**СЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

Курсовая работа

Выполнил: Петренко В.

Челябинский Государственный Технический Университет

Кафедра экономики промышленности и организации производства

Челябинск 1995

**ВВЕДЕНИЕ**

Методы сетевого планирования и управления (СПУ),разработанные в начале 50-х годов,широко и успешно применяются для оптимизации планирования и управления сложными разветвленными комплексами работ, требующими участия большого числа исполнителей и затрат ограниченных ресурсов.Для оптимизации сложных сетей,состоящих из нескольких сотен работ,вместо ручного счета следует применять типовые макеты прикладных программ по СПУ, имеющиеся в составе математического обеспечения ЭВМ.

Выполнение комплексной задачи будет способствовать углубленному усвоению раздела технической подготовки производства,изучаемого в курсе "Организация,планирование и управление на предприятии".

**СОДЕРЖАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАДАЧИ**

1. Представить в виде таблицы конкретные исходные данные индивидуального задания.

2. По заданному составу комплекса работ построить исходный СГ.

3. Определить ожидаемую продолжительность выполнения каждой работы, ее среднеквадратическое отклонение и дисперсию.

4. Рассчитать параметры событий исходного СГ.

5. Вычислить параметры работ исходного СГ.

6. Рассчитать параметры СГ в целом.

7. Определить трудоемкость и затраты на проведение работ в исходном СГ.

8. Используя данные исходного пункта, провести оптимизацию СГ до получения минимума продолжительности критического пути, сокращая продолжительность работ путем перераспределения части ресурсов резервной зоны на работы критической зоны СГ.

9. Построить графики "Время-Затраты" для работ СГ, лежащих на критическом пути.

10. Используя данные предыдущего пункта, провести оптимизацию СГ, сократив продолжительность комплекса работ до заданного директивного срока путем минимального привлечения дополнительных ресурсов.

11. Рассчитать параметры оптимизированного СГ и сравнить с исходными. Построить оптимизированный СГ на бумаге.

12. Вычертить на миллиметровой бумаге в масштабе план-карту распределения трудовых ресурсов для оптимизированного СГ и произвести выравнивание потребности в трудовых ресурсах во времени.

**РАСЧЕТ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СГ**

2.1.Составление индивидуального перечня работ и построение графика

Комплекс работ СГ включает 2 перечня работ - обязательный и часть работ из дополнительного.

Заданный комплекс работ упорядочивается в их логической последовательности с выделением отдельных групп работ,которые могут и должны выполняться параллельно.Для таких групп работ могут составляться частные СГ,которые затем сшиваются в один сводный СГ.Для каждой работы проверяется возможность переноса ее начала ближе к исходному, а конца-ближе к завершающему событиям СГ и при наличии такой возможности перестроить СГ.

При этом предполагается,что минимальная оценка соответствует наиболее благоприятным,а максимальная-наиболее неблагоприятным условиям работы.

Ожидаемая продолжительность каждой работы складывается из 0,6 минимальной и 0,4 максимальной продолжительностей.

Среднеквадратическое отклонение продолжительности работы от ожидаемой продолжительности в двухоценочной методике равно 0,2 разности между максимальной иминимальной продолжительностями.

Таблицы 2 и 3 Перечень и параметры работы сетевого графика, вероятностные характеристики работ сетевого графика

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Код раб | Продолжительность, дн. | Среднекв. отклонен., дн. | Дисперсия 2 дн. | Исполнители чел. |
| мин. | макс | ожид | НС | ИТP | лаб |
| 1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14.15.16.17.18.19.20. | 6202329145202617182245212135371914713 | 14404456261140573134511034144497639182224 | 9.228.031.439.818.87.428.038.422.624.433.668.229.030.240.652.627.015.613.017.4 | 1.604.004.205.402.401.204.006.202.803.205.8011.64.004.602.807.804.000.803.002.20 | 2.561617.6429.165.761.441638.447.8410.2433.64134.561621.167.8460.84160.6494.84 | 5499663123612564654346 | 57769512561714141366124233 | -4----6756563554494- |
| Дополнительные |
| 6.7.9.10.13.14.16.17.20.21.23.24. | 34510246571022101117 | 56725388992534162430 | 42.85.816.029.66.86.67.816.026.812.416.222.2 | 4.400.403.002.800.400.800.403.002.401.202.602.60 | 19.360.1697.840.160.640.1695.761.446.766.76 | 644553436454 | 1135435334453 | 6442---4-63- |

**2.3.Расчет параметров событий сетевого графика**

Ранний срок свершения исходного события СГ принимается равным нулю.Ранний срок свершения данного промежуточного события рассчитывается путем сравнения сумм,состоящих иэ раннего срока свершения события,непосредственно предшествующего данному,и ожидаемой продолжительности.В качестве раннего срока свершения события принимается максимальная из сравниваемых сум.

Расчитанный таким способом ранний срок свершения завершающего события всего СГ принимается в качестве его же позднего срока свершения.Это означает,что завершающее событие СГ никаким резервом времени не располагает.

Поздний срок свершения данного промежуточного события определяется при просмотре СГ в обратном направлении.Для этого сопоставляются разности между поздним сроком свершения события,непосредственно следующего за данным, и продолжительности работы,соединяющей соответствующее событие с данным.Так как ни одна из непосредственно следующих за данным событием работ не может начаться,пока не свершится само данное событие,очевидно,его поздний срок свершения равен минимуму из подсчитанных разностей.

Правильность расчета поздних сроков свершения событий СГ подтверждается получением нулевого позднего срока свершения исходного события.

Резерв времени образуется у тех событий,для которых поздний срок свершения больше раннего,и он равен их разности.Если же эти сроки равны,событие резервом времени не располагает и,следовательно,лежит на критическом пути.

Таблица 3 Параметры событий сетевого графика

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| соб | Срок сверш. | Резерв времени | соб | Срок сверш. | Резерв времени |
| ранн. | позд. | ранн. | позд. |
| 0.1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.12.13. | 09.267.684106.6136.2151.847.6169.8176.228183182.835.4 | 09.2104.884106.6136.2151.868183176.22818318335.4 | 0037.2000020.413.20000.20 | 1415161718192021222324252627 | 78.2209.849222.2251.2281.4349.6390.2412.4465481508524.2541.6 | 78.2209.850.2222.2251.2281.4349.6390.2412.4465481508524.2541.6 | 001.200000000000 |

**2.4.Расчет параметров работ сетевого графика**

Ранний срок начала работы совпадает с ранним сроком свершения ее начального события.

Поздний срок начала работы можно получить,если из позднего срока свершения ее конечного события вычесть ее ожидаемую продолжительность.

Ранний срок окончания работы образуется прибавлением ее продолжительности к раннему сроку свершения ее начального события.

Поздний срок окончания работы совпадает с поздним сроком свершения ее конечного события.

Для всех работ критического пути,как не имеющих резервов времени, ранний срок начала совпадает с поздним сроком начала,а ранний срок окончания-с поздним сроком окончания.

Работы,не лежащие на критическом пути,обладают разервами времени. Полный резерв времени работы образуется вычитанием из позднего срока свершения ее конечного события раннего срока свершения ее начального события и ее ожидаемой продолжительности.

Частный резерв времени работы первого рода равен разности поздних сроков свершения ее конечного и начального событий за вычетом ее ожидаемой продолжительности.

Частный резерв времени работы второго рода равен разности ранних сроков свершения ее конечного и начального событий за вычетом ее ожидаемой продолжительности.

Свободный резерв времени работы образуется вычитанием из раннего срока свершения ее конечного события позднего срока свершения ее начального события и ее ожидаемой продолжительности. Свободный резерв времени может быть отрицательным.

Для работ, лежащих на критическом пути, никаких резервов времени нет и, следовательно, коэффициент напряженности таких работ равен единице.Если работа не лежит на критическом пути, она располагает резервами времени и ее коэффициент напряженности меньше единицы.Его величина подсчитывается как отношение суммы продолжительностей отрезков максимального пути, проходящего через данную работу, не совпадающих с критическим путем к сумме продолжительностей отрезков критического пути, не совпадающих с максимальным путем, проходящим через эту работу.

В зависимости от коэффициента напряженности все работы попадают в одну из трех зон напряженности:

а) критическую, кнij>0,8;

б) промежуточную, 0,5<кнij<0,8;

в) резервную, кнij<0,5.

Оптимизация СГ состоит в перераспределении ресурсов из резервной и частично промежуточной зон в критическую с целью выравнивания коэффициентов напряженности всех работ.

Таблица 4 Параметры работ сетевого графика

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Код раб | Прод. ожид. | Срок начала дн. | Сроки окончания, дн. | Резервы времени, дн. | Коэф. напр. |
| ранн. | позд. | ранн. | позд. | полн. | част. 1 рода | част. 2 рода | своб. |
| 1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14.15.16.17.18.19.20. | 9.228.031.439.818.87.428.038.422.624.433.668.229.030.240.652.627.015.613.017.4 | 09.237.29.29.228499.284151.8136.2281.4222.2251.2349.6412.4481136.2151.8524.2 | 076.8104.810.49.22850.229.684151.8149.4281.4222.2251.2349.6412.4481136.2170524.2 | 9.237.268.6492835.47747.6106.6176.2169.8349.6251.2281.4390.2465508151.8164.8541.6 | 9.2104.8136.250.22835.478.268106.6176.2183349.6251.2281.4390.2465508151.8183541.6 | 067.667.61.2001.220.40013.2000000018.20 | 067.601.200020.40013.2000000018.20 | 0067.60001.20000000000018.20 | 00000000000000000018.20 | 10.470.470.99110.990.73110.7211111110.281 |
| Дополнительные |
| 6.7.9.10.13.14.16.17.20.21.23.24. | 42.85.816.029.66.86.67.816.026.812.416.222.2 | 35.478.247.6106.6176.2176.2136.2465183209.8508390.2 | 35.478.268106.6176.2176.4175.2465183209.8508390.2 | 78.28463.6136.2183182.8144481209.8222.2524.2412.4 | 78.28484136.2183183183481209.8222.2524.2412.4 | 0020.4000.23900000 | 000000.23900000 | 0020.40003900000 | 000-45.2003900000 | 110.73110.970.1611111 |

**2.5.Расчет параметров СГ в целом**

Коэффициент сложности СГ равен отношению количества работ к количеству событий в СГ.

Критический путь в СГ проходит через события и работы, не обладающие резервами времени, и имеет, следовательно, максимальнуу продолжительность, равную сроку свершения завершающего события.

Продолжительность критического пути соответствует математическому ожиданию срока свершения завершающего события, равного сумме ожидаемых продолжительностей работ, составляющих критический путь. Дисперсия срока наступления завершающего события определяется в соответствии с центральной предельной теоремой теории вероятностей как сумма дисперсий работ критического пути, а вероятность свершения завершающего события в срок, равный продолжительности критического пути, равна р(тсв/ткр)=0,5.Если директивный срок установлен меньше продолжительности критического пути, вероятность свершения события к директивному сроку меньше 0,5 и может быть рассчитана с помощью функции распределения нормального отклонения (функции Лапласа) Ф(и)+0,5. Нормальное отклонение "и" равно разности между директивным сроком и продолжительностью критического пути, отнесенной к среднеквадратическому отклонению продолжительности критического пути.

Если вероятность свершения завершающего события меньше 0,35, считается, что опасность нарушения директивного срока настолько велика, что необходимо повторное планирование с перераспределением или дополнительным привлечением ресурсов на работы критического пути. Если эта вероятность больше 0,65 (что имеет место при директивном сроке, превышающем продолжительность критического пути), целесообразно перепланировать весь СГ, так как на всех его работах, включая критические, имеются избыточные ресурсы.

Таблица 5 Вероятности свершения завершающего события в директивный срок

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование показателя | Отношение директивного срока к критическому |
| 0.81 | 0.86 | 0.91 | 0.96 | 1.01 | 1.06 | 1.11 | 1.16 |
| Крит.ср., дн | 541.6 | 541.6 | 541.6 | 541.6 | 541.6 | 541.6 | 541.6 | 541.6 |
| Ср.кв.откл,дн | 22.7 | 22.7 | 22.7 | 22.7 | 22.7 | 22.7 | 22.7 | 22.7 |
| Директ.ср.,дн | 438.6 | 465.7 | 492.8 | 519.9 | 547.0 | 574.0 | 601.1 | 628.2 |
| Норм.отклон. | -4.5 | -3.3 | -2.1 | -0.9 | 0.2 | 1.4 | 2.6 | 3.8 |
| Вер.сверш. | 0 |  | 0.021 | 0.25 | 0.81 | 0.99 | 0.999 | 1 |

**РАСЧЕТ СТОИМОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ СГ**

**3.1. Расчет трудоемкости работ**

Таблица 6

Должностные оклады

|  |  |
| --- | --- |
| Исполнители | Оклад руб/мес |
| Научный сотрудникИТРЛаборант | 300200100 |

Для НС K итр = 1.5

Для лаб K итр = 0.5

Таблица 7 Статьи затрат на проведение НИР

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Соотношение затрат | Затраты |
| Основная заработная плата Зосн | Прямой расчет | 200 |
| Дополнительная заработная плата Здоп | (0.10...0.12)\*Зосн | 20 |
| Отчисление на социальное страхование Осоц | 0.071\*(Зосн + Здоп) | 15.6 |
| Материалы,покупные изделия и полуфабрикаты См | (0.15...0.75)\*Зосн | 30 |
| Накладные расходы Сн | (0.45...0.65) | Зосн | 90 |
| Командировочные расходы Сн | (0.15...0.20) | Зосн | 30 |
| Контрагентские расходы (услуги сторонних организаций) Су | (0.2...0.5)\*Зосн | 40 |

Таблица 8

Трудоемкость и сметная стоимость работ СГ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Код раб |  | Исполнители чел. | Прив ИТР | Прив. трудоемк. ИТР дн | Сметн. стоим. работы руб |
| ожид | НС | ИТP | лаб |
| 1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14.15.16.17.18.19.20. | 9.228.031.439.818.87.428.038.422.624.433.668.229.030.240.652.627.015.613.017.4 | 5499663123612564654346 | 57769512561714141366124233 | -4----6756563554494- | 12.51520.519.5181419.526.5132934.524.523.514.517.521.512111112 | 115420643.7776.1338.4103.65461017.6293.8707.61159.21670.9681.5437.9710.51130.9324171.6143208.8 | 2219.5810612423.414978.76531.121999.4810537.819639.65670.3413656.622372.532248.313152.98451.4713712.621826.36253.23311.882759.94029.84 |
| Дополнительные |
| 6.7.9.10.13.14.16.17.20.21.23.24. | 42.85.816.029.66.86.67.816.026.812.416.222.2 | 644553436454 | 1135435334453 | 6442---4-63- | 23111312.510.59.599.51313149 | 984.463.820837071.462.770.2152348.4161.2226.8199.8 | 18998.91231.344014.471411378.021210.111354.862933.66724.123111.164377.243856.14 |

Среднедневная зарплата 1 ИТР-дня 10 руб

Среднедневные прочие затраты 9.3 рую

Стоимость 1 ИТР-дня 19.3 руб

Общая стоимость НИР 280212.3 руб

**3.2.Построение графиков "Время - затраты"**

Сокращение продолжительности работы требует привлечения на нее дополнительных ресурсов. В общем случае зависимость между продолжительностью работы Tij и затратами Cij на ее выполнение нелинейная, но ее для упрощения аппроксимируют прямой.

Для каждой работы определяются следующие параметры:

а) нормальная продолжительность работы Tнij, обычно совпадающая с Tij ож;

б) соответствующие нормальной продолжительности минимальные затраты Cнij

в) минимально-возможная продолжительность работы Tэij в случае ее выполнения в экстренном порядке;

г) соответствующие минимально-возможной продолжительности максимальные затраты Cэij.

Тангенс угла наклона линейной функции затрат называется коэффициентом роста затрат Sij. Для аппроксимированного графика

Cэij - Cнij tg Alpha = -----------

Tнij - Tэij

Продолжительность для нормального режима выполнения работ принимается равной B \* Tнij, где B имеет случайные значения в диапазоне

0.35 ... 0.55 .

Максимальные затраты принимаются равными G \* Cнij, где G принимает случайные значения в диапазоне 1.75 ... 2.50 .

Таблица 9

Данные графика "Время-Затраты"

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Код раб | Норм продолж. | Миним. затраты руб. | Мин. прод олж. | Максим. затраты руб. | Коэфф. роста затрат |
| 1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14.15.16.17.18.19.20. | 9.228.031.439.818.87.428.038.422.624.433.668.229.030.240.652.627.015.613.017.4 | 2219.5810612423.414978.76531.121999.4810537.819639.65670.3413656.622372.532248.313152.98451.4713712.621826.36253.23311.882759.94029.84 | 4.141416.316.37.523.9914.818.811.910.017.133.414.712.619.427.810.56.555.596.09 | 4194.8514833.921740.926811.813976.54858.7321286.339279.211624.131546.751009.369978.830909.320706.127973.753037.914757.57551.085161.019429.82 | 390.38480.56617.05503.53660.05838.48814.281002.0556.421242.31735.51084.21241.7696.28672.691258.5515.41468.41324.03477.45 |
| Дополнительные |
| 6.7.9.10.13.14.16.17.20.21.23.24. | 42.85.816.029.66.86.67.816.026.812.416.222.2 | 18998.91231.344014.471411378.021210.111354.862933.66724.123111.164377.243856.14 | 18.42.727.0413.32.442.313.278.811.54.965.999.99 | 47307.22844.397426.6416781.32452.872504.923211.016747.2814793.06906.777791.488984.80 | 1160.1523.71380.83591.42246.52301.82409.74529.67527.37510.16334.40420.03 |

**ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТЕВОГО ГРАФИКА**

**4.1.Перераспределение средств**

Оптимизация основана на перераспределении ресурсов из резервной зоны в критическую так, чтобы время выполнения всего комплекса стало минимальным. Переброска ресурсов возможна только между работами, у которых время их выполнения полностью или в большей своей части перекрывается. Снимая часть персонала и других ресурсов с резервной работы и направляя их на критическую работу, мы удлиняем продолжительность выполнения первой работы и сокращаем продолжительность второй.

При выполнении перераспределения ресурсов необходимо учитывать, что из-за ограниченности фронта работ численность исполнителей по отдельно взятой работе не должна возрастать или уменьшаться более чем в 1.5 ... 2 раза.

**4.2.Привлечение дополнительных средств**

Оптимизация основана на привлечении дополнительных средств на работы критического пути так, чтобы общий срок выполнения работ был равен директивному, а расход дополнительных средств минимален.

Ход оптимизации следующий. Выбирается работа критического пути, у которой коэффициент роста затрат минимален и производится сокращение ее продолжительности до большей из следующих велечин:

а) своего минимально-возможного значения;

б) того промежуточного значения, при котором в сетевом графике параллельно данной работе появляется еще одна ветвь критического пути.

В случае (б) дальнейшее сокращение продолжительности одной работы не ведет к сокращению продолжительности критического пути, так как прежняя ветвь критического пути, проходившая через эту работу, исчезает. Теперь придется сокращать одновременно продолжительности двух работ, лежащих на старой и новой ветвях, критического пути, если окажется, что сумма их коэффициентов роста затрат минимальна.

Можно принять за правило, что претендентами на сокращение продолжительностей являются:

а) одиночные работы, если параллельно им не появляются новые критические пути в ходе самого сокращения;

б) две и большее число работ одновременно, лежащие на параллельных ветвях критического путей, существующих до начала сокращения работ или появляющихся в ходе такого сокращения.

В этом случае претендентов на сокращениение продолжительности подбирают по минимуму коэффициентов роста затрат одиночных работ и сумм коэффициентов работ, лежащих на параллельных ветвях критических путей.

**4.3.Выравнивание занятости работников**

В ходе выполнения комплекса работ занятость работников различной категории оказывается неравномерной. Это приводит к завышению потребности в них с одновременным снижением среднего уровня занятости и, как следствие, к перерасходу заработной платы. Оптимизация основана на сдвиге работ в пределах имеющихся у них резервов времени, чтобы, не изменяя общей продолжительности комплекса работ, обеспечить наиболее равномерную занятость работников.

Для приближенного решения этой задачи составляется карта проекта (график перераспределения ресурсов). Каждая работа вычерчивается в масштабе, причем работы критического пути вытягиваются в одну горизонтальную линию. Под стрелкой, изображающей работу, помещается в виде висящего флажка набор чисел, указывающих численность работников каждой категории, занятых выполнением данной работы. Резерв времени работы некритического пути показывается пунктирной линией. В исходной карте проекта все работы начинаются в свои ранние сроки.

Под картой проекта в масштабе строятся диаграммы занятости работников соответствующих категорий, причем части графиков, изображающие занятость на работах критического пути, заштриховываются.

Перемещая те или иные резервные работы вправо по оси времени на некоторую часть или полную величину их резерва времени, следует добиться максимального сглаживания пиков численности работающих каждой категории на всех диаграммах и тем самым получить более равномерную занятость работников.