



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Экономика, менеджмент и логистика  
в строительстве»

## Учебное пособие

# «Организационно- технологическое проектирование»

Автор  
Небритов Б.Н.

Ростов-на-Дону, 2017

## Аннотация

Даются основные положения по организационно-технологическому проектированию. Рассматриваются вопросы сетевого моделирования, календарного планирования и составления строительных генеральных планов.

## Автор

К.Т.Н., доцент кафедры  
«ЭМилС» Небритов Б.Н.



## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ.....</b>	<b>8</b>
1.1 Состав, назначение и основные требования к организационно-технологическому проектированию .....	8
1.2 Проект организации строительства.....	10
1.3 Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства .....	15
1.4 Проект производства работ .....	16
1.5 Организационно-технологическое проектирование реконструкции промышленных предприятий, зданий, сооружений.....	24
1.6 Документация по организации работ строительного предприятия в плановом периоде.....	25
<b>2 МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ .....</b>	<b>27</b>
2.1 Понятие о моделях и моделировании. Требования к организационно-технологическим моделям .....	27
2.2 Понятие о работе и связи в организационно-технологических моделях.....	29
2.3 Организационно-технологические модели, применяемые в строительстве .....	34
<b>3 РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....</b>	<b>41</b>
3.1 Элементы и основные правила построения сетевых моделей .....	41
3.2 Параметры сетевого графика.....	46
3.3 Подготовка данных для расчета сетевого графика ...	47
3.4 Определение основных расчетных параметров сетевого графика .....	49
3.5 Приведение сетевого графика к заданному сроку строительства .....	54
3.6 Календаризация сетевого графика и оптимизация его по трудовым ресурсам .....	56
3.7 Управление ходом строительства на основе сетевых моделей .....	59

**4 КАЛЕНДАРНЫЕ ПЛАНЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ОТДЕЛЬНЫХ  
ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И КОМПЛЕКСОВ .....66**

4.1 Назначение и виды календарных планов .....66

4.2 Календарный план строительства объектов в составе  
ПОС.....67

4.3 Календарный план производства работ в составе ППР  
.....74

4.4 Календарный план строительства объектов на  
программу работ строительной организации .....77

4.5 Правила и последовательность построения графика  
выполнения строительно-монтажных работ .....80

4.6 Техничко-экономические показатели оценки качества  
календарного плана. Сравнение вариантов календарного  
планирования .....83

4.7 Программные средства календарного планирования 85

**5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГЕНЕРАЛЬНЫХ  
ПЛАНОВ .....91**

5.1 Основные положения по проектированию  
строительных генеральных планов .....91

5.2 Правила и последовательность составления  
объектного стройгенплана в составе ППР .....94

5.3 Особенности проектирования общеплощадочных  
стройгенпланов в составе ПОС.....112

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ..... 114**

**ПРИЛОЖЕНИЕ А Пример пояснительной записки проекта  
производства работ..... 115**

A.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И УСЛОВИЙ  
СТРОИТЕЛЬСТВА.....115

A.2 РЕШЕНИЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ .....118

A.3 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ .....127

A.4 РЕШЕНИЕ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
.....137

A.5 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ В ЗИМНИХ  
УСЛОВИЯХ.....139

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б Справочник численности рабочих по ТКР  
..... 140**

**ПРИЛОЖЕНИЕ В ..... 144**

## Организационно-технологическое проектирование

В.1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РАБОТЫ С TIME LINE.....	144
В.2 НАСТРОЙКА СИСТЕМЫ.....	150
В.3 ОПИСАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ НА РЕСУРСЫ И СОХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ.....	153
В.4 СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ОБЪЕКТУ БЕЗ ОГРАНИЧЕНИЙ НА СРОКИ СТРОИТЕЛЬСТВА .....	154
Наименование работ .....	157
В.5 АНАЛИЗ РАСПИСАНИЯ И ПРИВЕДЕНИЕ ЕГО В СООТВЕТСТВИЕ С ЗАДАНЫМ СРОКОМ СТРОИТЕЛЬСТВА .....	164
В.6 ВВОД В РАСПИСАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	167
В.7 СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА СТРОИТЕЛЬСТВА КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТОВ.....	168
В.8 ПОДГОТОВКА И ПЕЧАТЬ ДОКУМЕНТОВ.....	173

## ВВЕДЕНИЕ

Строительство объектов допускается осуществлять только на основе предварительно разработанных решений по организации строительства и технологии производства работ. Эти решения принимаются в процессе организационно-технологического проектирования.

Организационно-технологическое проектирование определяет порядок строительства и ввода зданий и сооружений, сроки выполнения строительно-монтажных работ и последовательность их производства, необходимые для строительства материально-технические и трудовые ресурсы. Решения принимаемые при организационно-технологическом проектировании, значительно влияют на результаты деятельности строительной организации, ее конкурентоспособность и экономическое благополучие.

Становление и развитие рыночной системы хозяйствования в стране предъявляют повышенные требования к методам и средствам организационно-технологического проектирования. Эти требования обусловлены прежде всего необходимостью существенного повышения надежности строительного производства, отражаемой в своевременном вводе в эксплуатацию объектов производственного и непроизводственного назначения в предусмотренные контрактом сроки. Необходимо существенное сокращение продолжительности строительства, повышение качества строительной продукции и степени ее готовности к эксплуатации.

Главная функция организационно-технологического проектирования заключается в выработке решений, обеспечивающих готовность объектов и строительной организации к выполнению строительно-монтажных работ.

Процесс выработки организационно-технологических решений, представляемый как процесс подготовки информации для организации и управления строительством, включает разработку моделей возведения зданий и сооружений, выбор методов организации и технологии производства работ, создание информационной базы для обеспечения строительства всеми видами ресурсов.

Количественные характеристики работ и ресурсов, различного рода показатели производственно-хозяйственной деятельности организации должны рассматриваться с учетом динамики работ во времени, требований прогрессивной технологии и современных методов строительства. Документом, определяющим порядок, сроки и интенсивность потребления ресурсов на объектах,

## Организационно-технологическое проектирование

является календарный план. В учебном пособии календарному планированию, основанному на сетевых моделях строительства объектов, уделяется большое внимание. Рассматриваются вопросы автоматизации составления графиков-расписаний строительно-монтажных работ с использованием программных средств.

Другим важным документом организационно-технологического проектирования является строительный генеральный план, устанавливающий границы строительной площадки и расположение на ней объектов строительного хозяйства. В пособии приводятся основные положения по проектированию стройгенпланов. Даются правила и последовательность составления общеплощадочного и объектного стройгенпланов.

# 1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

## 1.1 Состав, назначение и основные требования к организационно-технологическому проектированию

Документом, определяющим основу организационно-технологического проектирования (ОТП) является СНИП 12-01-2004 Организация строительства [1]. ОТП должно обеспечить направленность всех организационных, технических и технологических решений на достижение конечного результата – ввода в действие объекта с необходимым качеством и в установленные сроки.

На разных этапах подготовки строительного производства может разрабатываться следующая организационно-технологическая документация (Рисунок 1.1):

- проект организация строительства (ПОС);
- проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства (ПОР);
- проект производства работ (ППР);
- документация по организации работ строительного предприятия в плановом периоде (ОТД<sub>пп</sub>);
- технологические карты (схемы) производства строительномонтажных работ (ТК<sub>смр</sub>);
- технология карты погрузочно-разгрузочных работ(ТК<sub>пrr</sub>);
- карты трудовых процессов(КТП).

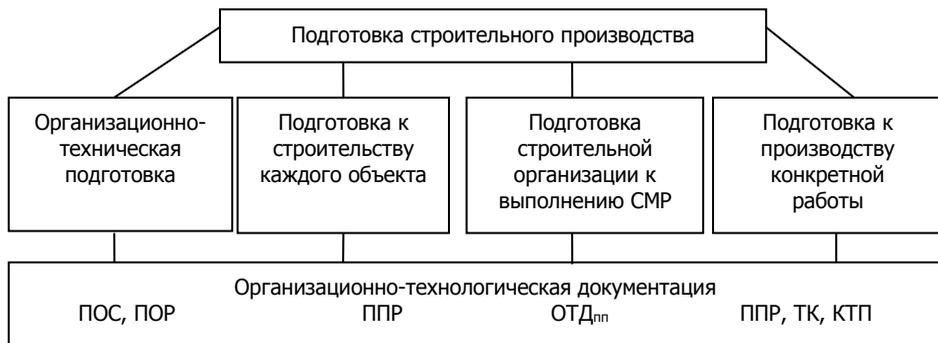


Рисунок 1.1 – Организационно-техническая документация, разрабатываемая на этапах подготовки строительного производства

## Организационно-технологическое проектирование

*В организационно-технологической документации должны быть предусмотрены:*

согласованная работа всех участников строительства объекта (комплекса);

комплексная поставка материальных ресурсов из расчета на здание, сооружение, узел, участок, секцию, этаж, ярус, помещение в сроки, предусмотренные календарным планом и графиками работ;

первоочередное выполнение работ подготовительного периода;

выполнение строительно-монтажных и специальных работ с соблюдением технологической последовательности и технически обоснованного совмещения;

соблюдение правил техники и пожарной безопасности;

соблюдение требований по охране окружающей природной среды и восстановлению (рекультивации) земельного участка и использованию природного слоя почвы;

соблюдение объемов и сроков выполнения работ условиям договора;

применение прогрессивных методов организации строительного производства (в частности поточного, узлового, комплексно-блочного);

применение эффективных технологических процессов и передовых методов организации труда, обеспечивающих сокращение трудозатрат и, в частности, сокращение затрат ручного труда;

выполнение мероприятий, обеспечивающих качество строительно-монтажных работ в соответствии с требованиями СНиПа;

равномерное использование ресурсов (людских, материально-технических, финансовых) и производственных мощностей подразделений строительно-монтажных организаций;

комплексная механизация строительно-монтажных работ с использованием наиболее производительных машин в две смены, а также применение средств малой механизации;

соблюдение правил охраны труда и обеспечение рабочих нормальными санитарно-бытовыми условиями;

ограничение объема строительства временных зданий и сооружений за счет использования для нужд строительства постоянных зданий, возводимых в подготовительный период, и мобильных (инвентарных) зданий, сооружений и механизированных установок. При решении организационно-технологических задач необходимо исходить из тесной взаимосвязи ПОС, ППР, ПОР с ар-

хитектурно-строительной частью проекта и сметами. Должно быть предусмотрено вариантное проектирование организации строительства и производства работ на основе системного и комплексного подходов с широким использованием компьютерных технологий.

Выполнение строительно-монтажных работ без утвержденных ПОС если он предусмотрен проектом запрещается. Установка грузоподъемных машин, организация и выполнение строительно-монтажных работ с их применением осуществляется в соответствии со специально разработанным для этих целей проектом производства работ грузоподъемными кранами (ППРк). Необходимость разработки других организационно-технологических документов решается строительной организацией.

## 1.2 Проект организации строительства

Проект организации строительства является документом, необходимым для заказчика, подрядных организаций, а также организаций, осуществляющих финансирование и материально-техническое обеспечение строительства.

ПОС должна разрабатывать генеральная проектная организация или по ее заказу другая проектная организация.

**Исходными материалами для разработки ПОС должны служить:**

технико-экономические обоснования строительства или расчеты;

задание на проектирование объекта строительства;

материалы инженерных изысканий;

рекомендованные генеральной подрядной и субподрядной организациями решения по применению материалов и конструкций, средств механизации СМР: порядку обеспечения строительства энергетическими ресурсами, водой, временными инженерными сетями, а также местными строительными материалами;

сведения об условиях поставки и транспортирования с предприятий-поставщиков строительных конструкций, готовых изделий, материалов и оборудования;

объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений и принципиальные технологические схемы основного производства объекта (его очереди), подлежащего строительству, с разбивкой на пусковые комплексы и узлы;

сведения об условиях обеспечения кадрами строителей;

сведения об условиях обеспечения строительства транспор-

том;

## Организационно-технологическое проектирование

данные о дислокации и мощностях общестроительных и специализированных организаций;

данные о наличии производственной базы строительной индустрии и возможностях ее использования;

специальные требования к строительству сложных и уникальных объектов;

сведения об условиях производства строительномонтажных работ на реконструируемых объектах;

мероприятия по защите территории строительства от неблагоприятных природных явлений и геологических процессов и этапы их выполнения;

другие необходимые сведения.

Проект организации строительства объекта должен разрабатываться на полный объем строительства, предусмотренный проектом.

**Проект организации строительства должен содержать**[5]:

*в текстовой части:*

1) характеристику района по месту расположения объекта капитального строительства и условий строительства;

2) оценку развитости транспортной инфраструктуры;

3) сведения о возможности использования местной рабочей силы при осуществлении строительства;

4) перечень мероприятий по привлечению для осуществления строительства квалифицированных специалистов, в том числе для выполнения работ вахтовым методом;

5) характеристику земельного участка, предоставленного для строительства, обоснования необходимости использования для строительства земельных участков вне земельного участка, предоставленного для строительства объекта капитального строительства;

6) описание особенностей проведения работ в условиях действующего предприятия, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи – для объектов производственного назначения

7) описание особенностей проведения работ в условиях стесненной городской застройки, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи – для объектов непроизводственного назначения;

8) обоснование принятой организационно-технологической схемы, определяющей последовательность возведения зданий и сооружений, инженерных и транспортных ком-

## Организационно-технологическое проектирование

муникаций, обеспечивающей соблюдение установленных в календарном плане строительства сроков завершения строительства (его этапов);

9) перечень видов строительных и монтажных работ, ответственных конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения, подлежащих освидетельствованию с составлением соответствующих актов приемки перед производством последующих работ и устройством последующих конструкций;

10) технологическую последовательность работ при возведении объектов капитального строительства или их отдельных элементов;

11) обоснование потребности строительства в кадрах, основных строительных машинах, механизмах, транспортных средствах, в топливе и горюче-смазочных материалах, а так же электрической энергии, паре, воде, временных зданий и сооружений;

12) обоснование размеров и оснащение площадок для складирования материалов, конструкций, оборудования, укрупненных модулей и стендов для их сборки. Решения по перемещению технологического негабаритного оборудования укрупненных модулей и строительных конструкций;

13) предложения по обеспечению контроля качества строительных и монтажных работ, а так же поставляемых на площадку и монтируемого оборудования, конструкций и материалов;

14) предложения по организации службы геодезического и лабораторного контроля;

15) перечень требований, которые должны быть учтены в рабочей документации, разрабатываемой на основании проектной документации, в связи с принятыми методами воздействия строительных конструкций и монтажа оборудования;

16) обоснование потребности в жилье и социально-бытовом обслуживании персонала, участвующего в строительстве;

17) перечень мероприятий и проектных решений по определению технических средств и методов работы, обеспечивающих выполнение нормативных требований охраны труда;

18) описание проектных решений и мероприятий по охране окружающей среды в период строительства;

19) обоснование принятой продолжительности строительства объекта капитального строительства и его отдельных этапов;

20) перечень мероприятий по организации мониторинга за

состоянием зданий и сооружений, расположенных в непосредственной близости от строящегося объекта, земляные, строительные, монтажные и иные работы на котором могут повлиять на техническое состояние и надежность таких зданий и сооружений;  
*в графической части:*

21) календарный план строительства, включая подготовительный период (сроки и последовательность строительства основных и вспомогательных этапов строительства);

22) строительный генеральный план подготовительного периода строительства (при необходимости) и основного периода строительства с определением мест расположения постоянных и временных зданий и сооружений, мест размещения площадок и складов временного складирования конструкций, изделий, материалов и оборудования, мест установки стационарных кранов и путей перемещения кранов большой грузоподъемности, инженерных сетей и источников обеспечения строительной площадки водой, электроэнергией, связью, а так же трасс сетей с указанием точек их подключения и мест расположения знаков закрепления разбивочных осей.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 01.02.2006 №54 «О государственном строительном надзоре в Российской Федерации» для строительства опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства в составе ПОС разрабатываются чертежи на специальное оборудование, приспособление и оснастку. К таким объектам относятся здания и сооружения высотой более 75 метров или с пролетами 100 метров, а также вылетом консолей более 20 метров, имеющих более 1 подземного этажа и строящихся на территориях, сейсмичность которых превышает 9 баллов.

В проекте организации строительства с целью обеспечения соблюдения обязательных требований по безопасности должно быть предусмотрено:

мероприятия по обеспечению в процессе строительства прочности и устойчивости возводимых и существующих зданий и сооружений;

программы необходимых исследований, испытаний и режимных наблюдений, включая организацию станций, полигонов, измерительных постов и т.п. – для сложных и уникальных объектов;

решения по организации транспорта, водоснабжения, канализации, энергоснабжения, связи;

решения по возведению конструкций, осуществлению стро-

## Организационно-технологическое проектирование

ительства в сложных природно-климатических условиях, а так же стесненных условиях;

мероприятия по временному ограничению движения транспорта, изменению маршрутов транспорта;

ситуационный план строительства с расположением мест примыкания к железнодорожным путям, речных и морских причалов, временных поселений и т.п.;

порядок и условия использования и восстановления территорий, расположенных вне земельного участка, принадлежащего застройщику (заказчику), в соответствии с установленными сервитутами;

календарный план строительства с учетом сроков действия сервитутов на временное использование чужих территорий;

перечень работ и конструкций, показатели качества которые влияют на безопасность объекта и в процессе строительства подлежат оценке соответствия требованиям нормативных документов и стандартов, являющихся доказательной базой соблюдения требований технических регламентов<sup>1</sup>

сроки выполнения незавершенных (сезонных) работ, порядок их приемки;

методы и средства выполнения контроля и испытаний (в том числе путем ссылок на соответствующие нормативные документы)

*Технико-экономические показатели ПОС:*

производственная мощность или объем оказываемых услуг;

объем капитальных вложений, тыс. руб.;

полная сметная стоимость строительно-монтажных работ, тыс. руб.;

стоимость единицы мощности, оказываемых услуг, тыс. руб.;

общая продолжительность строительства, мес.;

продолжительность подготовительного периода, мес.;

период монтажа оборудования, мес.;

максимальная численность работающих, чел.;

затраты труда на выполнение строительно-монтажных работ, чел-дни.

Состав и содержание ПОС могут изменяться с учетом сложности и специфики проектируемых объектов.

Для сложных объектов в состав ПОС дополнительно включаются:

<sup>1</sup> Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 №184 – ФЗ

- 1) комплексный укрупненный сетевой график;
- 2) указание об очередности и сроках проведения необходимых исследовательских работ, испытаний и режимных наблюдений для обеспечения качества и надежности возводимых конструкций, зданий и сооружений;
- 3) указание об особенностях построения геодезической разбивочной основы и методах геодезического контроля в процессе строительства;
- 4) особенности организации связи и оперативно-диспетчерского управления строительством.

Для жилых домов, объектов социального назначения и однотипных производственных объектов ПОС может разрабатываться в сокращенном объеме.

### **1.3 Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства**

Проект организации работ (ПОР) по сносу или демонтажу объектов капитального строительства выполняется при необходимости сноса (демонтажа) объекта или части объекта[5]

#### **ПОР содержит:**

*в текстовой части:*

- 1) основание для разработки проекта организации работ по сносу или демонтажу зданий, строений и сооружений объекта капитального строительства;
- 2) перечень зданий, строений и сооружений объектов капитального строительства, подлежащих сносу (демонтажу);
- 3) перечень мероприятий по выведению из эксплуатации зданий, строений и сооружений объектов капитального строительства;
- 4) перечень мероприятий по обеспечению защиты ликвидируемых зданий, строений и сооружений объектов капитального строительства от проникновения людей и животных в опасную зону и внутрь объекта, а так же защиты зеленых насаждений;
- 5) описание и обоснование принятого метода сноса (демонтажа);
- 6) расчеты и обоснование размеров зон развала и опасных зон в зависимости от принятого метода сноса (демонтажа);
- 7) оценку вероятности повреждения при сносе (демонтаже) инженерной инфраструктуры, в том числе действующих подземных сетей инженерно-технического обеспечения;
- 8) описание и обоснование методов защиты и защитных устройств сетей инженерно-технического обеспечения, согласо-

ванные с владельцами этих сетей;

9) описание и обоснование решений по безопасным методам ведения работ по сносу (демонтажу);

10) перечень мероприятий по обеспечению безопасности населения, в том числе его оповещения и эвакуации (при необходимости);

11) описание решений по вывозу и утилизации отходов;

12) перечень мероприятий по рекультивации и благоустройству земельного участка (при необходимости);

13) сведения об остающихся после сноса (демонтажа) в земле и в водных объектах коммуникациях, конструкциях и сооружениях; сведения о наличии разрешений органов государственного надзора на сохранение таких коммуникаций, конструкций и сооружений в земле и в водных объектах – в случаях, когда наличие такого разрешения предусмотрено законодательством Российской Федерации;

14) сведения о наличии согласования с соответствующими государственными органами, в том числе органами государственного надзора, технических решений по сносу (демонтажу) объекта путем взрыва, сжигания или иным потенциально опасным методом, перечень дополнительных мер по безопасности при использовании потенциально опасных методов сноса;

*в графической части*

15) план земельного участка и прилегающих территорий с указанием места размещения сносимого объекта, сетей инженерно-технического обеспечения, зон развала и опасных зон в период сноса (демонтажа) объекта с указанием мест складирования разбираемых материалов, конструкций, изделий и оборудования;

16) чертежи защитных устройств инженерной инфраструктуры и подземных коммуникаций;

17) технологические карты – схемы последовательности сноса (демонтажа) строительных конструкций и оборудования.

#### **1.4 Проект производства работ**

Проект производства работ с использованием грузоподъемных машин (ППРк) разрабатывается на возведение всего здания в целом (надземная и подземная части) или поэтапно, в зависимости от задействованных грузоподъемных кранов, очередности производства работ и сроков, специалистами, имеющими опыт работы в строительстве, прошедшим подготовку и аттестованными в области промышленной безопасности опасных производственных объектов.

## Организационно-технологическое проектирование

Разработанный ППРк согласовывается с владельцем грузоподъемной машины, осуществляющим надзор руководителем организации, разработавшим ППРк и утверждается руководителем генподрядной строительной организацией (заказчиком), а по производству монтажных и специальных работ – руководителем соответствующей субподрядной организации по согласованию с генподрядной организацией.

ППРк подлежат экспертизе промышленной безопасности. Экспертиза выполняется организациями, которые соответствуют требованиям законодательства Российской Федерации, о промышленной безопасности и имеющим лицензию. До начала работ заключение экспертизы ППРк регистрируется в территориальном органе Ростехнадзора вместе с ППРк. При выполнении работ кранами вблизи ЛЭП (ближе 30м) необходимо согласование ППРк с владельцем ЛЭП.

Автор ППРк в ходе строительства проверяет производство работ по разработанному им проекту, а при грубых отступлениях от проекта, которые могут привести к аварии, несчастному случаю, немедленно информировать соответствующие службы по надзору за подъемными сооружениями территориального органа Ростехнадзора.

Изменения в ППРк имеет право вносить разработчик ППРк с согласия экспертной организации с росписью разработчика и эксперта.

ППРк передается на строительную площадку за 5 дней до начала выполнения тех работ, на которые он разработан и оформляется акт-допуск к производству этих работ.

До начала работ с ППРк ознакомляются под роспись исполнители работ, находящиеся на строительной площадке (ответственные лица, стропальщики (монтажники), машинисты грузоподъемных кранов).

Руководители и специалисты по разработке ППРк, эксперты несут установленную законом ответственность за соответствие разрабатываемых решений требованиям промышленной безопасности и охраны труда. Строительная организация несет ответственность за соответствие строительного объекта проекту производства работ кранами (ППРк), требованиям промышленной безопасности охраны труда.

*Исходными материалами для разработки ППРк служат:*

техническое задание на разработку проектно-технологической документации;

проект организации строительства утверждений в уста-

новленном порядке;

техническое заключение о грунтах;

генплан с существующими и проектируемыми зданиями, сооружениями, подземными и надземными сетями и коммуникациями;

необходимая рабочая документация, утвержденная к производству работ;

материалы и результаты технического обследования действующих предприятий, зданий и сооружений при их реконструкции;

требования к выполнению строительных, монтажных и специальных строительных работ в условиях действующего производства.

Состав и содержание ППРк, принятые в нем решения и мероприятия определяются документами[6].

*В текстовой части проекта производства работ краном должны включаться:* краткая характеристика условий строительства; организация строительной площадки; производство работ с помощью крана в том числе решения, предупреждающие условия возникновения опасных зон вблизи строящегося здания, при перемещении груза краном в монтажной зоне и на площадке складирования, технология безопасного перемещения грузов краном.

В отдельный раздел выделяются основные решения по охране труда и промышленной безопасности

*В графической части приводятся:* схема границ опасных зон, образующихся без применения технических и организационных решений, предупреждающих условия возникновения опасных зон; стройгенплан; схемы строповки основных грузов, перемещаемых краном.

В ППРк должны предусматриваться:

соответствие устанавливаемых кранов условиям строительно-монтажных работ по грузоподъемности, высоте подъема и вылету (грузовая характеристика крана)

обеспечение безопасности расстояний от сетей и воздушных линий электропередачи, мест движения городского транспорта и пешеходов, а также безопасных расстояний приближения кранов к строениям и местам складирования строительных деталей и материалов;

условия установки и работы кранов вблизи откосов котлованов;

условия безопасной работы нескольких кранов на одном пути и на параллельных путях с применением соответствующих

приборов и устройств безопасности;

перечень применяемых грузозахватных приспособлений и графическое изображение (схема) строповки грузов;

места и габариты складирования грузов, подземные пути и

т.д.;

мероприятия по безопасному производству работ с учетом конкретных условий на участке, где установлен кран (ограждение строительной площадки, монтажной зоны и т.п.);

расположение помещений для санитарно-бытового обслуживания строителей, питьевых установок и мест отдыха;

разрез здания на полную высоту, при положении стрелы крана над зданием (максимальный и минимальный вылет) и пунктиром – выступающих металлоконструкций крана при повороте на  $180^{\circ}$ ;

отметки верха, парапета и машинного помещения лифтов;

безопасных расстояний от низа перемещаемого груза до наиболее выступающих по вертикали частей здания или сооружения (ложно быть не менее 0,5м, а до перекрытий и площадок, где могут находиться люди, не менее 2,3м), а также высоты стропов (траверсы);

безопасных расстояний от частей стрелы, консоли противовеса с учетом габаритов блоков балласта противовеса до наиболее выступающих по вертикали частей здания или сооружения;

размеров наиболее выступающих в горизонтальной плоскости элементов здания или сооружения (карнизы, балконы, ограждения, эркеры, козырьки и входы)

Состав ППРк, определяемый Руководящим документом [6], ограничен его назначением – допуск на производство работ и организацию их выполнения грузоподъемными машинами с соблюдением требований промышленной безопасности и охраны труда.

Строительная организация, получив от заказчика строительный проект, в развитие его организационно-технологической части – ПОС, может разработать расширенный вариант проекта производства работ (ППР) на возведение здания, сооружения или его части (узла).

Если ПОС определяет стратегию строительства, основные способы возведения проектируемого комплекса и условия, при которых затраты различных видов ресурсов будут минимальными, то ППР, разрабатываемый подрядчиком по рабочим чертежам, определяет строительную тактику на конкретном объекте, т.е. наиболее эффективные и безопасные способы выполнения от-

## Организационно-технологическое проектирование

дельных видов работ с наименьшими затратами труда и энергоресурсов и наилучшим использованием строительных машин. При этом учитываются условия и особенности технологии и организации производства, сложившиеся на строительном предприятии, в отличие от ПОС, в котором эти условия принимаются в общем виде

*В состав расширенного варианта ППР на возведение здания, сооружения или его части (узла) может включаться:*

- 1) календарный план производства работ по объекту или комплексный сетевой график;
- 2) строительный генеральный план;
- 3) график поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования;
- 4) график движения рабочих кадров по объекту;
- 5) график движения основных строительных машин по объекту;
- 6) технологические карты (схемы);
- 7) решения по производству геодезических работ;
- 8) решения по технике безопасности;
- 9) мероприятия по выполнению, в случае необходимости, работ вахтовым методом;
- 10) решение по прокладке временных сетей водо-, тепло- и энергоснабжения и освещения (в том числе аварийных) строительной площадки и рабочих мест;
- 11) перечни технологического инвентаря и монтажной оснастки, а также схемы строповки грузов;
- 12) пояснительная записка.

*Состав пояснительной записки:*

обоснование решений по производству работ, в том числе выполняемых в зимнее время;

потребность в энергетических ресурсах и решения по ее покрытию;

перечень мобильных (инвентарных) зданий, сооружений и устройств с расчетом потребности и обоснованием условий привязки их к участкам строительной площадки;

мероприятия, направленные на обеспечение сохранности и исключение хищения материалов, изделий, конструкций и оборудования на строительной площадке, в зданиях и сооружениях;

мероприятия по защите действующих зданий и сооружений от повреждения, а также природоохранные мероприятия;

техничко-экономические показатели.

Пример пояснительной записки ППР приведён в приложе-

нии А.

*Основные технико-экономические показатели ППР:*

1 Объемы строительно-монтажных работ, руб.

2 Продолжительность выполнения СМР.

3 Уровень механизации.

4 Затраты труда на  $1\text{м}^3$  объема,  $1\text{м}^2$  площади здания, на единицу физических объемов работ или иной показатель, принятый для определения производительности труда.

Состав и степень детализации материалов, разрабатываемых в ППР, устанавливаются соответствующей подрядной строительно-монтажной организацией, исходя из специфики и объема выполняемых работ.

Утверждается ППР руководителем этой организации.

*Последовательность разработки ППР может быть следующая (рисунок 1.2):*

по данным архитектурно-планировочных и конструктивных решений с учетом условий строительства намечаются схемы организации работ и строительной площадки, обосновываются методы производства работ и составляются технологические карты;

производится объединение (группировка) однородных работ в укрупненные или технологические комплексы работ (ТКР);

имея перечень ТКР, технологические карты, схемы организации работ и строительной площадки, с учетом принятых методов основных строительно-монтажных работ разрабатываются организационно-технологическая модель (ОТМ) возведения здания (сооружения);

рассчитываются объемные характеристики (физический объем, сметная стоимость, трудоемкость) и определяются необходимые материально-технические и трудовые ресурсы по работам ОТМ;

используя данные ОТМ, объемные характеристики и необходимые ресурсы по ТКР, составляют календарный план производства работ (комплексный сетевой график) и график комплектации объекта ресурсами, рассчитывают численность персонала на строительной площадке и потребность во временных зданиях и сооружениях;

рассчитывается потребность в воде, энергоресурсах и площадях складов. Протяженность временных инженерных коммуникаций применяется из схем организации работ и строительной площадки;

составляется стройгенплан. Основой для его разработки является схемы организации работ и строительной площадки, а



Организационно-технологическое проектирование

также расчеты потребности в ресурсах и сооружениях строительного хозяйства;

оформляется пояснительная записка.

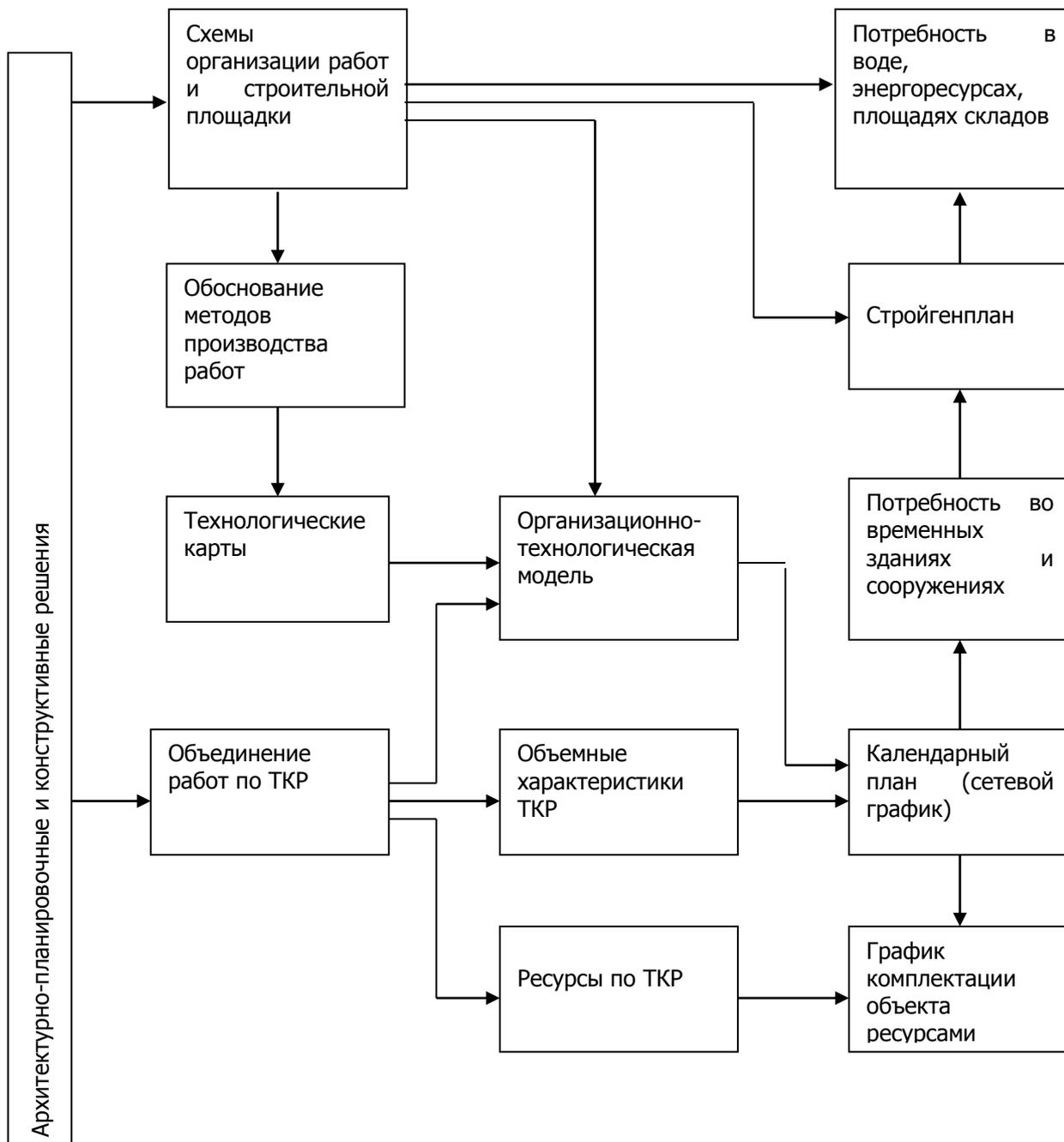


Рисунок 1.2 – Взаимосвязь и последовательность организационно-технологического проектирования на стадии разработки ППР

## 1.5 Организационно-технологическое проектирование реконструкции промышленных предприятий, зданий, сооружений

Проектирование организации реконструкции заключается в разработке и документальном оформлении принятых организационно-технологических решений, отражающих определенное взаимодействие материальных, трудовых, технических и финансовых ресурсов строительных организаций и предприятий в процессе проведения реконструкции.

Состав организационно-технологического проектирования реконструкции предприятий, зданий и сооружений определяется СНиП 12-01-2004 (ПОС или ППР) с рядом дополнений и изменений.

Важным вопросом ОТП реконструкции является обоснование последовательности остановки и реконструкции цехов; режима работы действующих производств предприятия и строителей в период реконструкции; совмещение строительных и монтажно-демонтажных работ, сроков проведения реконструкции цехов; объемов выпуска промышленной продукции по периодам реконструкции; распределение капвложений во времени.

В дополнение к исходным материалам, необходимым для разработки ПОС или ППР, требуются следующие данные:

уточненный состав и количество пусковых комплексов реконструируемого предприятия; продолжительность остановки отдельных цехов или производственных участков на период выполнения СМР; объем выпуска продукции каждым реконструируемым цехом на период реконструкции; последовательность разборки или переноса инженерных коммуникаций и продуктопроводов; возможность использования строителями подъемно-транспортных средств цехов;

перечень зданий, сооружений, помещений, которые могут быть использованы строителями в период производства СМР; условия работы строительной техники и организации перевозок строительных грузов; места подключения временных инженерных сетей; места складирования монтируемых и демонтируемых строительных конструкций, материалов, оборудования, размещения бытовок, площадок укрупнительной сборки.

Первая группа данных необходима для разработки календарных планов и графиков реконструкции, а вторая – для проектирования стройгенплана.

В пояснительной записке к проекту организации рекон-

струкции промышленных предприятий, зданий и сооружений дополнительно должны быть приведены:

- перечень и объемы работ, выполняемых в стесненных и вредных условиях;

- порядок оперативного руководства по реконструкции;

- мероприятия по обеспечению совместной деятельности предприятия и строительной организации;

- данные по услугам предприятия по созданию производственных условий для строителей и внутризаводским и внутрицеховым грузоподъемным и транспортным средствам предприятий, передаваемым строителям на период реконструкции;

- мероприятия по пожаро- и взрывобезопасности;

- меры, обеспечивающие устойчивость сохраняемых конструкций при выполнении монтажных работ.

Кроме того, в пояснительной записке обосновываются: стоимость земли, отчуждаемой постоянно или временно на нужды строительного производства; мероприятия по сохранению таких площадей; вопросы экологической безопасности застраиваемой территории.

### **1.6 Документация по организации работ строительного предприятия в плановом периоде**

Организационно-технологическая документация (ОТД<sub>пп</sub>) по возведению комплекса разнотипных или однотипных объектов в плановом периоде должен содержать календарный план, по которому определяется срок начала и окончания работ, выполняемых силами строительной организации.

Кроме того, ОТД<sub>пп</sub> должна включать план-графики потребности в материально-технических ресурсах, а также сводную ведомость поставки технологических комплектов материалов, деталей, конструкций и инженерного оборудования на объекты производственной программы строительной организации.

Основные решения, принимаемые в ОТД<sub>пп</sub> должны быть направлены: на выполнение запланированных объемов работ и ввод объектов в эксплуатацию с наиболее высокими технико-экономическими показателями при высоком качестве работ на основе увязки деятельности общестроительных и специальных подразделений и бригад; своевременное предоставление фронта работ; высокий уровень надежности строительного производства; своевременную поставку материально-технических ресурсов.

Составлению ОТД<sub>пп</sub> должны предшествовать варианты проработки, в основе которых закладываются постановки задач с

## Организационно-технологическое проектирование

учетом особенностей деятельности строительной организации.

*Возможные постановки задач при разработке организационно-технологической документации на плановый период:*

организация производства работ на комплексе объектов, способствующая получению максимального дохода с учетом конструктивных и технологических особенностей этих объектов, потребляемых ресурсов и финансовых возможностей фирмы;

сокращение сроков сдачи объектов в эксплуатацию с учетом или без учета прямых затрат на материальные и трудовые ресурсы;

выявление влияния интенсивности использования ресурсов фирмы и надежность соучастников производства на срок выполнения работ на конкретном объекте или комплексе.

*В качестве вариантов организации строительного производства могут быть рассмотрены:*

оптимальный численный и квалификационный составы исполнителей под определенные виды работ;

рациональный вид организации строительного производства;

целесообразная очередность освоения фронтов работ;

рациональный метод организации работ (поточный или непоточный).

Для разработки ОТД<sub>пп</sub> используется следующая исходная информация:

проектно-сметная документация;

контрольные сроки сдачи объектов, очередей, пусковых комплексов;

фактические производственные мощности организаций-участников строительного проекта;

данные о состоянии работ по всем объектам на начало планового периода.

Нормативными документами, используемыми при разработке ОТД<sub>пп</sub> служат производственные нормы и калькуляции строительной организации.

## 2 МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

### 2.1 Понятие о моделях и моделировании. Требования к организационно-технологическим моделям

В процессе деятельности человека вырабатываются определенные представления о тех или иных свойствах объекта и их взаимосвязях. Они формируются в виде описания объекта на обычном языке, фиксируются на бумаге языком рисунка, чертежа, графика, уравнений и формул или реализуются в виде макетов, механизмов и устройств. Все это обобщается в единое понятие – модель, а исследование объектов познания на их моделях называют моделированием.

В общем случае модель – отображение отдельных характеристик объекта в целях его исследования. Это – условный образ объекта исследования. Моделировать – значит воспроизводить наиболее характерные черты и моменты, иметь возможность что-то изменить в модели, вносить изменения, наблюдать, как это влияет на все остальное, на весь комплекс взаимосвязанных параметров.

Среди множества разнообразных моделей, используемых в человеческой деятельности, важную роль играют информационные модели производственных процессов. Чтобы управлять на основе предвидения, необходимо смоделировать производственный процесс, т.е. выделить те элементы и связи производственной системы, которые представляются необходимыми и достаточными для решения поставленных задач.

В строительстве для описания производственных процессов используются организационно-технологические модели. Организационно-технологическая модель (ОТМ) строительства объекта представляет нормализованную организацию и технологию возведения здания или сооружения. ОТМ является эффективным средством планирования и организации производства.

Анализ опыта использования различных типов организационно-технологических моделей показал, что для обеспечения полезности моделирования строительства объекта они должны отвечать определенным требованиям.

Используемая модель должна быть направленной на достижение какой-либо цели – возведение здания или сооружения, выполнение комплекса работ, изготовление конструктивного элемента. Она должна быть адекватной моделируемому производ-

ственным процессам.

Причем адекватность понимается не вообще, а по тем свойствам модели, которые считаются существенными. Модель должна описывать строительные процессы с необходимой степенью подробности и таким образом, чтобы они были организационно и технологически допустимыми. Здесь вступают в противоречия требования полноты отражения объекта моделирования и простоты модели, удобство ее анализа и быстродействия. Поэтому необходим поиск компромисса между этими двумя требованиями.

Модель должна обладать свойствами адаптивности, т.е. приспособляемости к тем изменениям, которые происходят в данных условиях. В процессе строительства непрерывно происходят изменения объекта моделирования, требующие своего отражения в модели. Требование устойчивости модели состоит в том, чтобы в процессе эксплуатации модели в нее вносилось минимальное количество изменений и чтобы трудоемкость корректировки модели была бы относительно невелика.

Важное требование при моделировании – учет многовариантности строительного производства. Вариантность влияет на структуру модели, на состав и интенсивность отображаемых ей видов работ. В первом случае учитываются изменения последовательности выполнения работ, совмещение, запараллеливание работ, изменение числа и характера захваток, особенности выполнения строительного-монтажных работ в разное время года и др. Во втором, например, замена одной работы на другую, изменение объемно-стоимостных характеристик работ, замена исполнителей работ и т.д. Учитывая, что каждая разновидность вариантности имеет множество организационно-технологических решений, можно представить, насколько велико число их сочетаний на каждом объекте строительства.

Организационно-технологическое моделирование значительно усложняется, если учитывать вероятностный характер строительного производства. В связи с этим должна быть предусмотрена выработка организационно-технологических решений с заданным уровнем надежности.

Для моделирования необходимы эффективные способы подготовки исходной информации, значительно сокращающие ручные операции и исключающие недостоверную информацию. Важным в связи с этим является информационная совместимость моделирования с другими задачами управления строительством, с одной стороны, и проектированием объектов строительства – с другой.

Моделирование с учетом вышеперечисленных требований связано с таким объемом математических и логических действий, подготовительных и графических работ, что выполнение их вручную в приемлемое время и с необходимым качеством нереально. Должны автоматизироваться и рассматриваться как единый процесс все этапы моделирования: подготовка информации, формирование, расчет, оптимизация, отображение, изменение и корректировка модели. Обязательным в этом процессе является участие человека, который в диалоговом режиме с ЭВМ вырабатывает организационно-технологические решения.

## 2.2 Понятие о работе и связи в организационно-технологических моделях

Организационно-технологические модели отражают взаимосвязанные работы, выполняемые при возведении зданий и сооружений. В зависимости от степени детализации работами в модели могут быть:

операции, соответствующие процессам, отраженным в ЕНИР;

однородная единичная работа (ЕР) – работа, соответствующая ГЭСН, на основе которой составляется смета[7];

группа однородных работ (ГОР) – объединение работ с одинаковыми единицами измерения физических объемов, типом применяемых машин и механизмов. Исполнителями этих работ являются звенья или отдельные рабочие, выполняющие простые процессы или операции;

укрупненный вид работ (УВР) – совокупность ГОР, объединенных по признаку общности конструктивного элемента и имеющих в большинстве случаев название, соответствующее разделам сборников единичных расценок;

технологический комплекс работ – объединение УВР и ГОР по технологическим и организационным признакам, а также по признаку специализации исполнителей. Исполнителями этих работ являются комплексные или специализированные бригады, выполняющие сложные процессы.

Основой составления, расчета и оптимизации организационно-технологических моделей, как правило, является информация из проектной документации на строительство объекта и прежде всего сметы. Эта информация, в основном, не систематизирована и настолько детальная, что не может быть использована в необработанном виде для организационно-технологических и плановых решений.

## Организационно-технологическое проектирование

В связи с этим возникает необходимость в создании непротиворечивой системы данных и методов укрупнения строительно-монтажных работ, удовлетворяющих различным уровням детализации ОТМ. Пример объединения информации по уровням укрупнения работ показан на рисунке 2.1.

По цепочке отнесения ЕР к ГОР, УВР и последних к ТКР производится агрегирование данных – стоимости, физического объема и трудовых затрат. Объемы ГОР, УВР и ТКР определяются как сумма объемов работ их составляющих с учетом единиц измерения. Трудоемкость и стоимость рассчитываются путем суммирования показателей этих параметров по каждой работе.

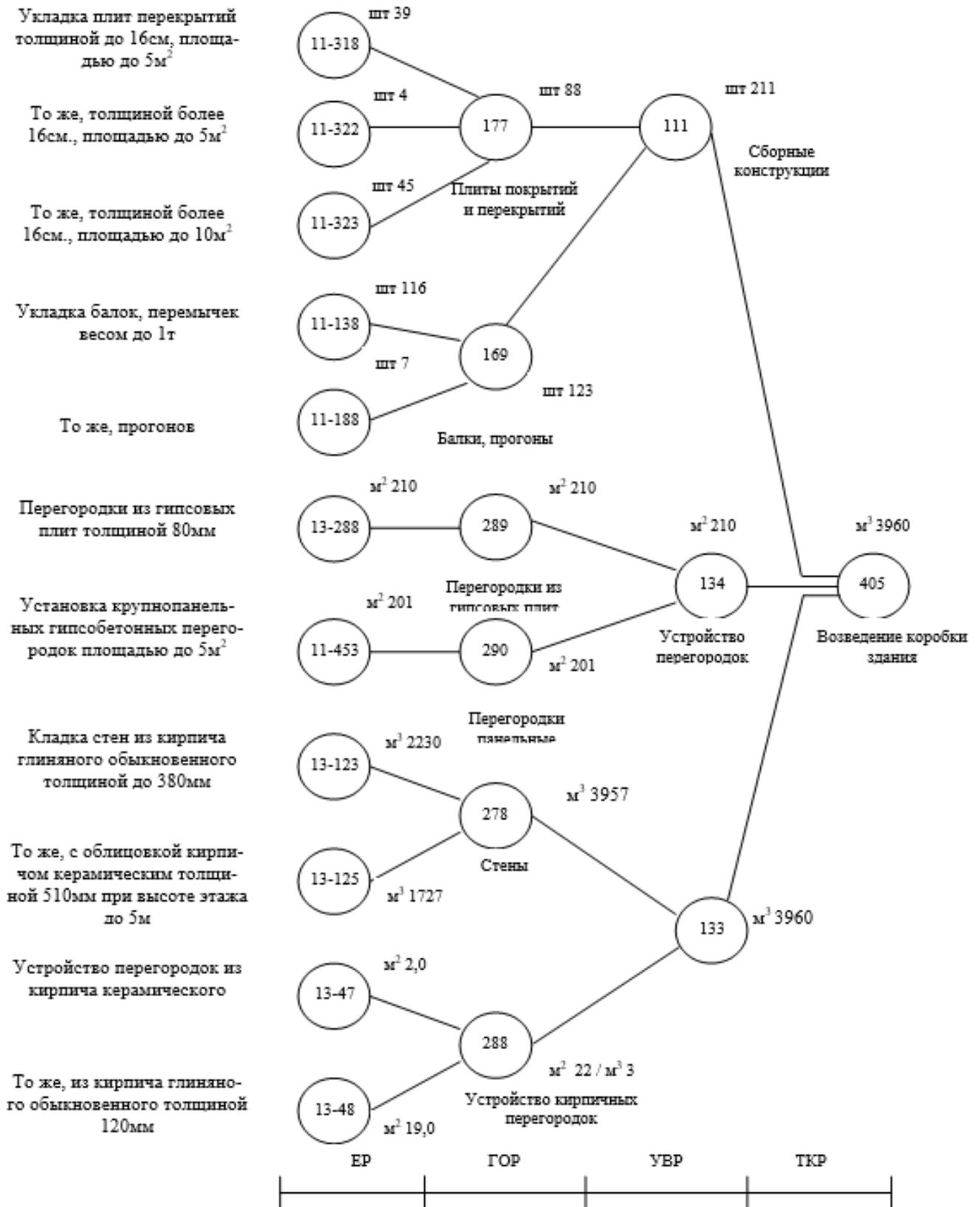


Рисунок 2.1 – Преобразование информации из сметы при многоуровневой агрегации

## Организационно-технологическое проектирование

Объемы ГОР и УВР, входящих в ТКР, могут иметь с ним одинаковые единицы измерения, однако, учитывая различное содержание, их нельзя суммировать. В этом случае, для того чтобы определить объемы каких ГОР и УВР нужно суммировать, вводится понятие ведущей работы.

Например, технологический комплекс работ "Каменно-монтажные работы" включает два УВР, с одинаковыми единицами измерения, м<sup>3</sup>: "Монтаж сборных конструкций" и "Кирпичная кладка". Ведущим принимается последний УВР, следовательно, объем ТКР – это сумма объемов кирпичной кладки.

Если работу можно разбить на элементарные составляющие, то ее называют составной. В противном случае – работа локальная (детальная). Составную работу можно разворачивать и сворачивать. При моделировании строительного производства рассматриваются обычно составные работы, так как модели на уровне локальных работ данного комплекса имеют чрезвычайно большую размерность даже для сравнительно простых процессов.

Между любыми двумя работами комплекса работ, или, точнее, между любыми двумя событиями, определяющими факты начала и (или) окончания двух работ комплекса, существуют временные связи.

Связи между составными работами часто имеют более сложный характер, чем между локальными. Это зависит от организации работ и технологии процесса и обусловлено спецификой данного комплекса работ. В то же время каковы бы ни были зависимости между составными работами на различных объектах, при одинаковой технологии зависимости между локальными работами не меняются. Связи между работами (рисунок 2.2) могут быть прямыми и обратными, иметь место в начале (НН), конце (ОО), в произвольные моменты (события) их выполнения (а, b), в конце предыдущей и начале данной работы при прямой последовательности выполнения работ (ОН), при обратной последовательности их выполнения (НО), в начале и конце, при совмещенном выполнении работ (НН, ОО), в нескольких произвольных моментах (НН, а1 b1, а2 b2, ..., ОО).

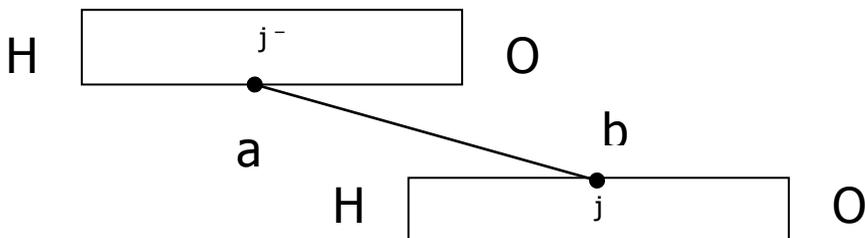


Рисунок 2.2 – Изображение положения взаимосвязанных работ

По своему существу бывают связи ресурсные и фронтальные (рисунок 2.3).

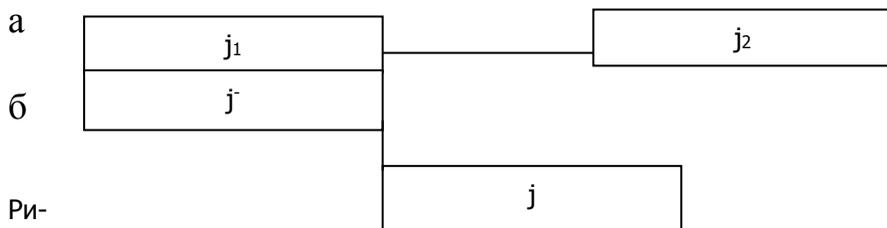


Рисунок 2.3 – Ресурсная (а) и фронтальная (б) связи между работами

**Ресурсная** (организационная) – это связь между двумя смежными работами одного вида (на рисунке 2.3  $j_1$  и  $j_2$ ), т.е. между работами одного вида, выполняемыми на смежных фронтах. Ресурсные связи отражают степень непрерывности смежных работ внутри каждого вида, т.е. степень непрерывности использования ресурсов. В том случае, когда исполнители после завершения работы на одном частном фронте немедленно начинают работу на другом, они работают без простоя, в противном случае с простоем (ожиданием).

**Фронтальная** (технологическая) связь представляет собой связь между двумя смежными работами разных видов ( $j^-$  и  $j$ ), выполняемыми на одном частном фронте. Фронтальные связи отражают степень непрерывности освоения частных фронтов.

В том случае, когда на данном фронте после завершения предшествующей работы немедленно начинается последующая, то фронт работ не простаивает, в противном случае наблюдается простой фронта работ.

Фиксацию технологической необходимости окончания рабо-

ты  $j$ , без чего невозможно выполнение работы  $j$  называют зависимостью (начало работы  $j$  зависит от окончания работы  $j$ ).

### 2.3 Организационно-технологические модели, применяемые в строительстве

При организации, планировании и управлении строительством наиболее широко используются линейные календарные графики, циклограммы, сетевые графики.

**Линейный график** (диаграмма Гантта) отображает в масштабе времени последовательность и сроки выполнения работ. Преимущества такого графика: простота, наглядность, возможность привязки к календарю. Недостатки: не видна взаимосвязь между работами, плохо формализуем (сложность применения математических методов и ЭВМ).

На рисунок 2.4 представлен линейный график трех процессов на трех захватках.



Рисунок 2.4 – Изображение линейного графика

**Циклограмма** отображает развитие процесса в пространстве и во времени (рисунок 2.5).

Преимущества циклограммы: простота, дает большую возможность формализации. Недостатки: при большом количестве процессов пользоваться неудобно, не показаны связи.

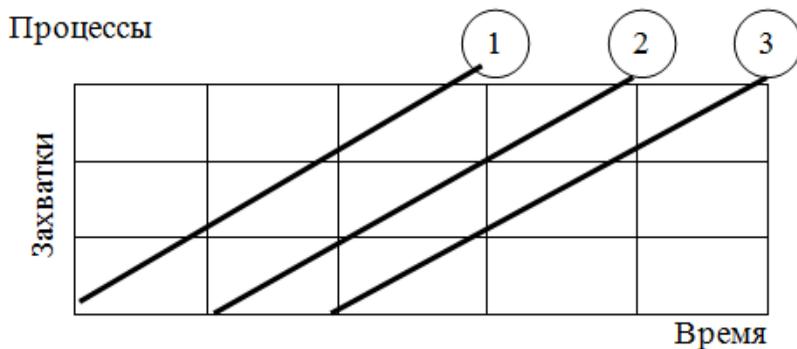


Рисунок 2.5 – Изображение циклограммы

**Сетевой график** отражает взаимосвязь и последовательность строительно-монтажных работ в соответствии с принятыми методами их выполнения и содержит информацию о сроках выполнения работ и строительства в целом (рисунок 2.6).

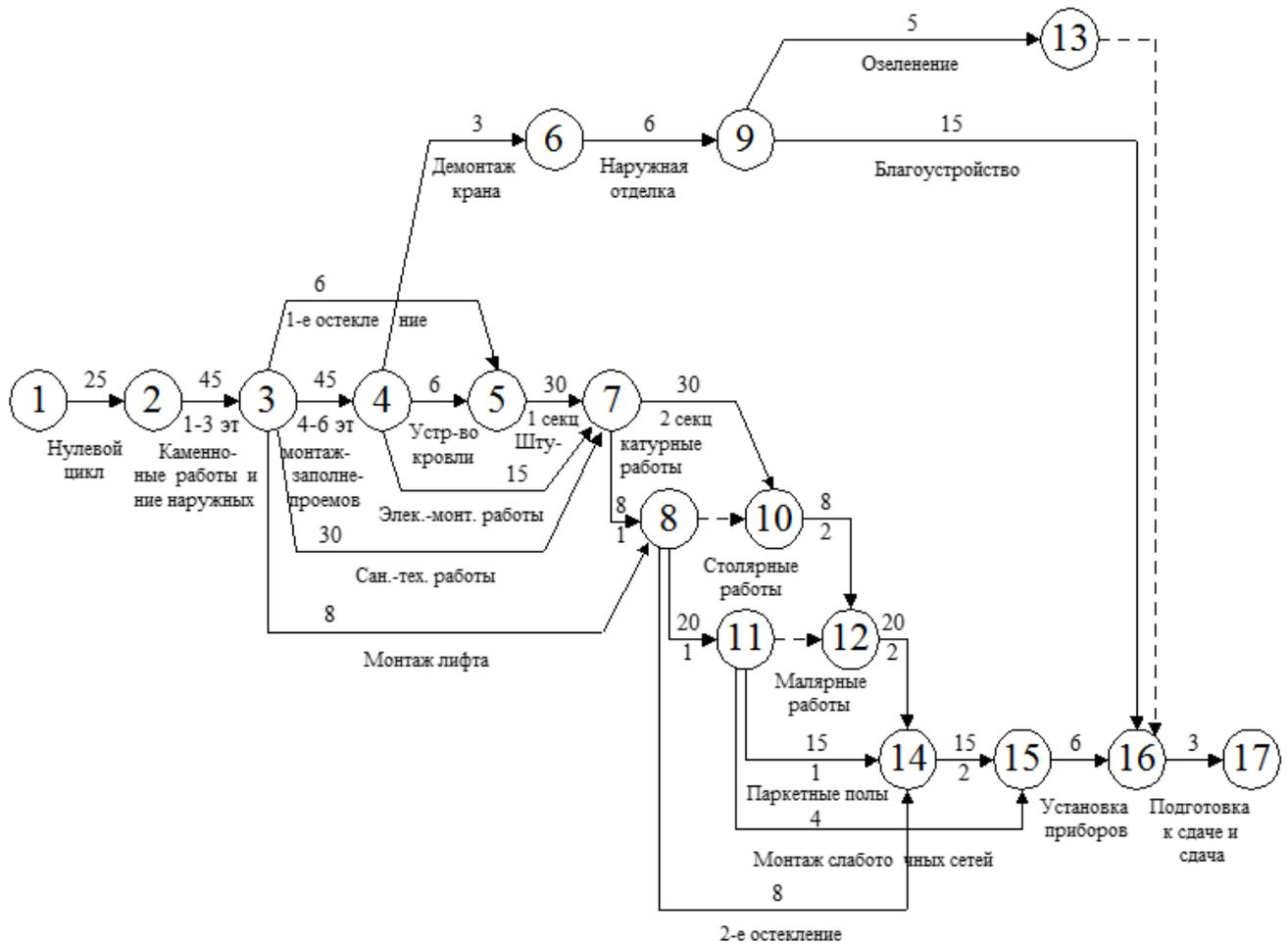


Рисунок 2.6 – Укрупненный сетевой график строительства жилого дома

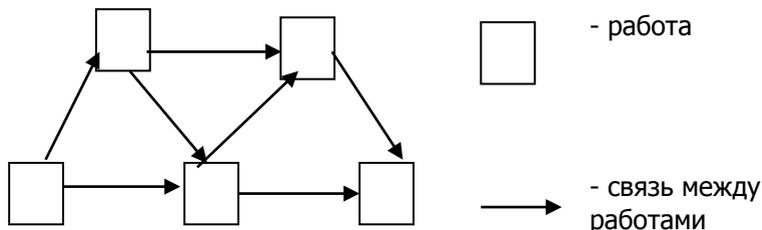
Преимущества: позволяет четко и ясно отобразить взаимосвязь и последовательность работ; возможность формализации, что позволяет корректировать, рассчитывать и оптимизировать график; возможность использования ЭВМ для анализа и моделирования.

Недостаток – определенная сложность в понимании и чтении, необходимость дополнительной привязки к календарю.

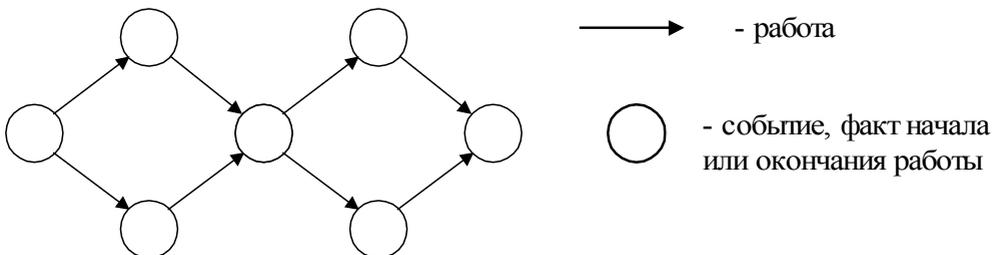
Разновидности сетевых моделей:

1 Сетевые модели могут ориентироваться на события (сети типа "вершины – работы") и на работы (сети типа "вершины – события"):

**а) на события**

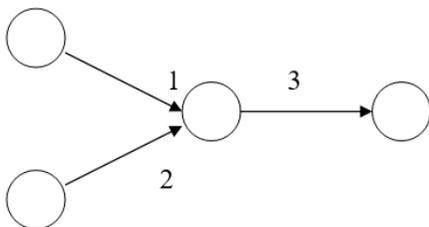


**б) на работы**



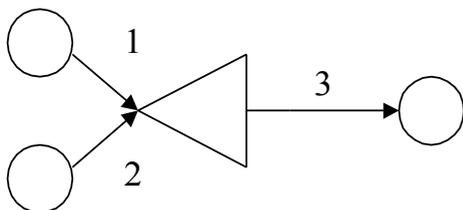
2 Сетевые модели могут быть канонические и альтернативные:

а) **канонические**

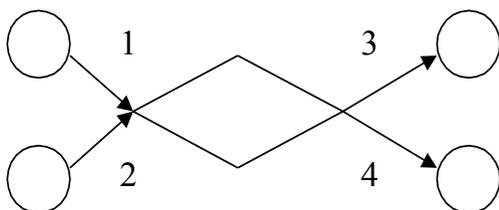


Работа 3 может быть выполнена, если выполнены работы 1 и 2.

б) **альтернативные**



Работа 3 может быть выполнена, если выполнены работы 1 или 2.



После выполнения раб 1 или 2 может быть выполнена работа 3 или 4.

3 **Детерминированная** модель, с фиксированной структурой (топологией) сети и заданной длительностью каждой работы. Эти модели могут быть: одноцелевые и многоцелевые. Одноцелевые характеризуются единственными исходными и завершающими событиями. Многоцелевые имеют несколько завершающих событий.

4 **Вероятностная** модель, где некоторые параметры работ заданы случайными величинами, например:

модели с неопределенностью продолжительности работ, временные параметры заданы случайными числами;

модели с неопределенностью состава работ, сеть задается альтернативно;

Организационно-технологическое проектирование

вероятностные ресурсные модели: ресурсные характеристики работ обладают большей или меньшей степенью неопределенности.

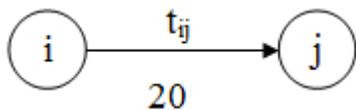
5 **Обобщенные** модели, которые позволяют отразить ряд дополнительных требований и ограничений, учитываемых при выполнении СМР. К ним относятся:

непрерывность ведения некоторых работ, самой работы и цепочек работ;

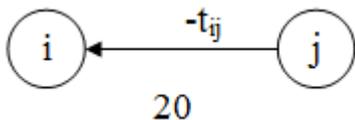
непревышение допустимого совмещения работ;

соблюдение общей продолжительности строительства.

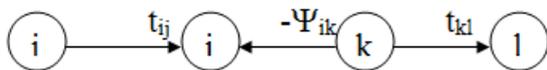
Работы в обобщенной модели отображаются следующим образом:



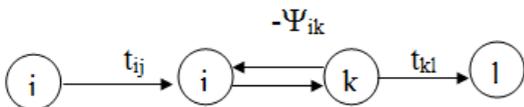
Работа ij выполняется не менее 20 дней.



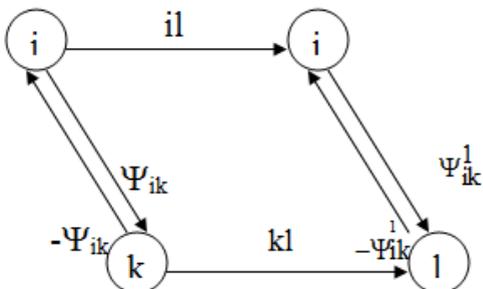
Работа ij выполняется не более 20 дней.



Допускается перерыв между работами ij и kl не более  $-\Psi_{ik}$



Указывается жесткое ограничение в перерывах между работами ij и kl (не больше  $\Psi_{ik}$  и не менее  $\Psi_{ik}$ )



Жесткое совмещение работ ij и kl, начала – не более  $-\Psi_{ik}$ , не менее  $\Psi_{ik}$ , окончания – не более  $-\Psi_{jl}^1$ , не менее  $\Psi_{jl}^1$

## Организационно-технологическое проектирование

Прошлый опыт применения организационно-технологических моделей в строительстве показал, что они не давали в полной мере запланированного эффекта.

Графики в линейном и сетевом виде составлялись вручную к началу строительства, и дальнейшая жизнь стройки должна была подчиняться заложенным в них решениям. Но ситуация на стройках быстро менялась и графики приходилось фактически заново составлять и рассчитывать, что вело к большим затратам труда инженерно-технических работников. Отрыв графика от конкретных сложившихся условий делал его не реальным, превращал из инструмента для планирования и управления ходом работ в инструмент разового пользования. Недостаточное качество и длительные сроки разработки графиков, несоответствие принимаемых в них решений современным требованиям обусловили необходимость поиска новых методов их разработки.

К настоящему времени произошли заметные сдвиги в решении этого вопроса. Получили распространение экономико-математическое моделирование, автоматизированные методы решения задач, методы машинной имитации и др.

Вопросы организационно-технологического моделирования неразрывно связаны с применением электронно-вычислительной техники. В области автоматизации организационно-технологического моделирования выполнено много работ. Часть из них какое-то время использовалась в строительных организациях, но жизнеспособными оказались не многие. Среди них наибольшее распространение в настоящее время за рубежом и у нас в стране получают программные комплексы для управления проектами. Они являются эффективным средством составления расписания работ по строительным проектам и программам.

Чтобы овладеть современными средствами и методами моделирования строительства объектов, необходимо знать их основу, научиться составлять модели, производить расчет и оптимизацию графиков. Отобразить порядок возведения сложного объекта, осуществлять научно обоснованное календарное планирование строительства, определять и разрешать многие проблемные ситуации, возникающие в процессе производства нагляднее всего позволяют сетевые графики.

Вопросам разработки и применения сетевых графиков в строительстве посвящены следующие разделы.

## 3 РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

### 3.1 Элементы и основные правила построения сетевых моделей

Наибольшее распространение в строительстве получили сетевые графики, состоящие из кружков и линий в виде стрелки. Кружки – события модели, стрелки – работы. Стрелка отображает: сплошная линия – действительную работу, пунктирная – зависимость, штрих пунктирная – ожидание.

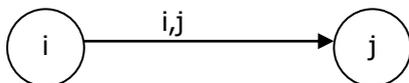
**Действительная работа** – трудовой процесс, требующий затрат времени и ресурсов (например, штукатурные работы).

**Зависимость** или фиктивная работа – логическая связи между двумя событиями, не требующая затрат времени и ресурсов, но указывающая, что возможность начала одной работы непосредственно зависит от результатов другой.

**Ожидание** – процесс, не требующий затрат труда, но занимающий время (например, процесс твердения бетона).

**Событие** – результат одной или совокупный результат нескольких работ (факт выполнения), представляющий возможность начать одну или несколько непосредственно следующих работ.

Любая работа сетевого графика соединяет два события – начальное и конечное:

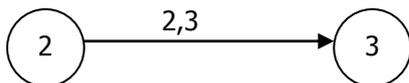


$i$  – начальное событие, непосредственно предшествующее данной работе;

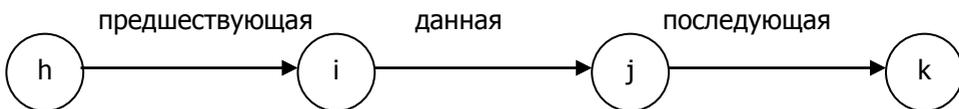
$j$  – конечное событие, следующее за работой;

$i,j$  – код работы.

Например, работа 2,3 имеет графический вид:



Отображение последовательности работ:



h – исходное событие, не имеющее предшествующих работ;  
k – завершающее событие, не имеющее последующих работ.

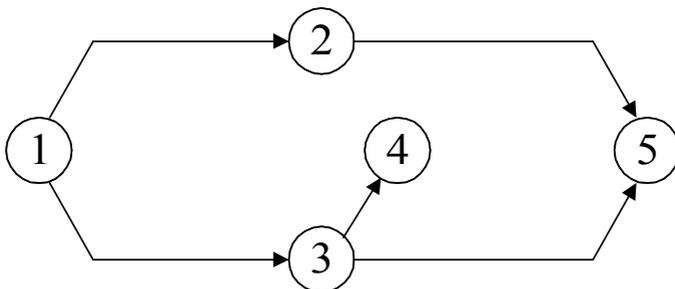
Любая последовательность работ в сети, в которой конечное событие данной работы совпадает с начальным событием последующей работы, называется **путем**.

**Полный путь** – путь, начало которого совпадает с исходным событием, а конец с завершающим событием сети.

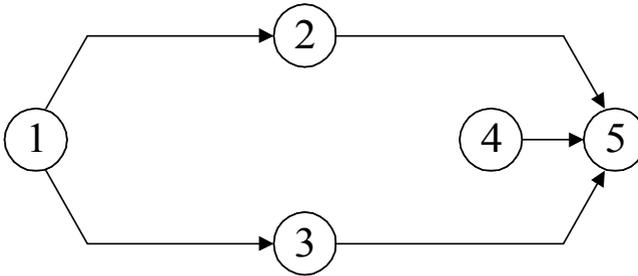
**Длина пути** равна сумме продолжительности составляющих ее работ. Путь, имеющий наибольшую продолжительность, называется критическим путем.

Правила построения сетевых графиков:

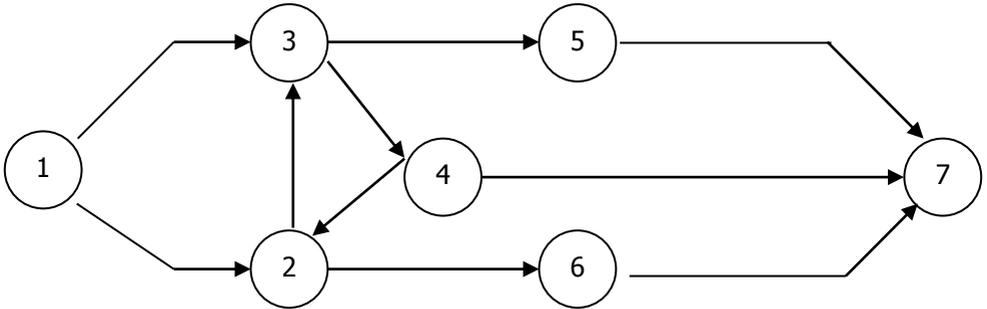
1 Не должно быть "тупиков"



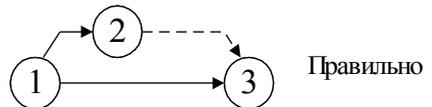
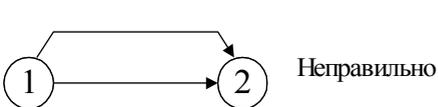
2 Не должно быть "хвостов"



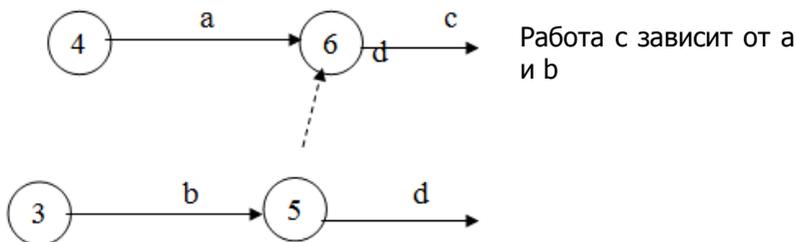
3 Не должно быть замкнутых контуров



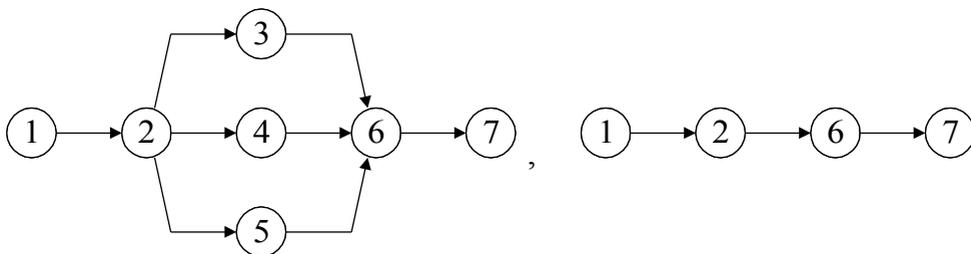
4 Не допускаются работы с одинаковыми кодами (параллельно выполняемые работы)



5 Правило отображения работ, выполненных дифференциально



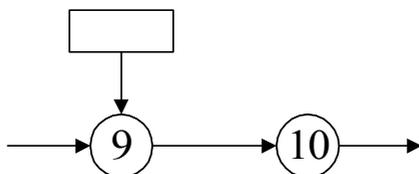
6 Правило укрупнения работ сетевого графика



7 Правило кодирования – конечное событие работы имеет больший номер, чем начальное

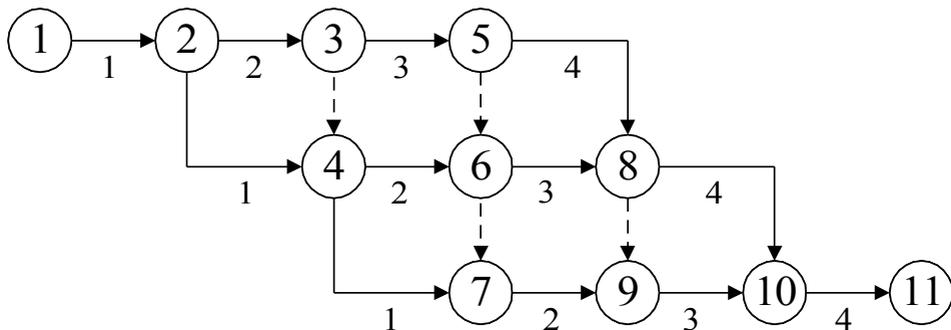


8 Изображение внешних поставок оборудования

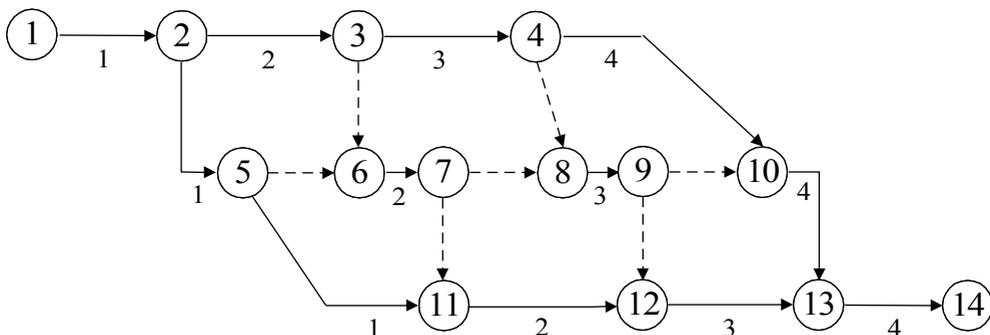


9 Правило отображения в сетевом графике поточно-выполняемых работ.

Неправильно: имеются логические противоречия в виде сквозных зависимостей



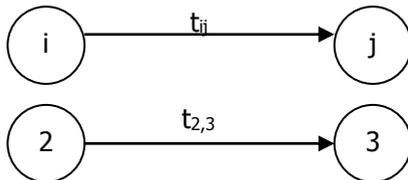
Правильно: логические противоречия исключаются введением дополнительных событий и зависимостей.



### 3.2 Параметры сетевого графика

Сетевой график имеет следующие параметры:

- 1) *продолжительность работы* –  $t_{ij}$ ;



- 2) *длина критического пути* –  $t_{кр}$ ;

- 3) *продолжительность любого пути* –  $t(L)$ ;

4) *ранний срок свершения события*  $t_i^p$  – самый ранний из возможных сроков наступления данного события в результате выполнения всех предшествовавших работ. Он равен продолжительности критического пути от исходного события до данного;

5) *поздний срок свершения события*  $t_i^n$  – свершение события в срок, необходимый для выполнения всех работ, следующих за данным событием. Он равен разности продолжительности критического пути и продолжительности максимального из последующих за событием путей.

Это самый поздний срок наступления события, при котором продолжительность критического пути не изменяется.

Для событий, принадлежащих критическому пути,  $t_i^p = t_i^n$ .

6) *резерв времени события* –  $R_i$ , разность между поздним сроком и ранним,  $R_i = t_i^n - t_i^p$ ;

- 7) *ранний срок начала работы* –  $t_{ij}^{PH} = t_i^p$ ;

- 8) *раннее окончание работы* –  $t_{ij}^{PO} = t_{ij}^{PH} + t_{ij}$ ;

- 9) *позднее окончание работы* –  $t_{ij}^{NO} = t_j^n$ ;

- 10) *позднее начало работы* –  $t_{ij}^{PN} = t_{ij}^{NO} - t_{ij}$ ;

Для всех работ критического пути –  $t_{ij}^{PH} = t_{ij}^{PN}$  и  $t_{ij}^{PO} = t_{ij}^{NO}$ ;

- 11) *полный резерв времени пути* –  $R(L) = t_{кр} - t(L)$ ;

12) *полный или общий резерв времени работы* –  $R_{ij}$  определяется как резерв времени у максимального из путей, проходящий через эту работу. Величина  $R_{ij}$  показывает на какое время

может быть увеличена продолжительность работы  $t_{ij}$ , чтобы при этом длина максимального из путей, проходящих через эту работу не превышала длины критического пути:

$$R_{ij} = t_{ij}^{nn} - t_{ij}^{pn} \text{ или } R_{ij} = t_{ij}^{no} - t_{ij}^{po} = t_j^n - (t_{ij}^{pn} + t_{ij}).$$

Для работы, лежащей на критическом пути,  $R_{ij} = 0$ ;

13) *свободный или частный резерв времени* –  $r_{ij}$ , максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность данной работы или перенести её начало без изменения ранних сроков начала последующих работ:

$$r_{ij} = t_j^p - (t_{jj}^{pn} + t_{ij}).$$

### 3.3 Подготовка данных для расчета сетевого графика

Необходимые исходные данные для расчёта сетевого графика подготавливаются в карточке-определителе работ сетевого графика (таблица 3.1)

Таблица 3.1 – Карточка-определитель работ сетевого графика

Объект ..... Организация-исполнитель .....

Характеристика работ						Бригада		Сменность	Осн. Механизмы		Оборудование, материалы, полуфабрикаты и т.д.			
наименование	код работы	Объем		трудоемкость, (чел.-дн.)	продолжительность, дн.	профессия	количество работающих в смену		наименование	количество	наименование	единица измерения	количество	поставщик
		единица измерения	количество											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Объемы работ (гр. 4) определяют по сметам. Объём общестроительных работ выражают в натуральных показателях, специализированных – в стоимостном. Затраты труда (гр.5) определяют по элементным сметным нормам или по укрупненным показателям по видам работ. Возможно определение трудозатрат по выработке одного рабочего в день  $Q = V/B$ ;  $V$  – объем работ,  $B$  – выработка. Объём работ и выработка могут быть в натуральных измерителях или в рублях.

Численный состав бригад (гр. 8) принимается по данным строительной организации или расчётным путём:

$Ч_6 = Ч_3 K$ , где  $Ч_6$  – численный состав бригады;  $Ч_3$  – численный состав звена по ЕНИР;  $K$  – количество звеньев в зависимости от фронта работ.

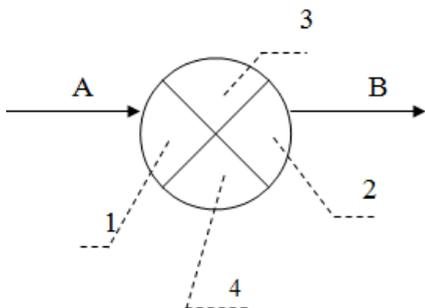
При установлении сменности работ (гр. 9) следует учитывать, что использование крупных строительных машин должно быть в две смены. Продолжительность работы (гр. б) определяют путём деления трудоёмкости работ на число рабочих в бригаде и коэффициент перевыполнения норм выработки. Потребность в материальных ресурсах (гр. 14) определяется по производственным нормам расхода материалов.

### 3.4 Определение основных расчетных параметров сетевого графика

Расчет сетевого графика может производиться секторным методом непосредственно на графике и табличным способом.

#### Секторный метод расчета сетевого графика

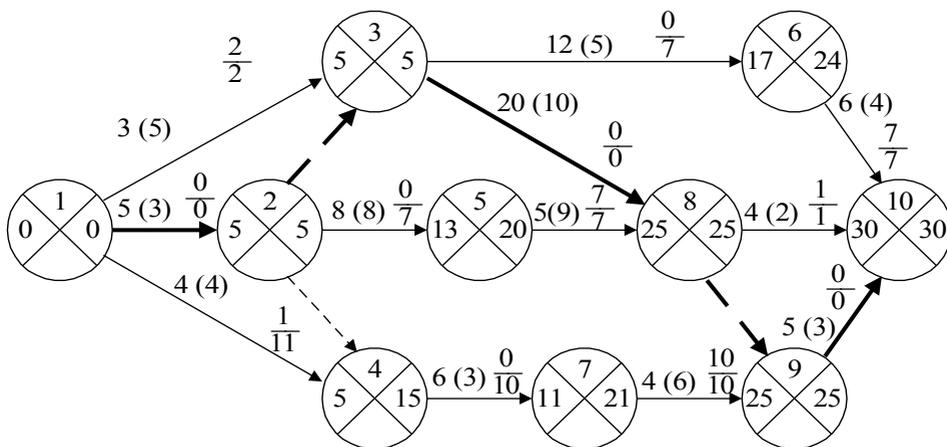
При расчете секторным методом событие сетевой модели делится на четыре сектора (рисунок 3.1).



1. Раннее начала работ В.
2. Позднее окончание работы А.
3. Код события.
4. Номер предшествующего события, через которое к данному идет максимальный путь (может не указываться)

Рисунок 3.1 – Изображение событий для расчета на графике

Расчет сетевого графика секторным методом показан на рисунке 3.2.



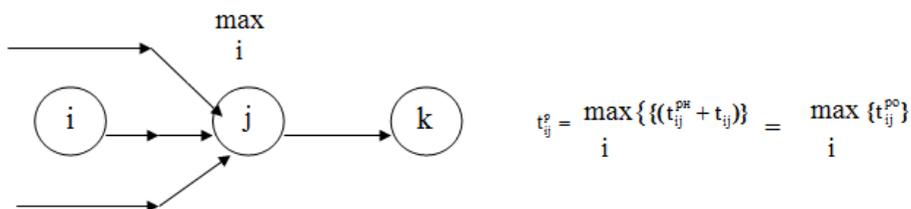
Над стрелкой указаны продолжительность работы, численность рабочих (в скобках) и через дробь резервы времени.

Рисунок 3.2 – Расчет сетевого графика секторным методом

Последовательность расчета сетевого графика секторным методом.

*1 Расчет ранних сроков свершения событий* (слева направо от исходного события).

Раннее свершение исходного события принимается равным нулю. Раннее свершение последующих событий равно наибольшей из сумм ранних начал и продолжительностей предшествующих этому событию работ



Так, на рисунке 3.2

$$t_1^p = 0,$$

$$t_2^p = t_{1,2}^{PH} + t_{1,2} = 0 + 5 = 5,$$

$$t_3^p = \max \{ (t_{1,3}^{PH} + t_{1,3}); (t_{2,3}^{PH} + t_{2,3}) \} = \max \{ (0 + 3); (5 + 0) \} = 5,$$

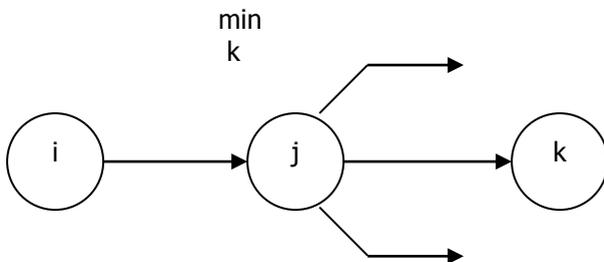
$$t_4^p = \max \{ (t_{1,4}^{PH} + t_{1,4}); (t_{2,4}^{PH} + t_{2,4}) \} = \max \{ (0 + 4); (5 + 0) \} = 5, \text{ ит.д.}$$

В расчетах продолжительность зависимостей  $t_{2,3}$ ,  $t_{2,4}$ ,  $t_{8,9}$  равна нулю.

*2 Расчет поздних сроков свершения событий* (справа налево от завершающего события). Позднее свершение завершающего события равно его раннему сроку свершения:

$$t_{10}^H = t_{10}^P = 30$$

Позднее свершение другого какого-либо события равно наименьшей из разностей поздних окончаний последующих за этим событием работ и их продолжительностей:



$$t_{ik}^{nH} = \min_k \left\{ \left( t_{jk}^{no} + t_{ij} \right) \right\} = \min_k \left\{ t_j^n \right\}$$

$$t_8^n = \min \left\{ (t_{8,10}^{no} - t_{8,10}); (t_{8,9}^{no} - t_{8,9}) \right\} = \min \{ (30 - 4); (25 - 0) \} = 25;$$

$$t_6^n = t_{6,10}^{no} - t_{6,10} = 30 - 6 = 24;$$

$$t_9^n = t_{9,10}^{no} - t_{9,10} = 30 - 5 = 25;$$

$$t_7^n = t_{7,9}^{no} - t_{7,9} = 25 - 4 = 21$$

### 3 Расчет частных ( $r$ ) и общих ( $R$ ) резервов времени работ

$$r_{ij} = t_j^p - (t_{ij}^{pH} + t_{ij}), \quad R_{ij} = t_j^n - (t_{ij}^{pH} + t_{ij}),$$

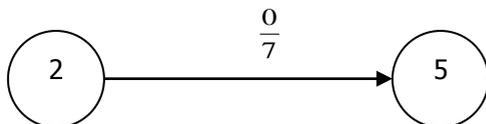
$$r_{1,2} = 5 - (0 + 5) = 0, \quad R_{1,2} = 5 - (0 + 5) = 0,$$

$$r_{1,3} = 5 - (0 + 3) = 2, \quad R_{1,3} = 5 - (0 + 3) = 2,$$

$$r_{1,4} = 5 - (0 + 4) = 1, \quad R_{1,4} = 15 - (0 + 4) = 11,$$

$$r_{2,3} = 5 - (5 + 0) = 0, \quad R_{2,3} = 5 - (5 + 0) = 0, \text{ и т.д.}$$

Значение резервов записывается над стрелкой в ее конце (в числителе – частный, в знаменателе – общий)



#### 4 Определение критического пути

Работа  $ij$ , лежащая на критическом пути, имеет:

$$r_{ij} = R_{ij} = 0, \quad t_i^p = t_i^n, \quad t_j^p = t_j^n$$

Критический путь рассматриваемого сетевого графика состоит из следующих работ: 1,3; 3,8; 8,9; 9,10.

**Табличный метод расчета сетевого графика представлен в таблице 3.2**

Таблица 3.2 – Таблица расчета сетевого графика

Код Работ	$t_{ij}$	$t_{ij}^{PH}$	$t_{ij}^{PO}$	$t_{ij}^{PH}$	$t_{ij}^{NO}$	$R_{ij}$	$r_{ij}$
1-2	5	0	5	0	5	0	0
1-3	3	0	3	2	5	2	2
1-4	4	0	4	11	15	11	1
2-3	0	5	5	5	5	0	0
2-4	0	5	5	15	15	10	0
2-5	8	5	13	12	20	7	0
3-6	12	5	17	12	24	7	0
3-8	20	5	25	5	25	0	0
4-7	6	5	11	15	21	10	0
5-8	5	13	18	20	25	7	7
6-10	6	17	23	24	30	7	7
7-9	4	11	15	21	25	10	10
8-9	0	25	25	25	25	0	0
8-10	4	25	29	26	30	1	1
9-10	5	25	30	25	30	0	0

## 1 Расчет раннего начала и окончания работ

$$t_{jk}^{PH} = \max\{t_{ij}^{PO}\}, \quad t_{jk}^{PO} = t_{jk}^{PH} + t_{jk};$$

$$t_{1,2}^{PH}=0, \quad t_{1,2}^{PO}=0+5=5;$$

$$t_{1,3}^{PH}=0, \quad t_{1,3}^{PO}=0+3=3;$$

$$t_{1,4}^{PH}=0, \quad t_{1,4}^{PO}=0+4=4;$$

$$t_{2,3}^{PH}=t_{1,2}^{PO}=5, \quad t_{2,3}^{PO}=5+0+5;$$

$$t_{2,4}^{PH}=t_{1,2}^{PO}=5, \quad t_{2,4}^{PO}=5+0=5;$$

$$t_{2,5}^{PH} = t_{1,2}^{PO} = 5, \quad t_{2,5}^{PO} = 5 + 8 = 13;$$

$$t_{3,6}^{PH}=\max\{t_{1,3}^{PO}, t_{2,3}^{PO}\}=\max\{3,5\}=5, \quad t_{3,6}^{PO}=5+12=17 \text{ и т.д.}$$

## 2 Расчет позднего начала и окончания работ

$$t_{ij}^{NO} = \min\{t_{jk}^{NH}\}, \quad t_{ij}^{NH} = t_{ij}^{NO} - t_{ij};$$

$$t_{9,10}^{NO} = t_{9,10}^{PO} = 30, \quad t_{9,10}^{NH} = 30 - 5 = 25;$$

$$t_{8,10}^{NO} = t_{10}^N = 30, \quad t_{8,10}^{NH} = 30 - 4 = 26;$$

$$t_{8,9}^{NO} = t_{9,10}^{NH} = 25, \quad t_{8,9}^{NH} = 25 - 0 = 25;$$

$$t_{7,9}^{NO} = t_{9,10}^{NH} = 25, \quad t_{7,9}^{NH} = 25 - 4 = 21;$$

$$t_{6,10}^{NO} = t_{10}^N = 30, \quad t_{6,10}^{NH} = 30 - 6 = 24;$$

$$t_{5,8}^{NO} = \min\{t_{8,9}^{NH}, t_{8,10}^{NH}\} = \min\{25, 26\} = 25, \quad t_{5,8}^{NH} = 25 - 5 = 20 \text{ и т.д.}$$

### 3 Расчет резервов времени

Общий:

$$R_{ij} = t_{ij}^{по} - t_{ij}^{рн},$$

$$R_{1,2} = t_{1,2}^{по} - t_{1,2}^{рн} = 5 - 5 = 0,$$

$$R_{1,3} = t_{1,3}^{по} - t_{1,3}^{рн} = 5 - 3 = 2 \text{ и т.д.}$$

Частный:

$$r_{ij} = t_{jk}^{рн} - t_{ij}^{по},$$

$$r_{1,2} = t_{2,3}^{рн} - t_{1,2}^{по} = 5 - 5 = 0,$$

$$r_{1,3} = t_{2,3}^{рн} - t_{1,3}^{по} = 5 - 3 = 2 \text{ и т.д.}$$

## 3.5 Приведение сетевого графика к заданному сроку строительства

После расчета временных параметров сетевого графика производится его анализ с целью установления соответствия продолжительности критического пути директивным (или нормативным) срокам. Сокращение сроков строительства достигается за счет изменения ранее принятых технологических решений и уменьшения продолжительности работ. Изменение ранее принятых технологических решений заключается в совмещении и запа-раллеливании работ, введении другой последовательности и выполнения, снятия связей между ними, изменении положения работ в сетевой модели.

Для сокращения сроков строительства за счет уменьшения продолжительности работ выбираются такие критические работы, выполнение которых в сжатые сроки связано с наименьшими дополнительными затратами и усилиями.

Режим выполнения той или иной работы определяется показателями ее продолжительности и интенсивности. Чем меньше продолжительность работы, тем больше интенсивность, т.е. больше количества привлекаемых ресурсов в единицу времени. Интенсивность, а следовательно, продолжительность могут изменяться в допустимых пределах (в зависимости от состава бригад, фронта работ, требований техники безопасности, особенностей технологии и т.д.). Увеличение интенсивности до максимальной величины ведет к большей напряженности и вероятности срыва при выполнении работ.

Напряженность выполнения отдельной работы характе-

ризуется величиной допустимого сокращения продолжительности этой работы:

$$\Delta_{ij} = t_{ij} - t_{ij}^{\min}$$

Принимая соотношение:

$$t_{ij} = \frac{Q_{ij}}{N_{ij}},$$

Степень напряженности работы можно оценить коэффициентом:

$$K_{ij} = 1 - \Delta_{ij}/t_{ij} = N_{ij}/N_{ij}^{\max},$$

где  $t_{ij}$  – продолжительность работы, принятая при расчете сетевого графика;

$t_{ij}^{\min}$

– минимальная продолжительность работы;

$Q_{ij}$  – трудоемкость выполнения работы в чел.-дн.;

$N_{ij}$  – принятое количество рабочих на работе;

$N_{ij}^{\max}$  – максимальное допустимое количество рабочих на работе.

Выбор работ, лежащих на критическом пути, продолжительность которых наиболее целесообразно сокращать, может производиться в следующем порядке. Из работ, лежащих на критическом пути, выбирается такая, у которой  $K_{ij}$  – минимальный.

По этой работе увеличивается численность рабочих (шаг изменения численности рабочих: рациональное количество, несколько бригад, максимально-допустимое на фронте работ).

Сетевой график вновь пересчитывается. Далее процедуры повторяются. Если при очередном цикле процедур расчетный срок строительства равен заданному – задача решена. Если нет, циклы продолжают. Если на всех работах критического пути численность рабочих доведена до максимальной величины, и при этом сетевой график не приведен к заданному сроку, то это означает, что достигнута минимальная продолжительность строитель-

ства при известных ограничениях на интенсивность ведения работ и решения задачи за счет дальнейшего увеличения численности рабочих невозможно.

### 3.6 Календаризация сетевого графика и оптимизация его по трудовым ресурсам

Календаризация сетевых графиков выполняется путем перекладки их в линейную форму и привязки к шкале времени.

Сетевой график привязывается к календарным срокам по расчетным датам раннего начала работ и их продолжительности.

Начинать календаризацию сетевых графиков следует с работ, лежащих на критическом пути, от исходного события до завершающего. Затем на календарный график наносятся все остальные работы.

Каждая работа на календарном графике кодируется номерами начального и конечного событий. Над линией, отображающей работу, указывается количество рабочих, необходимое для выполнения этой работы.

Частные резервы времени для работ, их имеющих, при календаризации сетевых графиков показываются пунктиром.

На рисунке 3.3 представлена календаризация ранее рассмотренного графика (рисунок 3.2). На первой строчке календаризованного сетевого графика откладываются работы, лежащие на критическом пути. На последующих строчках – другие цепочки работ.

Нанесение работ на график производится в следующем порядке. Отмечается точкой раннее начало работы, затем от нее проводится линия, соответствующая продолжительности этой работы. Далее, пунктиром, откладывается ее частный резерв. Например, раннее начало работы 7,9 – 11 дн. На временной шкале на отметке 11 дн. отмечаем точкой событие 7. Продолжительность работы, равную 4 дням, отображаем линией. Окончание работы  $11+4=15$  дн. отмечаем точкой (событие 9). После нее откладываем частный резерв этой работы, равный 10 дням.

После нанесения всех работ под линейным графиком строится график (эпюра) движения трудовых ресурсов, который показывает ежедневную численность рабочих за весь период выполнения комплекса работ. Построенный график движения трудовых ресурсов может иметь большие колебания. В этих случаях необходимо выполнить его оптимизацию (сглаживание) за счет имеющихся частных резервов времени работ сетевого графика.

Корректировка может происходить тремя способами: 1) пе-

## Организационно-технологическое проектирование

редвижкой выполнения работ на более поздние сроки вправо в пределах резерва времени; 2) увеличением продолжительности работы в пределах тех же резервов времени с одновременным уменьшением числа рабочих; 3) одновременным использованием обоих способов.

На графике (рисунок 3.3) использованы резервы времени работ 7.9 и 5.8. На первоначальном графике движения трудовых ресурсов максимальное количество рабочих в день было 30, после оптимизации стало 26.

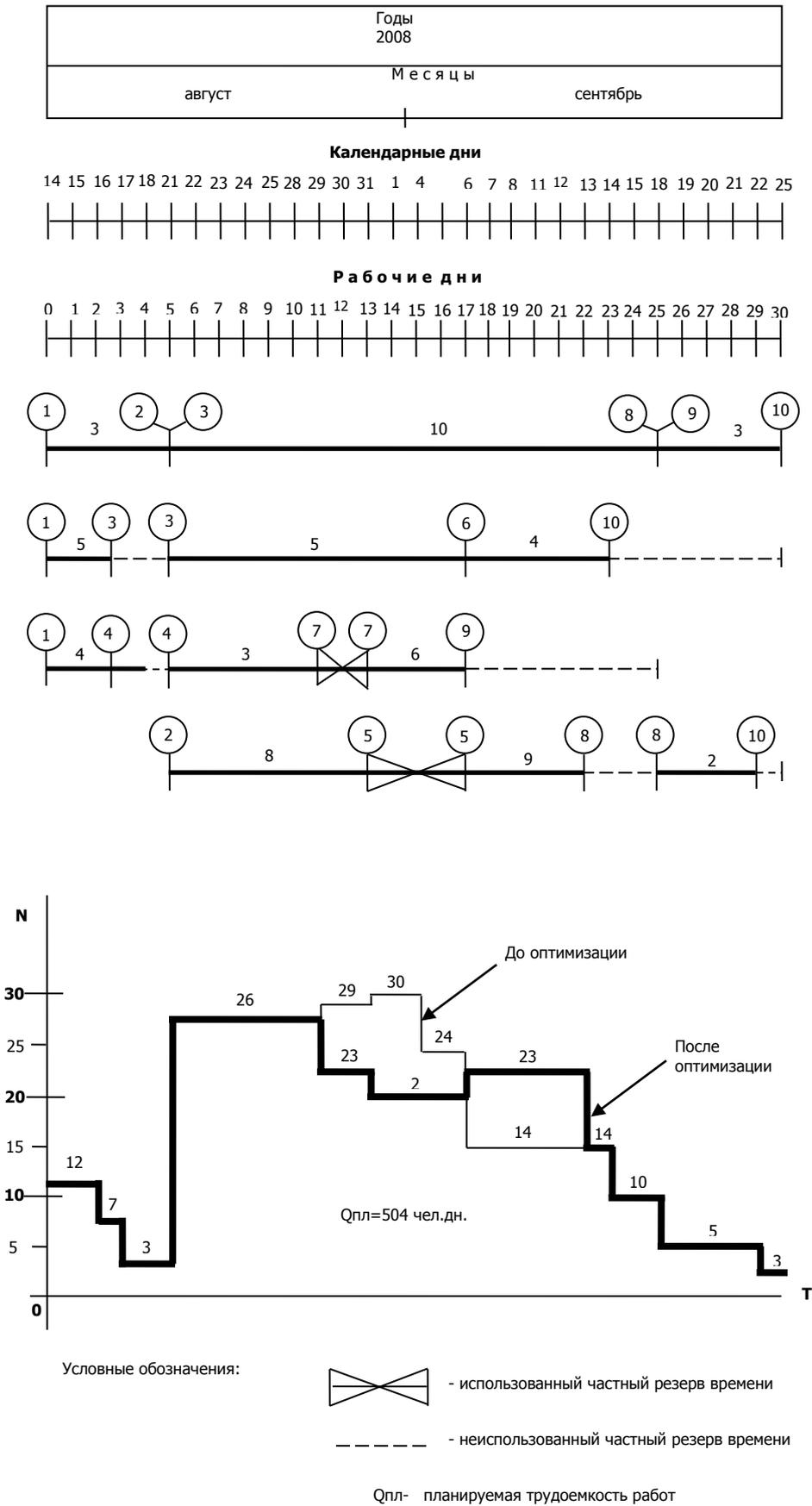


Рисунок 3.3 – Календаризованный сетевой график и график ежедневной численности рабочих

## Организационно-технологическое проектирование

График ежедневной численности рабочих оценивают с помощью коэффициента неравномерности загрузки трудовых ресурсов:

$$K = N_{\max} / N_{\text{ср}}, \quad N_{\text{ср}} = Q_{\text{пл}} / T,$$

где  $N_{\max}$  – максимальное количество рабочих (принимается по эюре);

$N_{\text{ср}}$  – средняя численность рабочих в течение всего периода выполнения работ;

$Q_{\text{пл}}$  – планируемая трудоемкость, чел.-дн. (равна площади эюры);

$T$  – общая продолжительность работ, дн. (определяется по критическому пути сетевого графика).

В рассматриваемом примере:

$$N_{\text{ср}} = \frac{504}{30} = 16,8; \quad N_{\max} = 26; \quad K = \frac{26}{16,8} = 1,5$$

Чем меньше  $K$  тем лучше, но обычно он колеблется от 1,5 до 2,5 при строительстве отдельных объектов. Если коэффициент больше 2,5, сетевой график необходимо исправить, уменьшить предельную численность рабочих посредством изменения количества рабочих и более равномерного распределения работ во времени.

### 3.7 Управление ходом строительства на основе сетевых моделей

*Этапы управления на основе сетевого графика:*

- 1 Съём информации о ходе выполнения работ.
  - 2 Прогноз объемов выполнения работ на 1-е число планируемого месяца.
  - 3 Корректировка сетевого графика.
  - 4 Перерасчет сетевого графика.
  - 5 Анализ отклонения от сроков выполнения работ, выявление причин отклонения.
  - 6 Принятие решений по исключению отклонений.
  - 7 Набор работ на плановый месяц и формирование документов оперативного плана.
  - 8 Исполнение решений.
- Такой информацией может быть процент выполнения ис-

ходных работ сетевого графика.

Корректировка сетевого графика включает: определение остаточных продолжительностей работ сетевого графика на начало планового месяца; нанесенные на график линии фронта работ по состоянию на 1-е число месяца (эту линию еще называют изотаймой); исключение из сетевого графика выполненных работ; построение нового сетевого графика на оставшиеся работы.

Остаточная продолжительность работы  $ij$  на начало планового месяца:

$$t'_{ij} = \frac{(100 - P_{ij}) \cdot t_{ij}}{100},$$

где  $t_{ij}$  – исходная продолжительность работы  $ij$ ;

$P_{ij}$  – выполнение работы  $ij$  на начала планового месяца в % от исходного объема.

Например, по данным оперативной информации о ходе выполнения работ сетевого графика (рисунок 3.2) проценты  $P_{ij}$  приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Информация о ходе выполнения работ

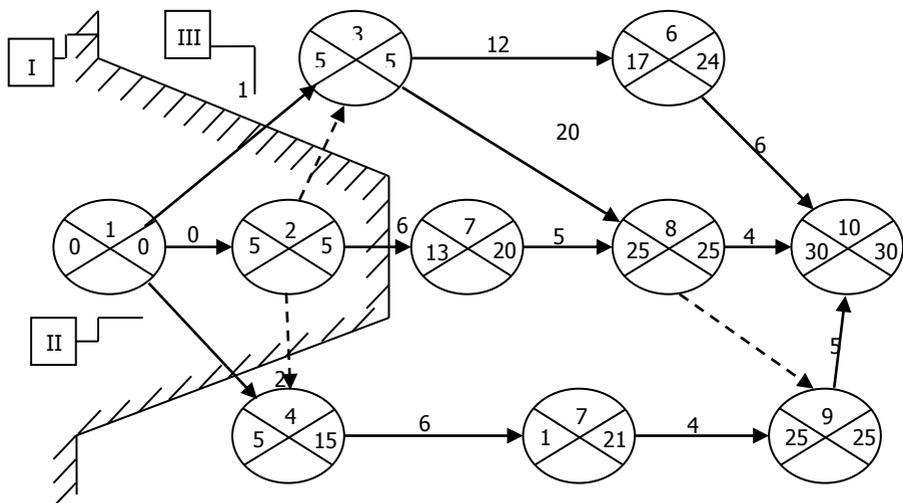
Код работы	Процент выполнения работы
1-2	100
1-3	80
1-4	50
2-5	30

Остаточная продолжительность

$$t'_{1,2} = \frac{(100 - 100)5}{100} = 0; \quad t'_{1,3} = \frac{(100 - 80)3}{100} = 0,6 \approx 1$$

$$t'_{1,4} = \frac{(100 - 50)4}{100} = 2; \quad t'_{2,5} = \frac{(100 - 30)8}{100} = 5,6 \approx 6$$

Фронт работ на 1-е число планового месяца показан на рисунке 3.4



I – изотайма (фронт работ)

II – выполненная часть работы

III – остаточная продолжительность работы

Рисунок 3.4 – Отображение фронта работ по состоянию на 1-е число планового месяца

Изотайма принимается за нулевую линию отсчета и представляется исходным событием графика. Окончательно откорректированный сетевой график будет иметь вид как показано на рисунке 3.5. После его расчета любым способом можно приступить к анализу отклонений от сроков выполнения работ, выявлению причин отклонения и принятию решений по их исключению.

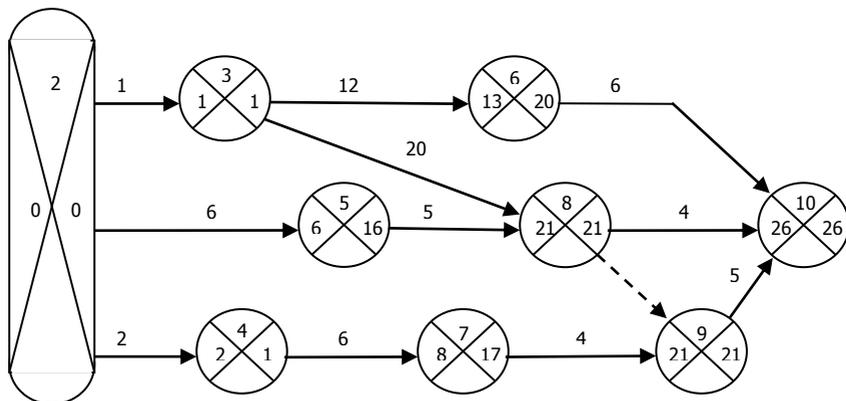
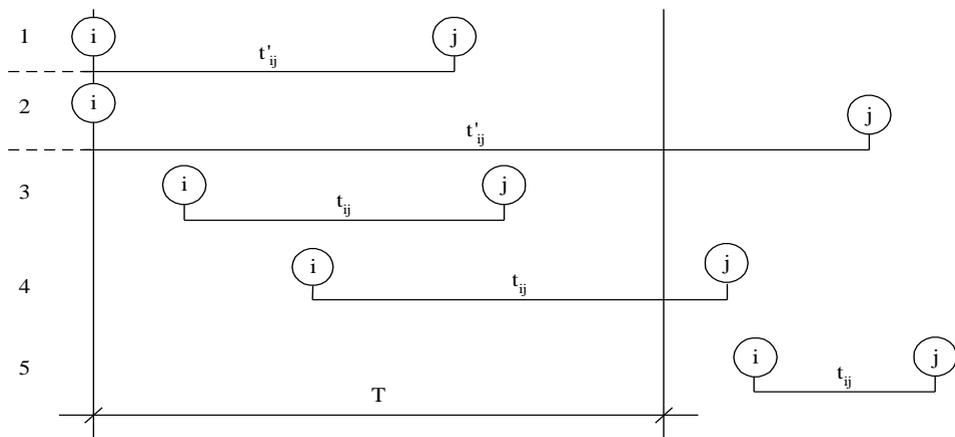


Рисунок 3.5 – Откорректированный сетевой график

Набор работ на плановый месяц предназначен для установления перечня и объемов работ, подлежащих выполнению в этом месяце. Эта задача является составной частью оперативного планирования строительно-монтажных работ

Подход к решению задачи может быть следующий. По отношению к плановому периоду работа сетевого графика может занимать следующие положения (рисунок 3.6): работа выполнялась в предшествующем периоде и заканчивается в плановом периоде (1); работа выполнялась в предшествующем периоде и заканчивается за пределами планового периода (2); работа начинается и заканчивается в пределах планового периода (3); работа начинается в плановом периоде и заканчивается за его пределами (4); работа начинается и заканчивается за пределами планового периода (5).



$T$  – продолжительность планового периода

Рисунок 3.6 – Возможные положения работ по отношению к плановому периоду

Продолжительность работы, приходящаяся на плановый период:

для работы типа 1 и 3

$$t_{ij}^{\text{пл}} = t'_{ij} \quad (\text{по работе 3, } t'_{ij} = t_{ij}),$$

для работы типа 2 и 4

$$t_{ij}^{\text{пл}} = T - t_{ij}^{\text{РН}} \quad (\text{по работе 2, } t_{ij}^{\text{РН}} = 0),$$

где  $t_{ij}^{\text{пл}}$  – продолжительность работы  $ij$ , приходящаяся на плановый период;

$t'_{ij}$  – остаточная продолжительность работы  $ij$  на начало планового периода;

$t_{ij}$  – исходная продолжительность по сетевому графику;

$t_{ij}^{\text{РН}}$  – время раннего начала работы  $ij$ .

Для определения потребностей материальных ресурсов на объем работ планового периода вводится коэффициент выборки

ресурсов, показывающий какая часть исходной работы сетевого графика планируется к выполнению в рассматриваемом периоде:

$$K_{ij}^B = \frac{t_{ij}^{пл}}{t_{ij}} \quad \text{или} \quad K_{ij}^B = \frac{(100 - P_{ij}) \cdot t_{ij}^{пл}}{100 \cdot t'_{ij}}$$

Тогда потребность k-го ресурса для работы ij на плановый период:

$$m_{ij}^K = M_{ij}^K \cdot k_{ij}^B$$

где  $M_{ij}^K$  – общая потребность k-го вида ресурса по работе ij.

$T$  – продолжительность планового периода.

*Последовательность решения задачи набора работ на плановый период следующая:*

1 Из всего перечня работ скорректированного сетевого графика отобрать такие, раннее начало которых попадает в плановый период ( $t_{ij}^{PH} < T$ );

2 Из полученного множества выделить действительные работы ( $t'_{ij} > 0$ );

3 Если раннее окончание работ попадает в плановый период, то  $t_{ij}^{пл} = t'_{ij}$

Если нет, то  $t_{ij}^{пл} = T - t_{ij}^{PH}$

4 Для набранных работ вычислить  $K_{ij}^B$ .

По данным решения задачи "Набор работ на плановый период" составляется таблицей 3.4 (в примере приняты  $T=22$  дня, временные параметры из рисунок 3.5).

По работам 8,10 и 9,10, ранние окончания которых вышли за пределы планового месяца ( $t_{8,10}^{PO} = 21+4=25$ ,  $t_{9,10}^{PO} = 21+5=26$ ), продолжительность

$$t_{8,10}^{пл} = 22-21 = 1 \text{ и } t_{9,10}^{пл} = 22-21 = 1$$

## Организационно-технологическое проектирование

Таблица 3.4 – Набор работ на период с 1 по 30 сентября 2008 г.

Объект \_\_\_\_\_

Генподрядчик \_\_\_\_\_

Код работ по сетевому графику	Продолжительность работ в плановом периоде, дн.	Коэффициент выборки ресурсов работ
1	2	3
2-3	1	0,33
2-4	2	0,5
2-5	6	0,75
3-6	12	1,00
3-8	20	1,00
4-7	6	1,00
5-8	5	1,00
6-10	7	1,00
7-9	4	1,00
8-9	0	0,00
8-10	1	0,25
9-10	1	0,20

## 4 КАЛЕНДАРНЫЕ ПЛАНЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ОТДЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И КОМПЛЕКСОВ

### 4.1 Назначение и виды календарных планов

*Календарный план* – это такой проектно-технологический документ, который определяет последовательность, интенсивность и продолжительность производства работ, их взаимоувязку, а также потребность (с распределением во времени) в материальных, технических, трудовых, финансовых и других ресурсах, используемых в строительстве.

В основу составления рациональных календарных планов строительства закладывается нормализованная организационно-техническая модель возведения зданий и сооружений.

*Основная задача* календарного планирования состоит в составлении таких расписаний выполнения работ, которые удовлетворяют всем ограничениям, отражающим в ОТМ взаимосвязку, сроки и интенсивности ведения работ, а также рациональный порядок использования ресурсов.

Календарными планами могут охватываться отдельные объекты, группы объектов, включенные в пусковой комплекс или объединяемые по какому-либо иному признаку. Календарный план может разрабатываться на всю программу строительства, осуществляемую строительной организацией в течение определенного планового периода.

Построенный календарный план – это по существу найденные сроки начала и окончания всех работ и интенсивность их выполнения. Одновременно во взаимосвязи с календарным планом строительства формируются и календарные планы (графики) использования всех ресурсов, предусмотренных характеристиками входящих в технологические модели работ.

Календарные планы – основные документы в составе ПОС и ППР.

Утвержденный календарный план является обязательным для всех участников строительства объекта. Строительство должно вестись в технологической последовательности в соответствии с календарным планом (графиком) с учетом обоснованного совмещения отдельных видов работ. В календарных планах должны быть учтены основные требования СНиП 12.01-2004 [1] в том числе: необходимость до начала возведения зданий и сооружений производства подготовительных работ; запрет начала работ на

возведения надземных конструкций здания (сооружения) или его части (секции, пролета, участка и т.д.) до полного окончания устройства подземных конструкций и обратной засыпки котлованов, траншей и пазух с уплотнением грунта.

## 4.2 Календарный план строительства объектов в составе ПОС

В составе ПОС разрабатываются календарный план работ подготовительного периода и календарный план строительства.

**Календарный план на подготовительный период** включает работы, предшествующие началу основного периода строительства комплекса: создание опорной геодезической сети; освобождение площадки для производства работ (снос строений, расчистка территории, перенос существующих коммуникаций); понижение, при необходимости, уровня грунтовых вод; планировка территории; устройство постоянных и временных дорог; устройство инвентарных временных зданий и сооружений культурно-бытового, административно-хозяйственного и производственного назначения, устройство временных инженерных коммуникаций (электросетей, водопровода, канализации, теплоснабжения, связи); возведение постоянных зданий, сооружений, а также устройство постоянных инженерных коммуникаций, используемых для нужд строительства, или приспособления для этих целей зданий, подлежащих в дальнейшем сносу.

Календарный план работы на подготовительный период составляется по форме, приведенной в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Календарный план работ подготовительного периода

Наименование объектов и работ	Объем строительно-монтажных работ, тыс. руб.	Распределение объемов работ по месяцам, тыс. руб.				
		1	2	3	4	и т.д.

**Календарный план строительства**, разрабатываемый в составе ПОС, должен устанавливать сроки и очередность строительства основных и вспомогательных зданий (сооружений), технологических узлов и этапов работ, пусковых или градостроительных комплексов, а также распределение капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ по зданиям, сооружениям и периодам строительства. Календарный план строительства комплекса объектов составляется по форме, приведенной в

таблице 4.2

Таблица 4.2 – Календарный план строительства (наименование объекта)

Наименование отдельных зданий, сооружений или видов работ (с выделением пускового или градостроительного комплекса)	Сметная стоимость, тыс. руб.		Распределение капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ по периодам строительства (кварталам, годам), тыс. руб.
	всего	в том числе объем строительно-монтажных работ	

В таблице номенклатура по графе 1 устанавливается в зависимости от вида и особенностей строительства. В графе 4 дается в виде дроби: в числителе – объем капитальных вложений, в знаменателе – объем строительно-монтажных работ. Пример календарного плана строительства показан в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Календарный строительства жилых домов

Наименование сооружений и видов работ	Сметная стоимость		Распределение капвложений и объемов СМР по кварталам			
	всего	в т.ч. СМР	I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6	7
Всего:	40072	36757	$\frac{1086}{988}$	$\frac{7982}{730}$	$\frac{20483}{18797}$	$\frac{10521}{9672}$
Подготовительные работы	1023	930	$\frac{1023}{930}$	-	-	-
Прокладка водопроводных сетей	319	290	$\frac{56}{51}$	$\frac{263}{239}$	-	-
Канализационные сети	718	653	$\frac{7,2}{6,5}$	$\frac{711}{646}$	-	-
Теплофикация	1133	1030	-	$\frac{1133}{1030}$	-	-
Телефонная канализация	121	110	-	$\frac{121}{110}$	-	-
Кабели	411	374	-	$\frac{329}{299}$	$\frac{88}{75}$	-



Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Слаботочные сети	110	100	-	$\frac{110}{100}$	-	-
Наружное освещение	110	100	-	$\frac{110}{100}$	-	-
Автомобильные дороги	792	720	-	$\frac{348}{317}$	$\frac{444}{403}$	-
Возведение домов: 1-й поток	24255	22050	-	$\frac{3638}{3308}$	$\frac{14553}{13230}$	$\frac{6064}{5512}$
2-й поток	9375	8850	-	$\frac{1219}{1151}$	$\frac{5063}{4479}$	$\frac{3093}{2920}$
Благоустройство	1705	1550	-	-	$\frac{341}{310}$	$\frac{1364}{1240}$

Для сложных комплексов с неоднородными конструктивными и объемно-планировочными решениями зданий и сооружений календарный план строительства рекомендуется составлять на основе *комплексного укреплённого сетевого графика* (КУСГ).

В качестве отдельных элементов (работ) в график можно включать строительство сооружений, узлов или их частей, если объемы строительно-монтажных работ и общие капиталовложения по периодам строительства при этом могут быть определены.

Этап разработки рабочей документации следует отражать в графике в виде укрупненной работы с продолжительностью, определенной с учетом норм продолжительности проектирования. Работы по освоению предприятий проектной мощности отражаются в КУСГ укрупненными этапами.

Исходными данными для разработки КУСГ являются: за данный срок строительства проектируемого предприятия (комплекса); технологические и компоновочные решения проекта (рабочего проекта) – состав пусковых комплексов по очередям строительства, полный перечень объектов, технологическая последовательность ввода в действие производства и д.р.; сводный сметный расчет стоимости строительства; обоснование решений по методам и технологической последовательности возведения крупных объектов, рациональному совмещению монтажа оборудования, отделочных, специальных работ друг с другом и с работами по возведению надземной части.

При разработке КУСГ целесообразно выявить главную цель работ, отражающую технологическую последовательность строительства, монтажа и ввода в действие основного агрегата или производства и принять ее в основу компоновки сетевой модели. При определении продолжительности работ КУСГ следует руководствоваться как действующими нормативами так и данными о продолжительности проектирования и строительства аналогичных объектов.

Календарный план строительства и КУСГ является основой для составления других документов ПОС: ведомости объемов СМР и потребности в строительных конструкциях, изделиях, материалах и оборудовании; графики потребности в строительных машинах и в кадрах строителей. Календарные планы и перечисленные документы взаимосвязаны между собой и должны разрабатываться как единый пакет проектных документов.

**Ведомость объемов основных строительных, монтажных и специальных работ** разрабатывается по форме, приведенной в таблице 4.4.

Объемы работ выделяются по основным зданиям и сооружениям, пусковым комплексам и периодам строительства.

Таблица 4.4 – Ведомость объемов основных строительных, монтажных и специальных работ

Наименование работ	Единица измерения	Объем строительно-монтажных работ		
		всего	в т.ч. по отдельным зданиям, сооружениям, пусковым или градостроительным комплексом	по периодам строительства

**Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях, материалах и оборудовании** устанавливает общую потребность и потребность по календарным периодам строительства в материальных ресурсах исходя из объемов работ и действующих норм расхода строительных материалов (таблица 4.5.)

Таблица 4.5 – Ведомость потребностей в строительных конструкциях, изделиях, материалах и оборудовании

Наименование	Единица измерения	Всего по строительству	В том числе по основным объектам	В том числе по календарным периодам строительства
--------------	-------------------	------------------------	----------------------------------	---

**График потребности в основных строительных машинах** устанавливает число, типы и мощность основных строительных машин и их потребность по периодам строительства на основе физических объемов работ и норм выработки строительных машин (таблица 4.6)

Таблица 4.6 – График потребности в основных строительных машинах

Наименование машин	Основная техническая характеристика машин	Потребность в машинах по годам строительства			
		1	2	3	и т.д.

**График потребности в кадрах строителей** устанавливает потребность в кадрах строителей по основным категориям (таблица 4.7). Составляется график на основе объемов строительно-монтажных работ и плановых норм выработки на одного работающего с учетом численности работников обслуживающих и прочих хозяйств. В общей численности работающих удельный вес инженерно-технических работников и младшего обслуживающего персонала, служащих, охраны составляет, соответственно, в промышленном строительстве 11 и 5,1%, в жилищно-гражданском – 11 и 4,5%, в сельском – 13 и 4%.

Таблица 4.7 – График потребности в кадрах строителей

Наименование категорий работников	Численность работников на строительстве	Потребность в работниках по годам строительства			
		1	2	3	и т.д.
Всего В том числе: рабочих; ИТР, МОП, служащих, охраны					

### 4.3 Календарный план производства работ в составе ППР

**Календарный план производства работ по объекту** устанавливает последовательность и сроки выполнения работ с максимально возможным их совмещением.

Календарный план разрабатывается по форме, приведенной в таблице 4.8.

В графу "*Наименование работ*" заносятся названия технологических комплексов работ по объекту в последовательности, соответствующей технологии возведения здания или сооружения с выделением подготовительных работ, работ нулевого цикла, надземной части и подготовки к сдаче в эксплуатацию.

*Объем ТКР* определяется как сумма объектов работ его составляющих с учетом единиц измерения (смотри подраздел 2.2).

Таблица 4.8 – Календарный план производства работ по объекту

Наименование работ	Объем работ		Затраты труда, чел.-дн.	Требуемые машины		Продолжительность работы, дн.	Число маш. – смен	Численность рабочих в смену	Состав бригады	График работ (дни, месяцы)
	единица измерения	количество		наименование	число машиносмен					

*Затраты труда по ТКР* рассчитываются либо на основе укрупненных нормативов, либо путем суммирования показателей этих нормативов по каждой однородной работе. Трудоемкость однородных работ определяется по сметным нормативам. По тем работам, на которые составляются технологические карты, трудоемкость устанавливается по калькуляциям трудовых затрат.

*Численный состав бригад* устанавливается по данным строительных организаций. При этом количество рабочих в бригаде должно быть кратно нормируемой ЕНиР численности звеньев, входящих в бригаду. Количество рабочих может приниматься, используя рекомендации, приведенные в приложении Б.

*Продолжительность выполнения* полностью механизиро-

ванных работ определяется путем деления общих затрат машинного времени на производство работ в маш.-см. на число машин, участвующих в выполнении работ с учетом сменности. В случае производства работ немеханизированным (частично механизированным) способом продолжительность работ равна отношению трудоемкости работ в чел.-дн. к принятому количеству рабочих с учетом сменности. Полученные продолжительности округляют с точностью до смены в меньшую сторону, планируя увеличение производительности труда.

*График производства работ* в зависимости от степени детализации и продолжительности строительства может быть составлен в днях, рабочих неделях, декадах, месяцах (рисунок 4.1). Под календарным графиком производства работ составляется *график ежедневной численности рабочих* (эпюра движения трудовых ресурсов).

Разработка календарного плана производства работ завершается построением ресурсных графиков.

**График поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования** (таблица 4.9) составляется на основе графика производства работ и потребности в материальных ресурсах, рассчитанной по ГЭСН или производственным нормам расхода материалов.

Таблица 4.9 – График поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования

Наименование строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования	Единица измерения	Количество	График поступления по дням, неделям, месяцам
---	-------------------	------------	--

**График движения рабочих кадров по объекту** (таблица 4.10) определяет потребность в рабочих кадрах по основным профессиям.

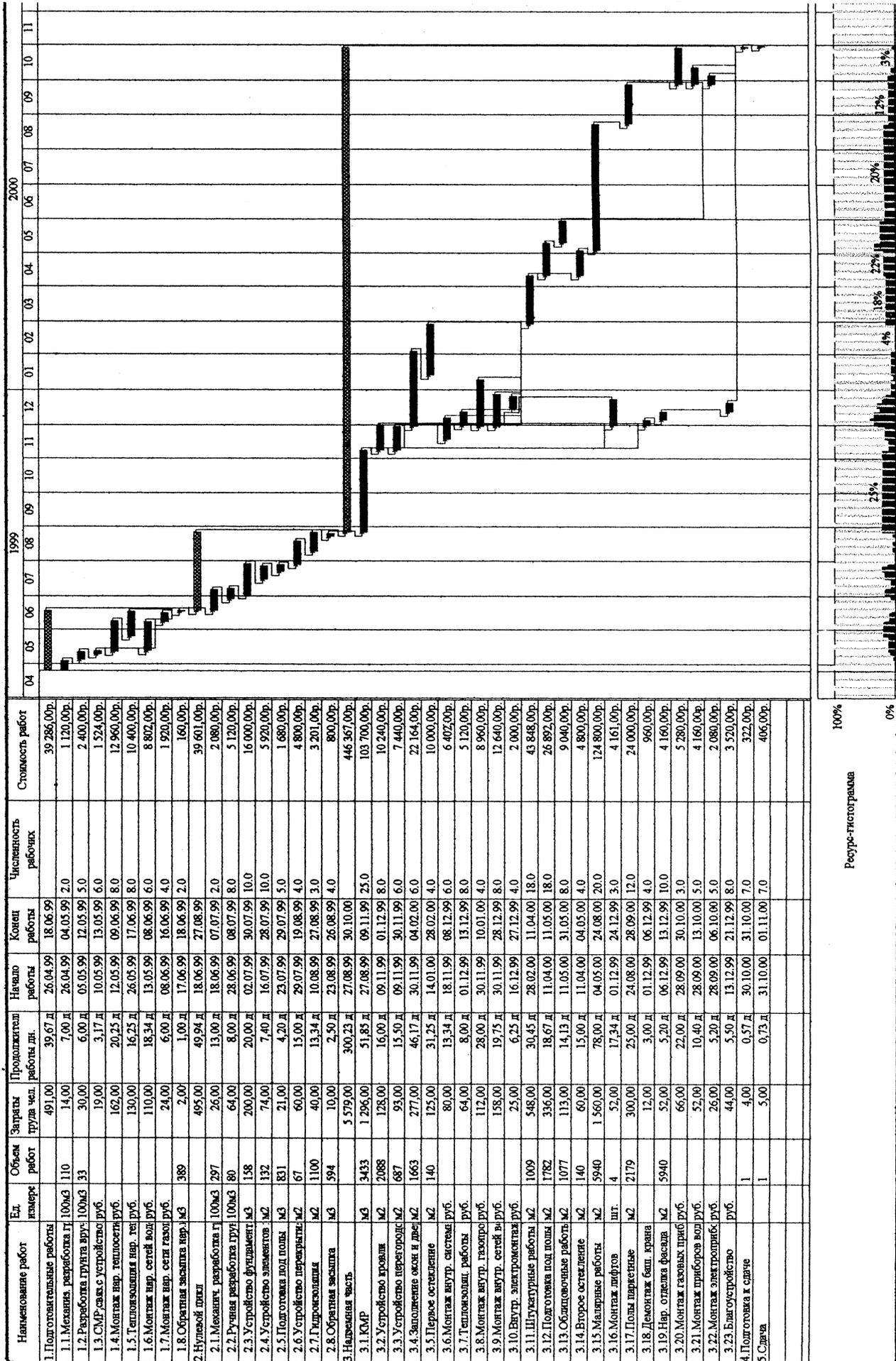


Рисунок 4.1 – Календарный план производства работ по строительству кирпичного девятиэтажного двухсекционного жилого дома

Таблица 4.10 – График движения рабочих кадров по объекту

Наименование профессий рабочих	Численность рабочих	Среднесуточная численность рабочих по месяцам, неделям, дням			
		1	2	3	И т.д.

Для определения среднесуточной численности рабочих по профессии в соответствующий месяц необходимо месячную планируемую трудоемкость по данной профессии рабочих разделить на число рабочих дней бригады в данном месяце и округлить до целого числа.

**График движения основных строительных машин по объекту** определяет потребность в этих машинах с учетом своевременного выполнения каждой бригадой поручаемого ей комплекса работ (таблица 4.11). Сроки начала и окончания работы основных строительных машин устанавливаются по календарному плану.

Таблица 4.11 – График движения основных строительных машин по объекту

Наименование	Единица измерения	Число машин	Среднесуточное число машин по дням, неделям, месяцам			
			1	2	3	и т.д.

Данные в таблице приводятся в виде дроби: в числителе – количество машин, в знаменателе – машино-смен.

#### 4.4 Календарный план строительства объектов на программу работ строительной организации

Разработка календарного плана строительства объектов на программу работ строительной организации направлена на строгое соблюдение сроков ввода в действие мощностей и объектов при согласованной работе и тщательно сбалансированном расчете желаемых результатов с возможностями строительной организации. Календарный план позволяет рационально распределить программу строительства по плановым периодам.

Одна из возможных форм календарного плана представлена в таблице 4.12.

*Исходными данными для составления календарного плана являются:* договора с заказчиками; проектно-сметная документация; данные о производственной мощности строительной органи-

зации; данные о субподрядчиках; ожидаемое выполнение объемов работ по задельным объектам.

Может быть рекомендована следующая последовательность разработки календарного плана строительства объектов на программу работ строительной организации:

1 Установление соответствия планируемых общих объемов работ мощности строительной организации по генподряду и собственными силами на плановый период;

2 Составление календарных планов производства работ на отдельных объектах;

3 Определение очередности включения объектов в работу;

4 Составление графиков движения бригад по объектам строительства;

5 Составление календарного плана строительства объектов на программу работ строительной организации;

6 Определение потребности в материально-технических ресурсах на плановый период;

7 Определение потребности в рабочих кадрах на плановый период;

8 Составление графиков перебазирования машин и механизмов;

9 Составление графиков поставки на объекты материалов, конструкций, деталей, изделий, полуфабрикатов и оборудования.

Таблица 4.12 – Календарный план работ строительной организации по выполнению производственной программы (фрагмент)

Наименование	Месяцы и рабочие недели											
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Земельные работы	<u>12-16-35</u>											
Монтаж конструкций подземной части	<u>12-8-55</u>											
Монтаж каркаса здания	<u>01-05-50</u>			<u>32-5-20</u>		<u>21-5-10</u>						
Каменно-монтажные работы	<u>6-60-75</u>					<u>15-12-90</u>						
				<u>2-30-45</u>						<u>4-18-45</u>		
					<u>16-24-30</u>			<u>34-18-52</u>				
				<u>33-20-20</u>						<u>22-12-45</u>		
					<u>17-6-30</u>							
				<u>26-10-20</u>								
						<u>10-18-38</u>		<u>5-24-48</u>				
						<u>3-30-52</u>					<u>7-30-35</u>	
							<u>2-6-48</u>					

Примечание. На графике цифры обозначают: 1-е число – номер объекта по списку, 2-е – принятая численность рабочих в сутки, 3-е – продолжительность выполнения работ в днях.

## 4.5 Правила и последовательность построения графика выполнения строительного-монтажных работ

### Общие требования:

- 1 Обеспечение статической устойчивости в процессе производства работ;
- 2 Сохранение технологической последовательности ведения работ, обеспечивающей их высокое качество;
- 3 Обеспечение безопасности работ на всех их стадиях;
- 4 Организация поточного выполнения работ с сохранением численного состава бригад и непрерывной их загрузкой;
- 5 Начало основных работ по объекту после полного завершения комплекса подготовительных работ;
- 6 Выполнение работ по возведению надземной части здания после окончания "нулевого цикла". Совмещение этих двух этапов строительства возможно, если есть на это специальные указания;
- 7 Соблюдение нормативной или установленной в подрядном договоре продолжительности строительства объекта;
- 8 Совмещение процессов во времени и пространстве настолько, насколько позволяет фронт работ, технология производства и требования техники безопасности;
- 9 Постепенное увеличение общего количества рабочих на объекте в период развертывания строительства, сохранение примерно одинаковой их численности в период стабилизации и постепенное сокращение в период свертывания работ, что отражается на графике ежедневной численности рабочих;
10. Учет особенностей ведения работ в зимнее время.

**Последовательность выполнения СМР на объекте определяется:** конструктивными особенностями; принятыми технологическими методами производства работ; принятой взаимосвязью работ; применяемыми материалами и конструкциями; необходимостью создания надлежащего фронта для выполнения возможно большего количества последующих работ; необходимости обеспечения непрерывности работы отдельным бригадам, имеющим несколько профессий и выполняющим разные процессы; необходимостью использовать результаты работы для дальнейшего строительства.

При составлении графика строительства объекта необходимо планировать работы в определённой **технологической последовательности:**

обратную засыпку пазух в зданиях с подвальным этажом

## Организационно-технологическое проектирование

(т.е. при наличии котлованов) – после вертикальной гидроизоляции и монтажа перекрытий; при наличии траншей работы по засыпке пазух – после возведения фундаментов;

монтаж сборных конструкций, установку оконных и дверных блоков и других сборных элементов параллельно с кладкой или в совмещении с ней;

монтаж элементов каркасного или бескаркасного крупнопанельного здания в последовательности, обеспечивающей пространственную жесткость и устойчивость конструкции;

устройство кровли – сразу же после устройства коробки здания, чтобы создать фронт для выполнения отделочных и других работ;

засыпку перекрытий в зданиях с чердачными помещениями – после устройства кровли;

остекление в два приёма: наружное (первое) – до штукатурных работ (вместо стекла для временного остекления можно использовать плёнку), внутреннее (второе) – перед малярными работами;

установку дверных коробок – до штукатурных работ, а навеску полотен и их пристройку – после;

штукатурные работы – после устройства кровли, допускается в летнее время совмещать штукатурные работы с кирпичной кладкой при наличии двух междуэтажных перекрытий и работе на разных захватах;

устройство дощатых, цементных, мозаичных, плиточных полов – после штукатурных работ или в совмещении;

устройство паркетных полов – после штукатурных работ, а циклёвку этих полов – после малярных работ, допускается паркетные полы выполнять в совмещении с малярными работами;

устройство линолеумных полов – после малярных работ;

малярные работы – после штукатурных и столярных работ при наличии кровли;

выполнение специальных работ:

а) устройство вводов и выпусков – в период нулевого цикла;

б) выполнение электромонтажных работ (1-я стадия) – до штукатурных работ;

в) санитарно-технические (1-я стадия) – после устройства коробки здания или в совмещении с ней, завершение этих работ должно быть раньше, чем окончание штукатурных;

г) монтаж лифтов – в совмещении с возведением коробки здания, но до малярных работ;

д) слаботочные работы, установка осветительной арматуры, электроприборов, сантехнических приборов, арматуры и санфаянса, а также контрольно-измерительных приборов и автоматики – после малярных работ;

устройство отмостки – в период нулевого цикла или после устройства кровли и наружной штукатурки;

наружная отделка – после возведения коробки здания и демонтажа башенного крана, она может выполняться параллельно внутренней отделке;

благоустройство – после наружной отделки и до завершения работ по объекту;

озеленение – параллельно благоустройству.

Пример графика строительства подземной части жилого дома представлен в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – График строительства подземной части жилого дома на ленточных фундаментах

Наименование работ	График выполнения работ
1. Механизированная разработка грунта экскаватором с погрузкой в автосамосвалы	_____
2. Доработка грунта вручную	_____
3. Монтаж фундаментов	_____
4. Монтаж стеновых блоков и цокольных панелей, устройство горизонтальной изоляции	_____
5. Устройство выпусков, вводов и транзитных коммуникаций в техподполье	_____
6. Устройство подготовки под полы подвала	_____
7. Монтаж перекрытия, устройство монолитных заделок	_____
8. Вертикальная обмазочная гидроизоляция стен битумом за два раза	_____
9. Обратная засыпка пазух снаружи самосвалами с трамбовками вручную	_____

## 4.6 Технико-экономические показатели оценки качества календарного плана. Сравнение вариантов календарного планирования

Технико-экономические показатели рассчитываются по каждому виду календарных планов

*Календарный план строительства:* общая продолжительность строительства; максимальная численность рабочих; оценка эффективности календарного плана.

*Календарный план производства работ:* нормативная трудоёмкость, плановая трудоёмкость, процент перевыполнения норм выработки, продолжительность строительства по нормам и по расчёту; коэффициент неравномерности загрузки трудовых ресурсов.

При проектировании календарного плана строительства в составе ПОС рекомендуется составлять как минимум два варианта графика строительства комплекса различающихся: последовательностью возведения объектов, продолжительностью их строительства, совмещением работ на объектах с работами подготовительного периода, прокладкой временных коммуникаций, благоустройством и др.

При разработке графика варьируются также очереди и пусковые комплексы промышленного предприятия и градостроительные комплексы жилых микрорайонов.

Сравнение вариантов ведётся по критерию приведенных затрат, определяемых с учетом фактора времени методом дисконтирования.

$$Z_{\text{п}} = \sum_{i=1}^T K_i (1 + E_{\text{нп}})^{T - N_i + 0,5}$$

где  $K_i$  – капитальные вложения или стоимость строительно-монтажных работ, выполненных в  $i$  – м году строительства, руб./год;

$T$  – продолжительность строительства, год;

$N_i$  – порядковый номер года строительства;

$E_{\text{нп}}$  – коэффициент приведения текущих затрат к будущим периодам.

В качестве коэффициента приведения используется ставка процентов по кредитам банка, представляемым строительной организацией.

## Организационно-технологическое проектирование

Рациональный вариант принимается по минимуму приведенных затрат. Например, стоимость объекта  $C = 480$  млн. руб. Продолжительность строительства  $T = 3$  года. Капитальные вложения распределены по годам:

вариант 1: 150,150,180;

вариант 2: 100,120,260;

вариант 3: 200,280,—;

Ставка кредита банка  $E_{\text{нп}} = 50\%$

Приведённые затраты составят:

Вариант 1:  $Z_{\text{п1}} = 150(1+0,5)^{3-1+0,5} + 150(1+0,5)^{3-2+0,5} + 180(1+0,5)^{3-3+0,5} = 909,45$  млн. руб.

Вариант 2:  $Z_{\text{п2}} = 100 * 2,756 + 120 * 1,837 + 260 * 1,225 = 814,54$  млн. руб.

Вариант 3:  $Z_{\text{п3}} = 200 * 1,837 + 280 * 1,225 = 710,4$  млн. руб.

Следовательно, наиболее выгодным является 3-й вариант.

После сравнения календарных графиков капитальных вложений оцениваются также построенные на их основе графики использования ресурсов (трудовых и финансовых). Сравнение осуществляется по коэффициенту неравномерности использования ресурсов:

$$K_p = \frac{R_{\text{max}}}{R_{\text{cp}}}$$

где  $R_{\text{max}}$  – максимальный объём потребления ресурса (рабочих или денежных средств);

$R_{\text{cp}}$  – средний размер потребления ресурса, определяемый отношением стоимости комплекса (для финансовых ресурсов), или общих трудозатрат к продолжительности строительства.

Сравнение нескольких вариантов календарных планов производства работ в составе ППР ведётся по показателям: абсолютным – трудоёмкость и продолжительность строительства объекта (выполнения строительных процессов) и относительным – коэффициент неравномерности использования ресурсов. В качестве базовых выбирается вариант с большей трудоёмкостью. Поэтому при соблюдении необходимого условия сравнимости все остальные варианты с меньшей трудоёмкостью будут выполняться за меньшее время. При сравнении вариантов календарного плана, различающихся разным количеством бригад рабочих или строи-

тельных машин, в качестве базового принимается вариант с минимальным числом ресурсов (рабочих, строительных машин). В этом случае остальные варианты работ также будут с меньшими сроками их выполнения.

### 4.7 Программные средства календарного планирования

Широкими возможностями по составлению календарных планов, их оптимизации и корректировки обладают программные средства управления проектами типа Time Line, Artemis, Primavera, CA – Super Project, Microsoft Project, Open Plan и др.

Указанные программные средства основаны на методах сетевого планирования. Они, как правило, включают:

- средства многоуровневого описания комплекса работ проекта, связей между ними, отражения временных характеристик работ;

- средства поддержки информации о ресурсах и затратах по проекту, их распределение по отдельным работам проекта в терминах времени или объемов работ;

- средства контроля за ходом выполнения проекта и его этапов;

- средства расчета расписаний и резервов времени работ проекта методами критического пути и их оптимизации по загрузке ресурсов;

- графические средства представления структуры проекта (линейные и сетевые графики, стоимостные и ресурсные гистограммы, иерархические структуры работ), а также средства создания различных отчетов по проекту.

Основными формами для ввода и представления данных по проекту в программных комплексах типа Time Line являются электронная таблица, совмещенная с линейным графиком, сетевая диаграмма и таблица ресурсов.

Составление календарного плана строительства или производства работ с использованием Time Line включает: настройку системы (запуск, ввод общей информации, выбор необходимых режимов расчетов); ввод ограничений на ресурсы, используемые при выполнении строительно-монтажных работ; составление календарного плана-расписания производства работ на объекте без ограничения срока строительства (ввод наименования работ, установление зависимости между работами, выполнение просмотра структуры расписания и, при необходимости, корректировка ее, ввод параметров работ, назначение ресурсов и опреде-

ление продолжительности работ); анализ полученного расписания и приведение его в соответствие с заданным сроком строительства за счет совмещения и сокращения работ; составления гистограммы (эпюры) ежедневной численности трудовых ресурсов.

Инструкция по использованию Time Line при проектировании календарных планов строительства и производства работ приведена в приложении В.

В системах управления с использованием компьютерных информационных технологий календарный план – расписание работ рассматривается как модель, с помощью которой можно с определенной степенью достоверности прогнозировать развитие производственных процессов. Компьютерное моделирование является важнейшим инструментом поиска наиболее приемлемых организационно-технологических и плановых решений.

Известные программные средства позволяют составлять расписание строительства объектов, производить их актуализацию, корректировку и другие процедуры. Однако эти программы требуют большого количества ручных операций и сервисных процедур. Имеются и другие проблемы их использования.

В настоящее время предложена и реализуется методика организационно-технологического моделирования возведения объекта строительства, основанная на следующих принципах [9].

Автоматизируются и рассматриваются как единый процесс все этапы моделирования: подготовка информации; формирование, расчет, оптимизация, отображение, изменение и корректировка модели.

В основе метода автоматизированного формирования модели заложен фрагментарный подход.

Сущность такого подхода заключается в «сборке» модели из микрофрагментов. Микрофрагмент представляет собой информационный элемент, описывающий работу (производственный процесс) с указанием возможных взаимосвязей ее с предшествующими работами (а в некоторых реализациях и с последующими).

В микрофрагменте содержится информация о вариантах:

типов связей данной работы с предшествующими (по началу работ, окончанию, началу и окончанию, окончанию и началу, в произвольных моментах времени и т.д.);

интенсивность ведения работ (минимальная, рациональная, максимальная);

допустимых смещений двух связанных работ (минимальное, заданное промежуточное, максимальное, в процентах, захватах,

дней и т.д.);

сменности (одна, две, три смены).

Микрофрагменты могут содержать и другие полезную информацию.

Совокупность микрофрагментов и их агрегатов составляют базу знаний системы, создаваемую на основе знаний экспертов-профессионалов, признанных специалистов в данной сфере деятельности. Информационные массивы описанных микрофрагментов сохраняются в реляционных базах данных.

Сущность построения модели на основе базы знаний заключается в следующем: по кодам работ реального объекта в базе знаний отыскиваются микрофрагменты и организуются рабочие массивы с избыточной информацией. Избыточность информации заключается в отражении в микрофрагменте всех работ возможных в практике строительства, которые могут предшествовать данной.

После исключения ненужной информации образуются рабочие массивы микрофрагментов реальных работ. Подготовленные рабочие массивы дают возможность формировать варианты организационно-технологических моделей в зависимости от выбранной интенсивности ведения работ, типов связей и допустимых смещений. Многовариантность моделирования производственных процессов позволяет принимать эффективные организационно-технологические решения по строительству объекта. Варианты интенсивностей, типов связей и смещений работ имеют определенную приоритетность в порядке их рассмотрения при формировании организационно-технологической модели. Это связано с тем, что существуют: рациональные (нормативные) варианты, рекомендуемые нормативными документами и проверенные практикой; близкие к рациональным; допустимые. Приоритетность в порядке рассмотрения вариантов существует как внутри группы характеристик работ (интенсивность, связи, смещение), так и между группами.

Непосредственно формирование модели по какому-либо варианту интенсивности, связей и смещений работ производится следующим образом. Рабочий массив преобразуется в одновариантный, соответствующий выбранному варианту характеристик работ. Полученный массив неупорядочен и представлен в кодах работ. Вводится информация о разбивке работ на захватки. Микрофрагмент в кодах работ перезаписывается в кодах событий. Последовательно рассматривая каждую строку массива, на которой записаны начальные и конечные события данной работы, ей

---

## Организационно-технологическое проектирование

предшествующие, а так же тип связи между ними и минимальные (максимальные) величины смещений, создается новый массив для расчета модели. В полученном массиве перечень работ не упорядочен. После упорядочения списка работ производится расчет модели. Рассчитанная модель может быть представлена на экране монитора или выдана на печать.

Программный комплекс системы моделирования включает шлюзы подключения, базу знаний, рабочие модули, «мастер» подсказчик (см. рисунок 4.2)

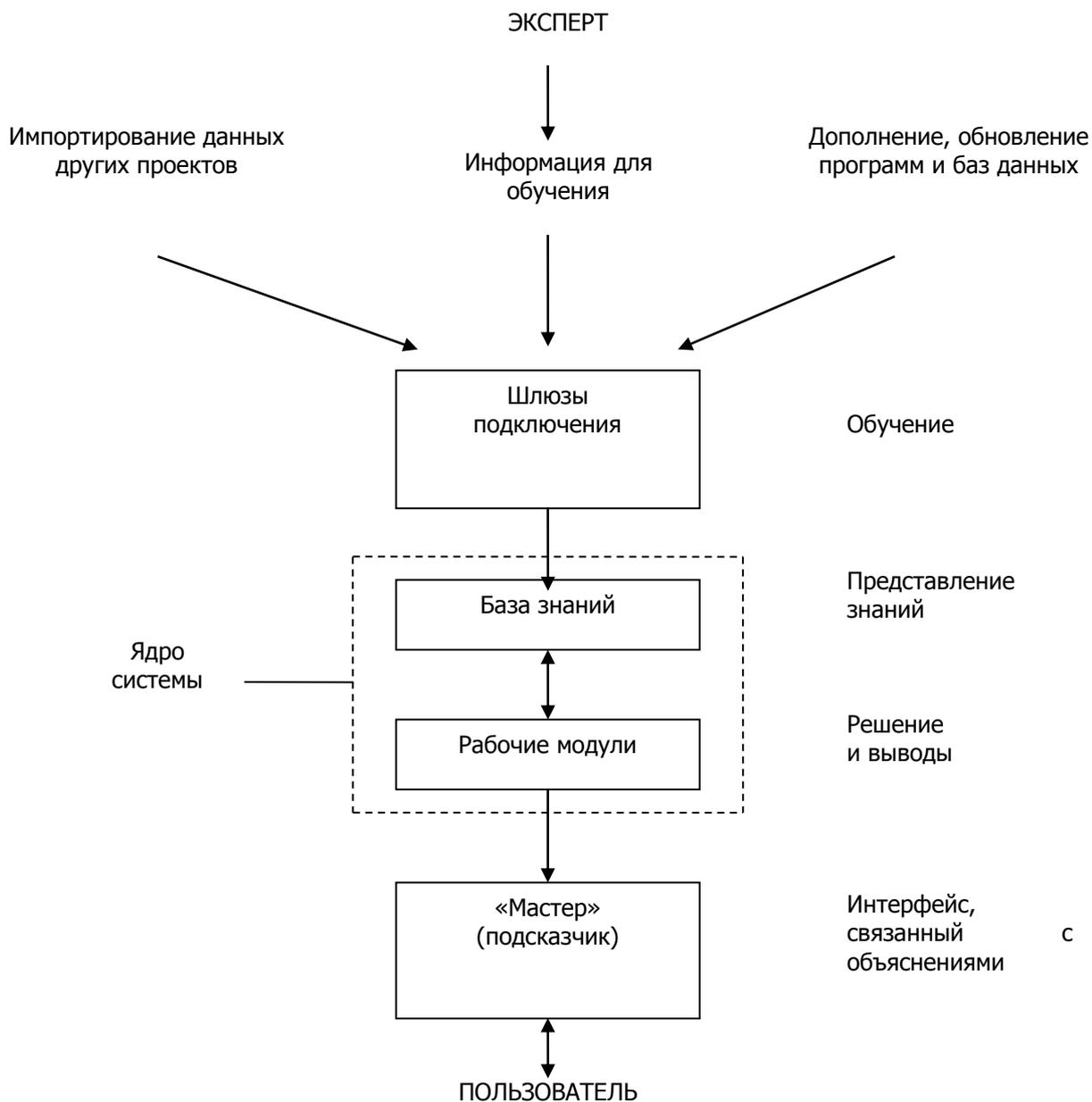


Рисунок 4.2 – Структура системы моделирования организационно-технологических решений

Шлюзы подключения предназначены для импортирования данных других проектов, внесения новых микрофрагментов и их агрегатов, обновление баз данных, подключение модуля нормативов, расценок и справочников.

База знаний представляет совокупность знаний опытных людей-экспертов, описывающих микрофрагменты.

В системе задействовано три рабочих модуля. Первый модуль «Формирование и расчет модели» производит выбор микрофрагментов, усечение линий связи, отыскание ложных связей, подготовку к формированию модели, ее формирование, упорядочение, расчет, размещение и отображение.

Модуль, по сути, позволяет пользователю настроить систему «под себя» и заставить алгоритмы работать так, как он того хочет. Пользователь может учитывать различные ограничения и дополнения при создании модели или на стадии моделирования выполнения строительных процессов, а также производить корректировку вручную того, что нельзя добиться с помощью управления настройками. В этом режиме пользователь может внести любые изменения в модель, создать связи, уточнить сроки, жестко задать время и ресурсы и т.д.

Третий модуль «Актуализация модели» выполняет функции отражения состояния строительства объекта в реальном времени – фактически выполненных объемов работ, происшедшие изменения в составе и последовательности работ и т.д. Это нужно сделать для того, чтобы реальное состояние строительства объекта не отрывалось от планового, т.е. чтобы смоделированные организационно-технологические решения не теряли свою актуальность. После актуализации модели можно проводить анализ отклонений от начального варианта строительства объекта с целью выявления дестабилизирующих факторов и ситуаций, приводящих к критическим состояниям. Предусмотрена автоматическая актуализация, т.е. система может работать с обратной связью.

## 5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ

### 5.1 Основные положения по проектированию строительных генеральных планов

*Строительный генеральный план* (стройгенплан) – это план площадки строительства, на котором кроме существующих и строящихся зданий, предусмотренных проектом, показано расположение временных зданий и сооружений, необходимых на период строительства.

Временные здания, сооружения и устройства, показываемые на стройгенплане составляют строительное хозяйство возводимого объекта.

В его состав включаются:

- механизированные установки;
- объекты транспортного и складского хозяйства;
- устройства энергетического назначения;
- инженерные сети;
- дороги различных типов;
- административно-хозяйственные и жилые здания.

Иными словами стройгенплан – это генплан, на котором нанесены объекты строительного хозяйства.

Стройгенпланы бывают двух видов:

возведения комплекса объектов в составе ПОС (общеплощадочный стройгенплан);

объекта в составе ППР, который можно разрабатывать отдельно для разных периодов строительства. Например, на работы нулевого цикла, на работы надземного цикла.

Стройгенплан нулевого цикла включает:

- 1) схему перемещения земельных масс;
- 2) землевозные пути;
- 3) места складывания грунта для обратной засыпки;
- 4) места складывания фундаментных блоков, конструкций подвала;
- 5) пути движения самоходных кранов.

Стройгенплан надземного цикла выполняется на момент монтажа ограждённых конструкций.

*Исходными данными для разработки стройгенплана являются:*

- 1 Генеральный план застройки.
- 2 Данные по инженерной подготовке стройплощадки.

### 3 Местные условия строительства.

В состав ПОС, кроме стройгенплана на стройку может разрабатываться **ситуационный план строительства**, на котором отражается расположение материально-технической базы, жилых посёлков, временных путей и дорог, станций примыкания к ж/д, ЛЭП, участки вырубki леса и т. д. (рисунок 5.1)



Рисунок 5.1 – Ситуационный план строительства

При проектировании стройгенпланов необходимо соблюдать следующие **основные принципы**:

- 1 Оптимальность и экономичность решений.
- 2 Размещение временных зданий и сооружений на участках, не подлежащих застройке объектами основного строительства.
- 3 Размещение предприятий основного строительства централизованно на специально отведённых территориях или существующих заводах. Стройплощадка – место сборки.
- 4 Недопущение многократного перебазирования объектов строительного хозяйства.
- 5 Устранение перегрузок строительных деталей, грузов и максимальное приближение их к местам укладки.
- 6 Энергетические установки должны размещаться в центре потребления.
- 7 Номенклатура и объём временных зданий административно-хозяйственного и бытового назначения должны быть минимальными и отвечать нормам охраны труда.
- 8 Необходимо стремиться к получению энергоресурсов и воды от постоянных источников.
- 9 При проектировании стройгенплана должны быть

предусмотрены противопожарная техника, меры по охране труда и техники безопасности.

*На стройгенпланах в составе ПОС должны быть показаны:* строящиеся постоянные здания и сооружения; существующие и подлежащие сносу строения; действующие и строящиеся постоянные подземные, надземные и воздушные сети и коммуникации; временные сети водопровода, канализации и энергоснабжения с указанием места их подключения к действующим коммуникациям; постоянные и временные автомобильные и железные дороги; расположение строительных кранов, подъемных и других строительных машин и механизированных установок; пути для перемещения башенных кранов и стреловых кранов большой грузоподъемности; места, площадки и помещения для складирования материалов, конструкций и оборудования; места укрупнительной сборки; временные здания и сооружения; границы строительных площадок и виды их ограждения.

*На объектном стройгенплане, разрабатываемом в составе ППР,* кроме того, указывают: зоны действия строительных кранов, грузовых и грузопассажирских подъемников; опасные зоны; схемы движения средств транспорта; проходы в здания и сооружения; размещение источников и средств энергообеспечения и освещения строительной площадки, зон производства работ, проходов и проездов, места установки заземляющих контуров; зоны выполнения работ повышенной опасности; места расположения знаков геодезической разбивочной основы; пути и средства подъема работающих на рабочие ярусы (этажи); расположение устройств для санитарно-бытового обслуживания строителей, питьевых установок и мест отдыха; места расположения устройств для удаления строительного мусора и бытовых отходов; средства пожаротушения.

Строительные генеральные планы состоят из графической части и расчетно-пояснительной записки. *Графическая часть* содержит чертеж стройгенплана, экспликацию и условные обозначения; *расчетно-пояснительная записка* – расчет потребности во временных зданиях и сооружениях, воде, электроэнергии, сжатом воздухе, тепле, кислороде, складских площадях и другие расчеты ресурсов и сооружений строительного хозяйства по существующим методикам [11].

Для выбора наиболее рационального решения стройгенплана необходимо рассматривать несколько вариантов, сопоставляя их между собой по следующим основным *технико-экономическим показателям*:

- 1) величина коэффициента, характеризующего использование отчуждаемых территорий: отношение общей площади на стройгенплане на площадь территорий, отчуждаемой для строительства постоянных зданий и сооружений;
- 2) стоимость внутриплощадочных перевозок основных строительных грузов и удобство работы транспортных средств;
- 3) стоимость временных зданий, протяженность и стоимость коммуникаций;
- 4) затраты труда для организации всего временного хозяйства на строительной площадке. (Пример строительного генерального плана показан на рисунке 5.2)

## **5.2 Правила и последовательность составления объектного стройгенплана в составе ППР**

Расположение положение стройгенплана на листе должно быть таким, чтобы на длинной стороне листа располагалась большая сторона здания, северная сторона должна быть обращена наверх. Масштаб – 1:200, 500, 1000. Если здание одноэтажное, количество этажей не указывается, если 2-5 этажей, количество этажей отмечают точками в любом углу, если больше 5 этажей, то пишется, например 6 этажей.



Стройгенплан составляется в такой последовательности:

**1 Наносятся контуры здания по осевым размерам,** принятым в строительных рабочих чертежах.

**2 Выполняется привязка строительных кранов и указываются пути их движения.**

Осуществляют горизонтальную (поперечную) и продольную привязки монтажных кранов и подкрановых путей, определяют зону действия крана и опасную зону для нахождения людей, выявляют условия работы и при необходимости вводят ограничения в зону действия крана.

Привязка кранов, кранов-манипуляторов, подъемников и рельсовых крановых путей производится к осям здания (сооружения), а при реконструкции – к наружным поверхностям стен.

а) *поперечная привязка подкрановых путей вблизи котлованов и траншей* (рисунок 5.3)

Для песчаных и супесчаных грунтов

$$l_6 > 1,5h + 0,4.$$

Для глинистых и суглинистых грунтов

$$l_6 > h + 0,4;$$

$$l_{\text{без}} = l_6 + l_k, \quad l_k = 1,1 \text{ м}$$

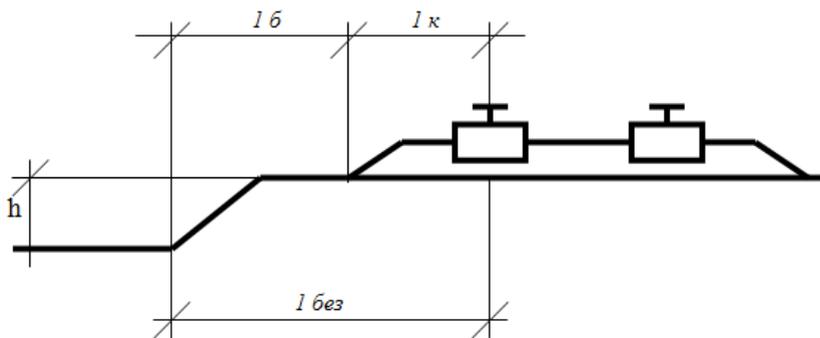


Рисунок 5.3 – Схема привязки подкрановых путей вблизи котлованов и траншей

б) *поперечная привязка самоходных кранов вблизи котлованов и траншей* (рисунок 5.4)

Для самоходных кранов  $l_{\text{без}}$  принимается по СНиП 12-03-99 «Безопасность труда в строительстве»

Например, при суглинистых грунтах и  $h=1\text{м}$ ,  $l_{\text{без}}=1,0\text{м}$ ,  
 $h=2\text{м}$ ,  $l_{\text{без}}=2,0\text{м}$ ,  $h=3\text{м}$ ,  $l_{\text{без}}=3,25\text{м}$ .

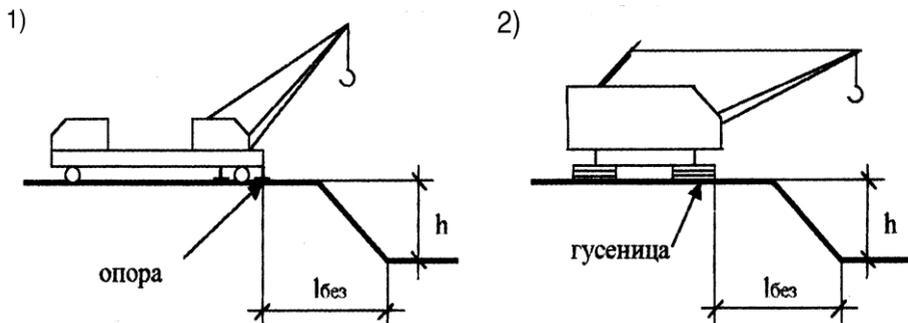


Рисунок 5.4 – Схема привязки самоходных кранов вблизи котлованов и траншей: 1-пневмоколесный; 2-гусеничный

При работе крана без опор расстояние принимается до ближайшей оси колеса.

в) *поперечная привязка подкрановых путей башенного крана у здания* (рисунок 5.5)

Для кранов с вращающейся платформой (рис. 5.5,1):

$V = Rn + 3$ ,  $Rn$  – радиус поворота платформы принимается по справочнику; 3 – зазор между поворотной платформой и зданием,  $3 = 0,6 \div 1\text{м}$ .

Для кранов с неповоротной башней и расположением противовеса ниже верхней отметки здания (рис. 5.5,2):  $V = R'n + 3'$ ,  $R'n$  – длина противовесной консоли,  $3 = 0,5 \div 1\text{м}$ .

Для кранов с неповоротной башней и расположением противовеса выше верхней отметки здания (рис. 5.5,3):  $V = 0,5 (V_k + 1_{\text{ш}} + 0,2 + l_6 + 3)$ ,  $V_k$  – ширина колеи крана, м;  $1_{\text{ш}}$  – длина полупалы, равная 1,35м; 0,2 – минимально допустимое расстояние от конца шпалы до откоса балластной призмы, м;  $l_6$  – длина откоса балластной призмы, м; 3 – зазор, равный  $0,7 \div 1\text{м}$ .

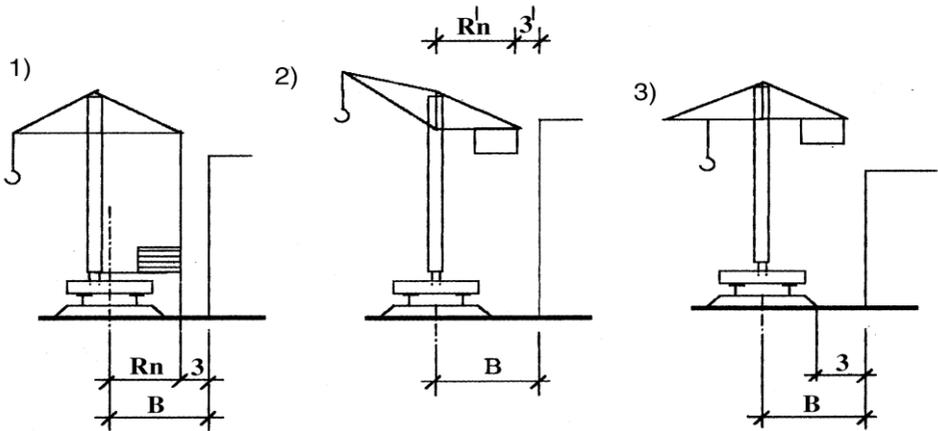


Рисунок 5.5. Схема привязки подкрановых путей башенного крана у здания

г) *продольная привязка* (рисунок 5.6)

Длина подкрановых путей  $l_{пп} = l_{кр} + a_{кр} + 2l_{торм} + 2l_{туп}$ ,  $l_{кр}$  – расстояние между крайними стояниями крана, м,  $a_{кр}$  – база крана,  $l_{торм}$  – величина тормозного пути крана (не менее 1,5м),  $l_{туп}$  – расстояние от конца рельса до тупиков, равное 0,5м.

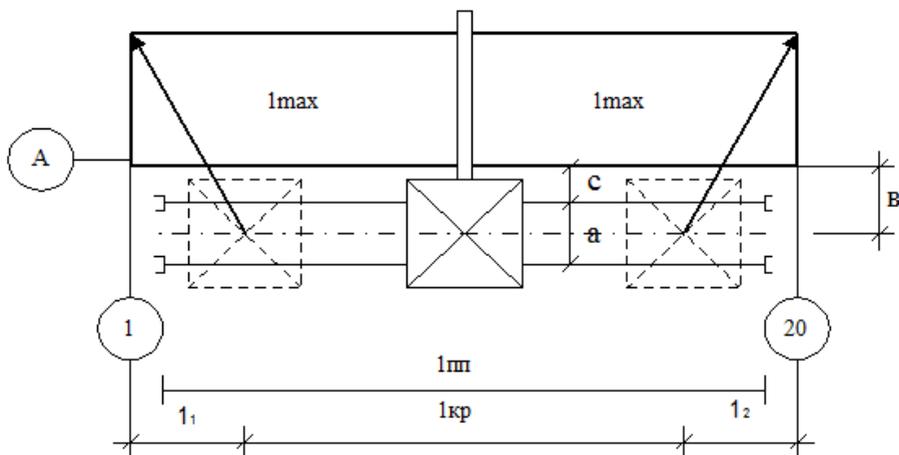


Рисунок 5.6 – Схема продольной привязки башенного крана и подкрановых путей к зданию

На рисунке 5.6:  $l_{\max}$  – максимальный рабочий вылет стрелы;  $l_1$  и  $l_2$  – расстояние от крайних осей здания до крайних стоянок крана;  $v = c + a/2$ ,  $a = 4,5 \div 7,5$ ,  $c = 2,3 \div 2,6$  м (в зависимости от марки крана).

Длина подкранового пути должна быть скорректирована в сторону увеличения с учетом кратности длины полузвена, т.е. 6,25. Минимально допустимая длина подкрановых путей 25м (два звена).

Для башенных кранов показывают крайние стоянки и стоянки кранов в нерабочем состоянии.

При совместной работе нескольких кранов на объекте (в том числе башенных, находящихся на одних или разных рельсовых крановых путях) или кранов с другими механизмами для производства строительно-монтажных работ для обеспечения совместной безопасной их работы определяют промежуточные стоянки.

Промежуточные дополнительные стоянки показывают также при работе кранов (когда это требуется) с предельными массами грузов, на предельных вылетах и в стесненных условиях.

Привязка крайних стоянок башенного крана производится к тупиковым упорам или концам рельсов, промежуточных стоянок кранов – к осям здания.

Для стреловых кранов, кранов-манипуляторов, подъемни-

ков (вышек), как правило, показываются все стоянки.

При равных расстояниях между стоянками может показываться шаг стоянок между начальной и конечной, а при последовательном выполнении однотипных работ между начальной и конечной стоянками – ось движения грузоподъемной машины, на которой она может устанавливаться в любом месте.

Стоянки грузоподъемных машин обязательно показываются при выполнении работ в охранной зоне ЛЭП или ближе 30 м от крайних проводов ЛЭП, при выполнении других работ повышенной опасности.

д) *опасные зоны.*

**Монтажная зона** – пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении элементов (рисунок 5.7)

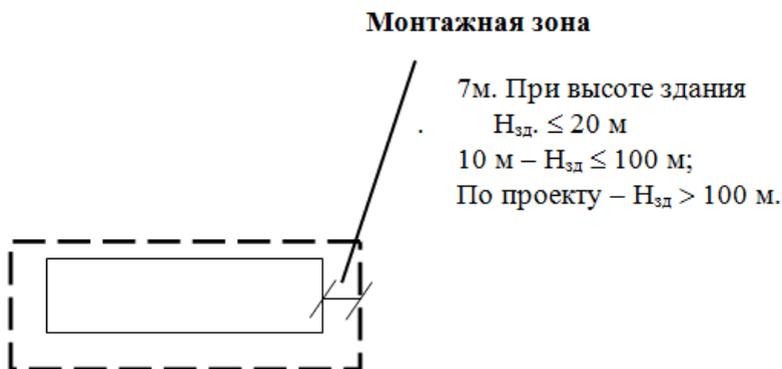


Рисунок 5.7 – Опасная зона вблизи строящегося здания или сооружения

Места прохода людей в пределах опасных зон должны иметь защитные ограждения. Входы в стоящие здания (сооружения) должны быть защищены сверху сплошным навесом шириной не менее 2м от стены здания.

**Зона обслуживания краном** (рабочая зона) – пространство, находящееся в пределах линии, описываемой крюком крана (рисунок 5.8).

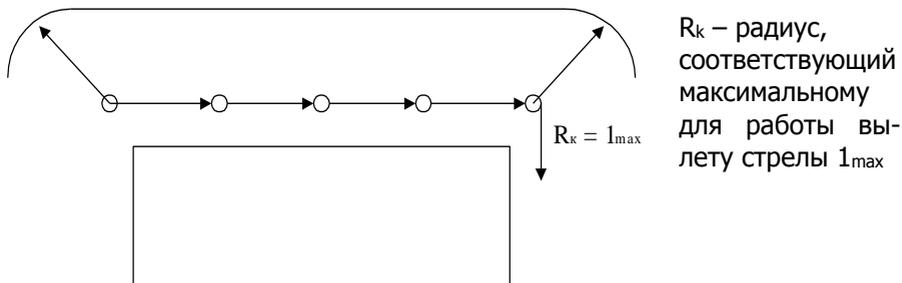


Рисунок 5.8 – Рабочая зона крана

**Зона перемещения груза** – пространство, находящееся в пределах возможного перемещения груза, подвешенного на крюке крана

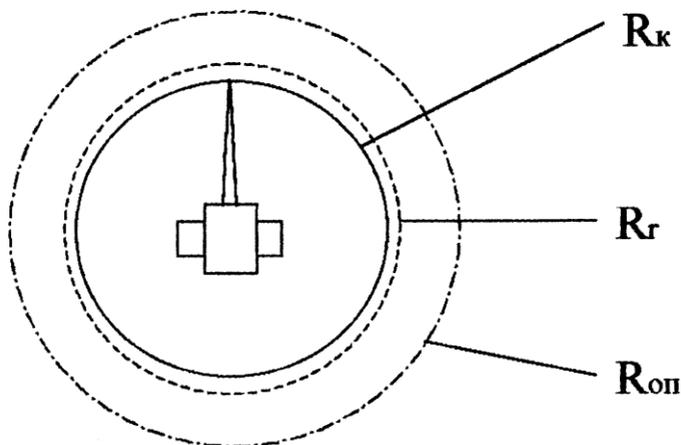
$$R_r = l_{max} + 0,5 a_{max} ,$$

где  $a_{max}$  – длина самого длинного перемещаемого груза.

**Опасная зона работы крана** – пространство, где возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания при падении.

$$R_{оп} = l_{max} + 0,5 a_{max} + l_{без} ,$$

где  $l_{без}$  – дополнительное расстояние для безопасной работы, устанавливаемое в соответствии со СНиП 12-03-99 [3].



При высоте подъема груза до  $20\text{м} - 1_{\text{без}} = 7\text{м}$ , более  $20\text{м} - 1_{\text{без}} = 10\text{м}$ .

Обозначение зон на стройгенплане показано на рисунке 5.9

Рисунок 5.9 – Опасная зона работы монтажного крана

**Зона работы подъемника** – пространство, где возможно падение поднимаемого груза (рисунок 5.10).

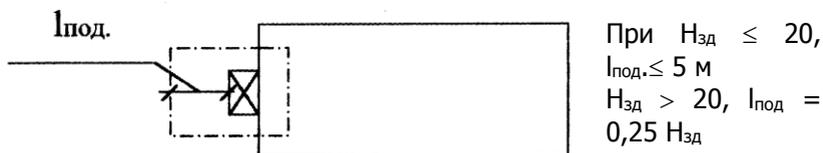


Рисунок 5.10 – Зона работы подъемника

**Опасная зона подкрановых путей** – территория, внутри которой запрещено нахождение людей (кроме машиниста) и размещение механизмов, электрощитов и т.д. Эта опасная зона ограждается штакетником или инвентарными металлическими ограждениями высотой 0,8-1,6м. Расстояние от наружного рельса до ограждения от 2 до 2,5 м.

За ограждением кранового пути располагают места нахождения контрольных грузов башенных кранов для минимального и

максимального вылета. Положение контрольных грузов на строительной площадке должно соответствовать наибольшей грузоподъемности крана и (или) наибольшему грузовому моменту. Если кран имеет постоянную грузоподъемность или перемещает только грузы с минимальной грузоподъемностью, на строительной площадке может быть один контрольный груз для максимального вылета.

При установке на один рельсовый путь нескольких башенных кранов, контрольные грузы с максимальной массой могут находиться внутри рельсовых кранов путей, в промежутке между тупиковыми упорами двух кранов, при этом расстояние от тупикового упора до контрольного груза должно быть не менее 1 м. При кранах с одинаковой грузоподъемностью, у пары башенных кранов могут быть общие контрольные грузы.

При работе строительных кранов в стесненных условиях могут вводиться определенные ограничения их движения: поворота стрелы, изменения вылета крюка, передвижения крюка или перемещение грузовой тележки. На стройгенплане ограничения действия крана обозначают линией с двумя флажками. Линию ограничения располагают на расстоянии не менее 1 м от объекта, который ограничивает поворот стрелы (рисунок 5.11).

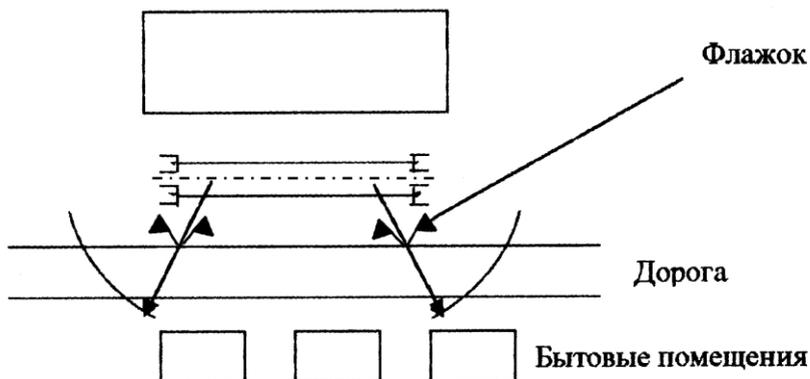


Рисунок 5.11 – Отображение ограничителей поворота стрелы

**3 Выделяются зоны складирования материалов, конструкций, оборудования и приспособлений.** На стройгенплане показывают зону складирования материалов и конструкций с указанием размеров и площади зоны. Площадки складирования должны быть с уклоном 2-5° для отвода воды.

Они должны быть в зоне действия крана и от дороги минимум 0,5м. Между местами складирования должны быть проходы шириной не менее 0,7м. Поперечные проходы устраиваются через каждые 25 – 30м. Места приема раствора и бетонной смеси на строительной площадке должны иметь твердое покрытие. Кроме зон складирования (открытых складов) на стройгенплане могут быть запроектированы склады с навесом и закрытые. На стройгенплане показывают места хранения грузозахватных приспособлений и тары.

Для стреловых кранов места хранения грузозахватных приспособлений и тары показывают на фрагменте одной стоянки крана.

В зоне разгрузки автотранспорта и на площадках складирования необходимо предусматривать размещение стенов со схемами строповок и таблицей масс грузов. Для строительных кранов, кранов-манипуляторов место установки такого стенда показывают на фрагменте одной стоянки крана или крана-манипулятора.

Количество стенов принимается в зависимости от количества разгрузочных площадок – в среднем один стенд на одну площадку.

При необходимости кантования на стройгенплане предусматривается специально оборудованная площадка или соответствующее оборудование для кантования конструкций.

На стройгенплане указываются места укрупнительной сборки конструкций. К площадкам укрупнительной сборки конструкций предъявляются такие же требования, как и к площадкам складирования материалов и конструкций. Кроме того, в зависимости от вида укрупняемых конструкций площадки должны иметь стеллажи, оборудование и приспособления для укрупнения и кантовки конструкций.

При небольшом объеме работ площадка укрупнительной сборки может находиться в зоне работ крана (кранов), с помощью которого (которых) возводится здание (сооружение), а при больших объемах работ укрупнительная сборка конструкций производится на отдельной площадке с самостоятельными (не связанными производством строительно-монтажных работ) кранами, необходимым оборудованием и временными сооружениями.

**4 Наносятся постоянные и временные дороги.** У въездов на строительную площадку устанавливается информационный стенд пожарной защиты с нанесенными строящимися и вспомогательными зданиями и сооружениями, схемой движения

транспорта, местонахождением водоисточников, средств пожаротушения и связи. Скорость движения автомобилей непосредственно возле объекта не должна превышать 10 км/ч, а на поворотах – 5км/ч. На дорогах должна предусматриваться установка знаков ограничения скорости движения транспорта.

Ширина временных автотранспортных дорог принимается: при двухполосном движении – 6м (в обоснованных случаях – до 7м);

при однополосном движении – 3,5м с уширением в зону обслуживания крана до 6,5 м под разгрузочные площадки для автотранспорта (при большегрузочных машин – 7,0м).

Длина разгрузочной площадки назначается в зависимости от числа автомашин, одновременно стоящих под разгрузкой, их габаритов и принимается в пределах 15-45м.

Радиусы закругления временных дорог зависят от габарита грузов и транспортных средств, используемых для их доставки, и принимается в пределах 12÷18м.

В стесненных условиях строительной площадки при применении автомашин грузоподъемностью до 5т без прицепов допускается принимать радиус закругления временных дорог 9м.

При расположении дорог на стройгенплане должен быть обеспечен круговой либо сквозной проезд, а на тупиковых разъездах выполнены разъезды и разворотные площадки для машин размером не менее 12x12 м. На территории строительства площадью 5га и более предусматривается не менее двух въездов с противоположных сторон.

Ширина временных дорог и площадок для установки стреловых самоходных кранов и кранов-манипуляторов определяется в зависимости от используемых марок машин. Ширина временной дороги принимается на 0,5м больше ширины гусеничного или колесного хода применяемой грузоподъемной машины.

При прямолинейном движении грузоподъемных машин временную дорогу рекомендуется выполнять двухколейной. Ширина колеи принимается на 0,5м больше ширины одной гусеницы или колеса, или пары колес. При специальном обосновании ширина временных дорог под самоходные стреловые краны и краны-манипуляторы может быть увеличена.

Временные автотранспортные дороги могут быть совмещены с временными дорогами, на которых работают самоходные стреловые краны и краны-манипуляторы.

Конструкцию временных дорог и площадок под грузоподъемные машины проектируют в зависимости от нагрузок, создава-

емых ими (нагрузки принимаются согласно паспорту завода-изготовителя) и плотности грунта в основании (согласно техническому заключению о грунтах или актах испытания грунта лабораторией строительного-монтажной организации).

Площадка для установки грузоподъемной машины должна обеспечивать их устойчивость и исключать проседание выносных опор или гусениц (или плит под ними) при подъеме предельно допустимого (по паспорту) груза.

При разработке стройгенплана необходимо учитывать требуемые размеры проезда для завоза и вывоза крана на площадку или с площадки для монтажа и демонтажа башенного крана. Временные дороги должны обеспечить свободный проезд других строительных механизмов и пожарных машин ко всем строящимся эксплуатируемым зданиям (в том числе и временным), местам открытого хранения строительных материалов, конструкций и оборудования.

Вдоль зданий шириной до 18м устраивается проезд с одной стороны, более 18м проезды должны быть с двух сторон, а шириной более 100м – со всех сторон здания. Проезды должны иметь покрытие, пригодное для движения пожарных автомобилей в любое время года.

На стройгенплане показываются схемы движения работающих людей на стройплощадке, пешеходные дорожки, входы в здание и спуски в котлован (пандусы).

Ширина пешеходных дорожек принимается 0,6÷2м. В случае совмещение на одном пандусе автодороги и пешеходной дорожки, они должны быть разделены временным сигнальным ограждением или отбойным брусом.

Входы в здание предусматриваются с торцов здания или противоположной от грузоподъемной машины стороны здания

В местах пересечения временных дорог и пешеходных дорожек с опасными зонами, необходимо устанавливать дорожные знаки и знаки безопасности.

В необходимых случаях для регулировки движения транспорта и работы грузоподъемной машины специально назначаются сигнальщики.

На стройгенплане показывают место стоянки транспорта под разгрузкой и разрабатывают схему движения транспорта с расстановкой дорожных знаков, регламентирующих порядок движения транспортных средств в соответствии с «Правилами дорожного движения».

Каждый рабочий выезд со строительной площадки оборуду-

ется пунктом мойки (очистки) колес автотранспорта. Место установки эстакады или размещения моечной площадки определяется в зависимости от принятой на строительной площадке схемы движения автотранспорта и ширины временных (постоянных) дорог.

Покрытие дорог может быть асфальтобетонное (А), щебеночное (Щ), бетонное (Б), железобетонное (Ж/Б). Временные дороги как правило выполняют с гравийным, щебеночным покрытием и из железобетонных плит на песчаном основании

**5 Указываются постоянные инженерные сети:**

водопровод (хозяйственный В1, противопожарный В2, производственный В3);

канализация (фекальная К1, ливневая К2, производственная К3);

газопровод (G);

воздуховод (в промышленности А);

теплосеть (подающий Т1, обратный трубопровод Т2);

электрическая сеть (силовая – 380, осветительная – 220

Вт):

W1 – до 1 кВт;

W2 – до 35 кВт;

W3 – более 35 кВт;

W4 – 380 Вт;

W5 – 220 Вт.

слаботочные сети: радио, связь (V0).

Инженерные сети, прокладываемые в земле, отображаются пунктирной линией, над землей – сплошной.

Например:

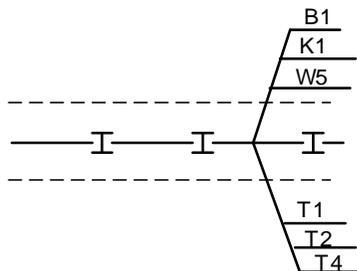
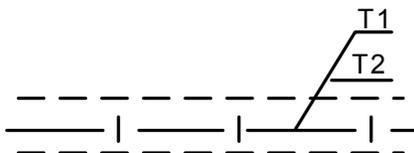
- - - - - K1 - - - - -    - канализация в траншее  
 \_\_\_\_\_ W5 \_\_\_\_\_    - воздушная линия электропередачи

Для прокладки инженерных сетей могут быть запроектированы каналы: непроходные (теплотрасса), и проходные (водопровод, канализация, электрические и слаботочные сети, сети отопления и горячего водоснабжения в одном коммуникационном коллекторе). В проходных комплексных каналах запрещается прокладывать сети газа и ливневой канализации.

На стройгенплане они имеют следующие обозначения:

Непроходной канал

Проходной канал



**6 Проектируются временный водоотвод (ВВ1) и временная канализация (ВК1).**

Сети временного водопровода устраивают по кольцевой, тупиковой или смешанной схеме. Вода на строительной площадке расходуется на производственные, хозяйственно-бытовые и противопожарные нужды. Пожарные гидранты устанавливают не менее 2, через каждые 100 – 150 м, от дороги 2-3м и от здания 5-50м. Питьевые фонтанчики располагают на расстоянии 75м от места строительства. Водой для бытовых нужд должны быть обеспечены туалеты, умывальные, душевые и помещения для личной гигиены женщин во все рабочие смены.

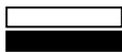
На строительстве, имеющем фекальную сеть, следует применять канализованные инвентарные санузлы передвижного или контейнерного типа, располагая их около колодца. Сети временного водоснабжения и канализации проектируются после того как на стройгенплане размещены все потребители воды и известны пункты образования сточных вод.

**7 Проектируется временное электроснабжение.**

Условные обозначения, принятые при проектировании электроснабжения:



- временная трансформаторная подстанция;



- распределительный шкаф;



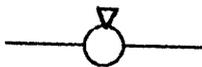
- рубильник для башенного крана;



- рубильник освещения;

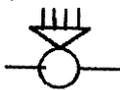


- рубильник силовой;

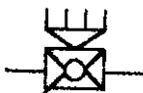


25 - 40м;

- светильник на столбах, между столбами



- прожектор на стойках



- прожектор на мачте или вышке,  
расстояние между ними 80-250 м

Строительную площадку снабжают электроэнергией, поступающей от постоянных источников через трансформаторную подстанцию. Для этой цели обычно используют однитрансформаторные комплектные перевозные или передвижные подстанции с напряжением на низкой стороне 380/220 В и радиусом действия 400 – 700м.

Разводящую низковольтную временную электросеть на строительных площадках устраивают по радиальной (разомкнутой), кольцевой (замкнутой) или смешанной системам. Электропитание строительной площадки от внешних источников производится, как правило, по воздушным линиям электропередачи. Переход сети через дороги необходимо делать под прямым углом, расстояние сети от забора – 2м, высота над проходом – 3,5м, над проездом – 6м.

Освещение должно быть охранное и для проездов.

На стройгенплане наносят расположение прожекторных вышек и опор наружного освещения. С наружной стороны ограждение кранового пути устанавливается шкаф электропитания башенного крана, запирающийся на замок. К шкафу электропитания башенного крана должен быть обеспечен свободный подход. Линия электропитания от распределительного щита до грузоподъемного крана должна быть самостоятельной, присоединение к этой линии других потребителей запрещается.

### **8 Располагаются временные здания и сооружения**

В зависимости от продолжительности строительства могут

применяться следующие виды временных зданий:

передвижные, если срок строительства 0,5 года;

контейнерные (перевозные) 0,5 – 1,5 года;

сборно-разборные – больше 1,5 лет.

На крупных стройках организуют бытовые городки.

Правила расположения временных зданий:

1 Вне зоны действия крана.

2 Санитарно-бытовые помещения должны быть удалены от разгрузочных устройств и других объектов, выделяющих пыль, вредные пары, дым и газы на расстоянии не менее 50м, при этом бытовые помещения целесообразно размещать с наветренной стороны.

Площадка для размещения бытовых помещений должна располагаться на незатапливаемом участке, иметь водоотводные каналы, переходные мостики и подъезды для пожарных машин.

Для уменьшения загрязнения окружающей среды, строительные отходы должны собираться на стройплощадке в контейнеры. Контейнеры со строительными отходами устанавливаются в отведенном для них месте и вывозятся за пределы строительной площадки. Место сбора строительных отходов показывается на стройгенплане.

Вблизи санитарно-бытовых помещений также устанавливаются контейнеры для сбора мусора и пищевых отходов. На стройгенплане показывается схема удаления мусора с этажей.

3 Бытовые здания следует блокировать и приближать к местам входов на стройплощадку.

4 Передвижные вагончики или отдельные блок-контейнеры здания, используемые для административно-бытовых помещений устанавливаются группами не более 10шт. (в том числе и в несколько этажей) и общей площадью не более 800м<sup>2</sup>. Расстояние между группами должно быть в противопожарных целях не менее 15м, такое же расстояние принимается между вагончиками и строящимися или существующими зданиями и сооружениями.

В стесненных условиях допускается уменьшить указанное расстояние при условии устройства противопожарных стен

5 В местах установки бытовых помещений следует предусмотреть место отдыха;

6 К помещениям должны быть устроены пешеходные дорожки шириной 0,6м;

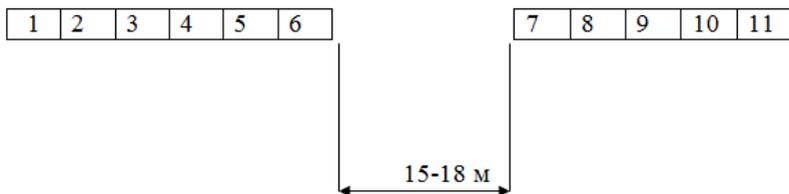
7 На строительной площадке и строящемся объекте, складах и в административно-бытовых помещениях в соответствии с требованиями «Правил пожарной безопасности в Российской Фе-

## Организационно-технологическое проектирование

дерации» размещаются первичные средства пожаротушения. Около временных зданий должны располагаться пожарные щиты и ящики с песком.

8 Расстояние между временными зданиями и дорогами должны быть не более 25.

Рекомендуемый состав помещений и их размещение показаны на рисунке 5.12



Противопожарный разрыв

*1 – проходная; 2 – прорабская; 3 – медицинское помещение при количестве работающих более 300 человек, в другом случае – аптечка в прорабской; 4 – комната приема пищи; 5 – комната обогрева рабочих; 6 – кладовая; 7 – комната сушки и обеспыливания одежды; 8 – гардеробная; 9 – душевая; 10 – туалет; 11 – комната гигиены женщин, при общем количестве работающих женщин более 15 человек.*

Рисунок 5.12 – Размещение бытовых помещений

*Допускается совмещение следующих служб: умывальная с гардеробом; умывальная с душем; гардеробную с душем; помещение для отдыха с помещением для обогрева и приема пищи. Нельзя совмещать: умывальную, гардеробную, помещение для сушки одежды с помещением для отдыха, обогрева рабочих, приема пищи.*

Уборную со смывом следует располагать около канализационных колодцев. При отсутствии канализации – использовать передвижные уборные с герметичными емкостями. Уборные с выгребными ямами можно устраивать только с разрешения госсаннадзора. Расстояние от рабочих мест на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях до гардеробных, душевых, умывальных, помещений для обогрева и туалетов, должно быть не

более 150м.

При определении удаленности санитарно-бытовых помещений следует учитывать расстояние по вертикали, которое применяется с коэффициентом 5.

Состав временных зданий и сооружений показывается в экспликации стройгенплана.

Ограждение производственных территорий должно быть высотой не менее 1,6м, а участков работы – не менее 1,2м.

Строящиеся объекты, расположенные вдоль улиц, проездов и проходов общего пользования, необходимо ограждать сплошным забором высотой не менее 2м. Забор, примыкающий к местам массового прохода людей должен оборудоваться сплошным защитным козырьком. Ограждения не должны иметь проемов, кроме ворот и калиток, контролируемых в течение рабочего времени и запираемых после его окончания. Ширина ворот для въезда на территорию строительной площадки транспорта должна быть не менее 4м.

### **5.3 Особенности проектирования общеплощадочных стройгенпланов в составе ПОС**

Проектирование целесообразно вести по группам объектов и этапам.

1 Размещение строительного хозяйства следует начинать с прокладки рельсовых железнодорожных путей, если они предусмотрены решениями по организации строительного производства. Ввод пути на строительную площадку может быть расположен в середине площадки. Такое решение целесообразно при строительстве крупных комплексов, когда площадку разбивают на несколько строительных участков с самостоятельным хозяйством. На небольших стройплощадках ввод пути располагают обычно с одной или двух сторон у края площадки.

2 Организуют склады для размещения строительных материалов и изделий, прибывающих на стройплощадку по железной дороге. Их располагают обычно вдоль железнодорожного пути.

Склады материалов и полуфабрикатов при централизованных механизированных установках (например, растворобетонные узлы) необходимо располагать в непосредственной близости от этих установок.

Склад, обслуживающий несколько пунктов, следует располагать на площадке ближе к центрам наиболее интенсивного потребления.

3 Проектируют расположение общеплощадочных подсобных

производственных централизованных установок.

Производственные установки, потребляющие одно и то же сырье, или производства, где готовая продукция одного используется как полуфабрикат другого (например, бетонный узел и полигон железобетонных изделий), следует размещать на одном участке стройплощадки или максимально их сблизить.

4 Размещают объектные установки и объектные склады. Все массовые материалы и изделия должны быть завезены непосредственно к строящимся объектам и расположены возле них. Склады материалов, подлежащих переработке на приобъектных механизированных установках, располагают вблизи с ними. Обычно на общеплощадочном стройгенплане изображение объектных установок и складов наносят схематично и уточняют в объектных стройгенпланах.

5 Одновременно с размещением механизированных установок и объектных складов проектируют внутривозвратный транспорт – размещение автомобильных дорог. Особое внимание следует обращать на устройство и безопасность пути доставки к месту монтажа сборных конструкций – здесь необходимо тщательно проверять радиусы закруглений. При перевозке длинномерных конструкций автомобильные дороги на стройплощадке должны иметь в плане радиус кривой 30м.

6 Размещают временные хозяйственные, административные и бытовые здания. Контору строительного управления при крупном строительстве, желательно располагать в районе входа на строительную площадку, а контору строительного участка – в зоне деятельности этих подразделений. Конторы прораба и мастеров, а также объектные кладовые располагают по возможности ближе к строящимся объектам.

7 Энергетические установки (электроподстанции, компрессорные, котельные и др.) располагают в центре потребления их продукции.

8 Заключительным этапом проектирования общеплощадочного стройгенплана является нанесение сетей временного водоснабжения, канализации, энергоснабжения, средств связи и сигнализации, а также технических средств диспетчерской связи.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СНиП 12-01-2004 Организация строительства.
- 2 СНиП 1.04.03-85\* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений.
- 3 СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования
- 4 СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.
- 5 Положение о составе разделов проектной документации и требования к их содержанию. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008
- 6 Методические рекомендации о порядке разработки ППР грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ РД.11-06-2007
- 7 ГЭСН 81-02-2001. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы.
- 8 Дикман Л.Г. Организация строительного производства // Учебник для строит.вузов. – М.: Издательство «АСВ», 2003-512с.
- 9 Небритов Б.Н., Губеев Е.В. Компьютерное моделирование организационно-технологических решений в инвестиционных строительных проектах // Известия высших учебных заведений. Строительство-2004, №3-с113-116
- 10 Пособие по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ для жилищно-гражданского строительства. М.: Стройиздат, 1989-185с.
- 11 Разработка проектов организации строительства и проектов производства работ для промышленного строительства: Справочное пособие к СНиП. – М.: Стройиздат, 1990.-238с.
- 12 Строительное производство. Т.2. Организация и технология работ / Л.П. Аблязов и др. – М.: Стройиздат, 1989-527с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А ПРИМЕР ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

### А.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА

Проект производства работ разработан на строительство 9-этажного 2-секционного 144-квартирного панельного жилого дома.

Строительная площадка находится на территории Ростовской области. Основные природно-климатические условия строительства:

- 1 Климатический район – 1 В.
- 2 Преобладающее направление ветра – восточное.
- 3 Нормативное значение веса снегового покрова – 70 кгс/м<sup>2</sup> /0,70 кПа.
- 4 Нормативная глубина сезонного промерзания грунта – 0,9 м.
- 5 Расчетная температура наружного воздуха – минус 22 °С.
- 6 Нормативное значение ветрового давления 45 кгс/м<sup>2</sup> (0,45 кПа).
- 7 Инженерно-геологические условия обычные, грунт относится ко 2-й категории.
- 8 Степень огнестойкости – вторая.
- 9 Ориентация – широтная.
- 10 Рельеф площадки – спокойный. Перепад отметок – около 1 м.

Здание имеет размеры (приложение Б): длина — 63,2 м, ширина — 12,52 м, высота — 28,87 м.

В таблице А.1.1 даны основные технико-экономические показатели здания.

#### *Строительные конструкции и изделия*

Конструктивная схема с продольными и поперечными несущими стенами и отпиранием панелей перекрытий по контуру.

Фундаменты — ленточные, сборные бетонные

Таблица А.1.1 – Основные технико-экономические показатели объекта строительства

Наименование	Единица измерения	Количество
Сметная стоимость	тыс.руб.	32316
В том числе СМР	тыс.руб.	26930
Объем строительный	м <sup>3</sup>	22844
Площадь: застройки	м <sup>2</sup>	791
общая квартир	м <sup>2</sup>	5386
жилых помещений	м <sup>2</sup>	2663
летних и внеквартирных помещений	м <sup>2</sup>	561

Стены наружные – трехслойные железобетонные панели толщиной 280 мм для цокольного этажа, 300 мм для жилых этажей.

Стены внутренние – сборные железобетонные панели, толщиной 140 мм для цокольного этажа: 160мм и 120 мм для жилых этажей.

Перекрытия — сборные железобетонные панели толщиной 120 мм.

Перегородки — сборные железобетонные толщиной 100 мм.

Санузлы – объемные железобетонные санкабины.

Лестницы — сборные железобетонные марши и площадки.

Лоджии — сборные железобетонные плиты.

Шахта лифтовая – железобетонные объемные блоки.

Покрытие – комплексные 3-слойные ж/б панели.

Кровля — рулонная из 4 слоев рубероида РМД – 350 на битумной мастике.

Двери наружные – деревянные.

Двери внутренние – щитовой конструкции.

Окна — деревянные.

Встроенное оборудование — шкафы.

Полы — линолеум в кухнях и передних, штучный паркет в комнатах, керамические плиты в санузлах.

### *Отделка*

Наружная: заводская отделка панелей наружных стен декоративным слоем.

Внутренняя: в жилых комнатах, передних – оклейка обоями, в кухнях и санузлах – масляной окраской или водостойкими обоями, частично облицовка керамической плиткой.

### *Инженерное оборудование*

Водопровод — хозяйственно-питьевой от наружной водопроводной сети, расчетный напор у основания стояков 32 м.

Канализация — хозяйственно-бытовая в городскую сеть; водосток – внутренний, с выпуском в городскую сеть.

Отопление — водяное центральное, система однотрубная с радиаторами типа «РСГ – 2». Температура теплоносителя от наружных тепловых сетей 105 -70° С.

Вентиляция — естественная.

Горячее водоснабжение — от внешней сети. Расчетный напор у основания стояков 39 м.

Электроснабжение – от внешней сети, напряжением 380/220 В.

Лифт пассажирский, грузоподъемностью 400 кг.

Устройство связи — радиофикация, телефонизация, телефикация.

Мусоропровод – с камерой на первом этаже, со сменным контейнером.

### *Оснащение здания*

Оборудование кухонь и санузлов — электроплиты, мойки, унитазы, ванны, умывальники.

Строительство жилого дома на правах генподрядчика будет осуществлять строительно-монтажное управление. Для осуществления специальных работ (малярных, санитарно-технических, электромонтажных и так далее) привлекаются субподрядные организации.

Доставка строительных материалов, конструкций, изделий и полуфабрикатов производится автотранспортом.

## А.2 РЕШЕНИЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ

### А.2.1 Выбор основного монтажного механизма

Для выполнения основного вида строительно-монтажных работ (монтажа поэтажных конструкций; установке сборных элементов; установке ограждений балконов; лоджий и лестничных маршей) принят передвижной кран башенного типа.

Расчет параметров крана:

1) грузоподъемность

$$Q_k = g_1 + g_{гн} + g_m,$$

где  $g_1$  — максимальная масса поднимаемой конструкции (7,9т — панель наружная, стеновая);

$g_{гн}$  — масса грузозахватного приспособления (0,21т);

$g_m$  — масса тары (0т).

$$Q_k = 7,9 + 0,21 + 0 = 8,11т$$

2) необходимая высота подъема крюка

$$H_k = h_0 + h_6 + h_k + h_c,$$

где  $h_0$  — высота опоры, на которую устанавливается конструкция от уровня стоянки крана (26,150 м);

$h_6$  — запас по высоте, принимаемый по технике безопасности (1 м);

$h_k$  — длина по высоте предметного груза (2,7 м);

$h_c$  — расчетная высота строповки (3,5 м).

$$H_k = 26,15 + 1 + 2,7 + 3,5 = 33,35м.$$

Вылет крюка

$$L_k = B + b_1,$$

где  $b_1$  — ширина здания, включая ширину балконов и лоджий (12,52 + 2,0 = 14,52м);

$B$  — расстояние от оси вращения крана до ближайшей грани здания, м.;

$$B = \frac{1}{2} b_k + \frac{1}{2} \cdot 1_{пл.ш} + 0,2 + 1_b + 1_{без},$$

## Организационно-технологическое проектирование

$$B = 3 + 0,687 + 0,2 + 0,302 + 0,7 = 4,889 \text{ м,}$$

где  $b_k$  – ширина колеи крана (6м);  
 $l_{пл. ш}$  – длина полупалы (1,375м);  
 0,2 – минимально допустимое расстояние от конца шпалы до откоса балластной призмы;  
 $l_6$  – длина откоса балластной призмы.

$$l_6 = (h_6 + 0,05) \cdot m = (0,4 + 0,05) \cdot 0,67 = 0,302,$$

где  $h_6$  – высота слоя балласта из щебня (0,4);  
 $m$  – уклон боковых сторон балластной призмы из щебня (0,67);  
 $l_{без}$  – безопасное расстояние, принимаемое не менее допустимого расстояния от выступающей части крана до габарита здания (0,7);

$$L_k = 4,89 + 14,52 = 19,41 \text{ м.}$$

Исходя из вышеприведенных характеристик, был выбран кран КБ –405.2[2].

Вылет стрелы – 25 м;  
 Грузоподъемность — 9 т;  
 Высота подъема крюка — 63м;  
 Радиус поворотной части крана – 5,6 м;  
 Ширина подкранового пути – 6,0 м.

### А.2.2 Методы производства основных видов строительномонтажных работ

#### *Земляные работы*

Механизированная разработка грунта осуществляется в две смены на двух захватах при помощи экскаватора ЭО-3322, оборудованного обратной лопатой.

Разработанный грунт вывозится со строительной площадки автосамосвалами. Зачистку дна котлована и траншей выполняется вручную. Частично грунт разрабатывается в отвал на расстоянии не менее 0,5 м от бровки котлована.

#### *Монтаж фундаментов и стен техподполья*

Ленточные фундаменты и стены техподполья из сборных бетонных блоков выполняются с использованием передвижного монтажного крана. КС-5363А, оборудованный стрелой 15м в две

смены.

Монтаж фундаментных блоков начинаются с угловых и маячных. Вертикальные швы между блоками заливаются цементным раствором после укладки первого ряда блоков. Стеновые блоки монтируются горизонтальными рядами на всей закладке в той же последовательности, что и фундаментные блоки.

#### *Монтаж сборных элементов надземной части здания*

Монтаж элементов здания ведется башенным краном КБ-405.2 в две смены. Каждая стеновая панель временно закрепляется и выверяется с применением индивидуальных приспособлений и средств контроля. Устойчивость панелей наружных стен обеспечивается подкосными струбцинами, а внутренних – подкосами или угловыми струбцинами.

Монтаж панелей начинается с установки и особо точной выверки базовых панелей (две поперечные и одна продольная), образующих жесткий блок.

Панели междуэтажных перекрытий монтируются в направлении «на кран», т.е. сначала укладываются панели в наиболее удаленной от крана части здания, а затем в осях, расположенных ближе к крану.

#### *Устройство полов*

Бетонная подготовка под полы выполняется в одну смену. Бетон подается на этажи при помощи бетононасоса СБ-126Б. Поверхность бетонной подготовки заглаживается металлическими гладилками и машинами СО-135.

Устройство чистых линолеумных и паркетных полов производится в одну смену. Линолеум приклеивают к нижележащему слою по всей площади мастикой на водостойких вяжущих. Линолеум сваривается в ковры размером «на комнату» в стационарных условиях домостроительного комбината.

Покрытие из штучного паркета наклеивают на холодных битумных мастиках. После настилки всего покрытия из паркета производится их циклевка и шлифование машинами СО-60. Обработанную поверхность пола покрывают двумя слоями лака.

#### *Устройство рулонной кровли*

Последовательность выполнения кровельного покрытия из рулонного материала: подготовка основания, наклейка пароизоляции, укладка утеплителя, устройство стяжки, грунтовка поверхности стяжки, наклейка рулонного материала, устройство защитного слоя. Наклейка рулонного покрытия из рубероида производится на битумной мастике с температурой 75-80 °С. Кровельные работы выполняют поточно-захватным методом с учетом беспре-

ребойного производства работ. Работы выполняются с использованием кровельных машин: для подогрева, перемешивания и транспортирования мастики на кровлю – СО-100А, для очистки и перемотки рулонных материалов – СО-98А, для подачи на кровлю рубероида и утеплителя – кран «Пионер М-2», для подачи цементного раствора – растворонасос СО-51.

При устройстве рулонной кровли в зимнее время необходимо наклеивать только один слой рубероида с использованием горячих мастик. Рулонные материалы перед наклейкой прогревают до 15 °С в течение 20 часов.

#### *Отделочные работы*

Затирка внутренних поверхностей стен из бетонных панелей производится цементно-известковым раствором в помещениях с относительной влажностью воздуха до 60 %. Для приема, переработки, подачи к рабочему месту штукатурного раствора и нанесение его на поверхность используется штукатурная станция СО-114А, для разравнивания и затирки штукатурных составов после твердения (или набора прочности) – штукатурно-затирочную электрическую машину СО-86А.

Швы между сборными элементами стен и перекрытий сначала заделывают жестким раствором или проконопачивают, а затем после нанесения раствора тщательно затирают. Оштукатуривание откосов выполняют после заделки швов между коробкой оконного или дверного проема. Внутренние поверхности стен в помещениях в зимних условиях оштукатуривают, когда смонтирована и работает система отопления.

В жилых комнатах стены отделываются обоями по подготовленной поверхности влажностью до 8 %. Оклеивание обоями выполняют при температуре воздуха в помещении не ниже +20 °С (но не выше 28 °С) и влажности 60 % при закрытых окнах и дверях до полного высыхания клеевого состава.

Раскрой и комплектация обоев проводится централизованно в заготовительских мастерских.

Все скрытые работы, выполняемые на объекте, подлежат приемке с составлением актов их освидетельствования.

### **А.2.3 Календарный план производства работ по объекту**

Календарный план составлен на весь период строительства. При разработке календарного плана были предусмотрены поточные методы выполнения работ.

С подготовительных работы начинается строительный цикл. В них входят: очистка территории от мусора, кустарника, планировка и ограждение территории, устройство инженерных коммуникаций и дорог, временных зданий и сооружений.

После подготовительных работ начинаются земляные, которые состоят из разработки котлована механизированным способом, доработки грунта вручную.

Монтаж подземной части начинается после разработки котлована. Параллельно ведется устройство вводов и выпусков. До монтажа перекрытия выполняется подготовка под полы, после – вертикальная обмазочная гидроизоляция.

Монтаж трубопроводов в техподполье производится после устройства подготовки под полы. Завершающей работой подземной части является обратная засыпка пазух. По их окончании начинаются работы по монтажу поэтажных конструкций надземной части.

Работы по монтажу поэтажных конструкций и устройство перегородок производятся параллельно. Монтаж элементов крупнопанельного здания ведется в последовательности, обеспечивающей пространственную жесткость и устойчивость конструкций.

После работ по монтажу поэтажных конструкций и устройства перегородок начинаются кровельные работы.

Заполнение оконных и дверных проемов производится в совмещении с работами по монтажу поэтажных конструкций. Также в совмещении с монтажом поэтажных конструкций производятся санитарно-технические работы: отопление, водопровод, канализация, газификация.

До затирки поверхностей ведутся электромонтажные работы. После затирочных работ – устройство керамических и цементных полов, а также столярные работы (подгонка оконных переплетов и дверных полотен, устройство антресолей и шкафчиков и другие). Затем выполняются паркетные и малярные работы.

После малярных работ производится настил линолеумных полов, установка электроприборов, раковин, умывальников, сантехнической арматуры и приборов, газового оборудования и др. Наружная отделка выполняется после демонтажа башенного крана. Благоустройство территории начинается после наружной отделки и продолжается до подготовки объекта к сдаче.

**Количественный состав бригад принят из справочника численности рабочих (см. приложение Б) или рассчитан исходя из численности состава звена по ЕНПР и количества звеньев в зависимости от фронта работ.**

Потребность в строительных машинах, их номенклатура и модель определена в зависимости от вида и объема работ по справочнику.

Потребность в материальных ресурсах определена по производственным нормам расхода материалов.

Технико-экономические показатели календарного плана следующие:

1. Общая трудоемкость работ по объекту чел-дн:
  - а) нормируемая – 5985,
  - б) планируемая – 5726;
2. планируемый процент выполнения норм выработки:

$$(5985/5726) \cdot 100 = 105\% ;$$

3. продолжительность строительства, мес.:
  - а) по нормам – 9,
  - б) по проекту – 8,4;
4. коэффициент неравномерности движения рабочих:

$$K = N_{\max} / N_{\text{ср}}, N_{\text{ср}} = Q_{\text{ил}} / T = 5726/176 = 32,53,$$

$$K = 55 / 32,53 = 1.7.$$

На основе данных календарного плана производства работ построены ресурсные графика (таблица А.2.1-А.2.3).

Таблица А.2.1 – График поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования

Наименование	Ед. измерения	Количество	Сентябрь	Год								
				2007			2008					
				Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Плиты перекрытий	шт.	688			688							
Стеновые панели	шт.	956			318	318	320					
Мастика битумная	кг	1176			1176							
Стекло оконное	м <sup>2</sup>	1672				224	223	223	501	501		
Рубероид	м <sup>2</sup>	3448					3448					
Битум	кг	3243					3243					
Бетон	м <sup>3</sup>	116			67			49				
Цементный раствор	м <sup>3</sup>	145						72	73			
Оконные и дверные блоки	м <sup>2</sup>	2101				701	1400					
Плитка	м <sup>2</sup>	1425						713	712			
Обои	м <sup>2</sup>	23622							11811	11811		
Паркет	м <sup>2</sup>	2663							444	1614	605	
Линолеум	м <sup>2</sup>	1895								948	947	
Доска обрезная	м <sup>3</sup>	191	191									
Щебень	м <sup>3</sup>	213	97	101	15							

Таблица А.2.2 – График движения строительных машин по объекту

Наименование	Ед. изм	Кол-во	Год					
			2007				2008	
			Среднесуточное кол-во машин по месяцам					
			Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	
Экскаватор ЭО-3322	шт. маш. см	1 8		1 8				
Бульдозер ДК-4	шт. маш. см	1 26	1 10		1 16			
Кран КБ – 405.2	шт. маш. см	1 146		1 10	1 44	1 40	1 52	
КС-5363А	шт. маш. см	146		1 14	1 32			

Таблица А.2.3 – График движения рабочих кадров по объекту

Наименование профессий рабочих	Числ. рабочих	Год								
		2007				2008				
		Среднесуточное количество рабочих по месяцам строительства								
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Землекопы	25		10							

## Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бетонщики	380		11	11			9			
Плотники	253	3			26	24				
Столяры	182						14	13		
Геодезисты	25	5	5							
Штукатуры	374					16	17			
Монтажники	704			33	34	33				
Разнорабочие	126			3					2	2
Маляры	414						3	24	24	
Электрики	296		1			20	19			3
Сантехники	561	2	12	7	31	24				7
Плиточники	63						8	8		
Кровельщики	96					5				
Паркетчики	161							28	22	25
Машинисты	44	3	3	8						
Газовики	16		5							
Облицовщики	18								5	6
Слесари	631		25	25		11		10		
Стекольщики	68				7	6	6	7	9	

## А.3 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

### А.3.1 Ресурсы и сооружения строительного хозяйства

#### А.3.1.1 Определение расчетной численности работников

Основой для определения численности работников на строительной площадке является максимальное количество рабочих основного производства, занятых в одну смену и определяется по графику ежедневной численности рабочих, построенному под календарным планом производства работ по объекту.

$$N_{\text{мах осн.}} = 34 \text{ чел.}$$

Численность рабочих неосновного производства принята в размере 20% от количества рабочих, принятого по графику. Данные суммируются, и полученный результат используется в дальнейших расчетах.

$$N_{\text{неосн}} = 34 \times 0,2 = 7 \text{ чел.}$$

Количество инженерно-технических работников (ИТР) в одну смену принято в размере 9%, младшего обслуживающего персонала (МОП) 2%, служащих 2% от суммарной численности рабочих основного и неосновного производства.

$$N_{\text{служ}} = (34 + 7) \times 0,13 = 5 \text{ чел.}$$

Общее расчетное количество работников, занятых на строительной площадке в смену, определяется как сумма всех категорий работников с коэффициентами 1,06 (из которых 4% — работники, находящиеся в отпуске, и 2% — невыходы по болезни).

$$N = (N_{\text{осн}} + N_{\text{неосн}} + N_{\text{служ}}) \times 1,06 = (34 + 7 + 5) \times 1,06 = 49 \text{ чел.}$$

Численность женщин принята равной 10 чел. (20% общего числа работающих).

### **А.3.1.2 Расчет потребности во временных зданиях и сооружениях**

Состав и площади временных зданий и сооружений определены на момент максимального разворота работ на стройплощадке по расчетному количеству работников, занятых в одну смену.

Временные сооружения приняты контейнерного типа с учетом срока их пребывания на стройплощадке – 8,4 месяца.

Так как число женщин в смену меньше 15 чел., то на стройплощадке помещение личной гигиены женщин совмещено с туалетом.

В прорабской предусмотрена медицинская аптечка, которая нужна при численности работающих до 150 чел. Результаты расчета потребности во временных мобильных зданиях приводится в табличной форме (таблица А.3.1).

### **А.3.1.3 Расчет потребности в складских площадях**

Площади складов определяются для материалов, подлежащих хранению на строительной площадке, по номенклатуре, представленной в графике поступления на объект строительных конструкций, деталей, полуфабрикатов, материалов и оборудования (таблица А.3.1).

Запас материалов рассчитывается по формуле

$$P_{ск} = (P_{об}T)nK_1K_2,$$

где  $P_{об}$  — количество материалов (деталей, конструкций), необходимых для производства строительно-монтажных работ;  
 $T$  — продолжительность выполнения работ по календарному плану, дн.;

$n$  — норма запаса материала, дн. (при перевозке материала автотранспортом принимается равным от 5 до 12 дней);

$K_1$  — коэффициент, учитывающий неравномерность поступления материалов на склад, принимается равным 1,1;

$K_2$  — коэффициент неравномерности потребления материалов, принимается равным 1,3.

Требуемая площадь склада

$$S = P_{ск}Kn / \gamma,$$

где  $P_{ск}$  — количество материалов, подлежащих хранению;  
 $\gamma$  — норма хранения материала на 1 м<sup>2</sup> площади;

## Организационно-технологическое проектирование

$K_p$  — коэффициент, учитывающий проходы.

В качестве примера произведен расчет площади для складирования железобетонных элементов

$$P_{ск} = (1098,74/9) \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 872,9 \text{ м}^3;$$

$$S = 872,9 \cdot 1,7 / 0,4 = 3709,8 \text{ м}^2.$$

Окончательный расчет потребности в складских помещениях представлен в таблице А.3.2

Таблица А.3.1 – Расчет потребности во временных мобильных зданиях

Наименование	Расчетная численность работников		Норма на 1 чел.		Расчетная потребность, м <sup>2</sup>	Принято	
	Всего	% одновременно пользующихся	Ед. изм.	Кол-во		Тип здания	Площадь, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
Проходная, табельная	—	—	м <sup>2</sup>	5-6	6	1-й блок	6
Кантора прораба	5	100	м <sup>2</sup>	3-5	15		15
Помещение для приема пищи	49	30	м <sup>2</sup>	1	15		15
Помещение для отдыха и обогрева рабочих	49	100	м <sup>2</sup>	0,1	5		8
Кладовая	—	—	—	—	—		15
<b>ИТОГО: 59</b>							
Помещение для сушки и обеспыливания одежды	49	50	м <sup>2</sup>	0,2	5	2-й блок	5
Гардеробная	49	70	м <sup>2</sup>	0,9	31		31
Душевые	49	30	1сет-ка м <sup>2</sup>	12 чел. 0,43 на чел.	6		6
Туалет	49	—	1чел.	0,07 м <sup>2</sup>	3		3
<b>ИТОГО: 45</b>							
<b>ВСЕГО: 104</b>							
Навес для отдыха и место для курения	49	30	м <sup>2</sup>	0,2	3		3

Таблица А.3.2 – Расчет потребности в складских площадях

Наименование материалов	Ед. изм.	Потребность		Норма складир.	Коеф., учитывающий проходы	Склад	
		общая	подлеж. хранению			вид	площадь
1	2	3	4	5	6	7	8
Железобетонные элементы	м <sup>3</sup>	1098,74	872,9	0,4	1,7	Откр.	3709,8
Рубероид 1 рул. – 20 м <sup>2</sup>	Рул.	3448,76	6164,7	15	1,25	Навес	513,7
Стекло оконное в ящиках	м <sup>2</sup>	1671,34	853,6	170	1,7	Закр.	8,54

### А.3.1.4 Расчет потребности в воде

Временное водоснабжение на строительной площадке предназначено для обеспечения производственных, хозяйственно-бытовых нужд и пожаротушения. Потребный расход воды, л/с

$$Q = P_{\text{б}} + P_{\text{пр}} + P_{\text{пж}}$$

где  $P_{\text{б}}$ ,  $P_{\text{пр}}$ ,  $P_{\text{пж}}$  — расход воды соответственно на бытовые, производственные нужды и на пожаротушение, л/с.

Расход воды на бытовые нужды складывается из:

$P'_{\text{б}}$  — расход воды на умывание, принятие пищи и другие бытовые нужды;

$P''_{\text{б}}$  — расход воды на принятие душа.

Расход воды на бытовые нужды

$$P'_{\text{б}} = NbK_1/8 \cdot 3600, \quad P''_{\text{б}} = NaK_2/t3600,$$

где  $N$  — расчетное число работников в смену;

$b$  — норма водопотребления на 1 человека в смену (при отсутствии канализации принимается 10—15 л, при наличии канализации 20—25 л);

$a$  — норма водопотребления на одного человека, пользующегося душем (при отсутствии канализации — 30—40 л, при наличии канализации-80 л);

$K_1$  — коэффициент неравномерности потребления воды (принимают в размере от 1,2 -1,3);

$K_2$  — коэффициент, учитывающий число моющихся — от наибольшего числа работающих в смену (принимают в размере от 0,3 -0,4);

8 — число часов работы в смену;

$t$  — время работы душевой установки в часах (принимают 0,75 часа)

$$P'_{\text{б}} = 49 \cdot 20 \cdot 1,2/8 \cdot 3600 = 0,041 \text{ л/с};$$

$$P''_{\text{б}} = 49 \cdot 80 \cdot 0,3/0,75 \cdot 3600 = 0,435 \text{ л/с}.$$

Расход воды на производственные нужды

$$P_{\text{пр}} = 1,2K_3 \sum q/n \cdot 3600,$$

где  $1,2$  — коэффициент на неучтенные расходы воды;  
 $K_3$  — коэффициент неравномерности водопотребления  
 (принимается равным  $1,3—1,5$ );  
 $n$  — число часов работы в смену;  
 $\Sigma q$  — суммарный расход воды в смену в литрах на все про-  
 изводственные нужды на несовпадающие во времени рабо-  
 ты (согласно календарному плану производства работ).  
 В таблице А.3.3 приводятся нормы расхода воды на произ-  
 водственные нужды.

Таблица А.3.3 – Расход воды на производственные нужды

Наименование работы	Ед. изм.	Количество	Нормативы	Расход воды, л
Затирка поверхностей	м <sup>2</sup>	23160	3	69480
Малярные работы	м <sup>2</sup>	23160	0,5	11580
				Итого: 81060

Расход воды на пожаротушение определен в зависимости от площади застройки и составляет 10 л/с.

$$R_{пр} = 1,2 \cdot 1,3 \cdot 81060 / 8 \cdot 3600 = 4,39 \text{ л/с.}$$

Потребляемый расход воды

$$Q = 0,041 + 0,435 + 4,39 + 10 = 14,87 \text{ л/с.}$$

На основании проведенных расчетов определяется диаметр трубопровода

$$D = \sqrt{\frac{4Q1000}{\pi v}},$$

где  $Q$  — суммарный расход воды на бытовые, производствен-  
 ные и противопожарные нужды, л/с;  
 $v$  — скорость движения воды по трубопроводу, м/с (прини-  
 маем  $v=2$  м/с).

$$D = \sqrt{4 \cdot 14,87 \cdot 1000 / 3,14 \cdot 2} = 97,32 \text{ мм}$$

Расчетный диаметр трубопровода 97,32 мм. Диаметр водопроводной сети принимаем равным 100 мм.

### А.3.1.5 Расчет потребности в электроэнергии

Электроэнергия в строительстве расходуется на силовые потребители; технологические процессы; внутреннее освещение временных зданий; наружное освещение мест производства работ, складов, подъездных путей и территории строительства (таблице А.3.4).

Потребная электроэнергия и мощность трансформатора в кВа рассчитываются по формуле:

$$P_T = \alpha(K_1 \sum P_C / \cos \varphi_1 + K_2 \sum P_T / \cos \varphi_2 + K_3 \sum P_{\text{ВО}} + K_4 \sum P_{\text{НО}}),$$

где  $\alpha$  — коэффициент, учитывающий потери в сети, в зависимости от напряженности сети,  $\alpha = 1,05—1,1$ ;

$\sum P_C$  — сумма номинальных мощностей всех силовых установок при условии возможного совпадения во время их эксплуатации, кВт;

$\sum P_T$  — сумма номинальных мощностей аппаратов, участвующих в технологических процессах, совпадающих во времени с работой, кВт;

$\sum P_{\text{ВО}}$  — общая мощность осветительных приборов внутреннего освещения, кВт;

$\sum P_{\text{НО}}$  — общая мощность осветительных приборов наружного освещения, кВт;

$\cos \varphi_1$ ,  $\cos \varphi_2$  — соответственно коэффициенты мощности зависящие от загрузки силовых и технологических потребителей; принимаются  $\cos \varphi_1 = 0,6$  и  $\cos \varphi_2 = 0,75$ ;

$K_1, K_2, K_3, K_4$  — соответственно коэффициенты спроса, учитывающие несовпадение нагрузок потребителей и принимаемые  $K_1 = 0,5$ ;  $K_2 = 0,4$ ;  $K_3 = 0,8$ ;  $K_4 = 1,0$ .

$$P_T = 1,05 \cdot (0,5 \cdot 123,7 / 0,6 + 0,4 \cdot 0,4 / 0,75 + 0,8 \cdot 0,104 + 1 \cdot 15,1) = 124,403 \text{ кВа}$$

Таблица А.3.4 – Мощности потребителей

Наименование потребителей	Ед. изм.	Количество	Удельная мощность на ед. изм., кВт	Суммарная мощность
1	2	3	4	5
Силовые потребители:				
штукатурная станция	шт.	1	22	22
сварочные аппараты	шт.	1	24	24
растворонасосы	шт.	1	5,7	5,7
башенный кран	шт.	1	72	72
Итого: $P_c = 123,7$				
Технологические потребители: затирочная штукатурная машина	шт.	4	0,1	0,4
Итого: $P_m = 0,4$				
Внутреннее освещение бытовых помещений	100 м <sup>2</sup>	0,08	1,3	0,104
Итого: $P_{во} = 0,104$				
Наружное освещение зон производства работ	100 м <sup>2</sup>	15,5	0,11	1,7
подходов и проездов	1000 м <sup>2</sup>	1,20	0,15	0,18
охранное освещение	1000 м <sup>2</sup>	8,8	1,5	13,2
Итого: $P_{но} = 15,1$				

*Примечание.* В графе «Удельная мощность на единицу измерения» указаны ориентировочные значения потребляемой мощности единичного потребителя.

В соответствии с полученным значением мощности подбираем трансформатор. Выбираем трансформаторную подстанцию СКТП- 6/10/0,4 (закрытая).

### А.3.1.6 Расчет потребности в сжатом воздухе

Сжатый воздух на строительной площадке необходим для обеспечения работы аппаратов (в том числе отбойных молотков, перфораторов, пневмотрамбовок, ручного пневматического инструмента для очистки поверхности от пыли). Источником сжатого воздуха является передвижная компрессорная установка. Расчет потребности в сжатом воздухе производится из условий работы минимального количества аппаратов, подсоединенных к одному компрессору.

## Организационно-технологическое проектирование

Мощность потребляемой компрессорной установки

$$Q = 1,3K \sum q = 1,3 \cdot 0,8 \cdot 6 = 6,24 \text{ м}^3/\text{мин},$$

где 1,3— коэффициент, учитывающий потери в сети;  
 K— коэффициент одновременности работы аппаратов, принимаемый при работе 3-6 аппаратов равным 0,8;  
 $\sum q$  — суммарный расход воздуха приборами, м<sup>3</sup>/мин (таблица А.3.5).

Емкость ресивера

$$V = K \sqrt{Q} = 0,4 \sqrt{6,24} = 0,99 \text{ м}^3,$$

где K — коэффициент, зависящий от мощности компрессора и принимаемый для передвижных компрессоров — 0,4;

Таблица А.3.5 – Расход воздуха приборами

Наименование инструмента	Ед. изм.	Количество	Расход воздуха на ед. изм., м <sup>3</sup> /мин	Расход воздуха на весь объем, м <sup>3</sup> /мин
Отбойный молоток	шт.	2	1,0	2
Установка для очистки от пыли	шт.	1	1,0	1
Пневматическая трамбовка	шт.	1	3,0	3

Q — мощность компрессорной установки, м<sup>3</sup> /мин.

Принимаем компрессорную установку КС—9 (по справочнику)

Диаметр разводящего трубопровода

$$D = 3,18 \sqrt{Q} = 3,18 \sqrt{6,24} = 7,94 \text{ мм},$$

где Q — расчетный расход воздуха, м<sup>3</sup> /мин.

Полученное значение округляется до ближайшего по стандарту диаметра – 10 мм.

### **А.3.2 Строительный генеральный план**

Стройгенплан разработан на период максимального развертывания строительно-монтажных работ предусматривает максимальное использование для нужд строительства постоянных дорог, водопроводных и электрических сетей. В нем указаны основные строительные механизмы, с помощью которых возводится здание. Регулирование и безопасность движения автотранспорта по территории строительства, обеспечено устройством временных дорог, установкой знаков ограничения скорости движения, указателей движения по строительной площадке. Временные дороги устраиваются из щебня шириной 3,5 м. Движение машин одностороннее.

Изделия заводского изготовления, детали и конструкции складировются в зоне действия крана. Площадки открытого хранения обеспечивают складирование нормативного запаса для бесперебойного производства работ. Раскладка материалов предусматривает проходы шириной 0,7 м для рабочих с целью обеспечения удобства строповки конструкций.

Для освещения строительной площадки в вечернее и ночное время предусмотрена система временного освещения.

Подача электроэнергии монтажным механизмам осуществляется по изолированным кабелям. Внешние сети прокладываются специальными организациями. Бытовые, временные помещения находятся вне зоны действия крана. Временный водопровод рассчитан на удовлетворение хозяйственно-бытовых и производственных потребностей.

### **А.3.3 Геодезическая основа на стройплощадке и инструментальный контроль за качеством сооружений**

Заказчик производит отвод участка строительства в натуре, выполняет геодезическую разбивку основных осей здания и предает генподрядчику исполнительную съемку разбивки по акту. Генподрядчик закрепляет на местности выноски разбивочных осей здания металлическими стержнями, обетонированные у основания. Выноски осей сохраняются до конца строительства.

Высотная основа создается путем нивелирования. На территории стройплощадки устанавливается временный репер, на который нивелированными ходами переносится относительная отметка от существующего близлежащего постоянного репера.

Контроль за осадкой здания осуществляется заказчиком. Контроль за вертикальными отметками и геометрией зданий осу-

ществляет генподрядчик.

В процессе монтажных работ необходимо производить систематический пооперационный контроль с помощью контрольно-измерительных приборов и приспособлений. Качество используемых материалов контролировать при поступлении их на объект.

## **А.4 РЕШЕНИЕ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

### **А.4.1 Основные указания по технике безопасности и противопожарным мероприятиям**

В соответствии со СНиП 12-03-2001 и СНиП 12-01-2002 «Безопасность труда в строительстве» [3,4] должен своевременно проводиться инструктаж, изучение и проверка знаний рабочих и технического персонала в области техники безопасности с обязательным документальным оформлением.

Вновь поступившие на строительство рабочие могут быть допущены к работе после прохождения вводного инструктажа по ТБ. Кроме того, в течение не более 3 месяцев со дня поступления на работу они должны пройти обучение безопасным методам работы. Инструктаж по ТБ необходимо проводить при переводе на новую работу, а также при изменении условий труда. К работе на особо опасных и вредных производствах рабочие допускаются лишь после соответствующего обучения и сдачи экзамена.

Работающим в опасных условиях должны выдаваться индивидуальные средства защиты. Необходимо обеспечить высокое качество применяемых материалов, изделий, строительных механизмов, эффективную звуковую и световую сигнализацию. Должны быть предусмотрены ограждения, сигнальные знаки и освещение объекта.

Особое внимание должно быть уделено выполнению правил установки и эксплуатации монтажных и грузоподъемных кранов и строительных механизмов, устройству ограждений опасных мест, выполнению электрозащитных мероприятий при работе оборудования и механизмов на электрической энергии, а как же при производстве электросварочных работ.

Запрещается пребывание людей под поднимаемым грузом и в зоне действия стрелы грузоподъемного механизма.

Проходы, проезды и погрузочно-разгрузочные площадки необходимо очищать от мусора, строительных отходов и не загромождать. Пожарная безопасность должна обеспечиваться в соответствии с ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации». Перед началом строительства

стройплощадка должна оборудоваться комплектами первичных средств пожаротушения – песок, лопаты, багры, огнетушители, а так же пожарными гидрантами.

#### **А.4.2 Мероприятия по охране природы и рекультивации земель**

При строительстве необходимо осуществить мероприятия и работы, которые должны включать:

- предотвращение потерь природных ресурсов;

- предотвращение или очистку вредных выбросов в почву, атмосферу.

Рекомендуется соблюдение следующих требований:

- стволы деревьев, подлежащих сохранению, при ведении работ и складировании материалов и конструкций в непосредственной близости от них должны ограждаться деревянными коробами, диаметром не менее 2м;

- сжигание на строительной площадке отходов и остатков материалов, интенсивно загрязняющих воздух, а так же раскорчеванных в ходе строительства деревьев и кустарников, не допускается;

- необходимо ежемесячно производить уборку этажей от строительного мусора. Мусор спускать с этажей с применением бункеров, накопителей или непосредственно в автосамосвалы по закрытому желобу и отвозить на свалку;

- для предотвращения загрязнения поверхностных и надземных вод необходимо улавливать загрязненную воду. Сброс стоков, а так же воды из трубопроводов после их промывки, испытания и дезинфекции допускается только в сети хозяйственной канализации или специально отведенные места, согласованные с органами санитарной инспекции. Не допускается выпуск воды со строительной площадки непосредственно на склоны без надлежащей защиты от размывов;

- после окончания работ территория строительства должна быть очищена с вывозом строймусора;

- восстановлены все поврежденные в ходе строительства элементы благоустройства и озеленения.

## **А.5 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ**

Для успешного производства строительно-монтажных работ, выполняемых в зимнее время, необходимо предусмотреть проектом производства работ выполнение следующих мероприятий:

1 Разработку котлована и траншей производить в грунтах, предварительно предохраненных от промерзания путем вспахивания и боронования или удержания снежного покрова в осенний период.

2 При бетонировании фундаментов применять:  
химические ускорители твердения бетона;  
предварительный кратковременный электрообогрев бетонной смеси в бадьях перед укладкой в конструкцию.

3 Засыпку пазух между стенами котлована и фундаментов производить талым грунтом при наличии мерзлого грунта не более 15% от общего объема.

4 Отсыпку насыпей для автомобильных дорог производить талым грунтом при наличии мерзлого грунта не более 10%

5 Кирпичную кладку выполнять на растворах с химическими добавками и способом замораживания с соблюдением мероприятий, предусмотренным рабочим проектом и техническими условиями на производство каменных работ в зимнее время.

6 Монтаж сборных железобетонных конструкций производить с соблюдением мероприятий, предусмотренных разделом 10 «Инструкции по монтажу сборных железобетонных конструкций зданий и сооружений»

7 Укладка и выравнивание раствора в монтажных швах должна производиться непосредственно перед укладкой сборных железобетонных элементов в проектное положение.

8 Добавлять воду или водные растворы противоморозных добавок в готовый раствор – запрещается.

9 Не допускается хранить растворы с добавкой поташа не уложенными в дело более 1 часа.

10 Устройство кровель из рулонных материалов допускается в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 200С. Рулонные кровли, независимо от числа слоев рулонного ковра, в зимнее время выполняются из одного слоя двухстороннего рубероида. Остальные слои рулонного покрытия выполняются в теплое время года

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### СПРАВОЧНИК ЧИСЛЕННОСТИ РАБОЧИХ ПО ТКР

Код ТКР	Наименование ТКР	Численность рабочих в сутки			Число смен	
		мин.	рац.	макс.	при рац.	при макс.
1	2	3	4	5	6	7
245	Устройство наружного водопровода	3	5	7	1	1
250	Выемка грунта под промпроводки	1	3	5	1	2
251	СМР по промпроводкам	3	4	6	1	2
252	Монтаж наружных промпроводок	3	5	7	1	1
253	Теплоизоляция промпроводок	3	7	9	1	1
254	Гидроизоляция промпроводок	2	3	5	1	1
255	Обратная засыпка промпроводок	2	3	5	1	1
256	Устройство наружных промпроводок	3	5	6	1	1
260	Выемка грунта под газопровод	1	2	2	2	2
261	СМР по газопроводу	3	4	6	1	2
262	Монтаж наружного газопровода	3	4	7	1	2
263	Обратная засыпка наружного газопровода	1	2	4	1	1
264	Устройство наружного газопровода	4	5	8	1	1
270	СМР под электросети	2	4	6	1	1
271	Монтаж наружных электросетей	3	5	7	1	1
272	Обратная засыпка наружных электросетей	2	3	5	1	1
273	Устройство наружных электросетей	4	5	9	1	1
275	СМР под сети слабых токов	2	3	5	1	1
277	Устройство наружных слаботочных сетей	3	4	7	1	1

## Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
304	Механизированная разработка грунта	1	2	2	2	2
305	Закрепление грунта подземной части	2	4	6	1	2
310	Ручная разработка грунта	3	5	10	1	1
311	Погружение свай	3	4	6	1	2
312	Монолитное основание и фундаменты	6	8	12	1	2
313	Устройство подземной части из сборного железобетона	6	10	14	2	2
314	Устройство подземной части из монолитного железобетона	4	5	8	1	2
345	Гидроизоляция подземной части	2	3	4	1	1
346	Обратная засыпка подземной части	2	4	6	1	1
349	Установка башенного крана	4	4	5	1	1
401	Монтаж сборного железобетонного каркаса	8	12	16	2	2
402	Каменномонтажные работы по надземной части	12	25	34	2	3
403	Устройство каркаса из монолитного железобетона	6	8	12	1	2
404	Монтаж металлического каркаса	6	8	12	1	2
405	Возведение надземной части здания	12	24	32	2	3
420	Заполнение наружных проемов	4	6	10	2	2
421	Остекление наружное	2	4	6	1	1
427	Устройство рулонной кровли	6	8	12	1	2
428	Кровля асбестоцементная, черепичная	5	10	12	1	2
429	Антикоррозийная защита	2	4	6	1	1
438	Монтаж витражей	6	8	12	1	2
501	Монтаж внутреннего оборудования	4	6	9	1	1
502	Внутренние теплоизоляционные работы	3	8	12	1	1
503	Монтаж внутреннего водопровода и канализации	4	8	10	1	1

## Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
504	Монтаж внутреннего газопровода	3	4	8	1	1
505	Монтаж воздуховодов и вентоборудования	3	6	8	1	1
506	Внутренние электромонтажные работы	3	4	8	1	1
507	Внутренние сети слабых токов	2	4	6	1	1
508	Внутренние промпроводки	4	6	10	1	1
509	Теплоизоляция промпроводки	3	4	6	1	1
510	Монтаж лифтов	3	3	6	1	2
511	Монтаж подъемно-транспортного оборудования	5	7	10	1	1
512	Монтаж технологических металлоконструкций и оборудования	5	7	10	1	1
609	Подготовка под полы (пориз. раствор)	8	18	22	1	2
610	Внутренняя штукатурка	8	18	22	1	2
611	Лепные работы	2	2	4	1	1
612	Внутренняя облицовка и керамические полы	3	8	10	1	2
613	Устройство метал. полов	3	4	5	1	1
614	Дощатые полы	5	10	15	1	2
615	Внутренние столярные работы	4	6	10	1	2
616	Остекление внутреннее	2	4	7	1	2
617	Внутренние малярные работы	10	20	28	1	1
618	Обойные работы	3	6	9	1	1
619	Паркетные полы	4	8	12	1	1
620	Линолеумные полы	3	5	7	1	1
621	Подвесной потолок	3	4	6	1	1
622	Цементные полы	4	6	8	1	1
623	Мозаичные полы	4	6	8	1	1
624	Асфальтобетонные полы	4	6	8	1	1
625	Кислотоупорные полы	4	6	8	1	1
626	Бетонные полы	4	6	8	1	1
627	Метлахские полы	4	6	8	1	1
701	Наружная штукатурка	6	10	15	1	2

## Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
703	Наружная облицовка	4	6	10	1	1
704	Наружная окраска	3	5	8	1	1
705	Демонтаж башенного крана	4	5	6	1	1
706	Благоустройство	6	8	12	1	2
707	Прочие работы	3	6	9	1	1
708	Озеленение	3	6	9	1	1
709	Малые формы	3	4	5	1	1
801	Монтаж торгового оборудования	3	5	7	1	1
802	Монтаж кинооборудования	3	4	6	1	1
803	Монтаж медицинского оборудования	3	5	8	1	1
804	Монтаж спортивного оборудования	3	6	8	1	1
805	Монтаж электроприборов и оборудования	3	5	7	1	1
806	Монтаж сантехнических приборов и оборудования	4	5	8	1	1
807	Монтаж газовых приборов и оборудования	2	3	7	1	1
808	Монтаж вентиляционного оборудования	2	4	8	1	2
809	Монтаж КИП и А	2	4	6	1	1
810	Монтаж ППА, сигнализации и дымоудаления	2	4	6	1	1
811	Монтаж слаботочных приборов и оборудования	2	3	5	1	1
813	Подготовка к сдаче	2	7	10	1	1
815	Пусконаладочные работы	2	4	8	1	2
820	Сдача объекта	4	8	12	1	1

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### ИНСТРУКЦИЯ

по использованию Time Line при проектировании календарных планов строительства и производства работ

## В.1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РАБОТЫ С TIME LINE

### В.1.1 Структура экрана Time Line

Экран Time Line состоит из следующих стандартных элементов интерфейса оболочки Windows (рисунок В.1).

*Рабочая область* экрана содержит окна, отображающие информацию о проекте. Используются три основных типа окон: **Диаграмма Гантта; Сетевая диаграмма и Таблица ресурсов**

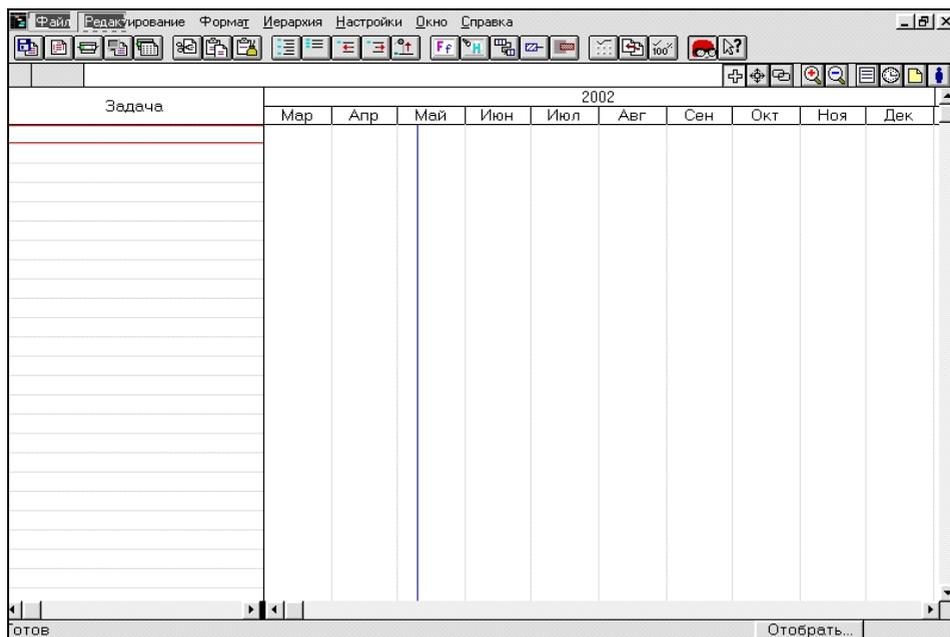


Рисунок В.1 – Экран Time Line

*Область управления* находится в верхней части экрана и включает в себя строку заголовка окна, меню системы, строки пиктограмм и поле ввода данных в электронные таблицы основ-

ных типов окон.

*Строка заголовка окна.* В начале строки расположена кнопка управляющего меню Windows. За ней поле, содержащее имя программы Time Line и имя загруженного файла проекта. На конце строки находится кнопка для управления размерами окна.

*Строка меню системы.* В начале строки расположена кнопка управляющего меню активного окна расписания. Затем меню Time Line, являющееся общей частью экрана для всех окон. При обращении к какому-либо пункту меню оно открывается (разворачивается). В развернутом виде на экране отображаются все входящие в него команды.

*Строки пиктограмм* содержат пиктографическое меню, предназначенное для вызова наиболее часто используемых команд.

*Поле текстового редактора основных окон* предназначено для ввода данных в электронную таблицу. Оно расположено слева от нижней части пиктографического меню.

### В.1.2 Основные типы окон Time Line

Окно **Диаграмма Гантта** (рисунок В.2) служит для отображения параметров комплекса задач (работ) проекта и состоит из:

электронной таблицы, расположенной в левой части окна;  
временной диаграммы (графика) Гантта – в правой части;  
горизонтальной и вертикальной линеек прокрутки для передвижения окна с помощью мыши.

Границу, разделяющую электронную таблицу и временную диаграмму, можно передвигать вправо и влево с помощью мыши, перемещая разделитель, который находится на уровне горизонтальных линеек прокрутки окон.

Столбцы электронной таблицы позволяют отображать различные временные, стоимостные и другие параметры задач.

Временная диаграмма представляет собой графическое отображение временных характеристик задач. На ней могут быть показаны логические зависимости между задачами, а сама диаграмма может быть совмещена с гистограммами использования ресурсов и стоимостными диаграммами.

Вместо диаграммы Гантта в окне может отображаться так называемая перекрестная таблица, содержащая распределение затрат или объемов работ по задачам во времени.

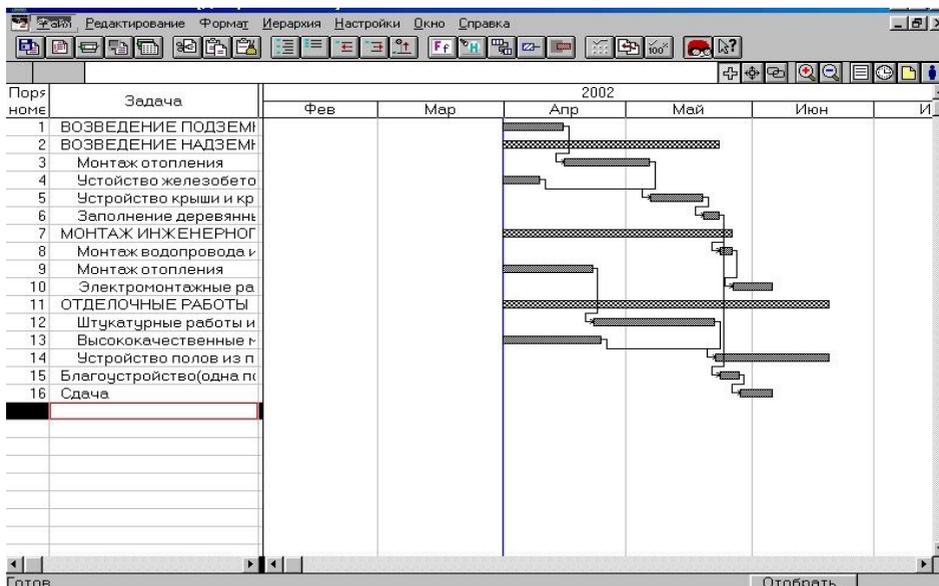


Рисунок В.2 – Окно Диаграмма Ганта

Окно **Сетевая диаграмма** (рисунок В.3) отображает сетевую модель в графическом виде как множество вершин, соответствующих работам, связанным линиями, представляющими собой взаимосвязи между работами (сеть типа работа – вершина). Сетевая модель при желании может быть перекомпанована и представлена на экране в различных масштабах.

Окно **Таблица ресурсов** (рисунок В.4) предназначена для описания наличных ресурсов, которые находятся в распоряжении исполнителя проекта. Таблица ресурсов представляет собой перенастраиваемую электронную таблицу, отображающую список наличных ресурсов и ограничения на их количество, а также типы затрат, задействованных в проекте.



### В.1.3 Команды меню системы

Меню **Файл** содержит команды для работы с файлами и вывода содержимого текущего окна на печать. Time Line сохраняет всю информацию о расписаниях в виде файлов на жестком диске или дискете. В файле сохраняется вся информация по отдельному расписанию.

Меню **Редактирование** – это набор команд для работы с расписанием, находящимся в оперативной памяти.

Меню **Формат**. Её команды позволяют установить стиль отображения элементов расписания и формат окон Time Line.

Меню **Иерархия** содержит команды, обеспечивающие работу по организации иерархического списка задач расписания. Эти команды позволяют выделять составные и детальные задачи, разворачивать и сворачивать составные задачи.

Меню **Настройки** содержит команды установки глобальных параметров расписания и используемых методов расчета, формы установки основных параметров задач, а также команды запуска алгоритмов пересчета расписания.

Меню **Окно** представляет собой набор команд, дающих возможность создавать дополнительное окно для текущего расписания, загрузить в текущее расписание набор форматов окон, созданных заранее, сохранить в файле на диске созданный набор форматов окон, определить размещение всех открытых окон на экране.

Меню **Справка** содержит команды справочной поддержки пользователя.

### В.1.4 Окно диалога и его элементы

*Окно диалога* — это выделенная часть экрана с элементами, позволяющими определить варианты выполнения команды.

Состав и назначение элементов диалоговых окон Time Line может быть следующим.

*Блок* — установка параметров. Чтобы выбрать нужный блок диалогового окна, необходимо зафиксировать мышь на имени этого блока.

*Поле группы* объединяет функционально связанные элементы (чаще всего альтернативные значения опций).

*Поле списка*. Чтобы открыть список, следует выполнить щелчок на кнопке с изображением стрелки справа от списка



Для выбора элемента в раскрывшемся списке необходимо зафиксировать на нем курсор и щелкнуть клавишу мыши.

*Поле ввода.* После установки текстового курсора (мигающей вертикальной черточки) в этом поле можно вводить информацию.

*Опция* — предмет выбора.

*Командная кнопка* — выполнение команды, имя которой указано на кнопке например, ОК.

*Селекторная кнопка* используется для установки одного из альтернативных значений опций. Включенная щелчком клавиши мыши селекторная кнопка маркируется заштрихованным кружком,



и опция становится активной.

*Контрольный индикатор* – включение / выключение указанных опций. Включенный контрольный индикатор маркируется

крестиком



и опция становится активной.

### В.1.5 Основные операции, выполняемые на экране при помощи мыши

Фиксация (щелчок) – перемещение курсора в нужное место и кратковременное нажатие кнопки мыши.

Двойная фиксация – двойной щелчок – кратковременное двукратное с коротким промежутком нажатие кнопки мыши.

Буксировка – перемещение курсора при нажатой кнопке мыши.

Выбор – выделение строки в столбце электронной таблицы, в котором располагается или будет располагаться информационный элемент при помощи курсора типа *Выбор* 

Сдвиг – перемещение задачи на диаграмме и в электронной таблице с помощью курсора типа *Сдвиг* и 

Связь – установка временных связей между данной задачей и последующей с помощью курсора типа *Связь* 

Для вызова конкретного типа курсора необходимо щелкнуть на кнопку пиктографического меню с соответствующим изображением.

## В.2 НАСТРОЙКА СИСТЕМЫ

### В.2.1 Запуск Time Line

Выполнить двойной щелчок на пиктограмме Time Line экрана Windows, что откроет окно диалога **Выбор расписания**. Следует выбрать **Новое пустое расписание** и щелкнуть ОК. На экране появится окно диалога **Параметры расписания**. Не работая с этим окном, щелкнуть ОК, что позволит выйти сразу к окну **Диаграмма Гантта**.

*Примечания:*

1 Обращение к окну диалога **Выбор расписания** возможно только при активной опции **Стартовое меню** в окне диалога **Глобальные параметры**;

2 Работа с окном **Параметры расписания** описана в п. В.4.1.

### В.2.2 Установка глобальных параметров, относящихся ко всем разрабатываемым расписаниям

В.2.2.1. С помощью команды **Глобальные параметры** из меню **Настройки** открыть окно диалога (рисунок В.5 ).

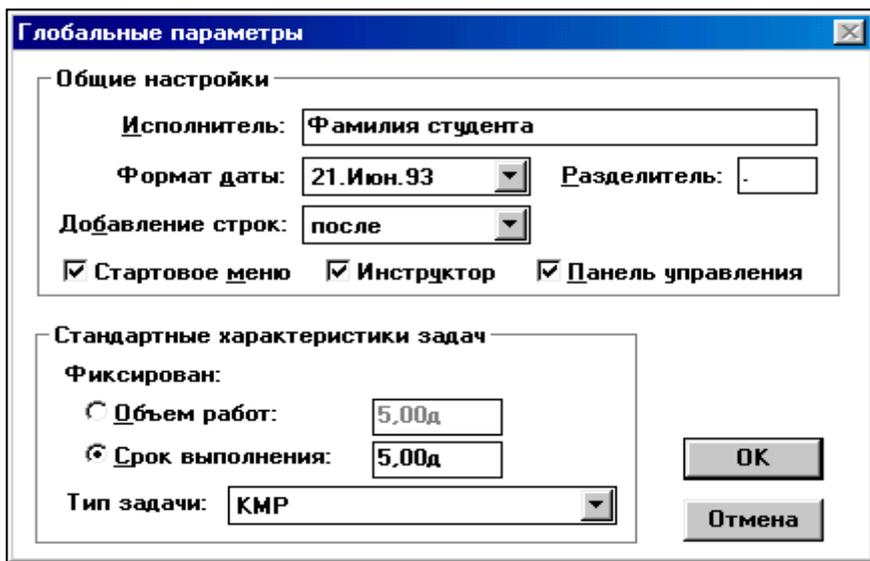


Рисунок В.5 – Окно диалога Глобальные параметры

## Организационно-технологическое проектирование

В.2.2.2 Ввести или установить параметры в поле группы **Общие настройки**: исполнителя — фамилия студента, составляющего расписание;

шаблон " день, месяц, год" из списка **Формат даты**, после из списка **Добавление строк**; опции: **Стартовое меню**, **Инструктор**, **Панель управления**;

в поле группы **Стандартные характеристики задач**: опцию **Объем работ**;  
**КМР** (как можно раньше) из списка **Тип задач**.

Щелкнуть **ОК**.

### В.2.3 Выбор необходимых режимов расчетов и построения расписания

В.2.3.1 Командой **Математика** из меню **Настройки** или щелкнув на пиктограмму , открыть окно диалога (рисунок В.6).

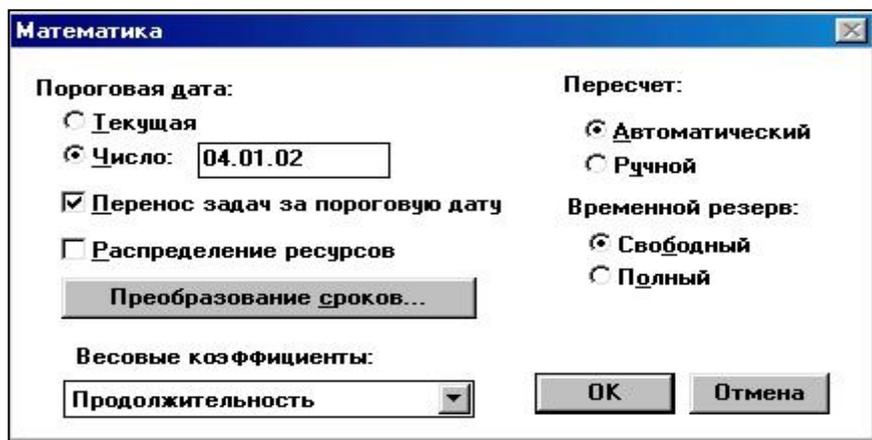


Рисунок В.6 – Окно диалога Математика

В.2.3.2 Установить опции в поле группы **Пороговая дата** (дата начала работы, изображаемая на графике линией красного цвета):

**Текущая** (при произвольной дате – **Число**);

**Перенос задач за пороговую дату**;

в поле группы **Пересчет**:

**Автоматический;**  
в поле группы **Временной резерв:**  
**Свободный.**

Щелкнуть **ОК.**

### **В.2.4 Настройка календарей**

В.2.4.1 Открыть окно диалога **Календарь** командой **Календари** из меню **Настройки.**

В.2.4.2 В поле списка **Календарь** выбрать **Главный календарь**

В окне диалога появится календарь на текущий месяц. Переход по месяцам осуществляется нажатием на кнопки стрелок линейки прокрутки. Для просмотра недели можно воспользоваться кнопкой **Рабочая неделя.** Просмотр календаря необходим для проверки правильности рабочей недели, дня, праздничных дней.

После настройки календаря щелкнуть **ОК.**

### **В.2.5 Установка стиля отображения элементов расписания**

В.2.5.1 Выбрать меню **Формат**

В.2.5.2 Командой **Шрифт и цвет** или кнопкой  открыть диалоговое окно **Оформление** и установить стандартный шрифт, размер и цвет элементов расписания.

В.2.5.3 Командой **Выделяющий отбор** или кнопкой  открыть окно диалога с таким же названием и по правилу 1 выбрать **Критические задачи.**

В.2.5.4 Командой **Палитра** вызвать окно диалога **Установка палитры** и в раскрывшемся списке **Элемент** выбрать **Выделение 1.** В поле списка **Цвет** установить красный цвет для критических работ. В этом же диалоговом окне можно установить шрифт, размер и цвет элементов расписания аналогично п. В.2.5.2.

В.2.5.5 Командой **Условные обозначения** открыть окно с аналогичным названием и в блоке **Закраска** установить стиль линии, отображающие простые, составные, завершенные, частично завершенные и планируемые работы в **Диаграмме Ганта.**

После окончания работы с каждым окном щелкните **ОК.**

Примечание.

Принимаемый для расписания стиль отображения элемен-

тов может быть произвольный, но согласованный с преподавателем. Стандартным является следующий:

- итоговые цифры выводятся на экран черным цветом;
- критические работы – красным цветом;
- некритические работы – черным цветом;
- размер шрифта -10;
- шрифт – MS Sans Serif (шрифт без засечек).

## В.3 ОПИСАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ НА РЕСУРСЫ И СОХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

### В.3.1 Ввод ограничений на объем трудовых ресурсов

В.3.1.1 Открыть окно **Таблица ресурсов** командой **Таблица ресурсов** из меню **Окно**

В.3.1.2 Выделить операцией **Выбор** строку в столбце **Максимальный объем назначения** и ввести ограничение на общее количество рабочих, используя поле текстового редактора

Остальные столбцы **Таблицы ресурсов** не заполняются.

Примечания:

1 Ограничение на ежедневное общее количество рабочих на объекте строительства рекомендуется принимать 100 человек, что соответствует практике возведения несложных зданий и сооружений. Кроме того, такое число удобно и при построении гистограммы ежедневной загрузки трудовых ресурсов, исчисляемой в Time Line в процентах от общего их количества. Если 100 человек это 100% загрузки, то на гистограмме проценты будут соответствовать численности рабочих.

2 При необходимости учета ограничений на трудовые ресурсы по профессиям в столбце **Ресурсы/Затраты** электронной таблицы вводятся название профессий исполнителей работ, а в столбце **Максимальный объем назначения** — численность исполнителей.

### В.3.2 Сохранение информации для дальнейшей работы с ней

В.3.2.1 Открыть окно диалога **Сохранение файла** с помощью команды **Сохранить** из меню **Файл**. Эту процедуру можно выполнить и с помощью кнопки пиктографического меню  .

В.3.2.2 Создать файл с уникальным именем. Для этого из раскрывшегося списка **Диск** выбрать **С** (жесткий диск).

В поле **Каталог** установить директорию (каталог), в которой будет сохранен файл, например, TLWIN. Для выбора директории нужно выполнить двойной щелчок на её имени.

В поле **Имя файла** ввести имя файла, которое должно быть написано латинскими буквами или цифрами, без знаков препинания и содержать не менее одного и не более восьми символов.

После щелчка на кнопку ОК новое имя файла появится в строке заголовка окна Time Line, а в нижней части экрана в начале статусной строки – запись **Файл сохранен**.

Примечания:

1 Имя директории, выбираемое студентом, должно быть согласовано с преподавателем.

2 В качестве имени файла рекомендуется давать номер зачетной книжки студента с добавлением порядковой цифры по мере создания новых файлов.

3 Периодически, по мере работы с расписанием, особенно после её прерывания необходимо сохранить введенную информа-

цию, щелкнув на пиктограмму  Информация будет сохранена в файле с заданным именем.

## **В.4 СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ОБЪЕКТУ БЕЗ ОГРАНИЧЕНИЙ НА СРОКИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

### **В.4.1 Ввод общей информации по расписанию**

В.4.1.1 Командой **Расписание** из меню **Настройки** открыть окно диалога **Параметры расписания** (рисунок В.7)

Параметры расписания

**Общая информация**

Имя расписания: коттедж 3.1.1

Ответственный: генеральный подрядчик

Начальная дата: 01.Апр.02

**Статистика**

	Исходный план	Текущие параметры
Начало:		01.Апр.02
Конец:		20.Июн.02
Длительность:		54.40 д
Объем работ:		875.00 д
Стоимость:		3 073 800,00р.

OK Отмена

Рисунок В.7 – Окно диалога Параметры расписания

В.1.2. В поле группы **Общая информация** ввести:  
 имя расписания – название объекта строительства;  
 ответственного – имя ответственного за выполнение расписания (в учебных целях можно дать имя "Генподрядчик");  
 начальную дату – дату начала составления расписания (на графике отображаются линией синего цвета).  
 Щелкнуть ОК.

#### В.4.2. Установление формата диаграммы Гантта

В.4.2.1. Командой **Текущее окно** из меню **Формат** открыть окно диалога **Формат диаграммы Гантта** (рисунок В.8 ) и в поле **Название формата** занести имя создаваемого формата, например, "Время".

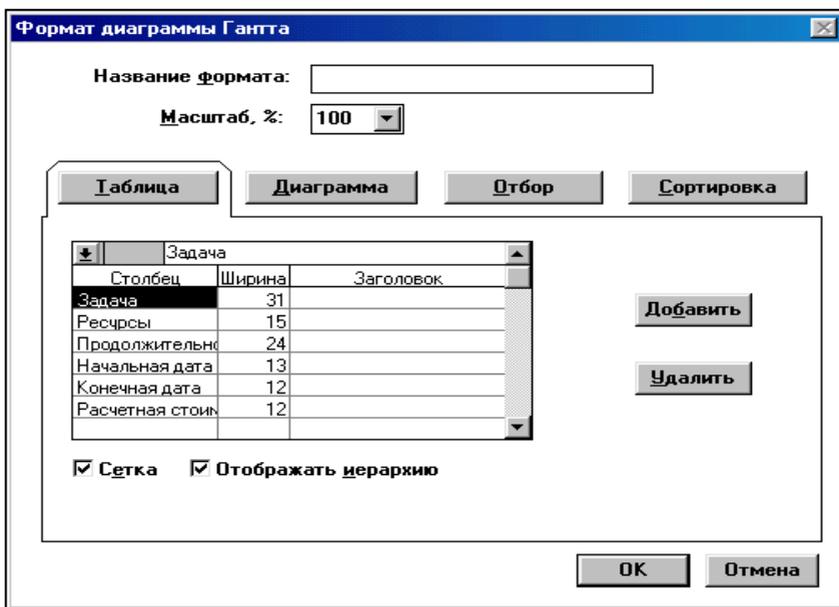


Рисунок В.8 – Окно диалога **Формат диаграммы Гантта**

#### В.4.2.2 Определить формат электронной таблицы

В блоке **Таблица**, вызванного фиксацией соответствующей кнопки, в колонке **Столбец** выбрать нужное название столбцов электронной таблицы, принятое в терминологии Time Line. Название столбцов можно пополнить из раскрывающегося списка в заштрихованном поле над мини-таблицей окна диалога.

В колонке **Ширина** указать количество символов, которое можно использовать при записи информации в строке данного столбца. Для этого необходимо операцией **Выбор** выделить строку колонки в мини-таблице и в поле ввода над ней набрать число.

Примечания:

1 При переполнении строки столбца цифрами она закрывается условными значками.

2 Ширину столбца можно изменить непосредственно электронной таблицей, переместив разделяющую столбцы линию операцией **Буксировка**.

В колонке **Заголовок** переименовать названия столбцов в соответствии с терминами, используемыми в календарном планировании строительства. Процедура ввода информации в данную колонку такая же, как в колонку **Ширина**.

Альтернативные названия будут следующие:

Столбец 1	Ширина	Заголовок
Задача	31	Наименование работ
Доп.1	4	Ед. измерения
Доп.2	8	Объем работ
Объем работ (дн.)	8	Затраты труда, чел.- дн.
Продолжительность	8	Продолжительность работы, дн.
Начальная дата	11	Начало работы
Конечная дата	11	Окончание работы
Раскладка ресурсов	4	Численность рабочих
Расчетная стоимость	15	Стоимость работ

Завершить работу с блоком **Таблица** включением кнопок **Сетка, Отображать иерархию** и фиксацией ОК.

V.4.2.3 Определить формат временной диаграммы

В блоке **Диаграмма** (рисунок В.9) выбрать или установить

в поле группы **Данные:**

**Таблица / Диаграмма** – из списка **Представление** в поле группы **Временной масштаб:**

**Месяцы** – из списка **Единицы;**

**15** – из списка **Ширина;**

в поле группы **Отобразить:**

**Исходный план;**

**Вертикальную сетку.**

Завершить работу по установлению **Формата диаграммы Гантта,**

щелкнув ОК.

Примечание.

Быстрое обращение к блокам **Таблица и Диаграмма** окна диалога **Формат диаграммы Гантта** можно выполнить двумя

щелчками соответственно на поле электронной таблицы графика Гантта.

### В.4.3 Ввод наименований работ

В.4.3.1 Открыть окно **Диаграмма Гантта** командой такого же названия из меню **Окно**

В.4.3.2 Ввести наименование составных и входящих в них работ, используя операцию **Выбор**, для выделения нужной строки в столбце под именем **Наименование работ** и поле текстового редактора, для ввода текста.

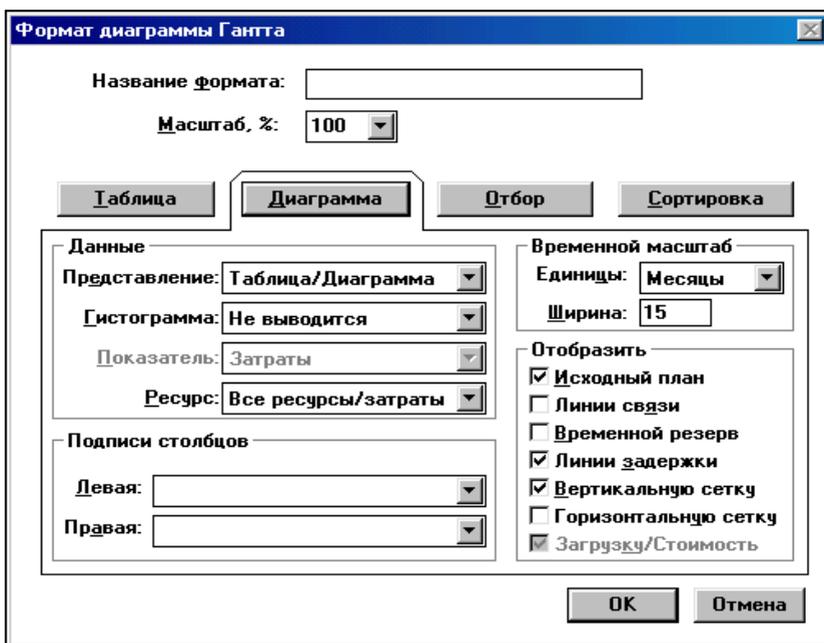


Рисунок В.9 – Диалоговое окно Формат диаграммы Гантта, блок Диаграмма

Примечания:

1 Если появилась необходимость вставить новую работу в уже составленный список следует:

выделить курсором типа **Выбор** работу, после которой будет вставляться новая;

нажать клавишу Insert;

ввести новую работу;  
нажать клавишу мыши или Enter.

2 Для удаления работы из списка нужно выделить её курсором типа **Выбор** и нажать клавишу Delete.

3 При необходимости хранения дополнительной информации по работе её можно ввести в поле окна **Формы заметок**, открыть которое позволяет команда **Формы** из меню **Настройки**

или нажатие кнопки  .

В.4.3.3 Упорядочить список работ по их иерархическим признакам: составные (родительские) и входящие в них (дочерние). Для этого выделить курсором типа **Выбор** дочерние работы, используя операцию **Буксировка** (наименования выделенных работ после первой будут заштрихованы черным цветом). Далее можно использовать команду **Вправо** из меню **Иерархия** или

кнопку с пиктограммой  Дочерние работы будут сдвинуты на один шаг вправо по отношению к родительской. Для восстановления прежнего порядка записи выполнить соответственно команду **Влево** или использовать пиктограмму 

Примечания:

1 Изменение положения работы в списке как по горизонтали, так и по вертикали можно выполнить курсором в режиме

СДВИГ. Для этого выбрать из пиктограммы тип курсора  подвести курсор к нужной работе и при нажатой клавише мыши сдвигать её в нужном направлении. Появится темная горизонтальная или вертикальная линия, которая обозначает текущее положение работы. После того как клавиша мыши будет отпущена, она займет указанное положение в списке.

2 Перемещать работы по вертикали можно только в пределах иерархического уровня этой работы. При добавлении новой работы её уровень иерархии будет определяться уровнем предыдущей работы в списке.

3 Изменение уровня иерархии и перемещение по списку осуществляется как для одной работы, так и для группы работ. В последнем случае необходимо выделить эти работы и проделать действия, описанные выше.

4 Для снятия отображения иерархии работ в электронной таблице необходимо:

открыть окно диалога **Формат диаграмма Гантта** проце-

дурой, описанной в п. В.4.2. или упрощенным методом щелкнуть 2 раза на поле **Наименование работ**;

в блоке **Таблица** окна диалога отключить опцию **Отображать иерархию**: щелкнуть ОК.;

Последующее включение этой опции восстанавливает иерархию работ.

5 Для сворачивания и разворачивания составной работы следует два раза щелкнуть на нее курсором типа ВЫБОР или ис-

пользовать кнопки  и  пиктографического меню.

#### В.4.4 Установление зависимости между работами

Выбрать курсор типа **Связь**, щелкнув на пиктограмму  . Указать курсором на работу – предшественницу; не отпуская клавишу мыши, перевести курсор на данную работу. Между ними будет проведена линия. Отпустить кнопку мыши – связь типа "конец – начало" установлена.

Примечания:

1. Если связь устанавливается повторно или неоднозначно, на экран выводится окно диалога **Инструктор** с соответствующим сообщением и предложением возможного действия. Подключение опции **Инструктор** производится в окне диалога **Глобальные параметры** из меню **Настройки** или кнопкой с пикто-

граммой  . На пиктограмме показана голова инструктора. Если он смотрит в очках – опция установлена, если нет – открыта;

2. Для удаления связи между двумя работами необходимо: выделить курсором последующую связанную работу;

командой **Формы** из меню **Настройки** или кнопкой  открыть окно диалога **Форма временных характеристик** (рисунок В.10);

в списке предыдущих работ, представленных в окне, выделить курсором нужную;

командой **Удалить** из раскрывшегося меню **Связь** удалить связь между работами;

3 При установлении связей одного типа для группы работ можно воспользоваться командой установить связи из меню **Редактирование**. В этом случае эта группа работ выделяется и

затем дается команда **Установить связи**. Важно проследить, чтобы при выделении группы задач соблюдался порядок их следования. Для снятия связей можно применить команду **Удалить связи** в том же меню.

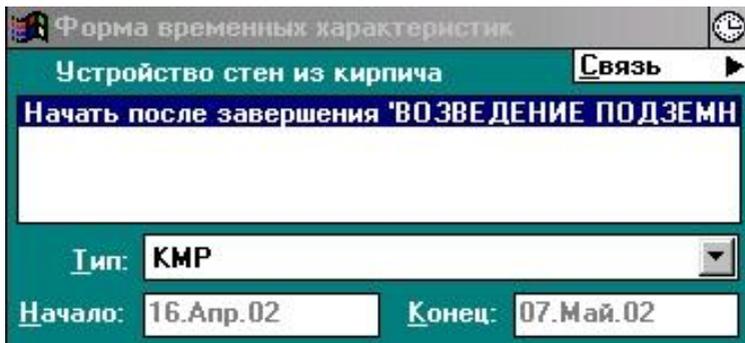


Рисунок В.10 – Окно диалога Форма временных характеристик

#### В.4.5 Просмотр логической структуры календарного плана на сетевой диаграмме

Открыть окно **Сетевая диаграмма** командой такого же названия из меню **Окно** и провести анализ логической структуры календарного плана.

Примечания:

1 Если в меню такой команды нет, выполнить команду **Новое** и в появившемся окне отметить опцию **Сетевая диаграмма**. Далее выполнить действия по выводу на экран сетевой диаграммы;

2 Перегруппировку сетевой диаграммы можно осуществить кнопкой **Компоновка** в нижней строке экрана. График будет перестроен без изменения технологической последовательности выполнения работ. Дальнейшее упорядочивание диаграммы производится курсором типа **Сдвиг**. При помощи этого курсора можно изменить расположение работ на экране;

3 Для "сворачивания" и "разворачивания" составной работы следует два раза щелкнуть на неё курсором типа **Выбор**;

4 Кнопки **Увеличить**  и **Уменьшить**  позволяют выбрать более удобный масштаб отображения диаграммы на экране.

### В.4.6 Ввод параметров работ

Ввести в электронную таблицу Диаграммы Гантта единицы измерения, объем работ в натуральных показателях, нормативные затраты труда в человеко-днях. Для этого по каждой работе выделить курсором типа **Выбор строки** в соответствующем столбце и ввести текст в поле текстовую редактора.

Чтобы ввести стоимость работы, необходимо выделить соответствующую работу в электронной таблице Диаграмма Гантта; командой **Формы** из меню **Настройки** или кнопкой  открыть окно **Форма параметров** задачи и в поле **Дополнительно** ввести нужную величину стоимости. После закрытия окна информация будет перенесена на нужную строку столбца **Стоимость работ**.

### В.4.7 Назначение трудовых ресурсов работам

В.4.7.1 Выделить название работы и открыть окно диалога **Назначение ресурса** (рисунок В.11) командой **Назначить ресурс** из меню **Редактирование**.

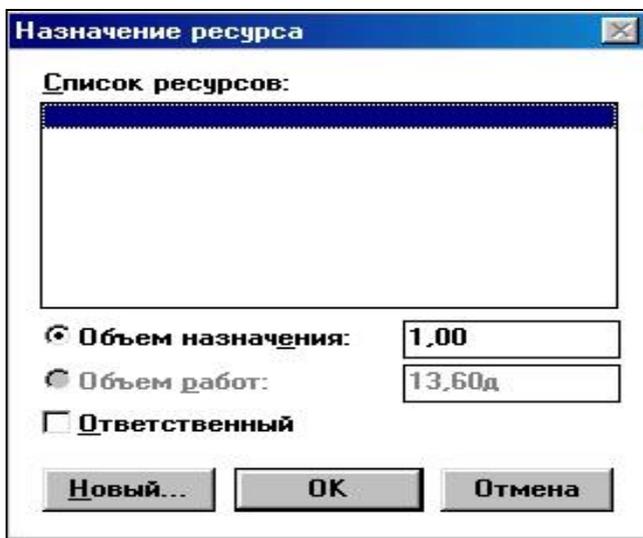


Рисунок В.11 – Окно диалога **Назначение ресурса**

Обратиться к названому окну можно, щелкнув на пикто-



грамму . В появившемся окне **Форма назначения** (рисунок В.12) выбрать **Назначение**, а в раскрывающемся окне команду **Добавить**.

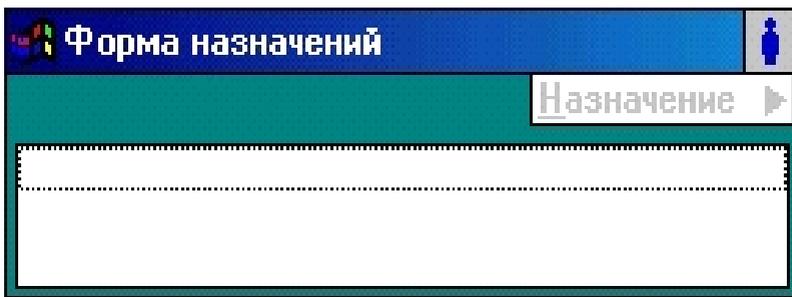


Рисунок В.12 – Окно диалога **Форма назначений**

В.4.7.2 В списке ресурсов появившегося окна выбрать пустую строку (она окрасится в синий цвет), установить опцию **Объем назначения**, ввести количество рабочих и щелкнуть ОК.

Введенная информация по ресурсам записывается в столбец электронной таблицы **Численность рабочих**.

Примечание.

При назначении трудовых ресурсов по профессиям необходимо выполнить действия, описанные выше, но вместо пустой строки в списке ресурсов выбрать нужный. Профессии рабочих вводятся в таблицу ресурсов ( см. примечание 2 в п. В.3.1.).

#### **В.4.8 Определение продолжительности работ**

Примечание.

Продолжительность работы при введенных нормативных затратах труда и количестве трудовых ресурсов является расчетной и определяется в Time Line автоматически при фиксированной опции **Объем работ** в окне диалога **Глобальные параметры**. При этом может получиться дробное число, например, 20,6 дня. В календарном планировании используется плановая продолжительность работы в целых числах, принимаемая с учетом повышения продолжительности труда. Для приведения полученных результатов расчета в соответствие с данным положением дробная величина продолжительности работы должна быть округлена до целого число с меньшим значением.

**Предполагается, что время выполнения работы в этом случае будет уменьшено за счет перевыполнения норм выработки.**

В.4.8.1 Открыть окно диалога **Глобальные параметры** (см. п. В.2.2.1.). Зафиксировать опцию **Срок выполнения** и щелкнуть ОК.

В.4.8.2 Командой **Формы** из меню **Настройки** или кнопкой

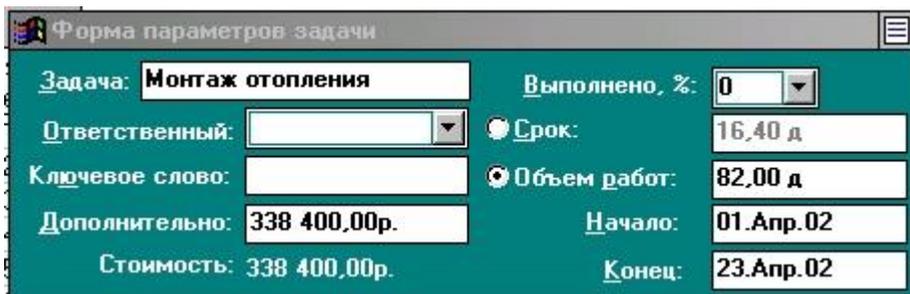


открыть окно **Форма параметров задачи** (рисунок В.13). В поле **Срок** изменить значение продолжительности работы.

Процедуру корректировки можно выполнить непосредственно в столбце электронной таблицы **Продолжительность работы** выделением рассматриваемого параметра операций ВЫБОР и введением в поле текстового редактора нового значения.

Примечание.

Итоговое значение нормативной трудоемкости работ необходимо сохранить для расчета в дальнейшем технико-экономические показатели запроектированного календарного плана.



Задача:	Монтаж отопления	Выполнено, %:	0
Ответственный:		Срок:	16,40 д
Ключевое слово:		Объем работ:	82,00 д
Дополнительно:	338 400,00р.	Начало:	01.Апр.02
Стоимость:	338 400,00р.	Конец:	23.Апр.02

Рисунок В.13 – Окно диалога Форма параметров задачи

## В.5 АНАЛИЗ РАСПИСАНИЯ И ПРИВЕДЕНИЕ ЕГО В СООТВЕТСТВИЕ С ЗАДАННЫМ СРОКОМ СТРОИТЕЛЬСТВА

### В.5.1 Анализ расписания по методу критического пути

Примечание.

С использованием Time Line расчет временных параметров

расписания производится автоматически по мере ввода данных. Информация, полученная в результате расчета, может быть представлена в табличной форме, известной в сетевом планировании.

В.5.1.1 Сохранить файл расписания под другим именем. Для этого открыть окно **Сохранение файла** командой **Сохранить как** из меню **Файл**.

В поле ввода текста убрать имя существительного файла расписания и ввести новое (например, к номеру зачетной книжки студента добавить единицу), щелкнув ОК.

В.5.1.2 Открыть окно диалога **Формат диаграммы Гантта** (см. п. В.4.2.1.)

В.5.1.3 В блоке **Таблица** выполнить действия, описанные в п.В.4.2.2. Результатом должно быть следующее:

Столбец	Ширина	Заголовок
Задача	31	Наименование работ
Продолжительность	8	Продолжительность работы, дн.
Начальная дата	11	Раннее начало
Конечная дата	11	Раннее окончание
Возможная дата начала	11	Позднее начало
Возможная дата конца	11	Позднее окончание
Временный резерв, дн.	3	Свободный резерв

В.5.1.4 В блоке **Диаграмма** из раскрывающегося списка **Представление** поля группы **Данные** выбрать **Только таблица** и щелкнуть ОК.

В.5.1.5 Провести анализ выведенной на экран таблицы на предмет соответствия результатов расчета целям и ограничениям, принятым при составлении расписания.

Примечания:

1 Для выделения цветом критических работ должны быть выполнены действия, описанные в п. В.2.5.

2 Чтобы просмотреть текущие итоговые результаты расчетов, необходимо командой **Расписание** из меню **Настройки** открыть окно диалога **Параметры расписания**. В поле **Статистика** даны начало, конец, длительность, объем и стоимость работ.

## В.5.2 Совмещение работ

В.5.2.1 Командой **Формы** из меню **Настройки** или кнопкой



открыть **окно диалога** Форма временных характеристик (рисунок В.10).

В.5.2.2 В раскрывающемся меню **Связь** выбрать **Изменить**. В появившемся окне **Параметры временной связи** изменить при необходимости тип связи, выбрав его из списка, и задать упреждение со знаком "+" или задержку со знаком "—" данной работы по отношению к предыдущей, связанной с ней. Завершить действия – щелкнуть ОК.

## В.5.3 Сокращение длительности выполнения работ

В.5.3.1 Отобразить критические и подкритические работы. Для этого активизировать блок **Отбор** окна диалога **Формат диаграммы Гантта** действиями, описанными в п. В.4.2 или кнопкой **Отбор** в нижней строке экрана и выбрать из раскрывающегося списка **Правило** команду **Задачи, близкие к критическим**, щелкнуть ОК.

В.5.3.2 Провести анализ отобранных работ и выявить возможность сокращения их продолжительности.

В.5.3.3 Сократить продолжительность работы за счет увеличения численности рабочих в пределах максимально возможного их количества. Для этого выполнить процедуры, описанные в п. В.4.7, но вместо команды

**Добавить** в раскрывающемся окне **Назначение** выбрать **Изменить**. Затем в окне **Параметры назначения** ввести новое поле значение объема трудовых ресурсов и щелкнуть ОК.

Примечание.

Сокращение длительности выполнения работ может быть проведено непосредственно на линейном графике окна **Диаграмма Гантта** следующим образом.

Подвести курсор типа **Сдвиг** к концу линии, отображающей работу, и, не отпуская клавишу мыши, передвинуть ее в нужном направлении. На экране будут изображены границы расположения работы на графике и специальное информационное окно, показывающее текущую начальную и конечную даты и объем в человеко-днях.

В Time Line увеличение или уменьшение длительности работы автоматически влечет за собой изменения величины затрат труда на этой работе при неизменной численности рабочих. При

построении календарного плана производства работ на объекте заданными являются затраты труда.

Поэтому, для того чтобы эта величина осталась неизменной, например, при уменьшении длительности работы в 1,5 раза численность рабочих должна быть увеличена в 1,5 раза, так как эти параметры обратно пропорциональны.

Изменение численности рабочих при заданной продолжительности работы производится аналогично вышеописанному в п. В.5.3.3., но при фиксированной опции **Срок выполнения** в окне диалога **Глобальные параметры** (см. п. В.2.2.).

## В.6 ВВОД В РАСПИСАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

### В.6.1 Отображение дополнительной информации на временной диаграмме

В.6.1.1 Установить режим отображения на временной диаграмме Гантта элементов:

линий, показывающих связи и временные резервы работ, соответственно опцией **Линия связи** и **Временной резерв** в окне диалога **Формат диаграммы Гантта** ( см. п. В.4.2) или

кнопкой пиктографического меню  ,  ; текстовой информации в начале или конце работы (величину временного резерва, параметры работ и др.), выбранной из правого или левого раскрывающегося списка группы **Подписи столбцов** окна диалога **Формат диаграммы Гантта** (см. п. В.2.2).

В.6.1.2 Выделить цветом критические работы, для этого должны быть выполнены действия, описанные в п. В.2.5.

### В.6.2 Отображение гистограммы загрузки трудовых ресурсов

В.6.2.1 Установить **блок Диаграмма** окна диалога **Формат диаграммы Гантта** процедурой, описанной в п. В. 4.2 или щелкнув два раза на поле графика.

В.6.2.2 Выбрать из раскрывающихся списков:

ресурс гистограмма из списка Гистограмма;

пустую строчку – из списка **Ресурс**.

Щелкнуть ОК.

На экране под графиком производства работ появится гистограмма загрузки всех трудовых ресурсов.

Примечания:

1 Так как максимальное ежедневное количество трудовых ресурсов было принято 100 человек (см. п. В.3.1.), то проценты на гистограмме соответствуют численности рабочих за каждый день;

2 В том случае, когда числа на гистограмме не появляются следует увеличить ширину столбцов временной диаграммы, переместив разделяющие их линии операцией **Буксировка**;

3 Если трудовые ресурсы заданы по профессиям, гистограмма составляется по каждой из них отдельно.

### В.6.3 Принятие запроецированного расписания

В.6.3.1 Принять масштаб расписания. При необходимости масштаб, зафиксированный в п. В.4.2.3, можно изменить, два раза щелкнув на поле календарной шкалы графика производства работ.

В.6.3.2 Сохранить текущее состояние расписания как исходный план командой **Записать исходный план** из меню **Настройки**, установив в диалоговом окне опцию **Все задачи**.

В.6.3.3 Просмотреть данные принятого расписания в поле **Статистика** окна диалога **Параметры расписания**, открытого командой Расписание меню **Настройки**.

## В.7 СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА СТРОИТЕЛЬСТВА КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТОВ

### В.7.1 Составление отдельных расписаний на основе аналогов

В.7.1.1 Открыть окно диалога **Выбор расписания** процедурами, описанными в п. 2.1.

В.7.1.2 В поле **Загрузить** установить опцию **Другое расписание**, щелкнуть ОК. Появится окно **Загрузка файлов**.

В.7.1.3 В поле имя **Файла** выбрать то, которое связано с расписанием, принятым за аналог (файл студента). Щелкнуть ОК. Появится окно **Диаграмма Гантта** с выбранным именем файла.

В.7.1.4 Открыть окно диалога **Сохранение файлов** командой **Сохранить как** в меню **Файл**.

В.7.1.5 В поле ввода текста изменить имя файла расписание-аналога на новое (например, к номеру зачетной книжки студента добавить еще одну цифру по порядку), ОК. Данные аналога будут сохранены под новым именем файла.

В.7.1.6 Скорректировать при необходимости параметры и характеристики нового расписания, используя данные про-

ектируемого объекта. Корректировка производится с использованием процедур, описанных в разделах 3,4,5,6.

### В.7.2 Составление сводного расписания с фронтальными и ресурсными связями

В.7.2.1 Объединить отдельные расписания. Для этого: выбрать расписание, которое будет объединяться с другим (см.В.7.1. п.п. В.1,2.3); выделить строку после его списка работ; открыть окно диалога **Объединение файлов** командой **Объединить** из меню **Файл**; выбрать имя файла, присоединяемого расписания; включить опции **Задачи, Ресурсы, Правило отбора**; установить команду **Оставить главный календарь** и щелкнуть ОК.

Затем, в последовательно появляющихся окнах **Дублируются имена ресурсов и Дублируются имена правил**, установить соответствующие опции **Использовать старые ресурсы и Использовать старые правила**, каждый раз щелкая ОК.

В завершение на экране появятся два расписания, объединенные под именем файла первого расписания, причем второе из них в целом выступает как составная работа и может сворачиваться и разворачиваться при двойном щелчке.

При объединении их с другим расписанием они рассматриваются как единое целое. В этом случае процедура объединения такая же, как выше описанная. Она повторяется столько раз, сколько объектов строительства в комплексе.

Для представления объектов отдельно, не как единое целое, необходимо снять упорядочение списка объектов по иерархическим признакам согласно п. В.4.3.3. Имена объединяемых файлов можно убрать командой DELETE.

В.7.2.2 Установить операцией **Связь** фронтальные зависимости между расписаниями. Фронтальная связь позволяет отразить смещение во времени отдельных расписаний в зависимости от сроков и очередности строительства, а также принятых организационно-технологических решений. Щелкнуть ОК. На экране появится сводное расписание с учетом фронтальных связей.

В.7.2.3 Установить операцией **Связь** зависимости между ведущими работами расписания, предполагая непрерывное перебазирование трудовых ресурсов с одного объекта на другой по мере завершения этих работ. К ним относится прежде всего возведение коробки здания.

Щелкнуть ОК. На экране появится сводное расписание с ресурсными связями.

В.7.2.4 Для возможности обзора всего сводного расписания в укрупненном виде выполнить сворачивание составных работ двойным щелчком на них.

Примечание.

Ликвидацию разрывов между составными работами можно произвести путем установки режима **КМП** (как можно позже) в окне диалога **Глобальные параметры**, см. п. В.2.2.

### **В.7.3 Составление сводного расписания при ограниченных трудовых ресурсах**

В.7.3.1 В таблицу ресурсов ввести наименование профессий, по которым имеются ограничения на численность рабочих и сами ограничения (см. п. В. 3.1., примечание 2).

В.7.3.2 В расписания внести изменения, добавив в столбец **Численность рабочих** наименование вышесказанных профессий по соответствующим работам (см. п. В.4.7, примечание).

В.7.3.3 Выполнить объединение отдельных расписаний согласно В.7.2.1.

В.7.3.4 Установить опцию **Распределение ресурсов** в окне диалога **Математика** (см. п. В.2.3), щелкнуть ОК. В результате автоматически произойдет устранение перегрузки ресурсов за счет сдвигки сроков работ, на которых они используются. После устранения такой перегрузки в графе **Статус** таблицы ресурсов появляется запись **Распределен**, а в графе **Численность рабочих** электронной таблицы диаграммы Гантта около распределенных ресурсов знак «~».

### **В.7.4 Корректировка сводного расписания по выполненным объектам работ на начало планового периода**

В.7.4.1 Открыть окно диалога **Математика** (см. п. В.2.3.1) и в поле **Пороговая дата** установить опцию с числом начала планового периода (например, 1.01.98). В графической части Диаграммы Гантта появится красная линия (синяя линия - начало строительства).

В.7.4.2 Выделить операций **Выбор** название работы. Командой **Формы** из меню **Настройки** открыть окно **Форма параметров задачи**. Тоже самое можно выполнить с помощью кнопки пиктографического меню (п. В.4 8.2). В поле списка **Выполнено** выбрать нужный процент. При закрытии окна на графике выполненная часть работы будет закрашена черным цветом.

Если работа выполнена на 100%, можно пользоваться пиктограммой .

В.7.4.3 Определить остаточную продолжительность по формуле:

$$t' = \frac{(100 - P) * t}{100},$$

где  $t'$  – остаточная и  $t$  – исходная продолжительности;

$P$  – процент выполнения работы.

В.7.4.4 Скорректировать **Диаграмму Гантта** по остаточной продолжительности работ.

Открыть окно **Форма параметров задачи** аналогично п.3. Изменить в поле ввода **Срок** продолжительности работы на нужную величину, установить выполнение 0% и начало – первое число планового периода.

В.7.4.5 Привести скорректированное расписание к технологическим и организационным требованиям.

### В.7.5 Отбор работ, выполняемых собственными силами

В.7.5.1 В электронную таблицу **Диаграмма Гантта** ввести признак отбора работ: выполняемых собственными силами. Для этого выполнить действия, аналогичные описанным в п. В.4.2.2. Из списка названий столбцов выбрать **Ключевое слово** и добавить его к уже сформированному перечню. В колонке **Заголовок** ввести название **Признак отбора**.

В.7.5.2 Командой **Текущее окно** из меню **Формат** открыть окно **Формат Диаграммы Гантта** и кнопкой **Отбор** открыть блок отбора.

Аналогичную процедуру можно выполнить, используя кнопку **Отбор** внизу экрана.

В.7.5.3 Кнопкой **Новое** открыть окно **Новое правило отбора** и дать название правила – **Собственные силы**, щелкнуть ОК. Появится окно **Правило отбора**. В поле **Критерии** в столбце **Данные** выделить строку. Далее из раскрывшегося списка **Данные** выбрать **Ключевое слово**. В столбец **Значение** ввести обозначение ключевого слова – С. Опция **Отбирать связанные составные задачи** должна быть активизирована, щелкнуть ОК. После этого происходит возврат в блок **Отбор**.

В.7.5.4 Из раскрывающегося списка **Правило** выбрать **Собственные силы**, щелкнуть ОК. На экране будет отражена **Диаграмма Гантта** только по работам, выполняемым собствен-

ными силами строительной организации. Для снятия режима **Отбор** необходимо щелкнуть на кнопку внизу экрана с таким названием.

### В.7.6 Стоимостной анализ сводного расписания

В.7.6.1 Установить блок **Диаграмма** окна диалога **Формат диаграммы Гантта** процедурой, описанной в п. В.4.2, или щелкнуть два раза на поле графика.

В.7.6.2 Выбрать из раскрывающихся списков:

**Перекрестная таблица – из списка Представление;**  
**Стоимостной график – из списка Гистограмма.**

Щелкнуть ОК.

В.7.6.3 Провести анализ перекрестной таблицы, представляющей собой распределение стоимостных затрат во времени в разрезе отдельных работ и итоговых значений.

В.7.6.4 Провести анализ стоимостного графика, отображаемого под перекрестной таблицей и представляющего график освоения средств нарастающим итогом.

Примечание.

При необходимости итоговые данные перекрестной таблицы могут быть представлены в виде стоимостной гистограммы. Для этого из списка **Гистограмма** выбирается опция **Стоимостная**.

### В.7.7 Принятие запроецированного сводного расписания

7.7.1 Ввести в поле группы **Общая информация** окна диалога

**Параметры расписания** (см. рисунке В.7):

имя сводного расписания – название комплекса объектов;

ответственный – имя ответственного за реализацию расписания. В учебных целях можно дать имя "Генподрядчик".

В.7.7.2. Укрупнить расписание путем сворачивания составных работ.

В.7.7.3. Принять масштаб календарной шкалы диаграммы Гантта, который будет отражен в распечатанном документе.

В.7.7.4. Сохранить текущее состояние сводного расписания командой

**Записать исходный план** из меню **Настройки**, установив в окне диалога опцию **Все задачи**.

## В.8 ПОДГОТОВКА И ПЕЧАТЬ ДОКУМЕНТОВ

### В.8.1 Подготовка документа

В.8.1.1 Открыть окно диалога **Формат листа** командой такого же названия из меню **Файл** или с помощью кнопки.

В.8.1.2 Определить элементы оформления (границы листа и заголовки) включением соответствующих опций в поле **Оформление**.

В.8.1.3 Выбрать ориентацию листа: горизонтальное или вертикальное, установкой опций в поле **Ориентация листа**.

В.8.1.4 Принять поля отступа: верхнее – не менее 15 мм, нижнее – не менее 20 мм, левое – не менее 25 мм, правое – не менее 10 мм.

В.8.1.5 Кнопкой **Параметры** открыть дополнительное окно **Заголовки и границы** и задать конкретные тексты верхнего и нижнего заголовков документа, а также параметры рамки, затем щелкнуть ОК.

Примечание.

В тексты заголовков могут быть включены специальные переменные, соответствующие некоторым параметрам расписания;

&Д – Текущая дата из таймера компьютера;

&С – Номер текущей страницы документа;

&Р – Имя расписания, которое было введено в поле Имя расписания в **окне диалога Параметры расписания** —см. п.п. В.4.1., В.7.5;

&0 – Имя ответственного за выполнение расписания, которое было введено в поле **Ответственный** в окне диалога **Параметры расписания** —см. п. п. В.4.1., В.7.5;

&И – Имя исполнителя, которое было введено в поле **Исполнитель** в окне диалога **Глобальные параметры** — см. п. В.2.2;

&П – Пороговая дата, установленная в окне диалога **Математика** -см. п. В.2.3.

Пример записи текста в поле ввода окна **Заголовки и границы**

Поле **Верхний заголовок:**

**Календарный план производства работ по объекту  
&P**

Поле **Нижний заголовок:**

**&Д  
Ответственный исполнитель &O**

### **В.8.2 Предварительный просмотр документа**

В.8.2.1 Представить документ на экран командой **Предварительный просмотр** из меню **Файл** или кнопкой  пиктографического меню.

В.8.2.2 Выполнить просмотр компоновки документа, увеличивая или уменьшая его масштаб кнопками  или .

Примечание.

Если расписание полностью не помещается на одном листе, необходимо компоновку сделать такой, чтобы на первом листе сформировались электронная таблица, а на последующих – график. Компоновку таблицы и графика производят за счет изменения ширины столбцов.

### **В.8.3 Печать документа**

В.8.3.1 Открыть окно диалога **Выбор принтера** командой такого же названия из меню **Файл**.

В.8.3.2 Кнопкой **Настройка** открыть дополнительное окно с названием типа принтера и установить:

разрешение: **240 x 144;**

размер бумаги: **A4;**

источник бумаги: **Перфорированная.**

В.8.3.3 Кнопкой **Опции** открыть дополнительное окно с таким же названием и установить:

качество печати;

градацию оттенков;

контроль интенсивности.

Щелкнуть ОК.

## Организационно-технологическое проектирование

В.8.3.4 Вставить бумагу в принтер, включить его и вывести содержимое текущего окна на печать командой **Печать** или кноп-



кой пиктографического меню, предварительно определив различные параметры печати в открывшемся окне диалога **Печать отчета**.

*Примечание. Режимы Предварительного просмотра и Печати позволяют переходить из одного в другой с использованием соответствующих кнопок.*