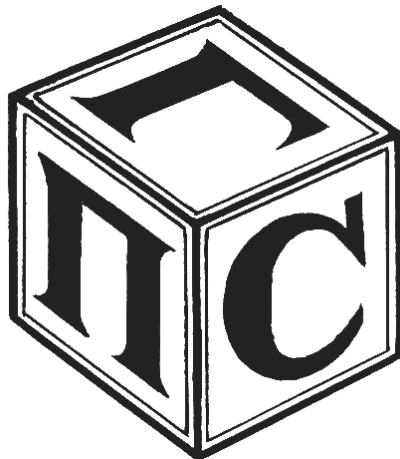


ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

*Методические указания к практическим занятиям, курсовому и
дипломному проектированию для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»
ЦИКЛОГРАММЫ, ЛИНЕЙНЫЕ И СЕТЕВЫЕ ГРАФИКИ.
ПОСТРОЕНИЕ, РАСЧЕТ И ПРИМЕНЕНИЕ.*



УДК 69.05
ББК 38.6
О 64

Рекомендовано к опубликованию
учебно-методическим управлением
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Одобрено кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»
«30» августа 2013 г., протокол № 1

Составители: канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова;
Л. В. Курносенко

Рецензент д-р техн. наук, доц. С. Д. Семенюк

В методических указаниях приведены теоретическая часть и порядок
выполнения практического занятия.

Учебное издание

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Ответственный за выпуск	Е. Е. Корбут
Технический редактор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . . . Формат 60x84 /16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . . Уч.-изд. л. . . Тираж 165 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»
ЛИ №02330/375 от 29.06.2004 г.
212005, г. Могилев, пр. Мира, 43.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2013

Содержание

Введение.....	4
1. Общая часть.....	5
1.1 Задачи практической работы	5
1.2 Основные теоретические положения.....	5
1.3 Основные правила построения сетевых моделей.....	6
1.4 Расчет сетевых моделей.....	10
1.5 Секторный метод расчета сетевых моделей.....	11
1.6 Табличный метод расчета сетевых моделей.....	13
1.7 Построение сетевых графиков в масштабе времени.....	14
1.8 Корректировка сетевых графиков по времени.....	15
1.9 Корректировка сетевых графиков по трудовым ресурсам.....	16
1.10 Основные правила построения циклограмм.....	17
1.11 Последовательность разработки календарного графика.....	18
2 Расчетная часть	19
Список литературы	36
Приложение А.....	37
Приложение Б.....	39

Введение

До настоящего времени основной моделью управляемых систем служат простые графические методы в виде графиков Ганта – календарные линейные графики, на которых в масштабах времени показывают последовательность и сроки выполнения работ. Применяемые реже циклограммы отражают ход работ в виде наклонных линий в системе координат и являются, по существу, разновидностью линейного графика.

Линейный график прост в исполнении и наглядно показывает ход работы. Однако здесь динамическая система строительства представлена статической схемой, которая в лучшем случае может только отобразить положение на объекте, сложившееся в какой-то определенный момент.

Сетевая модель свободна от недостатков линейного графика и позволяет формализовать расчеты для передачи на компьютер.

Прежде чем приступить непосредственно к составлению линейного или сетевого графика (СГ), надо тщательно изучить технологию и организацию строительства проектируемого объекта.

Исходными данными для разработки первичных графиков, охватывающих сферу работ каждого ответственного исполнителя на строящемся объекте, являются: технологическая документация – рабочая документация (РД), сметы, проекты производства работ (ППР), технологические карты и т. п.; данные о технологии и организации строительства аналогичных объектов; данные о поставке конструкций, деталей, изделий, монтируемого оборудования; данные о составе бригад, типе машин, оборудования и других ресурсах, которые намечается использовать на данном объекте; действующие нормативные документы – ТКП, инструкции и указания по производству и приемке строительных специальных и монтажных работ; калькуляции трудовых затрат; данные о фактической производительности труда, достигнутой при выполнении аналогичных видов работ в тех же условиях.

Графически календарный график может быть изображен в виде циклограммы, графика Ганта (линейная модель) и с использованием сетевых методов.

Целью занятия является изучение теоретических основ организационно-технологического моделирования, овладение практическими навыками построения и расчета календарных графиков, сетевых моделей и циклограмм выполнения комплекса строительномонтажных работ на возведение отдельных объектов.

Задания для практической работы каждому студенту выдаются индивидуально преподавателем, согласно таблицам А.1 и Б.1.

Результатом работы должны являться построенные в отчете для практических работ циклограмма, календарный и сетевой графики на выполнение отдельного комплекса работ с необходимыми расчетами.

1 Общая часть

1.1 Задачи практической работы

Результатом практической работы является расчет и построение фрагментов календарных, сетевых графиков и циклограмм производства строительно-монтажных работ.

Для этого необходимо следующее:

- определить перечень работ;
- определить объемы выполняемых строительно-монтажных работ;
- составить калькуляцию трудовых затрат;
- подобрать наиболее приемлемый состав бригады исполнителей с учетом возможного совмещения профессий;
- увязать работы между собой с учетом технологии их выполнения, требований техники безопасности и охраны труда, максимально совмещая их во времени и пространстве.

1.2 Основные теоретические положения

Для календарного планирования необходимо иметь архитектурно-строительные чертежи, позволяющие дать оценку объемно-планировочных и конструктивных решений объекта и сметную документацию, на основании которой устанавливается перечень и объемы работ, а также нормативную продолжительность строительства. При отсутствии сметы перечень работ и их объемы определяются по архитектурно-строительным чертежам.

Определение объемов работ. Объемы работ при возведении зданий оформляют согласно форме, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 – Ведомость объемов монтажных и сопутствующих работ

Наименование видов работ	Наименование сборных элементов	Марка элемента	Количество шт.	Масса элементов, т		Единица измерения	Норма на единицу объема	Потребное количество
				одного	всех			

Составление калькуляции трудовых затрат. После определения объема работ рассчитываются затраты труда по формуле

$$Q = V \cdot N / 8 \quad (1)$$

где Q – затраты труда, чел.-дн.;

V – объем работ в физических единицах измерения;

N – норма времени на единицу измерения объема работ;

8 – число часов в рабочей смене.

Калькуляцию трудовых затрат составляют по форме, приведенной в таблице 2. Она является базой для построения календарных и сетевых графиков, циклограмм.

Таблица 2 – Калькуляция трудовых затрат

Обоснование	Наименование работ	Единица измерения	Объем	Затраты труда		Состав звена		
				на единицу измерения, чел.ч маш.ч	на весь объем чел.-дн. маш.см.	Профессия	Разряд	Количество

Технологические расчеты составляются по данным калькуляции трудовых затрат и являются основой для построения графика производства работ – линейного, циклограммы или сетевой модели.

1.3 Основные правила построения сетевых моделей

Сетевая модель изображается в виде графика, состоящего из стрелок и кружков или других геометрических фигур. В основе построения сети лежат два понятия: событие и работа.

Событие – это факт начала или окончания одной или нескольких работ, необходимый и достаточный для начала следующих работ. События изображаются кружками или другими геометрическими фигурами, внутри которых указывается определенный номер – код события. События ограничивают работу и по отношению к ней могут быть начальными и конечными.

Работа – это производственный процесс, требующий затрат времени и ресурсов и приводящий к достижению определенных результатов.

Изображается работа (рисунок 1) одной сплошной стрелкой, длина которой, если модель построена не в масштабе времени, произвольная. Над стрелкой указывается наименование работы, под стрелкой – продолжительность – число смен – количество исполнителей в смену:

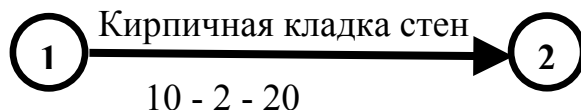


Рисунок 1 – Изображение работ

Ожидание – это процесс, требующий затрат только времени и не потребляющий больше никаких ресурсов. Это технологические и

организационные перерывы между работами. Изображается ожидание сплошной стрелкой (рисунок 2).

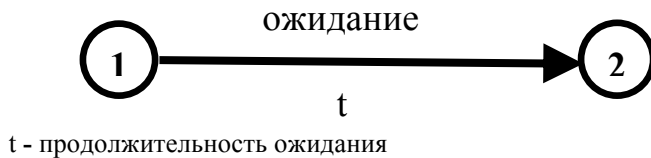


Рисунок 2 – Изображение ожидания

Зависимость – (фиктивная работа) вводится для отражения взаимосвязей между работами и не требует затрат никаких ресурсов. Изображается пунктирной стрелкой (рисунок 3).

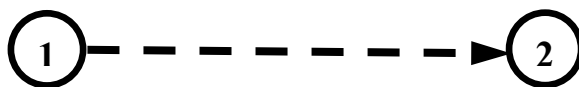


Рисунок 3 – Изображение зависимости

Начальное событие работы 1 определяет начало данной работы и является конечным для всех предшествующих работ.

Конечное событие работы 2 определяет окончание данной работы и является начальным для последующих работ.

В сетевой модели есть два особых события:

- исходное событие сетевой модели – это событие, которое не имеет предшествующих работ;
- завершающее событие сетевой модели – это событие, которое не имеет последующих работ.

Непрерывная последовательность работ в сетевой модели образует **путь**.

Путь от исходного события до завершающего называется **полным путем**.

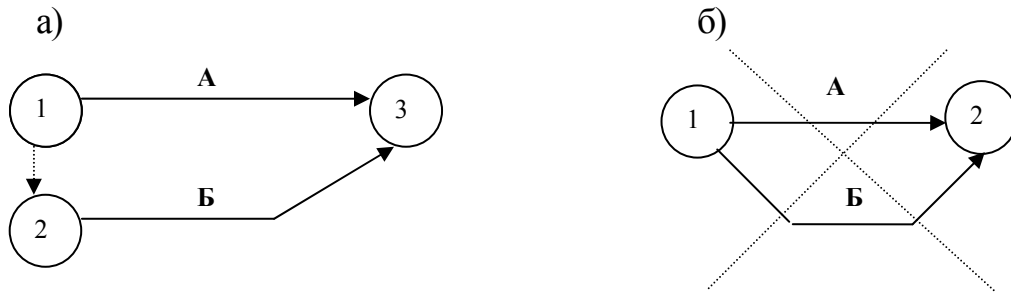
Полный путь максимальной длины называется **критическим путем** и определяет продолжительность строительства по графику.

Рассмотрим **основные правила построения сетевых моделей**.

1 Направление стрелок в сетевом графике принимается слева направо.

2 Форма графика должна быть простой, без лишних пересечений, большинство работ следует изображать горизонтальными линиями.

3 При изображении параллельных работ следует вводить в сетевой график дополнительно событие и зависимость, иначе работы будут иметь одинаковый код (рисунок 4).



а – правильное; б – неправильное

Рисунок 4 – Изображение параллельных работ

4 Если какие-либо работы можно начать после частичного выполнения предшествующей работы, то последнюю следует разбить на части, каждая из которых рассматривается как самостоятельная (рисунок 5).

Работу Б можно начать после выполнения $1/3$ работы А, а работу В – после $2/3$ работы А.

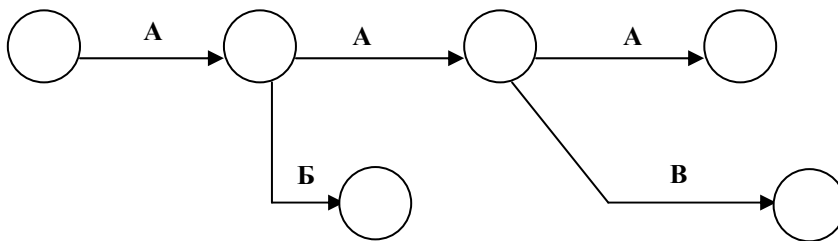


Рисунок 5 – Изображение сети с самостоятельной работой

5 Если после окончания работы А можно начать работу Б, после окончания работы В можно начать работу Г, а для начала работы Д необходим результат работ А и В, то это изображается с помощью зависимостей следующим образом (рисунок 6).

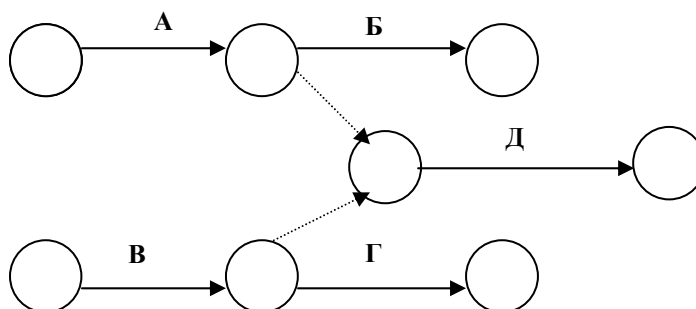


Рисунок 6 – Изображение сети с фиктивной зависимостью

6 В сетевом графике не должно быть «тупиков», «хвостов» и «замкнутых контуров».

Тупик – это событие, кроме завершающего, из которого не выходит ни одна работа.

Хвост – это событие, кроме исходного, в которое не входит ни одна работа.

Замкнутый контур – неправильное направление стрелок в сетевой модели, когда работы возвращаются к событию, из которого они вышли (рисунок 7).

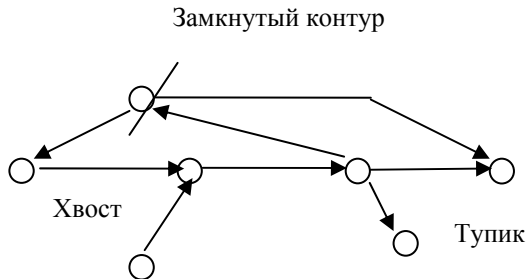
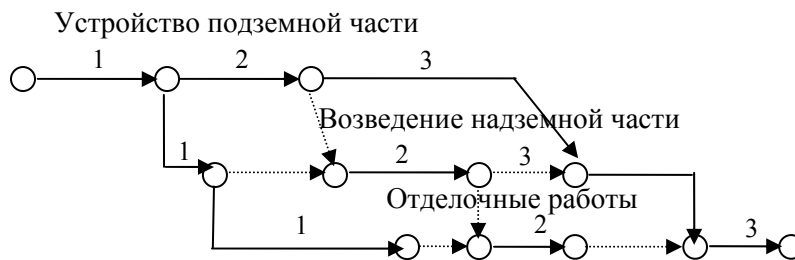


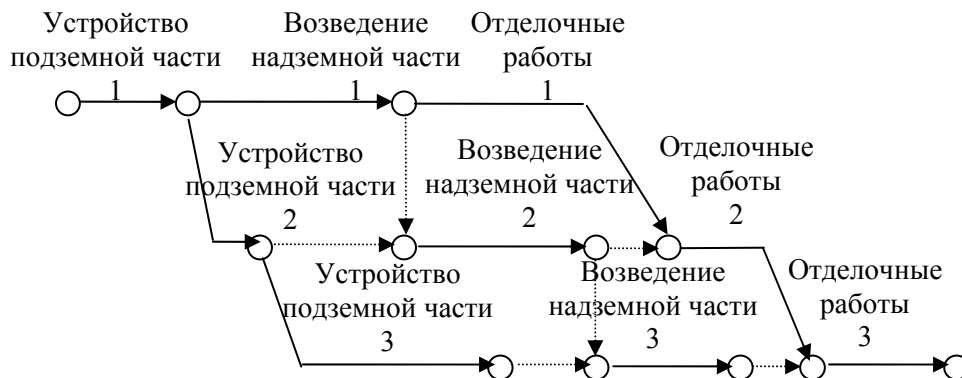
Рисунок 7 – Изображение замкнутого контура

7. Правило изображения поточных работ (рисунок 8).

а)



б)



а – однородные работы на горизонтальном участке; б – комплекс работ на одной захватке на горизонтальном участке

Рисунок 8 – Изображение поточных работ

При изображении поточных работ особое внимание уделяется правильной разбивке работ по захваткам и выявлению взаимосвязей между работами.

На горизонтальном участке сетевой модели показывают или однородные работы на всех захватках, или весь комплекс работ на одной захватке.

При построении сетевой модели следует избегать так называемых прострелов, т. е. таких взаимосвязей между работами, когда начало нижерасположенных работ зависит не от конкретной предшествующей работы, а от всех вышерасположенных работ. Для этого все работы рекомендуется показывать со своими начальными и конечными событиями, особенно в средних рядах модели (см. рисунок 8, а).

8 Нумерация событий должна соответствовать последовательности работ во времени, т. е. номер начального события работы должен всегда быть меньше номера конечного события работы.

9 Укрупнение работ на сетевой модели должно производиться с соблюдением следующих правил:

- группа работ может быть показана как одна работа, если у нее есть одно общее начальное и одно общее конечное событие;
- укрупнять в одну работу можно только те работы, которые выполняются одним исполнителем;
- продолжительность укрупненной работы равна наибольшей продолжительности пути от начального до конечного события данной группы работ.

1.4 Расчет сетевых моделей

1.4.1 Временные параметры сетевых моделей

Временные параметры рассчитываем согласно следующей кодировке событий:

- $i-j$ – код рассматриваемой работы;
- $h-i$ – код предшествующей работы;
- $j-k$ – код последующей работы (рисунок 9).

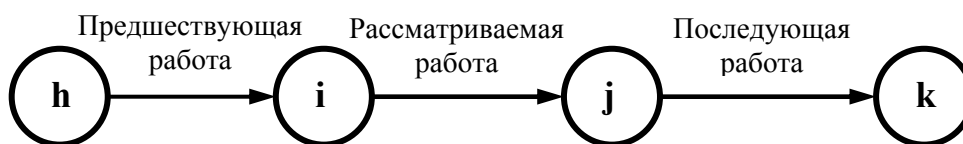


Рисунок 9 – Общая схема кодирования работ и событий

- T_{i-j} – продолжительность работы $i-j$;
- T_{h-i} – продолжительность работы $h-i$;
- T_{j-k} – продолжительность работы $j-k$;
- T_{i-j}^{PH} – раннее начало работы $i-j$ – это самое раннее время начала работы $i-j$ при условии выполнения всех предшествующих работ;

T^{po}_{i-j} – раннее окончание работы $i-j$ – это время окончания работы $i-j$ при условии, что она начата в ранние сроки;

T^{nh}_{i-j} – позднее начало работы $i-j$ – это самый поздний из допустимых сроков начала работы $i-j$, при котором не увеличивается общая продолжительность строительства по графику;

T^{no}_{i-j} – позднее окончание работы $i-j$ – это время окончания работы $i-j$, если она начата в поздние сроки;

R_{i-j} – общий резерв времени работы $i-j$ – время, на которое можно перенести начало работы $i-j$ или увеличить ее продолжительность, не изменив общую продолжительность работ по графику;

r_{i-j} – частный резерв времени работы $i-j$ – это время, на которое можно перенести начало работы $i-j$ или увеличить ее продолжительность, не изменив при этом раннего начала последующей работы.

Расчет параметров производится по следующим формулам:

$$T^{pH}_{i-j} = \max (T^{pH}_{h-j} + T_{h-j}) = \max T^{po}_{h-j}; \quad (2)$$

$$T^{po}_{i-j} = T^{pH}_{i-j} + T_{i-j}; \quad (3)$$

$$T^{no}_{i-j} = \min T^{nh}_{j-k} = \min (T^{no}_{j-k} - T_{j-k}); \quad (4)$$

$$T^{nh}_{i-j} = T^{no}_{i-j} - T_{i-j}; \quad (5)$$

$$R_{i-j} = T^{no}_{i-j} - T^{po}_{i-j} = T^{nh}_{i-j} - T^{pH}_{i-j}; \quad (6)$$

$$r_{i-j} = T^{pH}_{i-k} - T^{po}_{i-j} = T^{pH}_{i-k} - (T^{pH}_{i-j} + T_{i-j}). \quad (7)$$

Частный резерв времени образуется тогда, когда в конечное событие работы входят две и более работ.

Резервы времени имеют некоторые особенности:

– если у какой-либо работы использовать общий резерв времени, то у всех последующих работ изменятся резервы времени;

– если у какой-либо работы использовать частный резерв времени, то резервы времени последующих работ не изменятся;

– при корректировке сетевых графиков по частным резервам времени не требуется пересчета параметров сетевого графика, а при корректировке по общим резервам времени такой пересчет требуется.

1.5 Секторный метод расчета сетевых моделей

При расчете модели секторным методом каждое событие делится на четыре сектора (рисунок 10) и все результаты расчета записываются непосредственно на самом графике. Этот способ является наиболее наглядным, но при корректировке необходимо строить новую модель.



Рисунок 10 – Изображение события

Порядок расчета

1 Нумеруем все события.

2 По приведенной выше формуле (2) определяем значения ранних начал работ и записываем их в левый сектор начального события работы. Раннее начало исходного события сетевой модели принимается равным нулю. Одновременно заполняем нижний сектор события, куда проставляется номер начального события предшествующей работы, через которую определено раннее начало работы.

3 В завершающем событии сетевого графика значение левого сектора определяет срок строительства по графику, поэтому оно приравнивается со значению позднего окончания последней работы графика, т. е. в завершающем событии значения левого и правого секторов должны быть одинаковыми.

4 Правые сектора заполняем, вычитая из значения правого сектора конечного события работы продолжительность работы, и если из события выходят несколько работ, то расчет производим для каждой работы и из всех значений выбираем наименьшее. Расчет ведем от завершающего события сетевого графика к исходному, двигаясь против направления стрелок. При правильном расчете в исходном событии сетевого графика в обоих секторах получаются нулевые значения.

5 Общий резерв времени определяем вычитанием из значения правого сектора конечного события работы значения левого сектора начального события работы и продолжительности этой работы.

6 Частный резерв времени определяем вычитанием из значения левого сектора конечного события работы значения левого сектора начального события работы и ее продолжительности. Если у работы значения правого и левого секторов конечного события работы равны, то значения общего и частного резервов времени одинаковые.

7 Определяем критические работы (общий и частный резервы времени равны нулю) и отмечаем на графике критический путь. Критический путь должен проходить от исходного до завершающего события сетевого графика.

1.6 Табличный метод расчета сетевых моделей

Для расчета сетевых моделей табличным методом предварительно составляется таблица, в которую заносятся коды всех работ в порядке возрастания номеров начальных событий работ, продолжительность работ.

Расчет всех параметров производится по формулам (2 – 7) в следующем порядке.

1 Следует проанализировать сетевую модель и определить для каждой работы наличие предшествующих работ.

2 Для работ, не имеющих предшествующих работ, раннее начало принимается равным нулю. Раннее окончание работ определяется по формуле

$$T_{i-j}^{po} = T_{i-j}^{ph} + T_{i-j}$$

3 Раннее начало других работ определяется как

$$T_{i-j}^{ph} = \max T_{h-j}^{po}$$

Максимальное значение ранних начал определяет продолжительность строительства по графику.

4 Для всех работ, не имеющих последующих работ, принимаем позднее окончание равным продолжительности строительства по графику. Позднее начало работ определяем по формуле

$$T_{i-j}^{nh} = T_{i-j}^{no} - T_{i-j}$$

Расчет проводим с конца таблицы к началу.

5 Позднее окончание предшествующих работ определяем как

$$T_{i-j}^{no} = \min T_{j-k}^{nh}$$

6 Общий резерв времени определяем, вычитая из позднего начала работы ее раннее начало или из позднего окончания раннее окончание.

7 Частный резерв времени

$$r_{i-j} = T_{j-k}^{ph} - T_{i-j}^{po}$$

Сопоставляем определенные значения резервов времени работ. Значения частного резерва времени не могут превышать значения общего резерва времени.

8 Выявляем критические работы, у которых отсутствуют резервы времени. Эти работы должны составить хотя бы один полный путь от исходного до завершающего события.

Для примера произведем расчет предлагаемой выше модели табличным методом (таблица 3).

Таблица 3 – Расчет сетевых моделей

Код начала событий предшествующих работ h	Код работы i-j	Продолжительность работы t _{i-j}	Срок работы				Резерв работы		Отметка критических работ
			ранний		поздний		общий (гр.6 – гр.4), (гр.7 – гр.5)	частный	
			Начало работ	Окончание работ (гр.3 + гр.4)	Начало работ (гр.3 – гр.7)	Окончание работ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1.7 Построение сетевых графиков в масштабе времени

После того как график рассчитан, возникает необходимость построить его в более наглядной и удобной для использования на любом уровне управления форме, т. е. в масштабе времени.

Перевод безмасштабного графика в масштабный может быть выполнен двумя способами:

- с сохранением сетевой модели;
- переводом сетевого графика в линейный.

В первом случае график перечерчивают, располагая события в строгом соответствии с их ранними началами. Второй метод используется реже, т. к. он менее нагляден.

Для построения сетевого графика в масштабе времени необходимо выполнить следующее.

1 Определяется календарное время начала работ.

Целесообразно начинать строительство объекта в весенне-летние месяцы, т. к. первоначально выполняются земляные и бетонные работы, выполнение которых зимой приводит к удорожанию строительства.

2 Вычерчивается календарная шкала (рисунок 11), количество порядковых дней в которой соответствует продолжительности строительства по графику. Календарные дни (даты) на ней указываются без учета выходных и праздничных дней.

Строительство объекта начинается с 17 июня 2006 года. Календарная шкала будет иметь следующий вид (рисунок 11).

Годы	2006																
Месяцы	Июнь										Июль						
Календарные дни	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28	1	2	4	5	8	9	10
Порядковые дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Рисунок 11 – Форма календарной линейки

3 Сохраняя технологию, вычерчивают сетевую модель так, чтобы каждое событие располагалось согласно времени раннего начала работы.

4 На графике, построенном в масштабе времени, длина любой стрелки T (работы или зависимости) равна сумме продолжительностей работы t и ее частного резерва времени: $t_p - T = t + t_p$. Поэтому для работ, имеющих частные резервы времени, необходимо на стрелке выделить продолжительность работы t .

Для построения сетевого графика по реальному объекту следует произвести технологические расчеты и представить их в карточке-определителе в таблице 4.

Таблица 4 – Карточка-определитель

Характеристика работы					Основная строительная машина		Количество смен	Число рабочих мест в смену	Состав бригады
Наименование	Шифр	Объем		Трудоемкость чел.-дн.	Продолжительность, дн.	Наименование			
		Единица измерения	Количество						

По данным карточки-определителя выполняется построение сетевого графика и его расчет табличным способом.

1.8 Корректировка сетевых графиков по времени

Корректировкой сети называют работу по улучшению тех или иных параметров графика. Необходимость корректировки возникает тогда, когда после расчета сетевого графика обнаруживается, что продолжительность работ по графику превышает установленную продолжительность или для выполнения работы недостаточно ресурсов, а также по другим причинам.

Корректировка графика по времени имеет цель сократить общую продолжительность работ по графику (длину критического пути) до величины, обеспечивающей ввод объекта в заданные сроки.

Это достигается следующими путями:

- перераспределением трудовых ресурсов, т. е. переводом бригад и звеньев с работ, имеющих резервы времени, на критические работы;
- пересмотром топологии сети, т. е. увеличением количества захваток, введением параллельных работ и т. п.;
- применением более прогрессивных методов выполнения работ;
- привлечением дополнительных ресурсов на критические работы.

Порядок корректировки

1 Определяем величину α , на которую нужно сократить продолжительность строительства, чтобы решить поставленную задачу.

2 Вычисляем на графике все работы, у которых общий резерв времени меньше или равен величине α . К таким относятся все критические работы.

3 Из приведенных выше работ составим все возможные полные пути: критические и подкритические. Подкритическими являются все работы у которых общий резерв времени меньше или равен α .

4 Находим критические работы общие, для всех этих путей.

Изменив продолжительность одной из этих работ на величину α , достигнем желаемого результата.

5 Уменьшим продолжительность общей критической работы на величину α .

6 Определим количество исполнителей на данной работе. Необходимые ресурсы могут быть сняты с однородных работ, имеющих частные резервы времени, или привлечены дополнительно.

7 Затем пересчитаем модель, приняв новую продолжительность данной работы, и убедимся, что цель достигнута.

1.9 Корректировка сетевых графиков по трудовым ресурсам

Когда осуществляют корректировку сетевых моделей по трудовым ресурсам, решают следующие задачи:

- исходя из требований поточной организации строительства, сохранить постоянный состав бригад исполнителей и обеспечить непрерывность их работы;

- равномерно распределить рабочую силу по всем периодам работы;

- минимизировать количество рабочей силы в пределах имеющихся резервов времени.

Для решения этой задачи построим сетевой график в масштабе времени, располагая события по их ранним началам; одновременно с сетевым графиком строим график движения рабочих.

По графику движения рабочих определяем максимальное количество рабочих, занятых на строительстве. Анализируем график и определяем, сможет ли бригада выбранной численностью выполнить указанные работы.

Рассчитываем интервал времени, где количество рабочих по графику превышает численность бригады.

Корректировку будем проводить за счет резервов работ у которых есть общие резервы времени.

Корректировка сетевой модели может производиться тремя способами:

1) сдвижкой работы вправо на более поздний период времени;

2) увеличением продолжительности работы на величину частного резерва времени;

3) одновременным использованием двух первых способов.

Изменяем продолжительность работы и пересчитываем новую численность исполнителей.

Проверяем общую численность рабочих.

1.10 Основные правила построения циклограмм

Циклограмма отображает процесс производства во времени и пространстве. Построение циклограммы начинают с расчленения процесса производства на участки, дни, смены. Участки откладывают по вертикальной оси графика, а время по горизонтальной, процессы в виде наклонных линий.

Циклограммы применяются в условиях многократно повторяющихся объемов работ по соответствующим захваткам или участкам. Их рекомендуется использовать при строительстве многоэтажных жилищно-гражданских зданий и линейных объектов большой протяженности (дорог, инженерных сетей). Для объектов жилищно-гражданского строительства может быть также разработана циклограмма поточной застройки комплекса зданий (квартала, массива).

Методика проектирования поточного строительства многоэтажных зданий на основе циклограмм состоит в следующем. Возведение здания представляется в виде четырех технологических стадий: I – возведение подземной части здания; II – возведение надземной части здания; III – устройство кровли; IV – отделочные работы.

Для осуществления строительно-монтажных работ каждой стадии организуются специализированные строительные потоки, структура которых зависит от составляющих их простых и сложных строительных процессов. После установления структур потоков для каждого из них определяют значение параметров: пространственных (число этажей в здании, монтажных участков и захваток); технологических (количество простых и сложных процессов, составляющих строительный поток, число рабочих в звене), временных (модуль цикличности, продолжительность частных потоков). Значения этих параметров вычисляют в процессе составления калькуляции трудовых затрат и по таблице технологических расчетов к калькуляции (таблица 5).

Количество монтажных и отделочных участков для каждого здания устанавливается в зависимости от количества секций, принятых для монтажных работ кранов, строительных и отделочных бригад, нормативной продолжительности строительства.

В многосекционных жилых зданиях в качестве захватки принимают одну-две секции в пределах этажа. Для организации поточности

выполнения работ каждый монтажный участок должен состоять минимум из двух захваток.

Таблица 5 – Технологические расчеты к циклограмме

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ по захваткам		Трудоёмкость работ по захваткам, чел.-дн. маш.-см.		Принятая трудоёмкость работ на весь объем, чел.-дн. маш.-см.	Количество смен в сутки	Продолжительность работ на захватках, дн.		Принятый состав бригады	
		1	2	1	2			1	2	Профессия	Количество

1.11 Последовательность разработки календарного графика

Разработка календарного графика и сопутствующих графиков осуществляется последовательным выполнением следующих действий:

- анализ объемно-планировочных и конструктивных решений и разработка вариантов организационно-технологических схем возведения объекта;
- формирование номенклатуры работ и определение их объемов;
- составление ведомости потребности в материально-технических ресурсах;
- разработка укрупненных моделей возведения в соответствии с предложенными вариантами организационно-технологических схем;
- разработка (и расчет) детального календарного плана строительства объекта с использованием поточного метода выполнения работ;
- разработка графиков обеспечения строительства трудовыми ресурсами;
- разработка графиков расхода материальных ресурсов и их поставки;
- разработка графиков потребности в строительных машинах и их работы.

2 Расчетная часть

Пример расчета. Выполнить построение и расчет сетевого графика календарного плана и циклограммы на монтаж конструкций каркаса и стеновых панелей одноэтажного промышленного здания. Работы ведутся поточным методом на двух захватках в две смены.

Здание имеет следующие объемно-планировочные характеристики:

- длина здания – 96 м;
- ширина здания – 54 м;
- величина пролета – 18 м;
- шаг крайних колонн – 12 м;
- шаг средних колонн – 12 м;
- высота до низа несущих конструкций – 13,2 м.

Компоновочная схема здания представлена на рисунках 12 и 13.

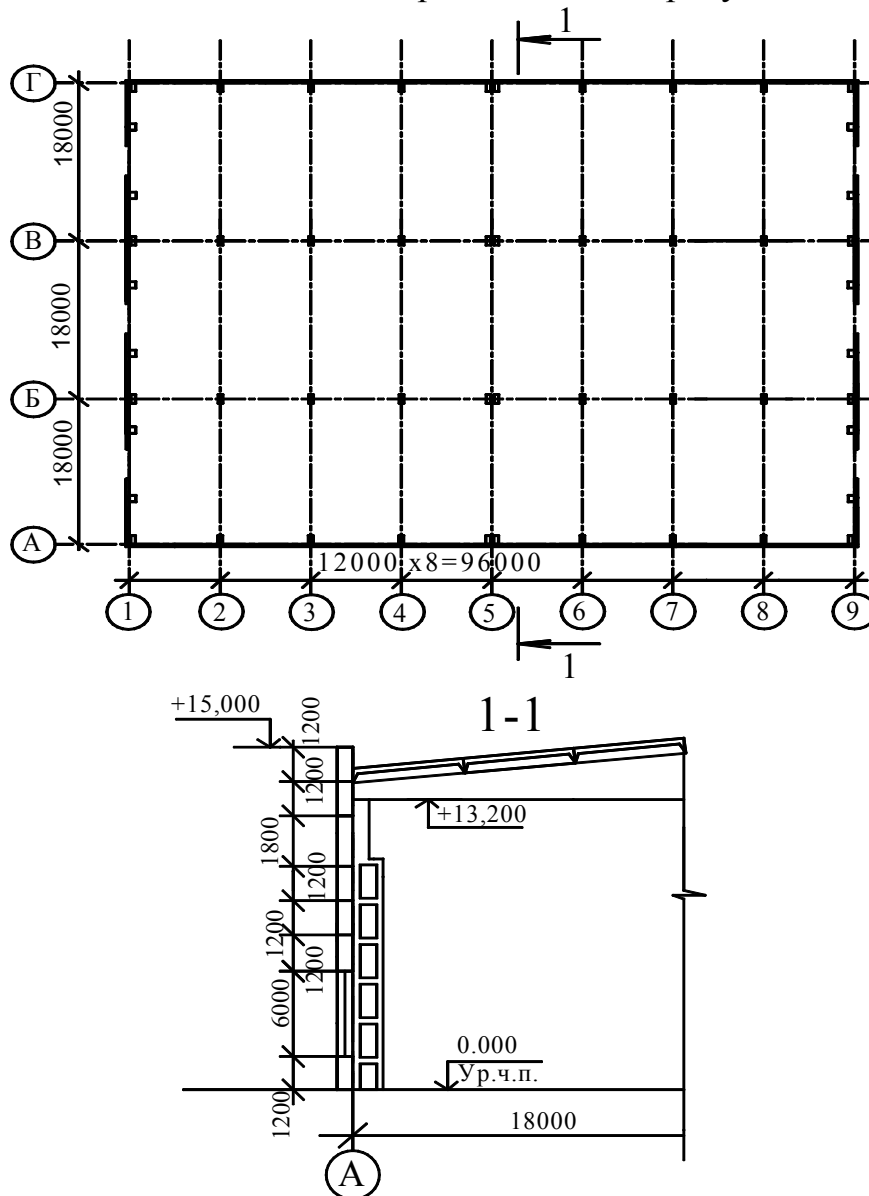


Рисунок 12 – Компоновочная схема здания

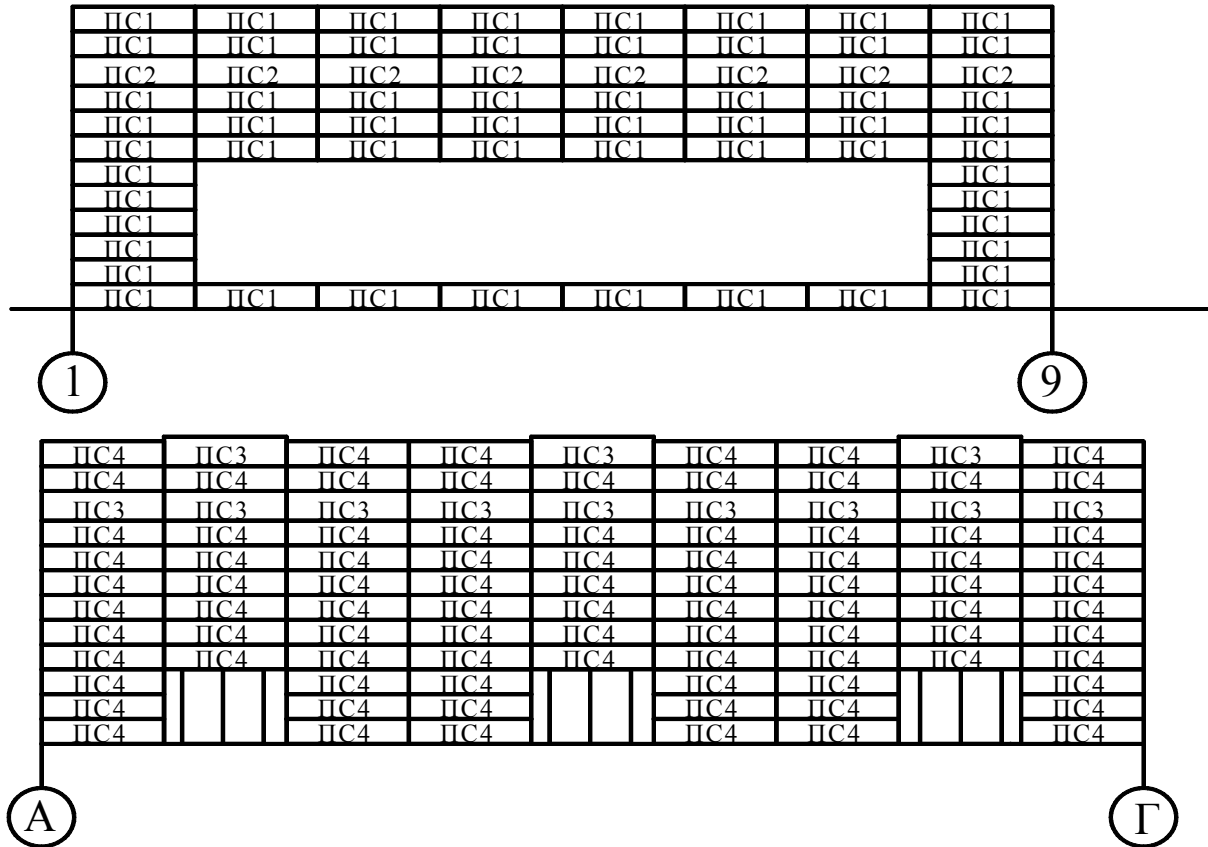


Рисунок 13 – Схема раскладки стеновых панелей

Определение объемов работ. Подсчет количества монтируемых элементов, их массы, а также потребного количества материалов и полуфабрикатов для сварки и замоноличивания монтажных стыков производится в таблице 6.

Затраты машинного времени, трудоемкость монтажа определены для всех процессов, выполняемых при монтаже конструкций с учетом электросварки закладных деталей, ванной сварки арматурных стержней, замоноличивания стыков, разгрузки, установки и съема монтажных приспособлений. Расчет затрат труда производится поэлементно с определением нормы времени и заработной платы на один монтажный элемент с учетом сопутствующих и вспомогательных работ. Калькуляция затрат труда приведена в таблице 7.

На основании определенной номенклатуры и объемов работ (см. таблицу 6), выбранных методов производства работ, основных строительных машин и механизмов, расчета трудоемкости (см. таблицу 7) составляется карточка-определитель работ и ресурсов (см. таблицу 8) и строится сетевой график.

Таблица 6 – Ведомость объемов монтажных и сопутствующих работ

Наименование видов работ	Наименование сборных элементов	Марка элемента	Количество шт.	Масса элементов, т		Единица измерения	Норма на единицу объема	Потребное количество
				одно-го	всех			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Выгрузка и установка колонн	Колонны крайнего ряда	К-1	20	9,1	182			
Выгрузка и установка колонн	Колонны среднего ряда	К-2	20	13,7	274			
Выгрузка и установка колонн фахверка	Колонны фахверковые	КФ-1	12	9,1	109,2			
Выгрузка и установка стеновых панелей	Стеновая панель	ПС-1	116	5,25	735,			
		ПС-2	16	7,8	259,6			
		ПС-3	24	3,9	93,6			
		ПС-4	174	3,2	556,8			
Выгрузка и установка стропильных балок	Балки стропильные	БС – 1	30	9,1	273			
Выгрузка и установка плит покрытия	Плиты покрытия	П-1	144	5,7	820,8			
Сварка стыков стропильных балок			30			п. м	1,00	30,0
Сварка стыков плит покрытия			144			п. м	0,5	72,0
Сварка стыков стеновых панелей			330			п. м	0,64	211,2
Заделка колонн в стаканах фундаментов		К-1	20			м ³	0,2	4
		К-2	20			м ³	0,2	4
Заделка стыков плит покрытия			2160 п. м.			м ³	0,01	18,6
Заделка стыков стеновых панелей: вертикальных горизонтальных			420 п. м			м ³	0,03	12,6
			3960 п. м			м ³	0,01	39,6

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
E4-1-25 т.1, п. 2	Заделка колонн в стаканах фундаментов	1 стык	40	<u>1,2</u> –	<u>6,0</u> –	Монтажник	4 3	1 1
	Итого				<u>58,62</u> 11,16			
	Итого на 1 элемент				<u>1,12</u> 0,21			
<i>Стропильные балки</i>								
E1-5 т. 1, т. 2 п. 11, а, б	Выгрузка подстропиль- ных балок массой до 10 т	100 т	2,73	<u>3,2</u>	<u>1,09</u>	Машинист	6	1
				1,6	0,55	Такелажник	2	2
E4-1-6 т. 1, т. 4, п. 3 а, б	Установка стропильных балок пролетом до 18 м	1 шт.	30	<u>8,00</u>	<u>30,0</u>	Машинист	6	1
				1,60	6,0	Монтажник	5	1
							4	2
							3	1
							2	1
E22-1-2, п. 9, б	Сварка стыков балок	10 м шва	3,0	<u>6,4</u> –	<u>2,4</u> –	Электросвар-щик	5	1
E4-1-20, п. 2	Антикоррозионное покрытие сварных соединений вручную	10 сты- ков сое- динений	6,0	<u>1,1</u> –	<u>0,83</u> –	Монтажник	4	1
							2	1
	Итого				<u>34,32</u> 6,55			
	Итого на 1 элемент				<u>1,14</u> 0,22			
<i>Плиты покрытия</i>								
E4-1-7, п. 12	Установка плит перекрытия площадью до 36 м ²	1 шт.	144	<u>1,9</u>	<u>34,2</u>	Машинист	6	1
				0,47	8,46	Монтажник	3	2
							2	1
							4	1

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
E1-5, т. 1, т. 2, п. 8 а, б	Выгрузка плит краном массой груза до 6 т	100 т	8,21	<u>3,4</u>	<u>3,50</u>	Машинист	6	1
				1,7	1,75	Такелажник	2	2
E22-1-2, п. 9, б	Сварка стыков плит покрытия	10 м шва	7,2	<u>6,4</u> –	<u>5,76</u> –	Электросварщик	5	1
E4-1-20, п. 2	Антикоррози-онное покрытие сварных соединений вручную	10 стыков сварных соединений	57,6	<u>1,1</u> –	<u>7,92</u> –	Монтажник	4	1
							2	1
E4-1-26, п. 4, б	Заливка швов плит перекрытия	100 м шва	21,60	<u>2,1</u> –	<u>5,67</u> –	Монтажник	4	1
	Итого				<u>57,05</u> <u>10,21</u>			
	Итого на 1 элемент				<u>0,40</u> <u>0,07</u>			
<i>Стеновые панели</i>								
E1-5, т. 1, т. 2, п. 6. а, б	Выгрузка стеновых панелей краном массой до 4 т	100 т	6,51	<u>4,6</u>	<u>3,74</u>	Машинист	6	1
				2,3	1,87	Такелажник	2	2
E1-5, т. 1, т. 2 п. 8, а, б	Выгрузка стеновых панелей краном массой до 6 т	100 т	9,95	<u>3,8</u>	<u>4,72</u>	Машинист	6	1
				1,9	2,36	Такелажник	2	2
E4-1-8, т. 1, т. 2, п. 2	Установка панелей наружных стен площадью до 10 м ²	1 шт.	174	<u>3,0</u>	<u>65,25</u>	Машинист	6	1
				0,75	16,31	Монтажник	5	1
							4	1
							3	1
							2	1
E22-1-2, п. 9, б	Сварка стыков стеновых панелей	10 м шва	21,12	<u>6,4</u>	<u>16,90</u>	Монтажник	5	1
				–	–		4	1
							3	1
							2	1

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Е4-1-8, т. 1, т. 2, п. 3	Установка панелей наружных стен площадью до 15 м ²	1 шт.	140	<u>4,0</u> 1,0	<u>70,0</u> 17,5	Машинист	6	1
						Монтажник	5	1
							4	1
							3	1
							2	1
Е4-1-8, т. 1, т. 2, п. 4	Установка панелей наружных стен площадью до 25 м ²	1 шт.	140	<u>4,8</u> 1,2	<u>84,0</u> 21,0	Машинист	6	1
						Монтажник	5	1
							4	1
							3	1
							2	1
Е4-1-20, п. 2	Антикор-розионное покрытие сварных соединений вручную	10 сты- ков свар- ных сое- динений	132	<u>1,1</u> –	<u>18,15</u> –	Электросварщик	5	1
Е4-1-26, п. 1, а	Заливка швов панелей стен	100 м шва	43,80	<u>12,0</u> –	<u>65,7</u> –	Монтажник	4 3	1 1
	Итого				<u>328,46</u> <u>59,04</u>			
	Итого на 1 элемент				<u>0,99</u> <u>0,18</u>			
	Всего				<u>478,45</u> <u>86,96</u>			

Таблица 8 – Карточка-определитель работ и ресурсов сетевого графика

Характеристика работы						Основная строительная машина		Количество смен	Число рабочих мест в смену	Состав бригады
Наименование	Шифр	Объем		Трудоемкость чел.-дн.	Продолжительность, дн.	Наименование	Количество			
		Единица измерения	Количество							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Установка колонн в стаканы фундаментов, 1 захватка	1–2	шт.	20	22,4	2	Кран СКГ-30	1	2	5	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1, машинист 6 р-1
Установка колонн в стаканы фундаментов 2 захватка	2–3	шт.	20	22,4	2	Кран СКГ-30	1	2	5	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1, машинист 6 р-1
Установка стропильных балок и плит покрытия, 1 захватка	2–4	шт.	$\frac{15}{72}$	46,0	4	Кран СКГ-30	1	2	5	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1, машинист 6 р-1
Установка стропильных балок и плит покрытия, 2 захватка	4–5	шт.	$\frac{15}{72}$	46,0	4	Кран СКГ-30	1	2	5	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1, машинист 6 р-1
Установка колонн фахверка и стеновых панелей, 1 захватка	4–6	шт.	$\frac{6}{165}$	48,0	5	Кран МКГ-16	1	2	5	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1, машинист 6 р-1
Установка колонн фахверка и стеновых панелей, 2 захватка	6–7	шт.	$\frac{6}{165}$	48,0	5	Кран МКГ-16	1	2	5	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1, машинист 6 р-1

По разработанной карточке-определителю работ и ресурсов сетевого графика (см. таблицу 8), построенной сетевой модели выполняется оформление сети (кодируются работы, проставляются наименование и объемы, продолжительность, количество рабочих, сменность).

Построение сетевой модели без учета продолжительности составляющих ее работ и ее расчет секторным методом показаны на рисунке 14.

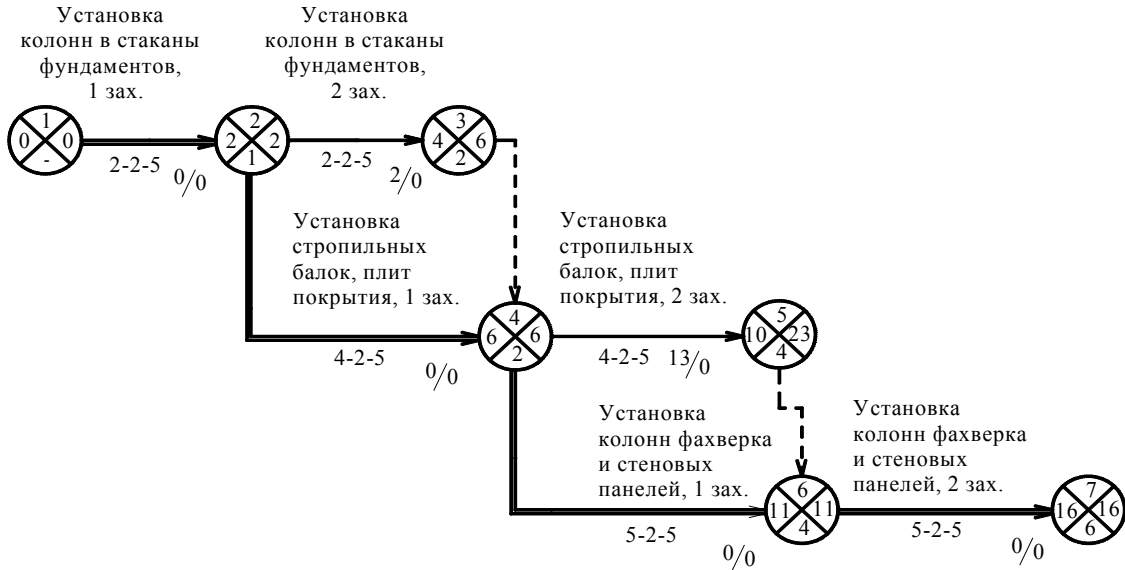


Рисунок 14 - Расчет сетевой модели секторным методом

Расчет предлагаемой выше модели (см. рисунок 14) табличным методом выполнен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет сетевого графика

Код начального события предшествующей работы h	Код работы, i-j	Продолжительность работы, i-j	Срок работы				Резерв работы		Отметка критических работ
			ранний		поздний		общий (гр.6 – гр.4), (гр.7 – гр.5)	частный	
			Начало работы	Окончание работы (гр.3 + гр.4)	Начало работы (гр.3 – гр.7)	Окончание работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	1-2	2	0	2	0	2	0	0	+
1	2-3	2	2	4	4	6	2	0	-
1	2-4	4	2	6	2	6	0	0	+
2	3-4	0	4	4	6	6	2	2	-
2,3	4-5	4	6	10	7	11	1	0	-
2,3	4-6	5	6	11	6	11	0	0	+
4	5-6	0	10	10	11	11	1	1	-
4,5	6-7	5	11	16	11	16	0	0	+

Построение сетевого графика в масштабе времени представлено на рисунке 15.

Год	2013															
Месяцы	МАРТ								АПРЕЛЬ							
Календарные дни	20	21	22	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	8	9	10
Порядковые дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

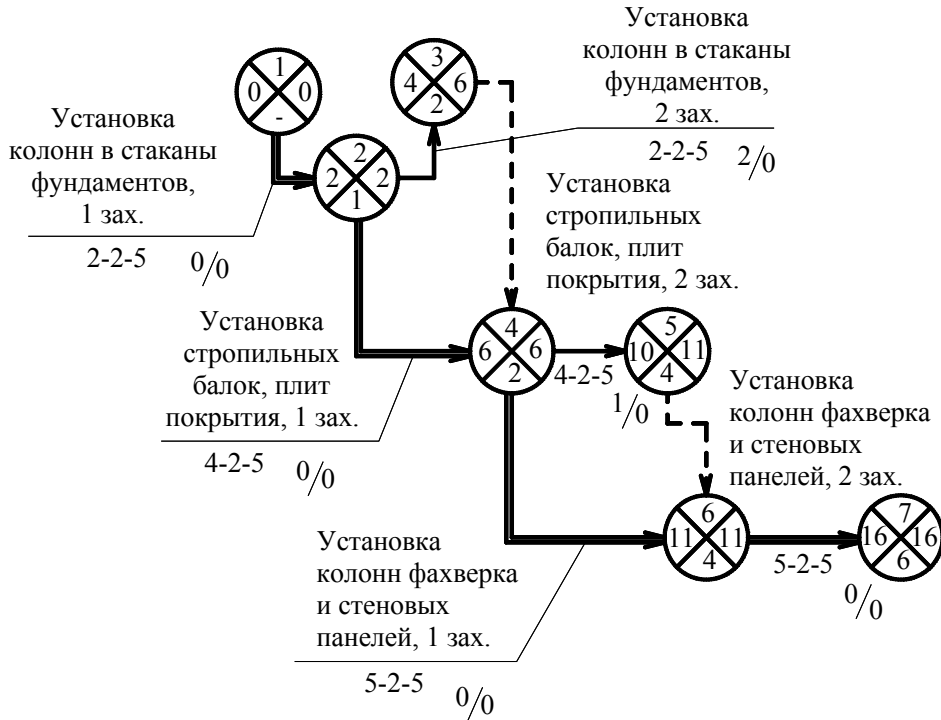
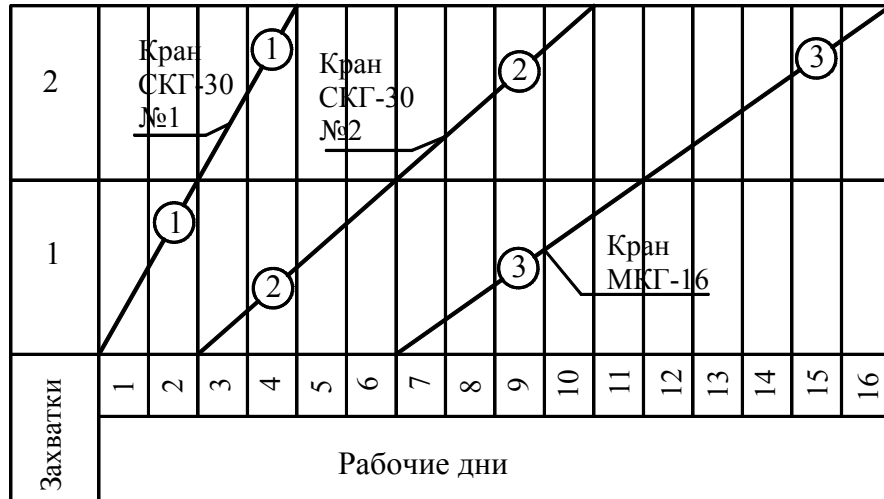


Рисунок 15 – Построение сетевого графика в масштабе времени

Для данного здания согласно подсчитанным объемам работ (см. таблицу 6) и калькуляции трудовых затрат (см. таблицу 7) разработан вариант календарного графика монтажа конструкций (таблица 10) и циклограмма (рисунок 16) с необходимыми технологическими расчетами (таблица 11).

Таблица 11 – Таблица технологических расчетов к циклограмме

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ по захваткам		Трудоемкость работ по захваткам		Принятая трудоемкость на весь объем, чел.-дн. маш. см.	Количество смен в сутки	Продолжительность работ на захватках, дн.		Принятый состав бригады	
		1	2	1	2			1	2	Наименование профессии	Количество
Выгрузка и установка колонн в стаканы фундаментов	1 шт.	20	20	<u>22,4</u> 4,2	<u>22,4</u> 4,2	<u>40,0</u> 8,0	2	2	2	Монтажник машинист	3 1
Выгрузка и установка стропильных балок	1 шт.	15	15	<u>17,16</u> 3,3	<u>17,16</u> 3,3	<u>30,0</u> 6,0	2	1,5	1,5	Монтажник машинист	3 1
Выгрузка и установка плит покрытия	1 шт.	72	72	<u>28,8</u> 5,04	<u>28,8</u> 5,04	<u>50,0</u> 10,0	2	2,5	2,5	Монтажник Машинист	3 1
Выгрузка и установка колонн фахверка	1 шт.	6	6	<u>6,91</u> 1,26	<u>6,91</u> 1,26	<u>7,0</u> 1,0	2	1	1	Монтажник Машинист	3 1
Выгрузка и установка стеновых панелей	1 шт.	165	165	<u>41,06</u> 29,7	<u>41,06</u> 29,7	<u>80,0</u> 59,0	2	4	4	Монтажник Машинист	3 1



1 – выгрузка и установка колонн в стаканы фундаментов; 2 – выгрузка и установка стропильных балок и плит покрытия; 3 – выгрузка и установка колонн фахверка и стеновых панелей

Рисунок 16 – Циклограмма производства работ

Рассмотрим пример корректировки по времени и трудовым ресурсам на основании исходных данных представленных в таблице 12.

Таблица 12 – Исходные данные для построения, расчета фрагмента сетевой модели и выполнения ее корректировки, (таблица Б.1).

Вариант	Наименование объекта или вида работ	Число захваток	Наименование работ	Продолжительность выполнения работы на одной захватке	Количество исполнителей	Число смен в сутки
2	Нулевой цикл	4	Земляные работы	2	4	2
			Устройство свайного фундамента	4	6	2
			Устройство ростверка	5	4	2
			Обратная засыпка	2	4	1

На рисунке 17 представлен сетевой график для выполнения корректировки.

1 Определяем величину α , на которую нужно сократить продолжительность строительства, чтобы решить поставленную задачу:

$$\alpha = T_{\text{пл}} - T_{\text{зад}} = 28 - 25 = 3 \text{ дня.}$$

2 Вычисляем на графике все работы, у которых общий резерв времени меньше или равен 3. В данном случае это все критические работы:

1-2, 2-6, 6-10, 10-11, 11-12, 12-13, 13-19, 19-20 (резервы равны нулю), а также работы 2-3; 6-7; 7-8; 8-9 (общий и частный резервы времени меньше или равны трем).

3 Из приведенных выше работ составим все возможные полные пути:

- 1-2-6-10-11-12-13-19-20 - критический путь;
- 1-2-3-6-10-11-12-13-19-20 - подкритический путь;
- 1-2-3-6-7-8-11-12-13-19-20 - подкритический путь;
- 1-2-3-6-7-8-9-12-13-19-20 - подкритический путь.

4 Находим критические работы, общие для всех этих путей. Это работы 1-2; 12-13; 13-19; 19-20. Изменив продолжительность одной из этих работ на величину α , достигнем желаемого результата.

5 Уменьшим продолжительность работы 12-13 на величину α .

$$T_{12-13}^1 = T_{12-13} - \alpha = 5 - 3 = 2 \text{ дн.}$$

6 Определим количество исполнителей на работе T_{12-13}^1 :

$$N_{12-13} = (5 \cdot 2 \cdot 4) / (2 \cdot 2) = 10 \text{ чел.}$$

На данную работу необходимо дополнительно привлечь $10 - 5 = 5$ чел.

Необходимые ресурсы могут быть сняты с однородных работ, имеющих частные резервы времени или привлечены дополнительно.

7 Затем пересчитаем модель, приняв продолжительность работы 12-13, равной 2 дн., и убедимся, что цель достигнута.

Для проведения корректировки сетевого графика по трудовым ресурсам построим сетевой график в масштабе времени, располагая события по их ранним началам с графиком движения трудовых ресурсов (рисунок 18).

1 По графику движения рабочих определяем максимальное количество рабочих, занятых на строительстве – 28 чел. Проанализируем график и определим, сможет ли бригада численностью 24 чел. выполнить указанные работы.

2 Определим интервал времени, где количество рабочих по графику превышает численность бригады – это интервал [4-10] события.

3 В интервале от 4 по 10 событие выполняются работы:

а) 4-5: $R=8, r=0$;

б) 6-7: $R=1, r=0$;

в) 6-10: $R=0, r=0$ – критическая.

4 Корректировку будем проводить за счет резервов работы 4-5.

5 Увеличим продолжительность работы 4-5 на 2 дня; новая численность исполнителей (рисунок 19).

$$N_{4-5}^1 = (2 \cdot 2 \cdot 4) / (4 \cdot 2) = 2 \text{ чел.}$$

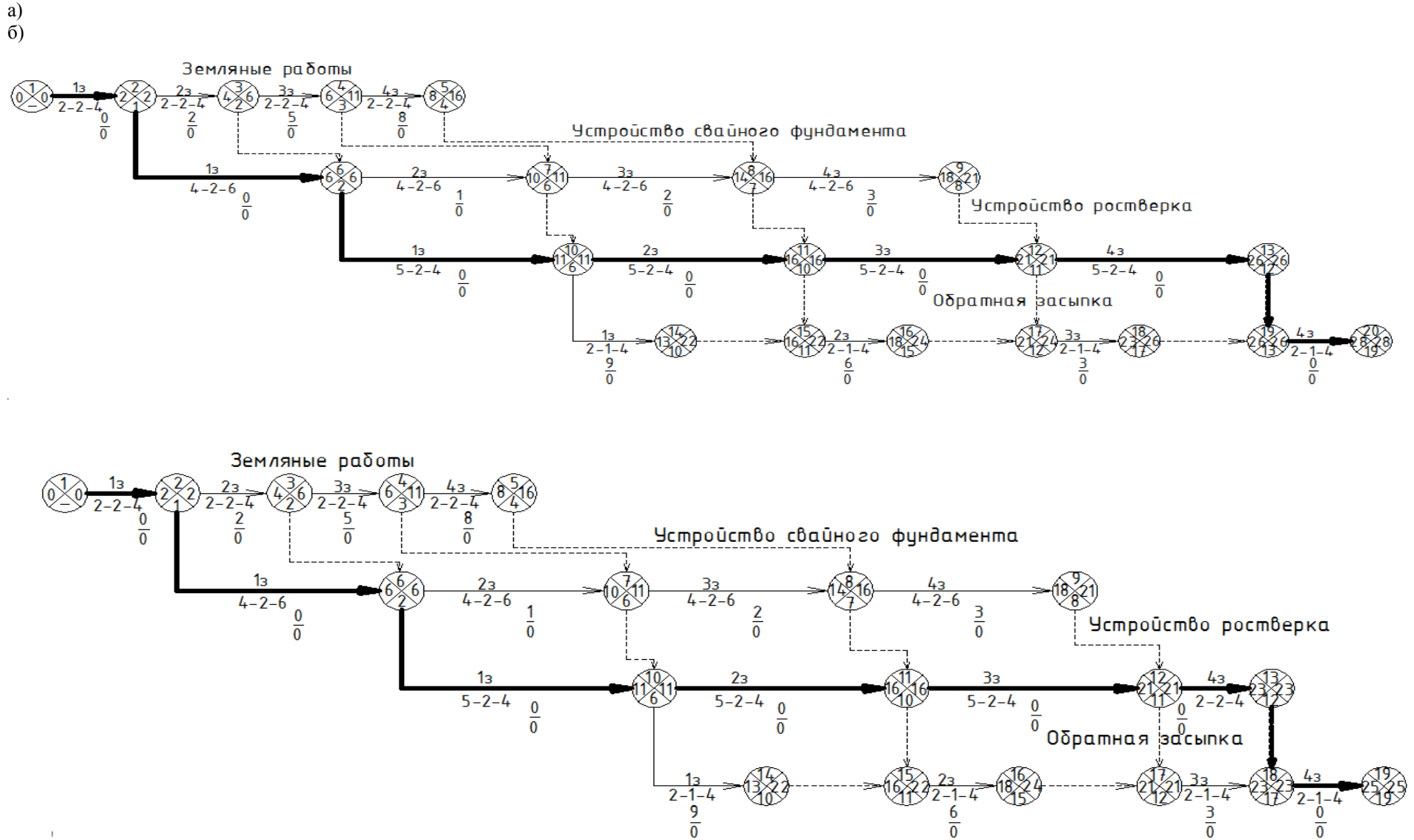


Рисунок 17 – Исходный сетевой график (а) и откорректированная по времени модель (б)

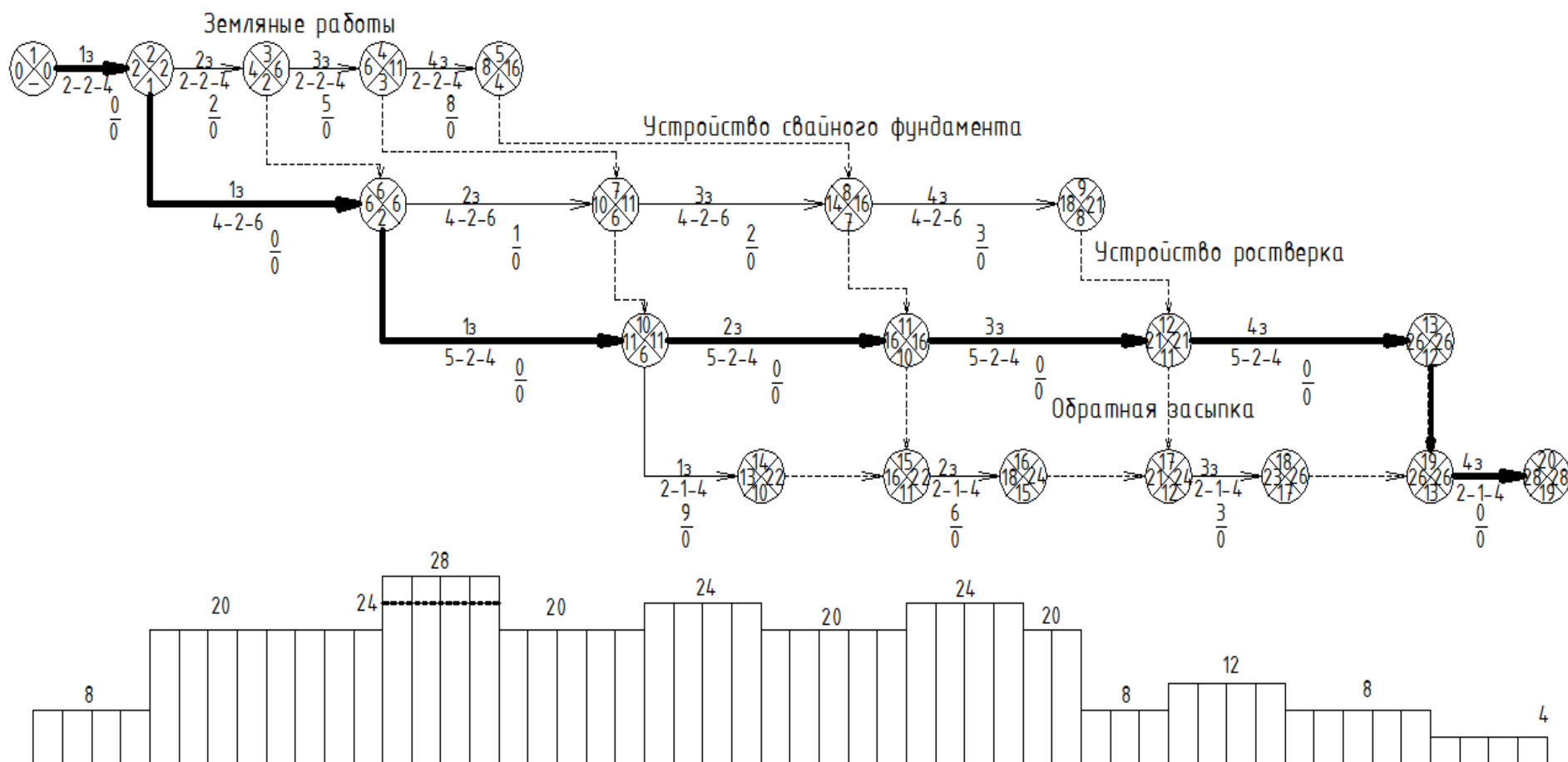


Рисунок 18 – Исходная модель сетевого графика до корректировки по трудовым ресурсам

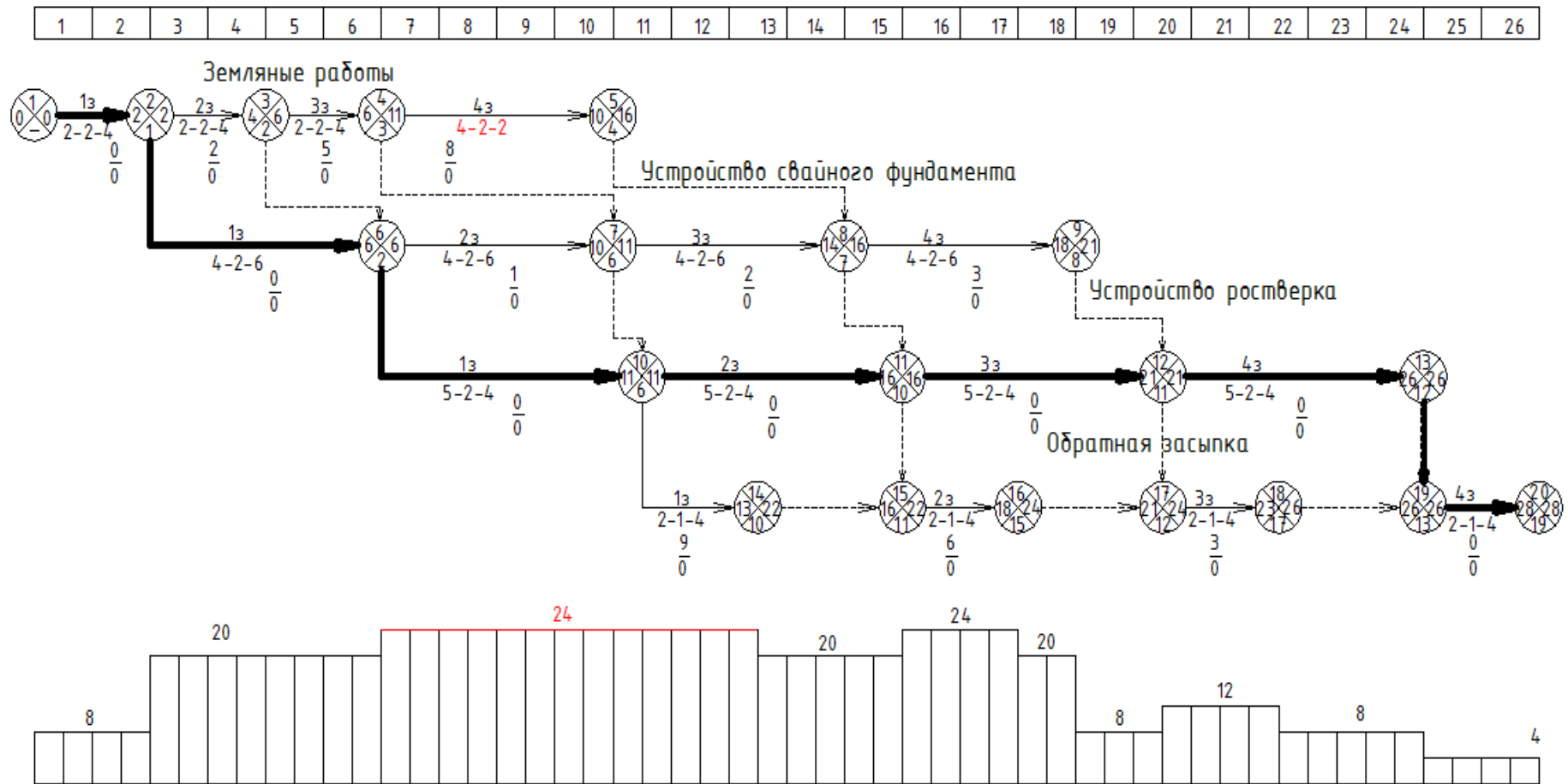


Рисунок 19 – Сетевой график и график движения трудовых ресурсов после корректировки.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение сетевых моделей и сетевых графиков.
- 2 Элементы сетевого графика.
- 3 Правила построения сетевых графиков.
- 4 Временные параметры сетевого графика.
- 5 Правила расчета сетевых графиков графическим методом.
- 6 Правила расчета сетевых графиков табличным методом.
- 7 Корректировка сетевых графиков по времени.
- 8 Корректировка сетевых графиков по ресурсам.

Список литературы

- 1 **Дикман, Л.Г.** Организация строительного производства / Л. Г. Дикман – М.: АСВ, 2003. – 223 с.
- 2 **Цай, Т.Н.** Организация строительного производства / Т. Н. Цай, П. Г. Грабовой, В. А. Большаков. – М.: АСВ, 1999. – 412 с.
- 3 **Шрайбер, А. К.** Организация и планирование строительного производства: учебник для вузов. / А. К. Шрайбер, Л. И. Абрамов, А. А. Гусаков. – М.: Высш. шк., 1987. – 368 с.
- 4 Расчет и оптимизация сетевых графиков строительства / В. А. Побожий [и др.]. – М.: АСВ, 2001. – 240 с.

Приложение А (информационное)

Таблица А.1 – Данные для построения фрагмента сетевой модели

Вариант	Работа		Вариант	Работа	
	рассматриваемая	последующая		рассматриваемая	последующая
1	2	3	4	5	6
1	А	Б, В	10	А	Б
	Б	С		$\frac{1}{2}$ Б	В
	$\frac{1}{2}$ Б	Д		Б	С, Д, Е
	Б, С, Д	Е		В, С, Д	К
2	$\frac{1}{2}$ А	Б	11	А	Б
	Б	В		Б	В, Г, Д
	$\frac{1}{2}$ В	Г, Д		$\frac{1}{2}$ Д	Е
	А, Д	Е		Д, Е	К
3	А	Б	12	А	Б, В
	$\frac{1}{2}$ А	В, Г		Б	Г
	В, Г	Д		$\frac{1}{2}$ Г	Д
	В, Г	Е		В, Г, Д	Е
4	А	Б, В, Г	13	$\frac{1}{2}$ А	Б
	Б, В	Д		$\frac{1}{2}$ Б	В
	В, Г	Е		$\frac{1}{2}$ В	Г
	Е, Д	К		А, Б, Г	Д
5	А	Б, В	14	$\frac{1}{2}$ А	Б
	$\frac{1}{2}$ А	Г		А	В, Г
	Б, Г	Д		Б, В	Д
	В, Д	Е		В, Г	Е
6	А	Б	15	А	Б, В, Г
	Б	В, Г		$\frac{1}{2}$ Б, $\frac{1}{2}$ В	Д
	$\frac{1}{2}$ В, Г	Д		Б, В	Е
	В, Д	Е		Д, Г	К
7	$\frac{1}{2}$ А	Б	16	А	Б, В
	Б	В, Г		Б	Г
	А, Г	Д		$\frac{1}{2}$ В	Д
	В	Е		В, Г	Е
	Е, Д	К		Д, Е	К
8	$\frac{1}{2}$ А	Б, В	17	А	Б
	А	Г, Д		$\frac{1}{2}$ Б	В
	Б, Г	Е		Б, В	Г
	В, Д	Л		$\frac{1}{2}$ Г	Д
	Е	К		Г, Д	Е
9	А	Б, В	18	А	Б
	$\frac{1}{2}$ Б, В	Г		$\frac{1}{2}$ Б	В, Г
	Г	Д		Б, Г	Д
	$\frac{1}{2}$ Д, Б	Е		$\frac{1}{2}$ Д, В	Е

Окончание таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
19	$\frac{1}{2}$ А	Б	26	А	Б, В
	$\frac{1}{2}$ Б	В		$\frac{1}{2}$ Б	Г
	Б	Г		Б, Г	Д
	В, Г	Д		В, Г	Е
	Г, Д	Е		Е, Д	К
20	А	Б	27	$\frac{1}{2}$ А	Б
	$\frac{1}{2}$ А	В		А, Б	В
	Б, В	Г		$\frac{1}{2}$ В	Г
	$\frac{1}{2}$ Г	Д, Е		В, Г	Д
	В, Е	К		А, $\frac{1}{2}$ Д	Е
	Г, Е	Л		Д, Е	К
21	А	Б	28	А	Б, В
	$\frac{1}{2}$ Б	В		$\frac{1}{2}$ Б	Г
	Б, $\frac{1}{2}$ В	Г		$\frac{1}{2}$ В	Д, Е
	Г, В	Д		Г, Б	К
	Б, Г, Д	Е		Д, Е	М
22	А	Б, В, Г	29	$\frac{1}{2}$ А	Б
	Б, В	Д		$\frac{1}{2}$ Б	Г
	$\frac{1}{2}$ В, Г	Е		А, Б	Д
	Е, Д	К		Г, Д	К
23	А	Б	30	А, Б	В
	$\frac{1}{2}$ Б	В		В	Г
	Б, В	Г		А, $\frac{1}{2}$ Г	Д
	$\frac{1}{2}$ Г	Д, Е		Г, Д	Е
	Г, Е	К		Д, Е	К
	Д, Е	Л		Г, Е	М
24	А	Б	31	А	Б
	$\frac{1}{2}$ А	В		$\frac{1}{2}$ Б	В
	Б, В	Г		$\frac{1}{2}$ В	Г
	$\frac{1}{2}$ Б, $\frac{1}{2}$ В	Д		В, Г	Д
	А, Г	Е		Г, Д	Е
25	$\frac{1}{2}$ А	Б, В	32	$\frac{1}{2}$ А	Б
	А, В	Г		А	В, Г
	А, Б	Д		$\frac{1}{2}$ Г, Б	Д
	$\frac{1}{2}$ Г, $\frac{1}{2}$ А	Е		Г, Д	Е
	Г, Д, Е	К		В, Е	К

Приложение Б (информационное)

Таблица Б.1 - Исходные данные для построения и расчета фрагмента циклограммы, календарного графика и сетевой модели выполнения комплекса работ.

Ва- риант	Наименование объекта или вида работ	Число захваток	Наименование работ	Продолжи- тельность выполнения работы на одной захватке	Коли- чество испол- нителей	Число смен в сутки
1	2	3	4	5	6	7
1	Жилой дом (нулевой цикл)	4	Земляные работы Монтаж фундаментов Гидроизоляция Обратная засыпка	2 6 3 1	4 6 2 2	2 2 1 1
2	Нулевой цикл	4	Земляные работы Устройство свайного фундамента Устройство ростверка Обратная засыпка	2 4 5 2	4 6 4 4	2 2 2 1
3	Одноэтажное производствен ное здание	3 по пролета м	Монтаж колонн Монтаж ферм и плит Монтаж стеновых панелей (по сторонам) 1, 3 2, 4	4 8 2 4	4 6 4 4	2 2 2 2
4	Одноэтажное производствен ное здание	4	Монтаж колонн Монтаж ферм и плит Монтаж стеновых панелей двумя кранами (по сторонам) 1, 3 2, 4 Кровельные работы	2 4 3 5 4	5 6 4 4 6	2 2 2 2 1
5	3 этажный 2 секционный жилой дом	Секция в пределах этажа	Кирпичная кладка Монтаж перекрытий и лестниц Устройство кровли	6 4 4	10 5 6	2 2 1
6	3 этажный 2 секционный жилой дом	Секция в пределах этажа	Устройство перегородок Столярно-плотничные работы Подготовка под полы	6 4 3	4 6 4	2 1 1
7	3 этажный 4 секционный жилой дом	Секция	Штукатурные работы Облицовочные работы Малярные работы Линолеумные полы	10 4 6 2	8 6 6 4	1 1 1 1

Окончание таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7
8	3-этажное Административное здание	По этажам	Штукатурные работы Облицовочные работы Паркетные полы Малярные работы Подвесной потолок	10 6 10 8 4	12 4 4 10 4	1 1 1 1 1
9	Комплекс жилых домов	4	Подземная часть Надземная часть Специальные работы Отделочные работы	10 20 5 10	10 10 4 20	2 2 1 1
10	Комплекс жилых домов	4	Подземная часть Надземная часть (работают две бригады) Специальные работы Отделочные работы	10 15 4 20	6 10 5 10	2 2 1 1
11	3-этажный 4-секционный жилой дом	Секция	Штукатурные работы (работают две бригады) Облицовочные работы Малярные работы Линолеумные полы	10 4 6 2	8 6 6 4	1 1 1 1
12	Кровельные работы	4	Пароизоляция Утепление (работают два звена параллельно) Стяжка Рулонный ковер	4 6 4 4	4 4 2 6	1 1 1 1
13	Одноэтажное производственное здание	3 по пролетам	Монтаж колонн Монтаж ферм и плит Монтаж стеновых панелей тремя кранами (по сторонам) 1, 3 2, 4	5 8 2 5	4 6 4 4	2 2 2 2
14	Одноэтажное производственное здание	3 по пролетам	Монтаж колонн Монтаж ферм и плит Монтаж стеновых панелей (по сторонам) 1, 3 2, 4 (количество кранов любое)	4 10 2 6	4 6 4 4	2 2 2 2
15	Торговый центр	3	Устройство перегородок Столярно-плотничные работы Остекление Устройство витражей	10 8 2 4	4 4 4 5	2 1 1 1