

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ И СОЦИАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ РФ

МИХАЙЛОВСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ-ИНТЕРНАТ

СЕТЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

Методические указания по выполнению
экономического раздела дипломного проекта



Михайлов 2007

УДК

Сетевое планирование и управление: Методические указания по выполнению экономического раздела дипломного проекта. Сост.: Е.С. Буянкина. 16 с.

Содержат материал для выполнения экономического раздела дипломного проекта по теме «Сетевое планирование и управление».

Предназначены студентам специальности 230105 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем».

Табл. 4. Ил. 5. Библиогр.: 2 назв.

Сетевое планирование и управление

Печатается по решению предметно-цикловой комиссии учетно-экономических и управленческих дисциплин Михайловского экономического колледжа-интерната.

Рецензент: доктор экономических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ Ю.М. Солдак

Сетевое планирование и управление
Составитель: Б у я н к и н а Елена Сергеевна

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 предлагаемой задачи будет способствовать углубленному усвоению темы технической подготовки производства, изучаемой в курсе "Экономика предприятия", а также окажет помощь студентам при выполнении экономического раздела дипломного проекта.

Цель работы - приобретение навыков построения и расчета временных параметров моделей сетевого планирования и управления.

Методические указания построены следующим образом: сначала приводятся основные теоретические сведения и понятия по теме «Сетевое планирование и управление», затем разбирается решение типовой задачи по построению, расчету и анализу сетевого графика, а в конце методических указаний приводятся исходные данные для решения задачи, включающие в себя 10 различных вариантов.

Данные методические указания предназначены для студентов 4 курса, обучающихся по специальности 230105 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем».

1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Введение

Система сетевого планирования и управления (СПУ) - это системный подход к планированию сложных динамических разработок с использованием графических, аналитических, организационных и контрольных мероприятий. СПУ позволяет моделировать и комплексно перестраивать план выполнения работ в условиях изменения внешних и внутренних факторов. Он позволяет определять оптимальные затраты времени и других ресурсов. СПУ реализуется в основном плановом документе — сетевой модели, которая представляет взаимосвязанные работы и события, развертывающиеся от начала до конца разработки.

СПУ характеризуется следующими положительными особенностями:

- осуществляется системный подход к управлению всеми этапами процесса разработки;
- отделы и подразделения, участвующие в разработке, вне зависимости от ведомственной принадлежности рассматриваются как звенья одной организационной системы, нацеленной на получение конечного результата;
- используется информационно-сетевая модель логического описания алгоритма расчетов основных параметров всех стадий разработки;
- осуществляется автоматизированное управление на основе компьютерной технологии;
- возможность быстрого определения участков работ, по которым может быть срыв сроков исполнения с последующей переброской на эти участки исполнителей, материальных и финансовых ресурсов.

1.2. Расчет параметров и построение сетевого графика

Сетевое Планирование и Управление включает следующие этапы:

- определяется перечень событие и работ;
- строится сетевой график;
- рассчитываются параметры сетевого графика и определяется длительность критического пути;
- производится анализ сетевого графика и его оптимизация.

Основными понятиями сетевых моделей являются понятия события и работы.

Работа - это некоторый процесс, приводящий к достижению определенного результата, требующий затрат каких-либо ресурсов и имеющий протяженность во времени. По своей физической природе работы можно рассматривать как:

- действие: разработка чертежа, изготовление детали, заливка фундамента бетоном, изучение конъюнктуры рынка;
- процесс: старение отливок, выдерживание вина, травление плат;
- ожидание: ожидание поставки комплектующих, пролеживание детали в очереди к станку.

По количеству затрачиваемого времени работа может быть:

- действительной, т.е. требующей затрат времени;
- фиктивной, т.е. формально не требующей затрат времени и представляющей связь между какими-либо работами, например: передача измененных чертежей от конструкторов к технологом; сдача отчета о технико-экономических показателях работы цеха вышестоящему подразделению.

Событие - это момент времени, когда завершаются одни работы и начинаются другие. Например, фундамент залит бетоном, старение отливок завершено, комплектующие поставлены, отчеты сданы и т.д. Событие представляет собой результат проведенных работ и, в отличие от работ, не имеет протяженности во времени.

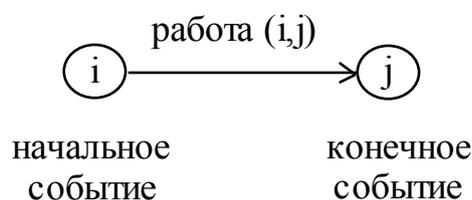


Рис. 1.1. Кодирование работы

Взаимосвязь работ и событий, необходимых для достижения конечной цели проекта, изображается с помощью сетевого графика (сетевой модели). На сетевом графике работы изображаются стрелками, которые соединяют вершины, изображающие события. Начало и окончание любой работы описываются парой событий, которые называются начальным и конечным событиями. По-

этому для идентификации конкретной работы используют код работы (i, j) , состоящий из номеров начального (i -го) и конечного (j -го) событий (см. рис. 1.1).

Любое событие может считаться наступившим только тогда, когда закончатся все входящие в него работы. Поэтому, работы, выходящие из некоторого события не могут начаться, пока не будут завершены все работы, входящие в это событие.

Событие, не имеющее предшествующих ему событий, т.е. с которого начинается проект, называют исходным. Событие, которое не имеет последующих событий и отражает конечную цель проекта, называется завершающим.

При построении сетевого графика необходимо следовать следующим правилам:

- длина стрелки не зависит от времени выполнения работы;
- стрелка может не быть прямолинейным отрезком;
- для действительных работ используются сплошные, а для фиктивных - пунктирные стрелки;
- каждая операция должна быть представлена только одной стрелкой;
- между одними и теми же событиями не должно быть параллельных работ, т.е. работ с одинаковыми кодами;
- следует избегать пересечения стрелок;
- не должно быть стрелок, направленных справа налево;
- номер начального события должен быть меньше номера конечного события;
- не должно быть висячих событий (т.е. не имеющих предшествующих событий), кроме исходного;
- не должно быть тупиковых событий (т.е. не имеющих последующих событий), кроме завершающего;
- не должно быть циклов (см. рис. 1.2).

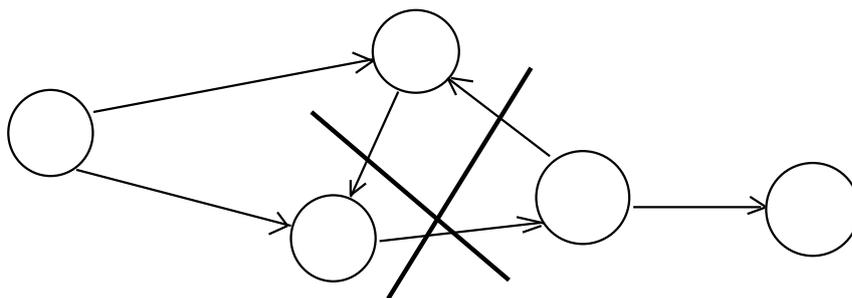


Рис. 1.2. Недопустимость циклов

Важное значение для анализа сетевых моделей имеет понятие пути. Путь - это любая последовательность работ в сетевом графике (в частном случае это одна работа), в которой конечное событие одной работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы. Различают следующие виды путей.

Полный путь - это путь от исходного до завершающего события. Критический путь - максимальный по продолжительности полный путь. Работы, ле-

жащие на критическом пути, называют критическими. Подкритический путь - полный путь, ближайший по длительности к критическому пути.

На основании временных оценок рассчитываются основные временные параметры сети: ранние и поздние сроки наступления всех событий. Зная их, можно определить остальные параметры сети - ранние и поздние сроки начала и окончания работ, резервы времени событий и резервы времени работ.

а) Определение ранних сроков совершения событий - $t_p(i)$

$t_p(i)$ - срок, необходимый для выполнения всех работ, предшествующих данному событию. Он устанавливается путем выбора максимального значения из продолжительности всех путей, ведущих от исходного к данному событию, то есть $\max \sum t(ij)$.

б) Определение поздних сроков совершения событий - $t_n(i)$

$t_n(i)$ - срок совершения события, который определяется как разность между длительностью критического пути и продолжительностью максимального пути, следующего за данным событием:

$$t_n(i) = T_{кр} - \max \sum_i^j t(ij) \quad (1.1)$$

в) Определение резерва времени совершения события - $R(i)$

$R(i)$ - резерв времени наступления события i . Это такой промежуток времени, на который может быть отсрочено наступление события i без нарушения сроков завершения проекта в целом. Начальные и конечные события критических работ имеют нулевые резервы событий.

$$R(i) = t_n(i) - t_p(i) \quad (1.2)$$

Рассчитанные численные значения временных параметров записываются прямо в вершины сетевого графика (см. рис. 1.3).



Рис. 1.3. Показатели события

г) Определение полного резерва времени работы - $R_n(ij)$

$R_n(ij)$ - полный резерв работы показывает максимальное время, на которое может быть увеличена продолжительность работы (i, j) или отсрочено ее

начало, чтобы продолжительность проходящего через нее максимального пути не превысила продолжительности критического пути. Важнейшее свойство полного резерва работы (i, j) заключается в том, что его частичное или полное использование уменьшает полный резерв у работ, лежащих с работой (i, j) на одном пути. Таким образом, полный резерв принадлежит не одной данной работе (i, j) , а всем работам, лежащим на путях, проходящим через эту работу.

$$R_n(i) = t_n(j) - t_p(i) - t(ij) \quad (1.3)$$

д) определение свободного резерва времени работы $R_c(ij)$

$R_c(ij)$ - свободный резерв работы показывает максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность работы (i, j) или отсрочить ее начало, не меняя ранних сроков начала последующих работ. Использование свободного резерва одной из работ не меняет величины свободных резервов остальных работ сети.

$$R_c(ij) = t_p(j) - t_p(i) - t(ij) \quad (1.4)$$

1.3. Анализ и оптимизация сетевого графика

Анализ сетевого графика осуществляется в два этапа:

Первый - проверка правильности построения сети (правильность нумерации, выявление замкнутых контуров, «тупиковых» или «хвостовых» событий и т.д.) проводится визуально.

Второй - определение напряженных зон работы с помощью коэффициентов напряженности.

Коэффициент напряженности работы ($R_n(ij)$) – это отношение продолжительности несовпадающих, заключенных между одними и теми же событиями, отрезков пути, одним из которых является отрезок проходящего через эти события критического пути, а другим – путь максимальной продолжительности.

Числовое значение этого коэффициента определяется по формуле:

$$K_n(ij) = \frac{t^{\max}(ij) - t_{kp}}{t^{kp}(ij) - t_{kp}} \quad (1.5)$$

где $t^{\max}(ij)$ - максимальная продолжительность пути, проходящего через события i, j ;

$t^{kp}(ij)$ - длительность критического пути между событиями i, j ;

t_{kp} - i, j отрезок на максимальном пути между событиями, совпадающий с критическим путем.

Чем выше коэффициент напряженности (K_n), тем сложнее выполнить данную работу в установленные критический путем сроки.

После анализа сетевого графика проводится его оптимизация, цель которой - сокращение длительности цикла работ.

Так как продолжительность критического пути определяет общую продолжительность работ по технической подготовке, то задача сокращения ее сроков сводится к сокращению продолжительности работ, находящихся на критическом пути.

Продолжительность критического пути может быть сокращена за счет расчленения работ дополнительными событиями на составляющие части и параллельное их выполнение и за счет перераспределения трудовых ресурсов с работ, имеющих резерв времени на родственную работу, лежащую на критическом пути, и др.

После аналитических расчетов определяется новый критический путь и новый срок окончания всего комплекса работ.

2. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ

Таблица 2.1

Исходные данные для расчета

Название работы	Продолжительность работы
А	8
В	5
С	3
Д	6
Е	4
Ф	9
Г	6
Н	7

Упорядочение работ

- 1) Работы А, В являются исходными работами проекта, которые могут выполняться одновременно.
- 2) Работы Д, Е, С следуют за работой А.
- 3) Работа Ф следует за работами В и С.
- 4) Работа Г следует за работой Д.
- 5) Работа Н следует за работами Е и Ф, но не может начаться прежде, чем не завершится работа Д.

Представлена сетевая модель, соответствующая данному упорядочению работ. Численные значения временных параметров событий сети вписаны в соответствующие секторы вершин сетевого графика, а временные параметры работ сети представлены в таблице.

1. Построим сетевой график:

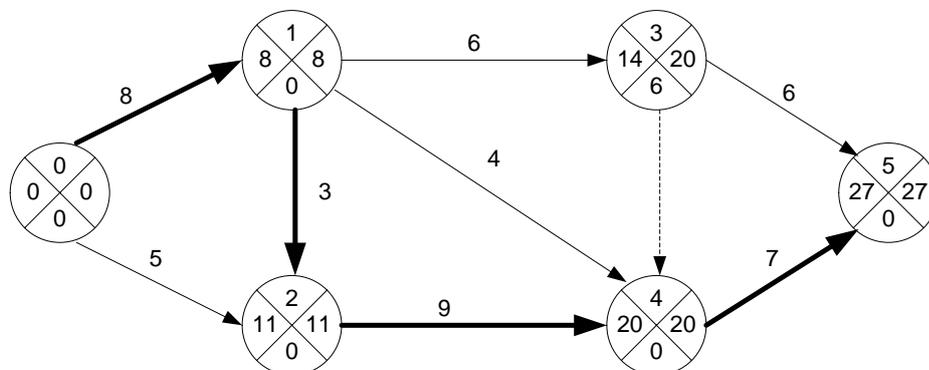


Рис. 2.1. Сетевой график

Каждому событию присвоен номер, что позволяет в дальнейшем использовать не названия работ, а их коды.

Таблица 2.2

Описание сетевой модели с помощью кодирования работ

Номера событий		Код работы	Продолжительность работы
начального	конечного		
0	1	(0,1)	8
0	2	(0,2)	5
1	2	(1,2)	3
1	3	(1,3)	6
1	4	(1,4)	4
2	4	(2,4)	9
3	4	(3,4)	0
3	5	(3,5)	6
4	5	(4,5)	7

2. Рассчитаем критический и подкритический пути:

$$T_{0,1,3,5} = T_{(0-1)} + T_{(1-3)} + T_{(3-5)} = 8 + 6 + 6 = 20 \text{ дней}$$

$$T_{0,1,3,4,5} = 8 + 6 + 7 = 21 \text{ день}$$

$$T_{0,1,4,5} = 8 + 4 + 7 = 19 \text{ дней}$$

$$T_{0,1,2,4,5} = 8 + 3 + 9 + 7 = 27 \text{ дней} - \text{критический}$$

$$T_{0,2,4,5} = 5 + 9 + 7 = 21 \text{ день} - \text{подкритический}$$

3. Рассчитаем ранние сроки совершения событий:

$$\text{для 0-го события} - t_p(0) = 0$$

$$\text{для 1-го события} - t_p(1) = t(0,1) = 8 \text{ дней}$$

Ко 2-му событию можно прийти двумя путями: через события 0-1-2 и через события 0-2. Выбираем максимальный по продолжительности путь:

$$t_p(2) = t(0,1) + t(1,2) = 8 + 3 = 11 \text{ дней}$$

$$t_p(3) = t(0,1) + t(1,3) = 8 + 6 = 14 \text{ дней}$$

$$t_p(4) = t(0,1) + t(1,2) + t(2,4) = 8 + 3 + 9 = 20 \text{ дней}$$

$$t_p(5) = t(0,1) + t(1,2) + t(2,4) + t(4,5) = 8 + 3 + 9 + 7 = 27 \text{ дней}$$

4. Рассчитаем поздние сроки совершения событий:

для 0-го события –

$$t_n(0) = T_{кр} - \sum_0^5 t(ij) = 27 - (t(0,1) + t(1,2) + t(2,4) + t(4,5)) = 27 - 27 = 0 \text{ дней}$$

$$\text{для 1-го - } t_n(1) = T_{кр} - \sum_1^5 t(ij) = 27 - 19 = 8 \text{ дней}$$

$$\text{для 2-го - } t_n(2) = T_{кр} - \sum_2^5 t(ij) = 27 - 16 = 11 \text{ дней}$$

$$\text{для 3-го - } t_n(3) = T_{кр} - \sum_3^5 t(ij) = 27 - 7 = 20 \text{ дней}$$

$$\text{для 4-го - } t_n(4) = T_{кр} - \sum_4^5 t(ij) = 27 - 7 = 20 \text{ дней}$$

5. Определим резерв времени совершения событий: разница сумм графы 6 и графы 4 вносится в графу 8 таблицы.

Таблица 2.3

Параметры сетевого графика

Событие		Время выполнения работы	Ранний срок совершения события		Поздний срок совершения события		Резерв времени событий	Полный резерв времени работ	Свободный резерв времени
i	j		4	5	6	7			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1	8	0	8	0	8	0	0	0
0	2	5	0	11	0	11	0	6	6
1	2	3	8	11	8	11	0	0	0
1	3	6	8	14	8	20	0	6	0
1	4	4	8	20	8	20	0	8	8
2	4	9	11	20	11	20	0	0	0
3	4	Фиктивная работа							
3	5	6	14	27	20	27	6	7	7
4	5	7	20	27	20	27	0	0	0

По данным таблицы производится расчет по каждому фрагменту $(i) \dashrightarrow (j)$ сети. Результаты вносятся в графу 9 (гр.7 - гр.4 - гр.3).

6. Определим свободный резерв времени работы:

Свободные резервы времени определяются по данным таблицы (гр. 5 – гр. 4 - гр. 3) и вносятся в графу 10.

Проведем анализ и оптимизацию сетевого графика.

7. Определим напряженные зоны работы с помощью коэффициентов напряженности:

$$\text{Путь 0-2 - } K_n(0,2) = \frac{5}{8+3} = 0,46$$

$$\text{Путь 1-4} - K_n(1,3,4) = \frac{6}{3+9} = 0,5$$

$$\text{Путь 1-5} - K_n(1,3,4,5) = \frac{(6+7)-7}{(3+9+7)-7} = 0,5$$

Вывод: самым ненапряженным участком является путь 0-2.

8. Проведем оптимизацию сетевого графика:

Как показал анализ, одинаково напряженными участками работ являются пути, проходящие через события 1,4 и 1,5. В то же время работа 1-4 имеет свободный резерв времени - 8 дней. Следовательно, часть исполнителей можно перевести на однородную работу 2-4. Причем продолжительность работ не должна увеличиться больше чем на 0,5 свободного резерва времени, то есть на 4 дня.

Предположим, что на работе 1-4 занято 8 человек ($W(1, 4)$), а на работе 2-4 - 7 человек ($W(2, 4)$). Тогда трудоемкость (Q) составит:

$$Q(1,4) = t(1,4) \cdot W(1,4) = 4 \cdot 8 = 32 \text{ чел/дн.}$$

$$Q(2,4) = t(2,4) \cdot W(2,4) = 9 \cdot 7 = 63 \text{ чел/дн.}$$

Количество исполнителей (X), которых можно перевести с работы 1-4 на работу 2-4 составит:

$$X = W(1,4) - \frac{Q(1,4)}{t(1,4) + \frac{R_c(1,4)}{2}} = 8 - \frac{32}{4+4} = 4 \text{ чел.}$$

а время для выполнения работ 2-4 и 1-4 соответственно составит:

$$t(1,4) = \frac{Q(1,4)}{W(1,4) - X} = \frac{32}{8-4} = 8 \text{ дней}$$

$$t(2,4) = \frac{Q(2,4)}{W(2,4) + X} = \frac{63}{7+4} = 5,7 \approx 6 \text{ дней}$$

Аналогичный расчет можно было провести по работам на пути между событиями 0, 2, но на этом пути напряженность ниже 50%.

9. После проведенных мероприятий по оптимизации, определим новые критический и подкритический пути:

$$T_{0, 1, 3, 5} = T_{(0-1)} + T_{(1-3)} + T_{(2-5)} = 8 + 6 + 6 = 20 \text{ дней}$$

$$T_{0, 1, 3, 4, 5} = 8 + 6 + 7 = 21 \text{ день}$$

$T_{0,1,4,5} = 8 + 8 + 7 = 23$ дня - подкритический

$T_{0,1,2,4,5} = 8 + 3 + 6 + 7 = 24$ дня – критический

$T_{0,2,4,5} = 5 + 6 + 7 = 18$ дней

В результате оптимизации маршрут критического пути остался прежним, но сократился на 3 дня и составил 24 дня.

10. Построим оптимизированный сетевой график с новыми данными:

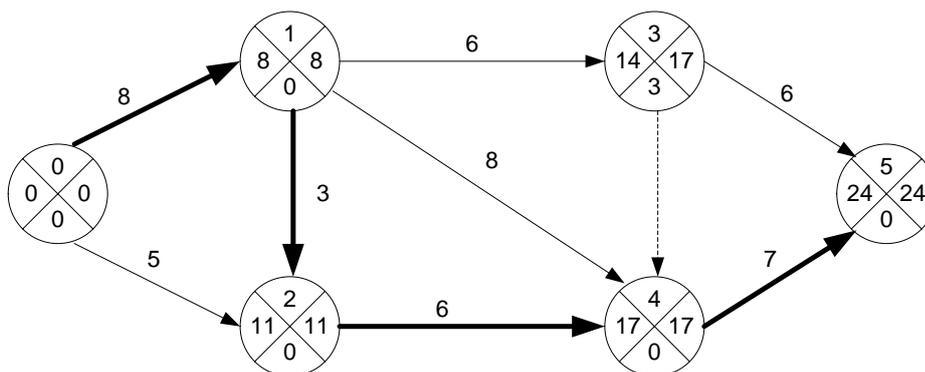


Рис. 2.2. Оптимизированный сетевой график

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ВАРИАНТАМ

Порядок выполнения работы:

1. Рассчитайте и отобразите на сетевом графике временные параметры событий: ранний и поздний срок свершения события, резерв события;
2. Рассчитайте и представьте в таблице временные параметры работ: время раннего и позднего начала работ; время раннего и позднего окончания работ; полный и свободный резервы работ.
3. Отчет по лабораторной работе должен содержать:
 - номер варианта;
 - исходные данные варианта;
 - сетевой график с отображенными на нем временными параметрами событий;
 - таблицу с кодами и временными параметрами работ.

Таблица 3.1

Исходные данные для расчетов по вариантам

Код работы	Вид работы	Вариант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	Описание предметной области	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1
1-2	Обоснование выбора состава задач	3	2	1	3	2	3	2	1	2	3
1-3	Постановка задачи	3	3	4	2	3	3	3	4	3	3
2-3	Утверждение технического задания	2	1	1	2	1	2	1	1	1	2
3-4	Выбор метода решения	1	2	3	1	2	3	1	2	2	3
4-5	Информационный анализ ПО	2	2	3	1	3	3	1	3	2	3
5-6	Построение ИЛМ	1	1	3	2	4	3	2	4	1	3
6-7	Определение логической структуры БД	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2
7-8	Разработка исходных данных	3	2	1	3	2	1	3	2	2	1
8-9	Создание БД на машинном носителе	8	9	10	7	10	9	10	7	7	10
8-10	Алгоритмизация задачи	5	4	4	3	5	4	4	3	3	5
8-11	Разработка пояснительной записки	9	10	12	12	10	10	12	12	12	10
9-11	Разработка программы	22	21	20	22	19	21	20	22	22	19
10-11	Разработка и реализация пользовательского приложения	10	9	10	8	9	9	10	9	9	10
11-12	Тестирование и отладка	10	11	8	10	7	11	8	7	11	10
12-13	Документирование	11	8	10	8	10	8	10	10	8	11

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н.М. Губин, А.С. Добронравов, Б.С. Дорохов. Экономико-математические методы и модели в планировании и управлении в отрасли связи. - М.: Радио и связь, 1993.
2. М. Эддоус, Р. Стенсфилд. Методы принятия решений. - М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997.

17
СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ.....	4
1.1. ВВЕДЕНИЕ	4
1.2. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ И ПОСТРОЕНИЕ СЕТЕВОГО ГРАФИКА	5
1.3. АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТЕВОГО ГРАФИКА	8
2. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ	10
3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ВАРИАНТАМ	15
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	16