особенностям завершающего события относится то, что оно свидетельствует об окончании всех работ и поэтому не имеет ни одной последующей работы. Из этого события не выходит ни одной стрелки. Обозначается оно буквой С.

При построении сети исходное событие располагается с левой стороны, а завершающее – с правой.

Нумерация событий обычно начинается с исходного и заканчивается на завершающем событии. Для любой работы предшествующее ей событие расположено левее и имеет меньший номер по сравнению с завершающим эту работу событием.

3.3.2 Основные элементы сетевых графиков

Одно из важнейших понятий сетевого графика – понятие пути. Путь – любая последовательность работ, в которой конечное событие каждой работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы. Среди различных путей сетевого графика наибольший интерес представляет полный путь L – любой путь, начало которого совпадает с исходным событием сети, а конец – с завершающим. Наиболее продолжительный полный путь в сетевом графике называется критическим. Критическими называются также работы и события, расположенные на этом пути. По существу, критический путь – "узкое" место проекта. Уменьшить общую продолжительность осуществления проекта можно, только изыскав способы сокращения работ, лежащих на критическом пути. Таким образом, нет никакой необходимости в часто практикуемом стремлении "поднажать" на всех работах ради сокращения общей длительности выполнения проекта.

Время, необходимое для выполнения некритических работ, не имеет значения с точки зрения продолжительности осуществления проекта в целом. Иначе говоря, все ненапряженные пути имеют резервы времени. Эти резервы определяются вычитанием из критического пути продолжительности данного некритического пути.

В таблице 1 приведены основные временные параметры сетевых графиков. Важнейшим показателем сетевого графика являются резервы времени [20]. Резервы времени каждого пути показывают, на сколько может быть увеличена продолжительность данного пути без ущерба для наступления завершающего события. Поскольку каждый некритический путь сетевого графика имеет свой полный резерв времени, то и каждое событие этого пути имеет свой резерв времени.

Таблица 1 - Основные элементы сетевого графика

Элемент сети Наименование параметра Условное обозначение параметра

Событие i Ранний срок свершения события

Поздний срок свершения события

Резерв времени события $tp(i)$

$t(i)$

$R(i)$

Работа (i, j) Продолжительность работы

Ранний срок начала работы

Ранний срок окончания работы
 Поздний срок начала работы
 Поздний срок окончания работы
 Полный резерв времени работы $t(i,j)$
 $trn(i,j)$
 $tro(i,j)$
 $tpn(i,j)$
 $tpo(i,j)$
 $Rn(i,j)$
 Путь L Продолжительность пути
 Продолжительность критического пути
 Резерв времени пути $t(L)$
 tkp
 $R(L)$

3.2 Построение сетевого графика на примере текущего ремонта ТР-3

В таблице 2 приведем список работы для текущего ремонта, трудоемкость и число исполнителей.

Таблица 2 - Определитель работ на ремонт секции тепловоза

Номер работы Код работы Работа Трудоемкость, чел-ч. Число исполнителей, чел. Продолжительность по норме, ч.

1	Приемка локомотива	3,0	1	3,0
	Дизель и вспомогательное оборудование	1000,0	11	90,9
2	1-2 1. Демонтаж дизельного вспомогательного оборудования	70,89	2	35,44
3	2-3 2. Ремонт дизельного вспомогательного оборудования	436,17	3	145,39
4	3-4 3. Монтаж дизельного вспомогательного оборудования	88,0	1	88,0
5	4-5 4. Ремонт дизеля	399,88	2	199,94
6	1-6 5. Дизель генераторную установку снять	9,18	2	4,59
7	6-7 6. Дизель генераторную установку поставить и отцентровать	35,91	1	35,91
	Топливная аппаратура	145,05	3	72,5
8	1-8 1. Демонтаж топливной аппаратуры	5,33	1	5,33
9	8-9 2. Ремонт топливной аппаратуры	131,73	1	131,73
10	9-10 3. Монтаж топливной аппаратуры	7,99	1	7,99
	Электрическое оборудование	233,24	2	116,62
11	1-11 1. Демонтаж электрического оборудования	51,0		
12	11-12 2. Ремонт электрического оборудования	105,74		
13	12-13 3. Монтаж электрического оборудования	76,5		
	Механическое оборудование	369,87	3	123
14	1-14 Выкатка тележек	4,72		
15	14-15 Ремонт тележек	253,0		
16	15-16 Подкатка тележек	7,08		
17	16-17 Ремонт кузова	6,76		
18	17-18 Ремонт механического оборудования	57,3		
19	18-19 Комплектовка колесно-моторных блоков	40,06		
	Электрические машины	216,0	2	108,0
20	1-20 1. Ремонт тяговых эл. двигателей	137,13		
21	20-21 2. Ремонт тягового генератора	35,64		
22	21-22 3. Ремонт вспомогательных электрических машин	20,29		
23	1-23 Ремонт колесных пар	107,5	1	107,5
	Тормозное и пневматическое оборудование	57,19	1	57,19
24	1-24 1. Демонтаж тормозного и пневматического оборудования	5,18		
25	24-25 2. Ремонт тормозного и пневматического оборудования	44,23		
26	25-26 3. Монтаж тормозного и пневматического оборудования	7,77		
27	26-27 Контрольно измерительные приборы	32,0	1	32,0

Аккумуляторные батареи 34,0 1 34,0
28 27-28 1.Демонтаж аккумуляторных батарей 2,11
29 28-29 2.Ремонт аккумуляторных батарей 28,72
30 29-30 3.Монтаж аккумуляторных батарей 3,17
31 30-31 Малярные работы 65,0 1 65,0
32 31-32 Обтирочные работы 96 1 96,0
33 32-33 Диагностика КМБ 6,24 1 6,24
34 33-34 Испытания после ремонта 3,62 5 3,62
35 34-35 Экипировка 2,0 1 2,0
36 35-36 Реостат 5,29 1,0 5,29

Расчет сроков свершения событий.

Для $i=1$ (начального события), очевидно $tp(1)=0$.

$i=2$: $tp(2) = tp(1) + t(1,2) = 0 + 35.44 = 35.44$.

$i=3$: $tp(3) = tp(2) + t(2,3) = 35.44 + 145.39 = 180.83$.

$i=4$: $tp(4) = tp(3) + t(3,4) = 180.83 + 88 = 268.83$.

$i=5$: $tp(5) = tp(4) + t(4,5) = 268.83 + 199.94 = 468.77$.

$i=6$: $\max(tp(1) + t(1,6); tp(5) + t(5,6)) = \max(0 + 4.59; 468.77 + 0) = 468.77$.

$i=7$: $tp(7) = tp(6) + t(6,7) = 468.77 + 35.91 = 504.68$.

$i=8$: $\max(tp(1) + t(1,8); tp(7) + t(7,8)) = \max(0 + 5.33; 504.68 + 0) = 504.68$.

$i=9$: $tp(9) = tp(8) + t(8,9) = 504.68 + 131.73 = 636.41$.

$i=10$: $tp(10) = tp(9) + t(9,10) = 636.41 + 7.99 = 644.4$.

$i=11$: $\max(tp(1) + t(1,11); tp(10) + t(10,11)) = \max(0 + 51; 644.4 + 0) = 644.4$.

$i=12$: $tp(12) = tp(11) + t(11,12) = 644.4 + 105.74 = 750.14$.

$i=13$: $tp(13) = tp(12) + t(12,13) = 750.14 + 76.5 = 826.64$.

$i=14$: $\max(tp(1) + t(1,14); tp(13) + t(13,14)) = \max(0 + 4.72; 826.64 + 0) = 826.64$.

$i=15$: $tp(15) = tp(14) + t(14,15) = 826.64 + 253 = 1079.64$.

$i=16$: $tp(16) = tp(15) + t(15,16) = 1079.64 + 7.08 = 1086.72$.

$i=17$: $tp(17) = tp(16) + t(16,17) = 1086.72 + 6.76 = 1093.48$.

$i=18$: $tp(18) = tp(17) + t(17,18) = 1093.48 + 57.3 = 1150.78$.

$i=19$: $tp(19) = tp(18) + t(18,19) = 1150.78 + 40.06 = 1190.84$.

$i=20$: $\max(tp(1) + t(1,20); tp(19) + t(19,20)) = \max(0 + 137.13; 1190.84 + 0) = 1190.84$.

$i=21$: $tp(21) = tp(20) + t(20,21) = 1190.84 + 35.64 = 1226.48$.

$i=22$: $tp(22) = tp(21) + t(21,22) = 1226.48 + 20.29 = 1246.77$.

$i=23$: $\max(tp(1) + t(1,23); tp(22) + t(22,23)) = \max(0 + 107.5; 1246.77 + 0) = 1246.77$.

$i=24$: $\max(tp(1) + t(1,24); tp(23) + t(23,24)) = \max(0 + 5.18; 1246.77 + 0) = 1246.77$.

$i=25$: $tp(25) = tp(24) + t(24,25) = 1246.77 + 44.23 = 1291$.

$i=26$: $tp(26) = tp(25) + t(25,26) = 1291 + 7.77 = 1298.77$.

$i=27$: $tp(27) = tp(26) + t(26,27) = 1298.77 + 32 = 1330.77$.

$i=28$: $tp(28) = tp(27) + t(27,28) = 1330.77 + 2.11 = 1332.88$.

$i=29$: $tp(29) = tp(28) + t(28,29) = 1332.88 + 28.72 = 1361.6$.

$i=30$: $tp(30) = tp(29) + t(29,30) = 1361.6 + 3.17 = 1364.77$.

$i=31$: $tp(31) = tp(30) + t(30,31) = 1364.77 + 96 = 1460.77$.

$i=32$: $tp(32) = tp(31) + t(31,32) = 1460.77 + 0 = 1460.77$.

$i=33$: $tp(33) = tp(32) + t(32,33) = 1460.77 + 6.24 = 1467.01$.

$i=34$: $tp(34) = tp(33) + t(33,34) = 1467.01 + 3.62 = 1470.63$.

$i=35$: $tp(35) = tp(34) + t(34,35) = 1470.63 + 2 = 1472.63$.

$i=36$: $tp(36) = tp(35) + t(35,36) = 1472.63 + 5.29 = 1477.92$.

Длина критического пути равна раннему сроку свершения завершающего события 36: $tkp=tp(36)=1477.92$

При определении поздних сроков свершения событий $tn(i)$ движемся по сети в обратном направлении, то есть справа налево и используем формулы (3), (4).

Для $i=36$ (завершающего события) поздний срок свершения события должен равняться его раннему сроку (иначе изменится длина критического пути): $tn(36) = tp(36) = 1477.92$

$i=35$: $tn(35) = tn(36) - t(35,36) = 1477.92 - 5.29 = 1472.63$.

$i=34$: $tn(34) = tn(35) - t(34,35) = 1472.63 - 2 = 1470.63$.

$i=33$: $tn(33) = tn(34) - t(33,34) = 1470.63 - 3.62 = 1467.01$.

$i=32: tn(32) = tn(33) - t(32,33) = 1467.01 - 6.24 = 1460.77.$
 $i=31: tn(31) = tn(32) - t(31,32) = 1460.77 - 0 = 1460.77.$
 $i=30: tn(30) = tn(31) - t(30,31) = 1460.77 - 96 = 1364.77.$
 $i=29: tn(29) = tn(30) - t(29,30) = 1364.77 - 3.17 = 1361.6.$
 $i=28: tn(28) = tn(29) - t(28,29) = 1361.6 - 28.72 = 1332.88.$
 $i=27: tn(27) = tn(28) - t(27,28) = 1332.88 - 2.11 = 1330.77.$
 $i=26: tn(26) = tn(27) - t(26,27) = 1330.77 - 32 = 1298.77.$
 $i=25: tn(25) = tn(26) - t(25,26) = 1298.77 - 7.77 = 1291.$
 $i=24: tn(24) = tn(25) - t(24,25) = 1291 - 44.23 = 1246.77.$
 $i=23: tn(23) = tn(24) - t(23,24) = 1246.77 - 0 = 1246.77.$
 $i=22: tn(22) = tn(23) - t(22,23) = 1246.77 - 0 = 1246.77.$
 $i=21: tn(21) = tn(22) - t(21,22) = 1246.77 - 20.29 = 1226.48.$
 $i=20: tn(20) = tn(21) - t(20,21) = 1226.48 - 35.64 = 1190.84.$
 $i=19: tn(19) = tn(20) - t(19,20) = 1190.84 - 0 = 1190.84.$
 $i=18: tn(18) = tn(19) - t(18,19) = 1190.84 - 40.06 = 1150.78.$
 $i=17: tn(17) = tn(18) - t(17,18) = 1150.78 - 57.3 = 1093.48.$
 $i=16: tn(16) = tn(17) - t(16,17) = 1093.48 - 6.76 = 1086.72.$
 $i=15: tn(15) = tn(16) - t(15,16) = 1086.72 - 7.08 = 1079.64.$
 $i=14: tn(14) = tn(15) - t(14,15) = 1079.64 - 253 = 826.64.$
 $i=13: tn(13) = tn(14) - t(13,14) = 826.64 - 0 = 826.64.$
 $i=12: tn(12) = tn(13) - t(12,13) = 826.64 - 76.5 = 750.14.$
 $i=11: tn(11) = tn(12) - t(11,12) = 750.14 - 105.74 = 644.4.$
 $i=10: tn(10) = tn(11) - t(10,11) = 644.4 - 0 = 644.4.$
 $i=9: tn(9) = tn(10) - t(9,10) = 644.4 - 7.99 = 636.41.$
 $i=8: tn(8) = tn(9) - t(8,9) = 636.41 - 131.73 = 504.68.$
 $i=7: tn(7) = tn(8) - t(7,8) = 504.68 - 0 = 504.68.$
 $i=6: tn(6) = tn(7) - t(6,7) = 504.68 - 35.91 = 468.77.$
 $i=5: tn(5) = tn(6) - t(5,6) = 468.77 - 0 = 468.77.$
 $i=4: tn(4) = tn(5) - t(4,5) = 468.77 - 199.94 = 268.83.$
 $i=3: tn(3) = tn(4) - t(3,4) = 268.83 - 88 = 180.83.$
 $i=2: tn(2) = tn(3) - t(2,3) = 180.83 - 145.39 = 35.44.$
 $i=1: \min(tn(2) - t(1,2); tn(6) - t(1,6); tn(8) - t(1,8); tn(11) - t(1,11); tn(14) - t(1,14); tn(20) - t(1,20); tn(23) - t(1,23); tn(24) - t(1,24)) = \min(35.44 - 35.44; 468.77 - 4.59; 504.68 - 5.33; 644.4 - 51; 826.64 - 4.72; 1190.84 - 137.13; 1246.77 - 107.5; 1246.77 - 5.18) = 0.$

Таблица 3 - Расчет резерва событий

Номер события Сроки свершения события: ранний $tr(i)$ Сроки свершения события: поздний $tn(i)$ Резерв времени, $R(i)$

1	0	0
2	35.44	35.44
3	180.83	180.83
4	268.83	268.83
5	468.77	468.77
6	468.77	468.77
7	504.68	504.68
8	504.68	504.68
9	636.41	636.41
10	644.4	644.4
11	644.4	644.4
12	750.14	750.14
13	826.64	826.64
14	826.64	826.64
15	1079.64	1079.64
16	1086.72	1086.72
17	1093.48	1093.48
18	1150.78	1150.78

19 1190.84 1190.84 0
20 1190.84 1190.84 0
21 1226.48 1226.48 0
22 1246.77 1246.77 0
23 1246.77 1246.77 0
24 1246.77 1246.77 0
25 1291 1291 0
26 1298.77 1298.77 0
27 1330.77 1330.77 0
28 1332.88 1332.88 0
29 1361.6 1361.6 0
30 1364.77 1364.77 0
31 1460.77 1460.77 0
32 1460.77 1460.77 0
33 1467.01 1467.01 0
34 1470.63 1470.63 0
35 1472.63 1472.63 0
36 1477.92 1477.92 0

Находим полный резерв $R_{Pi-j} = T_{nj-ti-j}-T_{pi}$

$R_{П(1,2)} = 35.44-35.44-0 = 0$
 $R_{П(1,6)} = 468.77-4.59-0 = 464.18$
 $R_{П(1,8)} = 504.68-5.33-0 = 499.35$
 $R_{П(1,11)} = 644.4-51-0 = 593.4$
 $R_{П(1,14)} = 826.64-4.72-0 = 821.92$
 $R_{П(1,20)} = 1190.84-137.13-0 = 1053.71$
 $R_{П(1,23)} = 1246.77-107.5-0 = 1139.27$
 $R_{П(1,24)} = 1246.77-5.18-0 = 1241.59$
 $R_{П(2,3)} = 180.83-145.39-35.44 = 0$
 $R_{П(3,4)} = 268.83-88-180.83 = 0$
 $R_{П(4,5)} = 468.77-199.94-268.83 = 0$
 $R_{П(5,6)} = 468.77-0-468.77 = 0$
 $R_{П(6,7)} = 504.68-35.91-468.77 = 0$
 $R_{П(7,8)} = 504.68-0-504.68 = 0$
 $R_{П(8,9)} = 636.41-131.73-504.68 = 0$
 $R_{П(9,10)} = 644.4-7.99-636.41 = 0$
 $R_{П(10,11)} = 644.4-0-644.4 = 0$
 $R_{П(11,12)} = 750.14-105.74-644.4 = 0$
 $R_{П(12,13)} = 826.64-76.5-750.14 = 0$
 $R_{П(13,14)} = 826.64-0-826.64 = 0$
 $R_{П(14,15)} = 1079.64-253-826.64 = 0$
 $R_{П(15,16)} = 1086.72-7.08-1079.64 = 0$
 $R_{П(16,17)} = 1093.48-6.76-1086.72 = 0$
 $R_{П(17,18)} = 1150.78-57.3-1093.48 = 0$
 $R_{П(18,19)} = 1190.84-40.06-1150.78 = 0$
 $R_{П(19,20)} = 1190.84-0-1190.84 = 0$
 $R_{П(20,21)} = 1226.48-35.64-1190.84 = 0$
 $R_{П(21,22)} = 1246.77-20.29-1226.48 = 0$
 $R_{П(22,23)} = 1246.77-0-1246.77 = 0$
 $R_{П(23,24)} = 1246.77-0-1246.77 = 0$
 $R_{П(24,25)} = 1291-44.23-1246.77 = 0$
 $R_{П(25,26)} = 1298.77-7.77-1291 = 0$
 $R_{П(26,27)} = 1330.77-32-1298.77 = 0$
 $R_{П(27,28)} = 1332.88-2.11-1330.77 = 0$
 $R_{П(28,29)} = 1361.6-28.72-1332.88 = 0$
 $R_{П(29,30)} = 1364.77-3.17-1361.6 = 0$

$$RP(30,31) = 1460.77-96-1364.77 = 0$$

$$RP(31,32) = 1460.77-0-1460.77 = 0$$

$$RP(32,33) = 1467.01-6.24-1460.77 = 0$$

$$RP(33,34) = 1470.63-3.62-1467.01 = 0$$

$$RP(34,35) = 1472.63-2-1470.63 = 0$$

$$RP(35,36) = 1477.92-5.29-1472.63 = 0$$

Свободный резерв времени также можно найти и по формуле $RCi-j = T_{pi}-t_{i-j}-T_{pi}$

$$RC(1,2) = 35.44-35.44-0 = 0$$

$$RC(1,6) = 468.77-4.59-0 = 464.18$$

$$RC(1,8) = 504.68-5.33-0 = 499.35$$

$$RC(1,11) = 644.4-51-0 = 593.4$$

$$RC(1,14) = 826.64-4.72-0 = 821.92$$

$$RC(1,20) = 1190.84-137.13-0 = 1053.71$$

$$RC(1,23) = 1246.77-107.5-0 = 1139.27$$

$$RC(1,24) = 1246.77-5.18-0 = 1241.59$$

$$RC(2,3) = 180.83-145.39-35.44 = 0$$

$$RC(3,4) = 268.83-88-180.83 = 0$$

$$RC(4,5) = 468.77-199.94-268.83 = 0$$

$$RC(5,6) = 468.77-0-468.77 = 0$$

$$RC(6,7) = 504.68-35.91-468.77 = 0$$

$$RC(7,8) = 504.68-0-504.68 = 0$$

$$RC(8,9) = 636.41-131.73-504.68 = 0$$

$$RC(9,10) = 644.4-7.99-636.41 = 0$$

$$RC(10,11) = 644.4-0-644.4 = 0$$

$$RC(11,12) = 750.14-105.74-644.4 = 0$$

$$RC(12,13) = 826.64-76.5-750.14 = 0$$

$$RC(13,14) = 826.64-0-826.64 = 0$$

$$RC(14,15) = 1079.64-253-826.64 = 0$$

$$RC(15,16) = 1086.72-7.08-1079.64 = 0$$

$$RC(16,17) = 1093.48-6.76-1086.72 = 0$$

$$RC(17,18) = 1150.78-57.3-1093.48 = 0$$

$$RC(18,19) = 1190.84-40.06-1150.78 = 0$$

$$RC(19,20) = 1190.84-0-1190.84 = 0$$

$$RC(20,21) = 1226.48-35.64-1190.84 = 0$$

$$RC(21,22) = 1246.77-20.29-1226.48 = 0$$

$$RC(22,23) = 1246.77-0-1246.77 = 0$$

$$RC(23,24) = 1246.77-0-1246.77 = 0$$

$$RC(24,25) = 1291-44.23-1246.77 = 0$$

$$RC(25,26) = 1298.77-7.77-1291 = 0$$

$$RC(26,27) = 1330.77-32-1298.77 = 0$$

$$RC(27,28) = 1332.88-2.11-1330.77 = 0$$

$$RC(28,29) = 1361.6-28.72-1332.88 = 0$$

$$RC(29,30) = 1364.77-3.17-1361.6 = 0$$

$$RC(30,31) = 1460.77-96-1364.77 = 0$$

$$RC(31,32) = 1460.77-0-1460.77 = 0$$

$$RC(32,33) = 1467.01-6.24-1460.77 = 0$$

$$RC(33,34) = 1470.63-3.62-1467.01 = 0$$

$$RC(34,35) = 1472.63-2-1470.63 = 0$$

$$RC(35,36) = 1477.92-5.29-1472.63 = 0$$

Независимый резерв времени также можно найти и по формуле $RH_i-j = T_{pj}-t_{i-j}-T_{pi}$

$$RH(1,2) = 35.44-35.44-0 = 0$$

$$RH(1,6) = 468.77-4.59-0 = 464.18$$

$$RH(1,8) = 504.68-5.33-0 = 499.35$$

$$RH(1,11) = 644.4-51-0 = 593.4$$

$$RH(1,14) = 826.64-4.72-0 = 821.92$$

$RH(1,20) = 1190.84 - 137.13 - 0 = 1053.71$
 $RH(1,23) = 1246.77 - 107.5 - 0 = 1139.27$
 $RH(1,24) = 1246.77 - 5.18 - 0 = 1241.59$
 $RH(2,3) = 180.83 - 145.39 - 35.44 = 0$
 $RH(3,4) = 268.83 - 88 - 180.83 = 0$
 $RH(4,5) = 468.77 - 199.94 - 268.83 = 0$
 $RH(5,6) = 468.77 - 0 - 468.77 = 0$
 $RH(6,7) = 504.68 - 35.91 - 468.77 = 0$
 $RH(7,8) = 504.68 - 0 - 504.68 = 0$
 $RH(8,9) = 636.41 - 131.73 - 504.68 = 0$
 $RH(9,10) = 644.4 - 7.99 - 636.41 = 0$
 $RH(10,11) = 644.4 - 0 - 644.4 = 0$
 $RH(11,12) = 750.14 - 105.74 - 644.4 = 0$
 $RH(12,13) = 826.64 - 76.5 - 750.14 = 0$
 $RH(13,14) = 826.64 - 0 - 826.64 = 0$
 $RH(14,15) = 1079.64 - 253 - 826.64 = 0$
 $RH(15,16) = 1086.72 - 7.08 - 1079.64 = 0$
 $RH(16,17) = 1093.48 - 6.76 - 1086.72 = 0$
 $RH(17,18) = 1150.78 - 57.3 - 1093.48 = 0$
 $RH(18,19) = 1190.84 - 40.06 - 1150.78 = 0$
 $RH(19,20) = 1190.84 - 0 - 1190.84 = 0$
 $RH(20,21) = 1226.48 - 35.64 - 1190.84 = 0$
 $RH(21,22) = 1246.77 - 20.29 - 1226.48 = 0$
 $RH(22,23) = 1246.77 - 0 - 1246.77 = 0$
 $RH(23,24) = 1246.77 - 0 - 1246.77 = 0$
 $RH(24,25) = 1291.44 - 23 - 1246.77 = 0$
 $RH(25,26) = 1298.77 - 7.77 - 1291 = 0$
 $RH(26,27) = 1330.77 - 32 - 1298.77 = 0$
 $RH(27,28) = 1332.88 - 2.11 - 1330.77 = 0$
 $RH(28,29) = 1361.6 - 28.72 - 1332.88 = 0$
 $RH(29,30) = 1364.77 - 3.17 - 1361.6 = 0$
 $RH(30,31) = 1460.77 - 96 - 1364.77 = 0$
 $RH(31,32) = 1460.77 - 0 - 1460.77 = 0$
 $RH(32,33) = 1467.01 - 6.24 - 1460.77 = 0$
 $RH(33,34) = 1470.63 - 3.62 - 1467.01 = 0$
 $RH(34,35) = 1472.63 - 2 - 1470.63 = 0$
 $RH(35,36) = 1477.92 - 5.29 - 1472.63 = 0$

Таблица 4 - Анализ сетевой модели по времени

Работа (i,j) Количество предшествующих работ Продолжительность tij Ранние сроки: начало tijP.Н. Ранние сроки: окончание tijП.О. Поздние сроки: начало tijП.Н. Поздние сроки: окончание tijП.О. Резервы времени: полный RijП Независимый резерв времени RijН Частный резерв I рода, Rij1 Частный резерв II рода, RijC

(1,2) 0 35.44 0 35.44 0 35.44 0 0 0 0
 (1,6) 0 4.59 0 4.59 464.18 468.77 464.18 464.18 464.18 464.18
 (1,8) 0 5.33 0 5.33 499.35 504.68 499.35 499.35 499.35 499.35
 (1,11) 0 51 0 51 593.4 644.4 593.4 593.4 593.4 593.4
 (1,14) 0 4.72 0 4.72 821.92 826.64 821.92 821.92 821.92 821.92
 (1,20) 0 137.13 0 137.13 1053.71 1190.84 1053.71 1053.71 1053.71 1053.71
 (1,23) 0 107.5 0 107.5 1139.27 1246.77 1139.27 1139.27 1139.27 1139.27
 (1,24) 0 5.18 0 5.18 1241.59 1246.77 1241.59 1241.59 1241.59 1241.59
 (2,3) 1 145.39 35.44 180.83 35.44 180.83 0 0 0 0
 (3,4) 1 88 180.83 268.83 180.83 268.83 0 0 0 0
 (4,5) 1 199.94 268.83 468.77 268.83 468.77 0 0 0 0
 (5,6) 1 0 468.77 468.77 468.77 468.77 0 0 0 0
 (6,7) 2 35.91 468.77 504.68 468.77 504.68 0 0 0 0
 (7,8) 1 0 504.68 504.68 504.68 504.68 0 0 0 0

(8,9) 2 131.73 504.68 636.41 504.68 636.41 0 0 0 0
 (9,10) 1 7.99 636.41 644.4 636.41 644.4 0 0 0 0
 (10,11) 1 0 644.4 644.4 644.4 644.4 0 0 0 0
 (11,12) 2 105.74 644.4 750.14 644.4 750.14 0 0 0 0
 (12,13) 1 76.5 750.14 826.64 750.14 826.64 0 0 0 0
 (13,14) 1 0 826.64 826.64 826.64 826.64 0 0 0 0
 (14,15) 2 253 826.64 1079.64 826.64 1079.64 0 0 0 0
 (15,16) 1 7.08 1079.64 1086.72 1079.64 1086.72 0 0 0 0
 (16,17) 1 6.76 1086.72 1093.48 1086.72 1093.48 0 0 0 0
 (17,18) 1 57.3 1093.48 1150.78 1093.48 1150.78 0 0 0 0
 (18,19) 1 40.06 1150.78 1190.84 1150.78 1190.84 0 0 0 0
 (19,20) 1 0 1190.84 1190.84 1190.84 1190.84 0 0 0 0
 (20,21) 2 35.64 1190.84 1226.48 1190.84 1226.48 0 0 0 0
 (21,22) 1 20.29 1226.48 1246.77 1226.48 1246.77 0 0 0 0
 (22,23) 1 0 1246.77 1246.77 1246.77 1246.77 0 0 0 0
 (23,24) 2 0 1246.77 1246.77 1246.77 1246.77 0 0 0 0
 (24,25) 2 44.23 1246.77 1291 1246.77 1291 0 0 0 0
 (25,26) 1 7.77 1291 1298.77 1291 1298.77 0 0 0 0
 (26,27) 1 32 1298.77 1330.77 1298.77 1330.77 0 0 0 0
 (27,28) 1 2.11 1330.77 1332.88 1330.77 1332.88 0 0 0 0
 (28,29) 1 28.72 1332.88 1361.6 1332.88 1361.6 0 0 0 0
 (29,30) 1 3.17 1361.6 1364.77 1361.6 1364.77 0 0 0 0
 (30,31) 1 96 1364.77 1460.77 1364.77 1460.77 0 0 0 0
 (31,32) 1 0 1460.77 1460.77 1460.77 1460.77 0 0 0 0
 (32,33) 1 6.24 1460.77 1467.01 1460.77 1467.01 0 0 0 0
 (33,34) 1 3.62 1467.01 1470.63 1467.01 1470.63 0 0 0 0
 (34,35) 1 2 1470.63 1472.63 1470.63 1472.63 0 0 0 0
 (35,36) 1 5.29 1472.63 1477.92 1472.63 1477.92 0 0 0 0

Рисунок 1 - Сетевой график

Рисунок 2 - Диаграмма Ганта

Критический путь:

(1,2)(2,3)(3,4)(4,5)(5,6)(6,7)(7,8)(8,9)(9,10)(10,11)(11,12)(12,13)(13,14)(14,15)(15,16)(16,17)(17,18)(18,19)(19,20)(20,21)(21,22)

Продолжительность критического пути: 1477.92

Таким образом, на один ремонт тепловоза необходимы достаточно большие ресурсы предприятия, тепловоз простаивает под ремонтами 1477.92 часов.

Основная задача депо состоит в том, чтобы сократить эти простои за счет внедрения нового метода ремонта - агрегатного.

3.3 Оптимизация сетевого графика (снижение норм простоя)

Введем в расчет условие того, что на предприятии будет применять агрегатный метод ремонта, то есть, сломанное оборудование будет сниматься, но ремонт его делаться на месте не будет, а сразу будет устанавливаться исправное оборудование. Снятое оборудование будет отправлено в ремонтный цех, а затем оно будет ставится на другой тепловоз.

В таблице 5 покажем красным цветом работы, которые будут сокращены.

Таблица 5 - Определитель работ на ремонт секции тепловоза при сокращении трудоемкости

Номер работы Код работы Работа Трудоемкость, чел-ч. Число исполнителей, чел. Продолжительность по норме, ч.

1 Приемка локомотива 3,0 1 3,0

Дизель и вспомогательное оборудование 1000,0 11 90,9

2 1-2 1. Демонтаж дизельного вспомогательного оборудования 70,89 2 35,44

3 2-3 2. Ремонт дизельного вспомогательного оборудования 436,17 3 145,39

4 3-4 3. Монтаж дизельного вспомогательного оборудования 88,0 1 88,0

5 4-5 4. Ремонт дизеля 399,88 2 199,94

6 1-6 5.Дизель генераторную установку снять 9,18 2 4,59
 7 6-7 6.Дизель генераторную установку поставить и отцентровать 35,91 1 35,91
 Топливная аппаратура 145,05 3 72,5
 8 1-8 1.Демонтаж топливной аппаратуры 5,33 1 5,33
 9 8-9 2.Ремонт топливной аппаратуры 131,73 1 131,73
 10 9-10 3.Монтаж топливной аппаратуры 7,99 1 7,99
 Электрическое оборудование 233,24 2 116,62
 11 1-11 1.Демонтаж электрического оборудования 51,0
 12 11-12 2.Ремонт электрического оборудования 105,74
 13 12-13 3.Монтаж электрического оборудования 76,5
 Механическое оборудование 369,87 3 123
 14 1-14 Выкатка тележек 4,72
 15 14-15 Ремонт тележек 253,0
 16 15-16 Подкатка тележек 7,08
 17 16-17 Ремонт кузова 6,76
 18 17-18 Ремонт механического оборудования 57,3
 19 18-19 Комплектовка колесно-моторных блоков 40,06
 Электрические машины 216,0 2 108,0
 20 1-20 1.Ремонт тяговых эл. двигателей 137,13
 21 20-21 2.Ремонт тягового генератора 35,64
 22 21-22 3.Ремонт вспомогательных электрических машин 20,29
 23 1-23 Ремонт колесных пар 107,5 1 107,5
 Тормозное и пневматическое оборудование 57,19 1 57,19
 24 1-24 1.Демонтаж тормозного и пневматического оборудования 5,18
 25 24-25 2.Ремонт тормозного и пневматического оборудования 44,23
 26 25-26 3.Монтаж тормозного и пневматического оборудования 7,77
 27 26-27 Контрольно измерительные приборы 32,0 1 32,0
 Аккумуляторные батареи 34,0 1 34,0
 28 27-28 1.Демонтаж аккумуляторных батарей 2,11
 29 28-29 2.Ремонт аккумуляторных батарей 28,72
 30 29-30 3.Монтаж аккумуляторных батарей 3,17
 31 30-31 Малярные работы 65,0 1 65,0
 32 31-32 Обтирочные работы 96 1 96,0
 33 32-33 Диагностика КМБ 6,24 1 6,24
 34 33-34 Испытания после ремонта 3,62 5 3,62
 35 34-35 Экипировка 2,0 1 2,0
 36 35-36 Реостат 5,29 1,0 5,29

Проведем расчет нового сетевого графика. Длительность выделенных работ поставим равной нулю.

Рисунок 3 - Сетевой график

Расчет сроков свершения событий.

Для $i=1$ (начального события), очевидно $tp(1)=0$.

$i=2$: $tp(2) = tp(1) + t(1,2) = 0 + 35.44 = 35.44$.

$i=3$: $tp(3) = tp(2) + t(2,3) = 35.44 + 0 = 35.44$.

$i=4$: $tp(4) = tp(3) + t(3,4) = 35.44 + 88 = 123.44$.

$i=5$: $tp(5) = tp(4) + t(4,5) = 123.44 + 0 = 123.44$.

$i=6$: $\max(tp(1) + t(1,6); tp(5) + t(5,6)) = \max(0 + 4.59; 123.44 + 0) = 123.44$.

$i=7$: $tp(7) = tp(6) + t(6,7) = 123.44 + 35.91 = 159.35$.

$i=8$: $\max(tp(1) + t(1,8); tp(7) + t(7,8)) = \max(0 + 5.33; 159.35 + 0) = 159.35$.

$i=9$: $tp(9) = tp(8) + t(8,9) = 159.35 + 0 = 159.35$.

$i=10$: $tp(10) = tp(9) + t(9,10) = 159.35 + 7.99 = 167.34$.

$i=11$: $\max(tp(1) + t(1,11); tp(10) + t(10,11)) = \max(0 + 51; 167.34 + 0) = 167.34$.

$i=12$: $tp(12) = tp(11) + t(11,12) = 167.34 + 0 = 167.34$.

$i=13$: $tp(13) = tp(12) + t(12,13) = 167.34 + 76.5 = 243.84$.

$i=14: \max(tp(1) + t(1,14); tp(13) + t(13,14)) = \max(0 + 4.72; 243.84 + 0) = 243.84.$
 $i=15: tp(15) = tp(14) + t(14,15) = 243.84 + 253 = 496.84.$
 $i=16: tp(16) = tp(15) + t(15,16) = 496.84 + 7.08 = 503.92.$
 $i=17: tp(17) = tp(16) + t(16,17) = 503.92 + 6.76 = 510.68.$
 $i=18: tp(18) = tp(17) + t(17,18) = 510.68 + 0 = 510.68.$
 $i=19: tp(19) = tp(18) + t(18,19) = 510.68 + 40.06 = 550.74.$
 $i=20: \max(tp(1) + t(1,20); tp(19) + t(19,20)) = \max(0 + 137.13; 550.74 + 0) = 550.74.$
 $i=21: tp(21) = tp(20) + t(20,21) = 550.74 + 35.64 = 586.38.$
 $i=22: tp(22) = tp(21) + t(21,22) = 586.38 + 20.29 = 606.67.$
 $i=23: \max(tp(1) + t(1,23); tp(22) + t(22,23)) = \max(0 + 107.5; 606.67 + 0) = 606.67.$
 $i=24: \max(tp(1) + t(1,24); tp(23) + t(23,24)) = \max(0 + 5.18; 606.67 + 0) = 606.67.$
 $i=25: tp(25) = tp(24) + t(24,25) = 606.67 + 0 = 606.67.$
 $i=26: tp(26) = tp(25) + t(25,26) = 606.67 + 7.77 = 614.44.$
 $i=27: tp(27) = tp(26) + t(26,27) = 614.44 + 32 = 646.44.$
 $i=28: tp(28) = tp(27) + t(27,28) = 646.44 + 2.11 = 648.55.$
 $i=29: tp(29) = tp(28) + t(28,29) = 648.55 + 0 = 648.55.$
 $i=30: tp(30) = tp(29) + t(29,30) = 648.55 + 3.17 = 651.72.$
 $i=31: tp(31) = tp(30) + t(30,31) = 651.72 + 96 = 747.72.$
 $i=32: tp(32) = tp(31) + t(31,32) = 747.72 + 0 = 747.72.$
 $i=33: tp(33) = tp(32) + t(32,33) = 747.72 + 6.24 = 753.96.$
 $i=34: tp(34) = tp(33) + t(33,34) = 753.96 + 3.62 = 757.58.$
 $i=35: tp(35) = tp(34) + t(34,35) = 757.58 + 2 = 759.58.$
 $i=36: tp(36) = tp(35) + t(35,36) = 759.58 + 5.29 = 764.87.$

Длина критического пути равна раннему сроку свершения завершающего события 36: $tkp=tp(36)=764.87$
 $tn(36)=tp(36)=764.87$

$i=35: tn(35) = tn(36) - t(35,36) = 764.87 - 5.29 = 759.58.$
 $i=34: tn(34) = tn(35) - t(34,35) = 759.58 - 2 = 757.58.$
 $i=33: tn(33) = tn(34) - t(33,34) = 757.58 - 3.62 = 753.96.$
 $i=32: tn(32) = tn(33) - t(32,33) = 753.96 - 6.24 = 747.72.$
 $i=31: tn(31) = tn(32) - t(31,32) = 747.72 - 0 = 747.72.$
 $i=30: tn(30) = tn(31) - t(30,31) = 747.72 - 96 = 651.72.$
 $i=29: tn(29) = tn(30) - t(29,30) = 651.72 - 3.17 = 648.55.$
 $i=28: tn(28) = tn(29) - t(28,29) = 648.55 - 0 = 648.55.$
 $i=27: tn(27) = tn(28) - t(27,28) = 648.55 - 2.11 = 646.44.$
 $i=26: tn(26) = tn(27) - t(26,27) = 646.44 - 32 = 614.44.$
 $i=25: tn(25) = tn(26) - t(25,26) = 614.44 - 7.77 = 606.67.$
 $i=24: tn(24) = tn(25) - t(24,25) = 606.67 - 0 = 606.67.$
 $i=23: tn(23) = tn(24) - t(23,24) = 606.67 - 0 = 606.67.$
 $i=22: tn(22) = tn(23) - t(22,23) = 606.67 - 0 = 606.67.$
 $i=21: tn(21) = tn(22) - t(21,22) = 606.67 - 20.29 = 586.38.$
 $i=20: tn(20) = tn(21) - t(20,21) = 586.38 - 35.64 = 550.74.$
 $i=19: tn(19) = tn(20) - t(19,20) = 550.74 - 0 = 550.74.$
 $i=18: tn(18) = tn(19) - t(18,19) = 550.74 - 40.06 = 510.68.$
 $i=17: tn(17) = tn(18) - t(17,18) = 510.68 - 0 = 510.68.$
 $i=16: tn(16) = tn(17) - t(16,17) = 510.68 - 6.76 = 503.92.$
 $i=15: tn(15) = tn(16) - t(15,16) = 503.92 - 7.08 = 496.84.$
 $i=14: tn(14) = tn(15) - t(14,15) = 496.84 - 253 = 243.84.$
 $i=13: tn(13) = tn(14) - t(13,14) = 243.84 - 0 = 243.84.$
 $i=12: tn(12) = tn(13) - t(12,13) = 243.84 - 76.5 = 167.34.$
 $i=11: tn(11) = tn(12) - t(11,12) = 167.34 - 0 = 167.34.$
 $i=10: tn(10) = tn(11) - t(10,11) = 167.34 - 0 = 167.34.$
 $i=9: tn(9) = tn(10) - t(9,10) = 167.34 - 7.99 = 159.35.$
 $i=8: tn(8) = tn(9) - t(8,9) = 159.35 - 0 = 159.35.$
 $i=7: tn(7) = tn(8) - t(7,8) = 159.35 - 0 = 159.35.$
 $i=6: tn(6) = tn(7) - t(6,7) = 159.35 - 35.91 = 123.44.$

$$i=5: tn(5) = tn(6) - t(5,6) = 123.44 - 0 = 123.44.$$

$$i=4: tn(4) = tn(5) - t(4,5) = 123.44 - 0 = 123.44.$$

$$i=3: tn(3) = tn(4) - t(3,4) = 123.44 - 88 = 35.44.$$

$$i=2: tn(2) = tn(3) - t(2,3) = 35.44 - 0 = 35.44.$$

$$i=1: \min(tn(2) - t(1,2); tn(6) - t(1,6); tn(8) - t(1,8); tn(11) - t(1,11); tn(14) - t(1,14); tn(20) - t(1,20); tn(23) - t(1,23); tn(24) - t(1,24)) = \min(35.44 - 35.44; 123.44 - 4.59; 159.35 - 5.33; 167.34 - 51; 243.84 - 4.72; 550.74 - 137.13; 606.67 - 107.5; 606.67 - 5.18) = 0.$$

Таблица 6 - Расчет резерва событий

Номер события Сроки свершения события: ранний $tr(i)$ Сроки свершения события: поздний $tn(i)$ Резерв времени, $R(i)$

1	0	0
2	35.44	35.44
3	35.44	35.44
4	123.44	123.44
5	123.44	123.44
6	123.44	123.44
7	159.35	159.35
8	159.35	159.35
9	159.35	159.35
10	167.34	167.34
11	167.34	167.34
12	167.34	167.34
13	243.84	243.84
14	243.84	243.84
15	496.84	496.84
16	503.92	503.92
17	510.68	510.68
18	510.68	510.68
19	550.74	550.74
20	550.74	550.74
21	586.38	586.38
22	606.67	606.67
23	606.67	606.67
24	606.67	606.67
25	606.67	606.67
26	614.44	614.44
27	646.44	646.44
28	648.55	648.55
29	648.55	648.55
30	651.72	651.72
31	747.72	747.72
32	747.72	747.72
33	753.96	753.96
34	757.58	757.58
35	759.58	759.58
36	764.87	764.87

Находим полный резерв $RP_{i-j} = T_{nj} - t_{i-j} - T_{pi}$

$$RP(1,2) = 35.44 - 35.44 - 0 = 0$$

$$RP(1,6) = 123.44 - 4.59 - 0 = 118.85$$

$$RP(1,8) = 159.35 - 5.33 - 0 = 154.02$$

$$RP(1,11) = 167.34 - 51 - 0 = 116.34$$

$$RP(1,14) = 243.84 - 4.72 - 0 = 239.12$$

$$RP(1,20) = 550.74 - 137.13 - 0 = 413.61$$

$$RP(1,23) = 606.67 - 107.5 - 0 = 499.17$$

$$RP(1,24) = 606.67 - 5.18 - 0 = 601.49$$

$RП(2,3) = 35.44 - 0 - 35.44 = 0$
 $RП(3,4) = 123.44 - 88 - 35.44 = 0$
 $RП(4,5) = 123.44 - 0 - 123.44 = 0$
 $RП(5,6) = 123.44 - 0 - 123.44 = 0$
 $RП(6,7) = 159.35 - 35.91 - 123.44 = 0$
 $RП(7,8) = 159.35 - 0 - 159.35 = 0$
 $RП(8,9) = 159.35 - 0 - 159.35 = 0$
 $RП(9,10) = 167.34 - 7.99 - 159.35 = 0$
 $RП(10,11) = 167.34 - 0 - 167.34 = 0$
 $RП(11,12) = 167.34 - 0 - 167.34 = 0$
 $RП(12,13) = 243.84 - 76.5 - 167.34 = 0$
 $RП(13,14) = 243.84 - 0 - 243.84 = 0$
 $RП(14,15) = 496.84 - 253 - 243.84 = 0$
 $RП(15,16) = 503.92 - 7.08 - 496.84 = 0$
 $RП(16,17) = 510.68 - 6.76 - 503.92 = 0$
 $RП(17,18) = 510.68 - 0 - 510.68 = 0$
 $RП(18,19) = 550.74 - 40.06 - 510.68 = 0$
 $RП(19,20) = 550.74 - 0 - 550.74 = 0$
 $RП(20,21) = 586.38 - 35.64 - 550.74 = 0$
 $RП(21,22) = 606.67 - 20.29 - 586.38 = 0$
 $RП(22,23) = 606.67 - 0 - 606.67 = 0$
 $RП(23,24) = 606.67 - 0 - 606.67 = 0$
 $RП(24,25) = 606.67 - 0 - 606.67 = 0$
 $RП(25,26) = 614.44 - 7.77 - 606.67 = 0$
 $RП(26,27) = 646.44 - 32 - 614.44 = 0$
 $RП(27,28) = 648.55 - 2.11 - 646.44 = 0$
 $RП(28,29) = 648.55 - 0 - 648.55 = 0$
 $RП(29,30) = 651.72 - 3.17 - 648.55 = 0$
 $RП(30,31) = 747.72 - 96 - 651.72 = 0$
 $RП(31,32) = 747.72 - 0 - 747.72 = 0$
 $RП(32,33) = 753.96 - 6.24 - 747.72 = 0$
 $RП(33,34) = 757.58 - 3.62 - 753.96 = 0$
 $RП(34,35) = 759.58 - 2 - 757.58 = 0$
 $RП(35,36) = 764.87 - 5.29 - 759.58 = 0$

Свободный резерв времени также можно найти и по формуле $RCi-j = T_{pi} - t_{i-j} - T_{pi}$

$RC(1,2) = 35.44 - 35.44 - 0 = 0$
 $RC(1,6) = 123.44 - 4.59 - 0 = 118.85$
 $RC(1,8) = 159.35 - 5.33 - 0 = 154.02$
 $RC(1,11) = 167.34 - 51 - 0 = 116.34$
 $RC(1,14) = 243.84 - 4.72 - 0 = 239.12$
 $RC(1,20) = 550.74 - 137.13 - 0 = 413.61$
 $RC(1,23) = 606.67 - 107.5 - 0 = 499.17$
 $RC(1,24) = 606.67 - 5.18 - 0 = 601.49$
 $RC(2,3) = 35.44 - 0 - 35.44 = 0$
 $RC(3,4) = 123.44 - 88 - 35.44 = 0$
 $RC(4,5) = 123.44 - 0 - 123.44 = 0$
 $RC(5,6) = 123.44 - 0 - 123.44 = 0$
 $RC(6,7) = 159.35 - 35.91 - 123.44 = 0$
 $RC(7,8) = 159.35 - 0 - 159.35 = 0$
 $RC(8,9) = 159.35 - 0 - 159.35 = 0$
 $RC(9,10) = 167.34 - 7.99 - 159.35 = 0$
 $RC(10,11) = 167.34 - 0 - 167.34 = 0$
 $RC(11,12) = 167.34 - 0 - 167.34 = 0$
 $RC(12,13) = 243.84 - 76.5 - 167.34 = 0$
 $RC(13,14) = 243.84 - 0 - 243.84 = 0$

$RC(14,15) = 496.84 - 253 - 243.84 = 0$
 $RC(15,16) = 503.92 - 7.08 - 496.84 = 0$
 $RC(16,17) = 510.68 - 6.76 - 503.92 = 0$
 $RC(17,18) = 510.68 - 0 - 510.68 = 0$
 $RC(18,19) = 550.74 - 40.06 - 510.68 = 0$
 $RC(19,20) = 550.74 - 0 - 550.74 = 0$
 $RC(20,21) = 586.38 - 35.64 - 550.74 = 0$
 $RC(21,22) = 606.67 - 20.29 - 586.38 = 0$
 $RC(22,23) = 606.67 - 0 - 606.67 = 0$
 $RC(23,24) = 606.67 - 0 - 606.67 = 0$
 $RC(24,25) = 606.67 - 0 - 606.67 = 0$
 $RC(25,26) = 614.44 - 7.77 - 606.67 = 0$
 $RC(26,27) = 646.44 - 32 - 614.44 = 0$
 $RC(27,28) = 648.55 - 2.11 - 646.44 = 0$
 $RC(28,29) = 648.55 - 0 - 648.55 = 0$
 $RC(29,30) = 651.72 - 3.17 - 648.55 = 0$
 $RC(30,31) = 747.72 - 96 - 651.72 = 0$
 $RC(31,32) = 747.72 - 0 - 747.72 = 0$
 $RC(32,33) = 753.96 - 6.24 - 747.72 = 0$
 $RC(33,34) = 757.58 - 3.62 - 753.96 = 0$
 $RC(34,35) = 759.58 - 2 - 757.58 = 0$
 $RC(35,36) = 764.87 - 5.29 - 759.58 = 0$

Независимый резерв времени также можно найти и по формуле $RH_{i-j} = T_{pj-ti-j} - T_{pi}$

$RH(1,2) = 35.44 - 35.44 - 0 = 0$
 $RH(1,6) = 123.44 - 4.59 - 0 = 118.85$
 $RH(1,8) = 159.35 - 5.33 - 0 = 154.02$
 $RH(1,11) = 167.34 - 51 - 0 = 116.34$
 $RH(1,14) = 243.84 - 4.72 - 0 = 239.12$
 $RH(1,20) = 550.74 - 137.13 - 0 = 413.61$
 $RH(1,23) = 606.67 - 107.5 - 0 = 499.17$
 $RH(1,24) = 606.67 - 5.18 - 0 = 601.49$
 $RH(2,3) = 35.44 - 0 - 35.44 = 0$
 $RH(3,4) = 123.44 - 88 - 35.44 = 0$
 $RH(4,5) = 123.44 - 0 - 123.44 = 0$
 $RH(5,6) = 123.44 - 0 - 123.44 = 0$
 $RH(6,7) = 159.35 - 35.91 - 123.44 = 0$
 $RH(7,8) = 159.35 - 0 - 159.35 = 0$
 $RH(8,9) = 159.35 - 0 - 159.35 = 0$
 $RH(9,10) = 167.34 - 7.99 - 159.35 = 0$
 $RH(10,11) = 167.34 - 0 - 167.34 = 0$
 $RH(11,12) = 167.34 - 0 - 167.34 = 0$
 $RH(12,13) = 243.84 - 76.5 - 167.34 = 0$
 $RH(13,14) = 243.84 - 0 - 243.84 = 0$
 $RH(14,15) = 496.84 - 253 - 243.84 = 0$
 $RH(15,16) = 503.92 - 7.08 - 496.84 = 0$
 $RH(16,17) = 510.68 - 6.76 - 503.92 = 0$
 $RH(17,18) = 510.68 - 0 - 510.68 = 0$
 $RH(18,19) = 550.74 - 40.06 - 510.68 = 0$
 $RH(19,20) = 550.74 - 0 - 550.74 = 0$
 $RH(20,21) = 586.38 - 35.64 - 550.74 = 0$
 $RH(21,22) = 606.67 - 20.29 - 586.38 = 0$
 $RH(22,23) = 606.67 - 0 - 606.67 = 0$
 $RH(23,24) = 606.67 - 0 - 606.67 = 0$
 $RH(24,25) = 606.67 - 0 - 606.67 = 0$
 $RH(25,26) = 614.44 - 7.77 - 606.67 = 0$

$RH(26,27) = 646.44 - 32 - 614.44 = 0$
 $RH(27,28) = 648.55 - 2.11 - 646.44 = 0$
 $RH(28,29) = 648.55 - 0 - 648.55 = 0$
 $RH(29,30) = 651.72 - 3.17 - 648.55 = 0$
 $RH(30,31) = 747.72 - 96 - 651.72 = 0$
 $RH(31,32) = 747.72 - 0 - 747.72 = 0$
 $RH(32,33) = 753.96 - 6.24 - 747.72 = 0$
 $RH(33,34) = 757.58 - 3.62 - 753.96 = 0$
 $RH(34,35) = 759.58 - 2 - 757.58 = 0$
 $RH(35,36) = 764.87 - 5.29 - 759.58 = 0$

Таблица 7 - Анализ сетевой модели по времени

Работа (i,j) Количество предшествующих работ Продолжительность tij Ранние сроки: начало tijP.Н. Ранние сроки: окончание tijP.О. Поздние сроки: начало tijП.Н. Поздние сроки: окончание tijП.О. Резервы времени: полный RijП Независимый резерв времени RijН Частный резерв I рода, Rij1 Частный резерв II рода, RijC

(1,2) 0 35.44 0 35.44 0 35.44 0 -0 0 0
 (1,6) 0 4.59 0 4.59 118.85 123.44 118.85 118.85 118.85 118.85
 (1,8) 0 5.33 0 5.33 154.02 159.35 154.02 154.02 154.02 154.02
 (1,11) 0 51 0 51 116.34 167.34 116.34 116.34 116.34 116.34
 (1,14) 0 4.72 0 4.72 239.12 243.84 239.12 239.12 239.12 239.12
 (1,20) 0 137.13 0 137.13 413.61 550.74 413.61 413.61 413.61 413.61
 (1,23) 0 107.5 0 107.5 499.17 606.67 499.17 499.17 499.17 499.17
 (1,24) 0 5.18 0 5.18 601.49 606.67 601.49 601.49 601.49 601.49
 (2,3) 1 0 35.44 35.44 35.44 35.44 0 -0 0 0
 (3,4) 1 88 35.44 123.44 35.44 123.44 0 -0 0 0
 (4,5) 1 0 123.44 123.44 123.44 123.44 0 -0 0 0
 (5,6) 1 0 123.44 123.44 123.44 123.44 0 -0 0 0
 (6,7) 2 35.91 123.44 159.35 123.44 159.35 0 -0 0 0
 (7,8) 1 0 159.35 159.35 159.35 159.35 0 -0 0 0
 (8,9) 2 0 159.35 159.35 159.35 159.35 0 -0 0 0
 (9,10) 1 7.99 159.35 167.34 159.35 167.34 0 -0 0 0
 (10,11) 1 0 167.34 167.34 167.34 167.34 0 -0 0 0
 (11,12) 2 0 167.34 167.34 167.34 167.34 0 -0 0 0
 (12,13) 1 76.5 167.34 243.84 167.34 243.84 0 -0 0 0
 (13,14) 1 0 243.84 243.84 243.84 243.84 0 -0 0 0
 (14,15) 2 253 243.84 496.84 243.84 496.84 0 -0 -0 0
 (15,16) 1 7.08 496.84 503.92 496.84 503.92 0 0 0 0
 (16,17) 1 6.76 503.92 510.68 503.92 510.68 0 0 0 0
 (17,18) 1 0 510.68 510.68 510.68 510.68 0 0 0 0
 (18,19) 1 40.06 510.68 550.74 510.68 550.74 0 0 0 0
 (19,20) 1 0 550.74 550.74 550.74 550.74 0 0 0 0
 (20,21) 2 35.64 550.74 586.38 550.74 586.38 0 0 0 0
 (21,22) 1 20.29 586.38 606.67 586.38 606.67 0 0 0 0
 (22,23) 1 0 606.67 606.67 606.67 606.67 0 0 0 0
 (23,24) 2 0 606.67 606.67 606.67 606.67 0 0 0 0
 (24,25) 2 0 606.67 606.67 606.67 606.67 0 0 0 0
 (25,26) 1 7.77 606.67 614.44 606.67 614.44 0 0 0 0
 (26,27) 1 32 614.44 646.44 614.44 646.44 0 0 0 0
 (27,28) 1 2.11 646.44 648.55 646.44 648.55 0 0 0 0
 (28,29) 1 0 648.55 648.55 648.55 648.55 0 0 0 0
 (29,30) 1 3.17 648.55 651.72 648.55 651.72 0 0 0 0
 (30,31) 1 96 651.72 747.72 651.72 747.72 0 0 0 0
 (31,32) 1 0 747.72 747.72 747.72 747.72 0 0 0 0
 (32,33) 1 6.24 747.72 753.96 747.72 753.96 0 0 0 0
 (33,34) 1 3.62 753.96 757.58 753.96 757.58 0 0 0 0
 (34,35) 1 2 757.58 759.58 757.58 759.58 0 0 0 0

(35,36) 1 5.29 759.58 764.87 759.58 764.87 0 0 0 0

Критический путь:

(1,2)(2,3)(3,4)(4,5)(5,6)(6,7)(7,8)(8,9)(9,10)(10,11)(11,12)(12,13)(13,14)(14,15)(15,16)(16,17)(17,18)(18,19)(19,20)(20,21)(21,22)

Продолжительность критического пути: 764.87

В этом случае общая продолжительность критического пути снижается на:

$\Delta T = 1477,92 - 764,87 = 713,05$ часов

3.4 Применение крупно-агрегатного метода ремонта

Индивидуальный метод – это когда оборудование, снятое с электровоза, после ремонта устанавливается на тот же электровоз. При увеличении программы ремонта увеличиваются нормы простоя, поэтому более выгодным становится агрегатный метод.

При агрегатном методе с локомотива снимают узлы и агрегаты и направляют их для ремонта в соответствующие отделения или цеха депо, а взамен получают заранее отремонтированные узлы и агрегаты. Агрегатный метод позволяет сократить простои локомотивов в ремонте, выпускать локомотивы из ремонта по графику, увеличить на существующих площадях программу ремонта.

Основными условиями агрегатного метода являются: взаимозаменяемость агрегатов, узлов, деталей локомотивов и наличие их оборотного фонда. Включение в оборотный фонд при ТР-3 крупных узлов: тележек, КМБ, тяговых трансформаторов и других крупных агрегатов привело к значительному простоя локомотивов снизилось в ремонте, позволило повысить пропускную способность ремонтных стоек.

Специализация и концентрация ремонта локомотивов при выполнении ТР-3 и ТРС позволяет более эффективно применять крупно-агрегатный и поточный метод ремонта с использованием поточных линий по ремонту и сборке узлов и агрегатов. При крупно-агрегатном поточном методе организуется ремонт кузова, тележек эл.машин и других узлов по потоку с перемещением их по отдельным ремонтным позициям. При крупно-агрегатном методе отдельные узлы и агрегаты заранее ремонтируются и монтируются в комплект, например, полностью собирается рама тележки, которая подкатывается под кузов вместо выкаченных для ремонта.

3.5 Расчет оборотного фонда

В таблице 8 приведем потребность агрегатов на одну секцию тепловоза.

Таблица 8 - Потребность агрегатов на одну секцию тепловоз

Наименование узлов и агрегатов Количество на тепловозе Норма времени на единицу ремонта, чел. час.

Тяговый электродвигатель ЭД118 6 22,85

Колесная пара 6 17,96

Дизель 1 399,88

За месяц ремонтируются 2 тепловоза, следовательно, в таблице 6 приведем расчет оборотных фондов.

Таблица 9 - Оборотные фонды на месяц

Наименование узлов и агрегатов Количество на тепловозе

Тяговый электродвигатель ЭД118 12

Колесная пара 12

Дизель 2

4. Экономический эффект

4.1 Оценка экономического эффекта от применения агрегатного метода

Современные предприятия требуют самых новых методов управления. Утверждение управленческих решений в условиях динамического изменения требует не только анализа, но и обеспечение соответствия между различными звеньями предпринимательской деятельности.

Критерий оценивания экономической эффективности – минимум затрат.

При расчете изменения трудовых затрат используется следующая система показателей:

Абсолютный показатель снижения трудовых затрат на ремонт рассчитывается по формуле:

$$\Delta T = T_0 - T_1,$$

где T_0 – годовая трудоемкость при базисном варианте;

T_1 – годовая стоимость при проектируемом варианте.

Коэффициент снижения трудовых затрат рассчитывается по формуле

$$K_t = \Delta T / T_0 \times 100 (\%).$$

Индекс снижения трудовых затрат, который показывает рост производительности труда при обработке

информации рассчитывается по формуле

$$Y_T = T_0 / T_1$$

К стоимостным показателям относятся: абсолютное снижение стоимостных затрат (ΔC), коэффициент относительного снижения стоимостных затрат (КС):

Показатель снижения стоимостных затрат

$$\Delta C = C_0 - C_1$$

где C_0 – годовая стоимость ремонта при базисном варианте;

C_1 – годовая стоимость ремонта при проектируемом варианте.

Индекс изменения стоимостных затрат

$$Y_c = C_0 / C_1$$

Помимо рассмотренных показателей целесообразно также рассчитать срок окупаемости затрат на внедрение проекта (Ток), рассчитываемые в годах, долях года или в месяцах года:

$$T_{ок} = K_{п} / \Delta C$$

где $K_{п}$ затраты на создание проекта (проектирование и внедрение).

А также расчетный коэффициент эффективности капитальных затрат:

$$E_p = 1 / T_{ок}$$

Результаты расчета показателей экономической эффективности приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Расчёт трудовых показателей эффективности от внедрения проекта

Затраты Снижение затрат Коэффициент изменения трудовых затрат Индекс изменения трудовых затрат

Базовый вариант Проектный вариант

Трудоёмкость (ч)

(ч)

(ч)

1606,1 678,13 927,97 0,58 2,37

Стоимость (руб.)

(руб.)

(руб.)

333850,8 136551,39 197299,49 0,59 2,44

На рисунке 4 приведена диаграмма сравнения базового и проектного вариантов трудовых затрат, на рисунке 5 – стоимостных затрат.

Рисунок 4 – Диаграмма сравнения базового и проектного варианта трудовых затрат обработки информации.

Рисунок 5 – Диаграмма сравнения базового и проектного варианта стоимостных затрат обработки информации

4.2 Описание сетевого графика технического обслуживания и ремонта тепловозов

Опишем процесс ремонта:

Секцию поставили на стойло.

Дизелисты сняли дизель и вспомогательное оборудование начали его ремонт. После снятия дизеля, пришли электрики, автоматная группа, контрольно-измерительные приборы, топливники, аккумуляторщики – сняли свое оборудование и начали ремонт.

Тележечники пришли секцию подняли на домкраты и выкатили тележки и начали разборку тележек, колесно-моторных блоков. Колесно-моторные блоки разобрали, отдали в электромашинный цех тяговые двигатели. В колесный цех отдали колесные пары на ремонт. Мойщики убрали оборудование.

Таблица 11 - Процесс ремонта локомотива

Код работы Работа Трудоёмкость, чел-ч. Число исполнителей, чел. Продолжительность по норме, ч.

1 Приемка локомотива 3,0 1

2 Дизель генераторную установку снять 9,18 2

3 Ремонт дизеля 399,88 6

Параллельно

Ремонту дизеля Ремонт дизельного и вспомогательного оборудования 559,17 6

Параллельно

Ремонту дизеля Ремонт тягового генератора 35,64 1

Параллельно

Рем. дизеля Топливная аппаратура 145,05 2

Параллельно Электрическое оборудование 233,24 3

Параллельно Тормозное и пневматическое оборудование 57,19 1

Параллельно Контрольно-измерительные
приборы 32,0 1

Параллельно Аккумуляторные батареи
34,0 1

После демонтажа дизеля Выкатка тележек 4,72 2

Ремонт тяговых эл. двигателей 137,13 2

Параллельно ремонту тяговых двигателей Ремонт колесных пар 107,5 1

Ремонт тележек 102 2

Параллельно

Ремонта тележки Ремонт механического оборудования(гасители , ТРП, тяги регулировочной длины,
поводки) 208,3 3

Параллельно ремонту тележки Ремонт кузова 6,76 1

Комплектовка колесно-моторных блоков 40,06 1

Подкатка тележек 7,08 2

Дизель генераторную установку поставить и отцентровать 35,91 2

Параллельно тяговым двигателям Ремонт вспомогательных электрических машин 20,29 1

Параллельно Малярные работы 65,0 1

Параллельно Обтирочные работы 96 2

Диагностика КМБ 6,24 1

Испытания после ремонта 3,62 3

Экипировка 2,0 1

Реостат 5,29 1,0

-

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://studservis.ru/gotovye-raboty/diplomnaya-rabota/30234>