**Тема Сетевое планирование и управление производством (СПУ)**

Методы СПУ используются при решении задач, требующих согласованных во времени действий многих участников комплекса работы, охвата большого числа разнообразных работ и взаимосвязей их исполнителей, учета степени воздействия каждого из них на конечный результат.

Область применения методов СПУ весьма обширна:

* целевые разработки сложных объектов новой техники, в создании которых участвуют многие организации и предприятия;
* промышленное строительство и монтаж;
* ремонт оборудования.

Сетевая модель – это графическое изображение комплекса взаимосвязанных работ, выполняемых в определенной последовательности. Сетевой график содержит три основные элемента: событие, работу, путь. События – не имеют продолжительности во времени, отмечают факт окончания одной или нескольких работ, определяющих возможность начала последующих работ. В сетевом графике различают *исходное событие* – ему не предшествует ни одна работа рассматриваемого комплекса; *завершающее событие* – после которого не проводится ни одна работа, входящая в рассматриваемый комплекс. Событие изображается окружностью диаметром 15-25 мм и делится на четыре сектора. Верхний сектор отводится для номера события ( ti ), левый сектор – для вычисления ранних сроков свершения события (ti р), правый сектор – для вычисления поздних сроков свершения события (ti п), нижний сектор – номер предшествующего события, от которого велся отсчет при определении раннего срока свершения данного события.

Работа – это отдельные процессы комплекса, выполнение которых связано с затратами времени, труда, ресурсов. Работа в сетевом графике изображается: стрелкой

Каждая работа имеет одно начальное и одно конечное событие, вследствие чего она определяется в сетевом графике при помощи кода (шифра), образуемого из номеров события работы и его конечного события. Принято обозначать: рассматриваемое событие через i, последующее за ним j и k, а предшествующее - h.

В соответствии с этим работы обозначаются: h – i, i – j, j – k,

а продолжительность работы: th-i ; ti-j ; tj-k ; изобразим это графически:

**tj-k**

**ti-j**

**th-i**

Каждая работа имеет временную оценку (часы, дни) и ее продолжительность проставляется над стрелкой, а работа кодируется и записывается в таблицу.

*Путь* – в сетевом графике называется любая последовательная цепочка работ и событий на любом участке и между различными событиями.

Длина пути определяется суммарной продолжительностью составляющих его работ. Полный путь наибольшей продолжительности называется критическим путем (tкр).

Условные обозначения элементов сетевого графика.

Расчет сетевого графика заключается в определении слагаемых его параметров:

1 – расчет продолжительности критического пути и работ, лежащих на нем;

2 – расчет ранних из возможных и наиболее поздних из допустимых сроков начала и окончания работ;

3 – расчет всех видов резервов времени для работ, не лежащих на критическом пути.

Эти параметры рассчитываются следующими способами: аналитическим, табличным, графическим и с применением ЭВМ.

Для расчета сетевого графика принимают следующие обозначения:

ti-j -продолжительность данной работы;

th-i - продолжительность предшествующей работы;

tj-k - продолжительность последующей работы;

tкр - продолжительность критического пути;

t- раннее начало данной работы

t - позднее начало данной работы;

t – раннее окончание данной работы;

t – позднее окончание данной работы;

R – полный резерв времени;

r – частный резерв времени.

Сетевой график строится на основе перечня работ, требуемых для выполнения задания. В этом перечне каждой работе дается шифр и ее продолжительность.

Построение сетевого графика по перечню работ и событий:

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  события | Код  работы | Содержание работы | Продолжительность  Времени (дни, часы) |
| 1  2  3  4  5  6 | 1-2  1-3  2-4  3-4  3-5  4-5 | Разработка чертежей  Ремонт деталей  Ремонт станка  Покраска деталей  Сборка  Подключение станка и его  обкатка | 2  10  5  6  11  7 |

Составляем модель на основе перечня работ:

11

6

10

7

5

2

Находим критический путь:

t1-2-4-5 = 2+5+7=14

t1-3-4-5 = 10+6+7=23

t1-3-5 = 10+11=21

Наибольшее значение tкр=23 – выделяется двойной или жирной линией.

Составляем таблицу расчета параметров сетевого графика:

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Шифр работы (код) | Продолжительность  работы ti-j | Раннее начало  Работы | Раннее окончание  работы | Позднее начало  Работы | Позднее окончание  Работы | Полный резерв Времени Ri-j | Частный (свободный) резерв  Времени ri-j |
| 1-2  1-3  2-4  3-4  3-5  4-5 | 2  10  5  6  11  7 | 0  0  2  10  10  16 | 2  10  7  16  21  23 | 9  0  11  10  12  16 | 11  10  16  16  23  23 | 9  0  9  0  2  0 | 0  0  9  0  2  0 |

Ранний срок начала работы – это самый ранний из возможных сроков начала работы. *Раннее начало любой работы равно продолжительности самого длинного пути от исходного события до события, с которого начинается данная работа.*

* 1. Определяем ранний срок начала работы:

***= max th-I***

**= 0

** = 0

 = 2

 = 10

 = 10

 = 16

1.2 Определяем ранний срок окончания работы:

Ранний срок окончания работы – это самый ранний из возможных  
сроков окончания работы. *Раннее окончание работы равно сумме* ее раннего   
начала и продолжительности самой работы.



 = 0 + 2 = 2

 = 0 + 10 = 10

 = 2 + 5 = 7

 = 10 + 6 = 16

 = 10 + 11 = 21

 = 16 + 7 = 23

1.3 Определяем поздний срок начала работы:

Поздний срок начала работы – это самый поздний срок начала работы, при котором планируемый срок окончания работы не изменится. И определяется он как разница между продолжительностью критического пути и суммой продолжительности данной работы и самого длинного пути, считая от завершающего события, до события, в которое входит данная работа.



 = 23 – [2 + (5 + 7)] = 9

 = 23 – [10 + (6 + 7)] = 0

 = 23 – [5 + 7] = 11

 = 23 – [6 + 7] = 10

 = 23 – [11 + 0] = 12

 = 23 – [7 + 0] = 16

1.4 Определяем поздний срок окончания работы — это наиболее позднее окончание работы и определяется как сумма позднего ее начала и продолжительностью самой работы.



 = 9 + 2 = 11

 = 0 + 10 = 10

 = 11 + 5 = 16

 = 10 + 6 = 16

 = 12 + 11 = 23

 = 16 + 7 = 23

1.5 Определяем полный резерв времени работы:

Полный резерв времени – это максимальное время, на которое можно перенести начало данной работы или увеличить ее продолжительность критического пути. Полный резерв времени работы равен разности позднего и раннего начала или позднего и раннего окончания работы.





 = 9 – 0 = 9

11 – 2 = 9

 = 0 – 0 = 0

10 – 10 = 0

 = 11 – 2 = 9

16 – 7 = 9

 = 10 – 10 = 0

16 – 16 = 0

 = 12 – 10 = 2

23 – 21 = 2

 = 16 – 16 = 0

23 – 23 = 0

Работы, лежащие на критическом пути, резерва времени не имеют: критический путь – 1 – 3 – 4 – 5, работы на нем лежащие 1 – 3, 3 – 4,

4 – 5 = 0 (они в таблице = 0).

1.6 Определяем частный (свободный) резерв времени:

Частный резерв времени – это максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность работы или перенести ее начало, не изменяя при этом ранних сроков начала последующих работ, при условии, что предыдущее событие поступило в свой ранний срок. Является частью полного резерва времени работы и определяется как разность между ранним началом последующей работы и ранним окончанием данной работы.



 = 2 – 2 = 0

 = 10 – 10 = 0

 = 16 – 7 = 9

 = 16 – 16 = 0

 = 23 – 21 = 2

 = 23 – 23 = 0

1.7 Вносим эти «параметры сетевого графика» в модель:



1.8 После составления и расчета параметров исходного сетевого графика проводят его анализ с позиции возможности сокращения критического пути. Сокращение продолжительности критического пути называется оптимизацией сетевого графика.

Возможны следующие пути сокращения планируемых сроков:

1. Пересмотра технологии производства.
2. Сокращения длительности отдельных работ критического пути, в результате выполнения параллельно части этих работ.
3. Сокращение критических работ за счет перераспределения ресурсов или привлечения дополнительных ресурсов (материальных, финансовых, трудовых).

В процессе оперативного управления за ходом работ осуществляется систематический контроль, анализируется изменение и осуществления *оптимизации* графика, в соответствии со сложившимися условиями.

**Задачи для самостоятельного составления сетевых графиков и их расчетов.**

Задача 1.

Текущий ремонт элементов корпуса котлоагрегата

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Код  работы | Содержание работы | Продолжи-  тельность  работы, дни | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | 0-1 | Обмывка, гидравлика, сушка и опрессовка на плотность корпуса | 4 | |
| 2 | 0-2 | Снятие обшивки и разборка обмуровки правой стены корпуса | 2 | |
| 3 | 0-3 | Снятие обшивки и разборка обмуровки левой стены корпуса | 2 | |
| 4 | 1-4 | Установка лесов в топке, осмотр и браковка труб | 1 | |
| 5 | 2-4 | Фиктивная работа | 0 | |
| 6 | 3-4 | Фиктивная работа | 0 | |
| 7 | 4-5 | Проверка, ремонт радиационных частей стыков НРЧ – СРЧ, вырезка образцов, рихтовка труб и замена креплений | 9 | |
| 8 | 4-6 | Вырезка труб правой стены НРЧ, подготовка труб под сварку | 2 | |
| 9 | 4-7 | То же, левой стены | 2 | |
| 10 | 6-8 | Установка вставок, сварка нижних стыков, дефектоскопия УЗД стыков (для правой стены НРЧ) | 3 | |
| 11 | 7-9 | То же, левой стены НРЧ | 3 | |
| 12 | 8-10 | Заварка верхнего стыка (правая сторона) | 2 | |
| 13 | 8-11 | Гамма – просвечивание | 6 | |
| Задача 1 - продолжение | | | | |
| 1 | 2 | 3 | | 4 |
| 14 | 10-12 | Дефектоскопия УЗД стыков | | 2 |
| 15 | 11-12 | Фиктивная работа | | 0 |
| 16 | 6-10 | Зачистка стыков под дефектоскопию | | 4 |
| 17 | 12-5 | Термообработка креплений | | 2 |
| 18 | 9-5 | Заварка верхнего стыка, дефектоскопия УЗД стыков, термообработка креплений (левая стена НРЧ) | | 8 |
| 19 | 9-13 | Гамма - просвечивание | | 6 |
| 20 | 13-5 | Фиктивная работа | | 0 |
| 21 | 5-14 | Гидравлика корпуса промперегрева | | 1 |
| 22 | 15-14 | Разработка лесов и очистка пода | | 1 |
| 23 | 15-17 | Микропромывка, вырезка образцов, сварка вставок, дефектоскопия швов | | 2 |
| 24 | 14-16 | Опрессовка на плотность | | 1 |
| 25 | 16-17 | Фиктивная работа | | 0 |
| 26 | 15-18 | Восстановление обшивки боковых стен | | 2 |
| 27 | 18-17 | Фиктивная работа | | 0 |
| 28 | 17-19 | Растопка, подъем параметров и регулировка клапанов | | 1 |
| 29 | 19-24 | Пуск корпуса | |  |
| 30 | 4-20 | Отсоединение кабеля привода дымососа | | 1 |
| 31 | 20-21 | Установка лесов | | 1 |
| 32 | 21-22 | Проверка и ремонт дымососа, замена подшипников | | 4 |
| 33 | 22-23 | Центровка и соединение полумуфт | | 1 |
| 34 | 23-15 | Балансировка и сдача | | 1 |
| 35 | 19-24 | Пуск корпуса | | 1 |

Задача 2

Капитальный ремонт генератора мощностью 60 МВт с выводом ротора турбоагрегата типа ТВ – 60 – 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Код  работы | Содержание работы | Продолжи-  тельность  работы, дни |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 0-1 | Подготовка ремонтных площадок, опрессовка генератора | 1 |
| 2 | 1-2 | Выемка газоохладителей | 1 |
| 3 | 1-3 | Разборка насадных уплотнений вала, снятие верхних половин наружных щитов | 1 |
| 4 | 3-4 | Проточка и шлифовка контактных колец | 1 |
| 5 | 4-5 | Оформление документации | 0 |
| 6 | 3-5 | Шлифовка упарных гребней вала | 1 |
| 7 | 0-7 | Снятие щеточного аппарата | 1 |
| 8 | 3-17 | Ремонт корпусов уплотнений вала и вкладышей уплотнений вала | 2 |
| 9 | 1-9 | Ревизия газовой системы | 3 |
| 10 | 2-8 | Ревизия газоохладителей | 6 |
| 11 | 9-15 | Подготовка документации | 0 |
| 12 | 8-15 | Установка газоохладителей | 2 |
| 13 | 5-6 | Снятие нижних половин наружных и внутренних щитов, диффузоров и возбудителя, электрические испытания | 1 |
| 14 | 6-10 | Подготовка к выводу и вывод ротора | 2 |
| 15 | 10-12 | Ревизия статора |  |
| Задача 2 - продолжение | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 16 | 10-13 | Ревизия и испытание на газоплотность ротора, электрические испытания | 1 |
| 17 | 10-11 | Снятие бандажных колец | 2 |
| 18 | 11-14 | Осмотр и мелкий ремонт обмотки ротора в пределах лобовых частей, электрические измерения | 1 |
| 19 | 6-16 | Ревизия возбудителя и подвозбудителя, электрические измерения | 1 |
| 20 | 6-20 | Ревизия наружных щитов и маслоуловителей | 1 |
| 21 | 12-15 | Покраска обмотки статора, электрические испытания | 2 |
| 22 | 13-18 | Устранение утечки в зоне токоведущих болтов, электрические измерения | 2 |
| 23 | 14-18 | Ревизия бандажных и центрирующих колец, одевание бандажных колец | 5 |
| 24 | 16-18 | Ремонт воздухоохладителей возбудителя | 2 |
| 25 | 17-22 | Оформление документации | 0 |
| 26 | 7-21 | Ревизия щеточного аппарата | 1 |
| 27 | 15-18 | Подготовка и проведение испытания корпуса генератора на газовую плотность (без ротора) | 1 |
| 28 | 18-19 | Подготовка к вводу и ввод ротора, установка возбудителя и подвозбудителя | 4 |
| 29 | 19-20 | Центровка агрегата (турбинный цех) | 2 |
| 30 | 20-22 | Подготовка диаграмм | 0 |
| Задача 2 – продолжение | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 31 | 21-22 | Фиктивная работа | 0 |
| 32 | 32-23 | Установка внутренних щитов, диффузоров и маслоуловителей, сборка масляных уплотнений вала | 4 |
| 33 | 23-24 | Опрессовка собранного агрегата | 2 |
| 34 | 21-24 | Установка щеточного аппарата | 1 |
| 35 | 24-25 | Сдача генератора под нагрузкой, уборка ремонтной площадки (при необходимости – балансировка ротора) | 3 |

Задача 3

Монтаж оборудования химводоочистки.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Код  работы | Содержание работы | Продолжи-  тельность  работы, дни |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 0-1 | Получение документации | 6 |
| 2 | 1-2 | Подготовка фундаментов, установка фильтров на фундаменты | 10 |
| 3 | 2-3 | Контрольная обвязка фильтров | 10 |
| 4 | 3-4 | Гидравлические испытания, демонтаж трубопроводов после гидравлического испытания фильтров | 7 |
| 5 | 4-5 | Пескоструйные работы в фильтрах | 15 |
| 6 | 5-6 | Обезжиривание | 7 |
| 7 | 6-7 | Антикоррозийные покрытия фильтров | 45 |
| Задача 3 – продолжение | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8 | 7-8 | Вулканизация фильтров, сдача фильтров по акту после вулканизации | 17 |
| 9 | 8-9 | Монтаж дренажной системы, бетонирование днища | 12 |
| 10 | 10-11 | Обвязка фильтров | 7 |
| 11 | 1-11 | Постройка мастерской кислотоупорщиков, доставка материала в мастерскую | 11 |
| 12 | 11-12 | Подготовка материалов для гуммирования | 15 |
| 13 | 11-13 | Подготовка лакопокрытий | 10 |
| 14 | 12-6 | Рассмотрение документации | 0 |
| 15 | 1-14 | Подготовка фундаментов под насосы – дозаторы | 5 |
| 16 | 14-15 | Монтаж насосов – дозаторов с электрической частью | 16 |
| 17 | 15-10 | Опробывание, наладка насосов – дозаторов | 4 |
| 18 | 1-16 | Оборудование монтажной площадки, доставка оборудования на площадку, подготовка первой партии трубопроводов | 17 |
| 19 | 16-2 | Рассмотрение документации | 0 |
| 20 | 16-17 | Подготовка второй партии трубопроводов, контрольная отборка труб | 11 |
| 21 | 17-18 | Гидравлика, демонтаж трубопроводов после гидравлического испытания | 6 |
| 22 | 18-19 | Пескоструйка трубопроводов, обезжиривание | 14 |
| 23 | 13-19 | Осмотр трубопровода | 0 |
| 24 | 19-20 | Покраска трубопроводов, гуммирование, |  |
| Задача 3 – продолжение | | | |
| 1 | 2 | 2 | 4 |
|  |  | вулканизация | 37 |
| 25 | 20-10 | Монтаж трубопроводов, гидравлические испытания | 7 |
| 26 | 16-21 | Укрупнение блоков баков и осветителей | 8 |
| 27 | 21-22 | Монтаж осветителя, шламоотделителя, шатра осветителя | 38 |
| 28 | 22-23 | Пескоструйные работы в осветителе, антикоррозийные покрытия осветителя | 30 |
| 29 | 23-10 | Изолировочные работы, гидравлика осветителя | 17 |
| 30 | 21-24 | Монтаж баков, зачистка швов в баках | 36 |
| 31 | 24-25 | Пескоструйные работы в баках | 25 |
| 32 | 25-26 | Антикоррозийные покрытия баков | 30 |
| 33 | 26-10 | Изолировочные работы | 20 |
| 34 | 1-27 | Монтаж площадки под декарбонизаторы, монтаж декарбонизаторов | 7 |
| 35 | 27-28 | Пескоструйные работы, антикоррозийные покрытия декарбонизатора | 12 |
| 36 | 28-10 | Загрузка колец Рашига в декарбонизатор, гидравлическое испытание | 6 |
| 37 | 10-29 | Наладочные работы | 9 |

Задача 4

Монтаж одноцилиндровой турбины и генератора

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Код  работы | Содержание работы | Продолжи-  тельность  работы, дни |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 0-1 | Прием фундамента под монтаж турбины и генератора | 1 |
| 2 | 1-2 | Установка и выверка фундаментных болтов и фундаментных рам | 3 |
| 3 | 1-3 | Монтаж конденсационного оборудования с подключением конденсатора по циркуляционной воде | 6 |
| 4 | 1-4 | Гидравлические испытания маслоохладителя | 1 |
| 5 | 1-5 | Монтаж паропровода от парового коллектора к турбине | 3 |
| 6 | 1-6 | Монтаж эжекторов | 3 |
| 7 | 1-7 | Монтаж ячейки в распределительном устройстве и гибкой связи | 6 |
| 8 | 2-9 | Установка на фундаментную раму статора генератора, стульев подшипников генератора вместе с вкладышами | 2 |
| 9 | 2-8 | Установка на фундаментную раму нижней части турбины и стульев подшипников турбины | 2 |
| 10 | 3-10 | Соединение выхлопной части турбины с горловиной конденсатора | 2 |
| 18 | 4-11 | Монтаж маслоохладителя и маслобака | 3 |
| Задача 4 – продолжение | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 19 | 5-12 | Монтаж паровой нитки от паропровода турбины к масляному турбонасосу и паровым эжекторам | 1 |
| 20 | 6-12 | Зависимость | 0 |
| 21 | 7-18 | Зависимость | 0 |
| 11 | 8-10 | Зависимость | 0 |
| 13 | 8-14 | Проверка нижней части турбины на отсутствие посторонних предметов, установка нижних вкладышей. Установка ротора турбины | 1 |
| 14 | 9-13 | Заводка ротора генератора в статор | 1 |
| 12 | 10-14 | Зависимость | 0 |
| 32 | 11-24 | Зависимость | 0 |
| 33 | 23-26 | Зависимость | 0 |
| 31 | 12-23 | Продувка паропровода от парового коллектора к турбине и присоединение его к стопорному клапану | 1 |
| 22 | 13-15 | Сушка генератора горячим воздухом | 3 |
| 23 | 15-17 | Проверка изоляции генератора |  |
| 24 | 17-18 | Подключение генератора к шинам распределительного устройства | 1 |
| 15 | 13-16 | Зависимость | 0 |
| 16 | 14-16 | Центровка ротора турбины и ротора генератора | 1 |
| 17 | 16-19 | Закрытие турбины и подшипников | 1 |
| 30 | 18-26 | Зависимость | 0 |
| 25 | 19-20 | Проверка воздушной плотности соединения |  |
| Задача 4 – продолжение | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  |  | выхлопной части с горловиной конденсатора | 1 |
| 26 | 20-21 | Заливка фундаментных рам и болтов бетоном | 1 |
| 27 | 21-22 | Время твердения бетона до плотности, позволяющей начать монтаж системы регулирования и маслопровода | 4 |
| 28 | 22-24 | Монтаж системы регулирования и маслопроводов | 4 |
| 29 | 24-25 | Заливка масла в маслосистему. Прокачка его через маслосистему | 3 |
| 34 | 25-26 | Забор вакуума. Толчок ротора. Доведение оборотов до нормативных. Настройка системы регулирования, испытание и регулировка автомата безопасности | 1 |
| 35 | 26-27 | Проверка работы командного аппарата. Пуск турбины. Включение генератора в сеть. Принятие электрической нагрузки. Опробование системы регулирования при сбросе нагрузки от полной до нулевой | 1 |
| 36 | 27-28 | Испытание работы генератора и турбины в течение 72 ч | 3 |
| 37 | 28-29 | Прием и сдача турбины в эксплуатацию | 1 |

Задача 5

Капитальный ремонт трансформаторной подстанции напряжением 35/10 кВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Код  работы | Наименование работы | Длительность работы, дни |
| 1 | 2 | 3 |
| 1-2 | Подготовка материала и допуск персонала к работе | 5 |
| 2-3 | Текущий ремонт шин 10 кВ | 3 |
| 2-4 | Капитальный ремонт трансформатора напряжения | 2 |
| 2-5 | Текущий ремонт противопожарного инвентаря | 3 |
| 2-6 | Капитальный ремонт включателя ВМГ – 133 | 13 |
| 2-7 | Капитальный ремонт силового трансформатора | 27 |
| 3-8 | Текущий ремонт разъединителя РЛНД – 10 | 8 |
| 4-9 | Ремонт трансформатора тока | 7 |
| 4-10 | Испытание трансформатора напряжения | 2 |
| 5-15 | Окраска оборудования | 20 |
| 6-8 | Фиктивная работа (зависимости) |  |
| 6-10 |
| 6-12 | Капитальный ремонт разъединителя РЛНД – 35 | 9 |
| 7-10 | Испытание силового трансформатора | 11 |
| 8-11 | Проверка приводов | 1 |
| 9-10 | Испытание трансформатора тока | 2 |
| 9-13 | Ремонт предохранителей ПСН – 35 | 19 |
| 11-16 | Подготовка материалов для ремонта внутреннего освещения | 4 |
| 10-14 | Проверка и наладка защиты | 5 |
| 12-17 | Капитальный ремонт разъединителя РЛНД – 10 | 18 |
| 12-18 | Испытание разъединителя РЛНД – 35 | 1 |
| 13-18 | Ремонт предохранителя ПК – 10 | 11 |
| Задача 5 – продолжение | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 14-18 | Измерение сопротивления заземляющего контура | 1 |
| 15-18 | Восстановление надписей | 15 |
| 16-18 | Текущий ремонт внутреннего освещения | 3 |
| 17-18 | Испытание разъединителя РЛНД – 10 | 4 |
| 18-19 | Восстановление и включение действующей схемы | 2 |