

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 30.09.2026 10:26:33  
Уникальный программный ключ:  
3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

М. А. Цыганкова

**ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ**

Учебное пособие

Тюмень  
ТИУ  
2019

УДК 69.055  
ББК 30.606+38.6-4  
Ц941

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент О. В. Ашихмин;  
кандидат технических наук, доцент Д. В. Райшев

**Цыганкова, М. А.**

Ц941 Проект производства работ: учебное пособие /  
М. А. Цыганкова. – Тюмень : ТИУ, 2019. – 121 с. – Текст :  
непосредственный.

ISBN 978-5-9961-2190-8

В учебном пособии представлены теоретические положения и основные правила разработки Проектов производства работ. Особое внимание уделено процедуре проектирования сетевых календарных планов, выбору оптимальных методов организации строительства при комплексной застройке зданий или сооружений, вариантному расчету и обоснованию принятой продолжительности работ, а так же проектированию строительных генеральных планов (СГП), расчету параметров СГП, материально-техническому обеспечению строительных площадок, выбору и обоснованию использования монтажных кранов. Приведены примеры оформления строительных генеральных планов.

Настоящее учебное пособие предназначено для углубленного изучения соответствующих разделов курса «Организация, планирование и управление в строительстве», оказания методической помощи при курсовом проектировании и выполнении выпускной квалификационной работы, обучающимся по направлению подготовки 08.03.01. Строительство.

УДК 69.055  
ББК 30.606+38.6-4

ISBN 978-5-9961-2190-8

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тюменский индустриальный  
университет», 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                   | 5  |
| ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....                                                                   | 6  |
| 1.1. Основные термины и определения.....                                                        | 6  |
| 1.2. Основные виды организационно-технологической документа-<br>ции в строительстве.....        | 14 |
| 1.3. Виды строительных генеральных планов.....                                                  | 16 |
| 1.4. Классификация календарных планов.....                                                      | 19 |
| 1.5. Исходные данные для проектирования ППР.....                                                | 26 |
| Вопросы для самоконтроля по главе 1.....                                                        | 28 |
| ГЛАВА 2. Задание на курсовое проектирование.....                                                | 31 |
| 2.1. Содержание курсового проекта.....                                                          | 31 |
| 2.2. Исходные данные для курсового проектирования .....                                         | 32 |
| Вопросы для самоконтроля по главе 2.....                                                        | 39 |
| ГЛАВА 3. Определение продолжительности работ .....                                              | 40 |
| 3.1. Составление карточки-определитель .....                                                    | 40 |
| 3.2. Составление таблицы укрупнения работ и определения ком-<br>плексного состава бригады ..... | 50 |
| 3.3. Составление матрицы продолжительности работ по фронтам...                                  | 58 |
| Вопросы для самоконтроля по главе 3.....                                                        | 59 |
| ГЛАВА 4. Методы организации строительства.....                                                  | 62 |
| 4.1. Линейные методы организации работ.....                                                     | 62 |
| 4.1.1. Последовательный метод организации работ.....                                            | 62 |
| 4.1.2. Параллельный метод организации работ.....                                                | 63 |
| 4.2. Поточные методы организации работ.....                                                     | 64 |
| 4.2.1. Метод критического пути.....                                                             | 64 |
| 4.2.2. Метод непрерывного использования ресурсов.....                                           | 65 |
| 4.2.3. Метод непрерывного освоения фронтов.....                                                 | 66 |
| 4.2.4. Параллельно-поточный метод организации строительства..                                   | 67 |
| 4.3. Сравнение поточных методов организации строительства.....                                  | 69 |
| Вопросы для самоконтроля по главе 4.....                                                        | 70 |
| ГЛАВА 5. Сетевой график производства работ.....                                                 | 72 |
| 5.1. Параметры сетевого графика.....                                                            | 72 |
| 5.2. Правила построения сетевого графика.....                                                   | 74 |
| 5.3. Корректировка сетевого графика.....                                                        | 76 |
| 5.3.1. Корректировка сетевого графика по времени.....                                           | 76 |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3.2 Корректировка сетевого графика по использованию трудовых ресурсов.....   | 80  |
| Вопросы для самоконтроля по главе 5.....                                       | 82  |
| ГЛАВА 6. Выбор и обоснование использования монтажных кранов.                   | 84  |
| 6.1. Расчет требуемых технических параметров башенного крана....               | 84  |
| 6.2. Расчет требуемых технических параметров самоходного стрелового крана..... | 86  |
| Вопросы для самоконтроля по главе 6.....                                       | 91  |
| ГЛАВА 7. Проектирование Строительного генерального плана.....                  | 92  |
| 7.1. Общие принципы проектирования строительных генеральных планов.....        | 92  |
| 7.2. Порядок проектирования стройгенплана.....                                 | 92  |
| 7.3. Основные параметры строительных генеральных планов.....                   | 95  |
| 7.3.1 Приобъектные склады.....                                                 | 95  |
| 7.3.2 Временные мобильные (инвентарные) здания.....                            | 97  |
| 7.3.3 Временные автомобильные дороги.....                                      | 98  |
| 7.3.4 Временное водоснабжение строительной площадки.....                       | 100 |
| 7.3.5 Временное электроснабжение строительной площадки.....                    | 101 |
| 7.4. Расчет параметров строительного генерального плана.....                   | 104 |
| 7.4.1. Расчет потребности складского хозяйства.....                            | 104 |
| 7.4.2. Расчет потребности в строительных кадрах.....                           | 106 |
| 7.4.3. Расчет потребности во временных мобильных (инвентарных) зданиях .....   | 106 |
| 7.4.4. Проектирование временного электроснабжения.....                         | 108 |
| 7.4.5. Проектирование временного водоснабжения.....                            | 109 |
| 7.4.6. Техничко-экономические показатели.....                                  | 111 |
| Вопросы для самоконтроля по главе 7.....                                       | 113 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....                                                                | 115 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....                                                  | 116 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....                                                             | 118 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....                                                             | 119 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....                                                             | 120 |

## ВВЕДЕНИЕ

Проект производства работ (ППР) – один из основных организационно-технологических документов, применяемых в строительстве. ППР регламентирует процесс организации работ на конкретном объекте, содержит основную документацию по технологии и организации строительных работ. ППР составляется инженерами-специалистами в отрасли строительного дела; без разработки проекта производства работ не может начинаться строительство объекта.

Основной целью учебного пособия является формирование комплекса теоретических знаний и практических навыков по организации, управлению и планированию строительства, освоение навыков обучающихся по разработке календарных планов в виде сетевых графиков, по выбору методов организации строительства, по планированию материально-технического обеспечения строительства, а также по проектированию строительных генеральных планов.

Основными задачами учебного пособия являются:

- изучение теоретических основ организации, управления и планирования строительстве, в том числе принципов организационно-технического проектирования и обеспечения безопасности производства работ при строительстве зданий и сооружений;
- помощь обучающимся в приобретении практических умений и навыков в организации, управлении и планировании при проектировании строительства зданий и сооружений и их комплексов;
- помощь обучающимся в приобретении навыков и опыта разработки проекта производства работ (ППР) и элементов проекта организации строительства (ПОС) при возведении зданий и сооружений.

Необходимость изучения вопросов, рассмотренных в учебном пособии обусловлена тем, что строительная отрасль является одним из видов производства, материальный результат которого заключается в создании, реконструкции, реставрации и техническом перевооружении недвижимых объектов, к которым относятся здания (жилые, общественные, производственные и др.), сооружения (плотины, дамбы, мосты и др.), и инженерные системы (трубопроводы, коллекторы, линии электропередачи и др.), поэтому для правильного осуществления строительных работ, необходимо грамотное осуществление процесса планирования и организации строительного процесса зданий и сооружений, в том числе и своевременное использование основных управленческих механизмов (методов), направленных, на повышение эффективности и экономичности осуществления строительных работ.

## ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1. Основные термины и определения

(Термины и определения составлены в смысловом порядке).

**Проект организации строительства (ПОС)** – это составная часть проектной документации, разрабатываемой на весь объем строительства, предусмотренного проектом; организационно-технологическая документация, определяющая порядок возведения объектов, способы возведения зданий и сооружений, рациональное распределение объемов капитальных вложений, строительных работ, материальных и трудовых ресурсов по этапам и срокам строительства. ПОС разрабатывается проектной организацией для всего комплекса объектов строительной площадки.

**Проект производства работ (ППР)** – это организационно-технологическая документация, разрабатываемая с целью выбора наиболее эффективной технологии строительно-монтажных работ, способствующей сокращению строительства и улучшению качества работ. ППР составляется для строительства конкретного объекта строительной площадки.

Состав и содержание ПОС и ППР регламентируются Постановлением №87 Правительства РФ «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» от 16.02.2008г., МДС 12-46.2008 «Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ».

**Технологическая карта (ТК)** – это организационно-технологическая документация, содержащая необходимую информацию по технологии выполнения конкретного вида строительных работ или конструктивных элементов здания или сооружения.

**Карта трудовых процессов (КТП)** – это организационно-технологическая документация, содержащая необходимую информацию об организации и технологии выполнения конкретных видов работ трудовыми ресурсами (рабочими).

**Строительный генеральный план (СГП)** – один из основных документов, регламентирующих организацию строительного производства. В общем смысле, СГП - это план строительной площадки, на котором размещены объекты строительства, существующие здания и сооружения, показана расстановка: основных монтажных и грузоподъемных механизмов, временных дорог для завоза строительных материалов, временных зданий и сооружений, временных сетей канализации, водоснабжения и электрообеспечения, площадок укрупнительных сборок и других сооружений и приспособлений, возводимых и используемых в период строительства.

**Календарный план (КП) (Календарный график)** – основной документ, применяемый в строительстве для определения последовательно-

сти и взаимоувязки работ во времени и пространстве, определения продолжительности выполнения отдельных видов работ и всего строительства зданий и сооружений в целом, а так же определения необходимого количества трудовых, материальных и финансовых ресурсов для выполнения строительно-монтажных работ.

**Сетевой график (СГ)** – разновидность календарного плана в виде сети. Как правило, работы в сетевом графике представлены в укрупненном виде, объект разделен на «фронты работ». Такая форма, преимущественно, удобна при комплексной застройке, включающей несколько зданий и сооружений, являющихся отдельными фронтами работ одного строительного потока.

**Циклограмма** – графическое изображение строительного потока в виде наклонных линий, отображающих развитие потока во времени и в пространстве.

**Матрица** – изображение строительного потока в виде таблицы, состоящей из строк, столбцов и строкограф, отражающих взаимоувязку работ во времени и пространстве.

**График движения рабочей силы** – график, отражающий потребность в трудовых ресурсах в одну смену работ, составляемый на основе календарного плана ( сетевого графика) и определяющий максимальное количество рабочей силы, необходимой для выполнения технологического процесса в единицу времени.

**График потребности в машинах и механизмах** – график, отражающий потребность в машинах и механизмах в одну смену работ, составляемый на основе календарного плана ( сетевого графика) и определяющий максимальную продолжительность использования той или иной машины, необходимой для выполнения технологического процесса.

**График потребности в основных строительных материалах** – график, отражающий потребность в основных строительных материалах в одну смену работ, составляемый на основе календарного плана ( сетевого графика) и определяющий максимальную продолжительность использования того или иного материала, необходимого для выполнения технологического процесса.

**Делянка** – участок, выделяемый звену рабочих для работы в течение определенного времени и получения готовой продукции.

**Захватка** – участок, выделяемый бригаде для работы в течение определенного времени и получения готовой продукции.

**Фронт работ** – это объект или его часть, отводимая для выполнения работы комплексной бригаде рабочих.

**Рабочая сила (трудовые ресурсы)** – звено или бригада рабочих, необходимая и достаточная для выполнения технологического процесса.

**Материальные ресурсы** – ресурсы, потребляемые в процессе производства работ: материалы, изделия, конструкции, полуфабрикаты, а так же

машины и механизмы, оборудование, инструменты, необходимые для производства строительно-монтажных работ.

**Строительно-монтажные работы** – комплекс работ по строительству вновь возводимых объектов, либо реконструкции или ремонту существующих. Как правило, весь перечень работ в календарном плане, за исключением специализированных видов работ, относится к строительно-монтажным работам.

**Специализированные работы** – комплекс работ узкой направленности, как правило, работы по выполнению инженерных коммуникаций – тепло-, водо-, газо-, электроснабжения, установки лифтового оборудования, заполнения оконных блоков и т.д.

**Профессия** – постоянная деятельность, требующая специальной подготовки, теоретических и практических навыков.

**Квалификация** – степень или уровень проявления профессиональных достоинств, степень соответствия определённому уровню профессиональных требований. Как правило, каждая профессия имеет свой набор квалификационных требований.

**Разряд** – квалификационная характеристика знаний и умений рабочего. При шести-разрядной тарифной сетке, применяемой в строительстве, шестой – это самый высокий разряд, свидетельствующий о большом опыте и высоких профессиональных знаниях рабочего, следовательно, высокооплачиваемый. Требования к образованию, опыту практической работы, трудовые действия, необходимые знания и умения работников регламентированы в соответствующих Профессиональных стандартах, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации.

**Звено** – группа рабочих, необходимых и достаточных, для выполнения единицы доброкачественной продукции.

**Состав звена** – количественная и качественная характеристика группы рабочих, как правило, определяется по нормативному источнику. Качественный состав определяется по «разряду» рабочих. Количество и квалификацию рабочих в звене определяет сложность технологического процесса. Например, при установке колонн в стаканы фундамента, согласно ЕНиР №4, необходим следующий состав звена см.табл.1.1.

Таблица 1.1

Состав звена рабочих

| Профессия             | Разряд       | Количество |
|-----------------------|--------------|------------|
| Монтажник конструкций | 5-го разряда | 1 человек  |
| Монтажник конструкций | 4-го разряда | 1 человек  |
| Монтажник конструкций | 3-го разряда | 2 человека |
| Монтажник конструкций | 2-го разряда | 1 человек  |
| Машинист крана        | 6-го разряда | 1 человек  |

Итак, при установке колонн в стаканы фундамента необходимо звено монтажников конструкций в количестве пяти человек и одного машиниста крана.

**Бригада** – группа рабочих, состоящая из нескольких звеньев, выполняющих общее производственное задание и несущих совместную ответственность за результаты своего труда.

**Специализированная бригада** - группа рабочих, состоящая из нескольких звеньев, с рабочими одной профессии (специальности), выполняющая однородные технологические процессы узкой направленности, как правило, в строительстве это бригады по выполнению инженерных коммуникаций – тепло-, водо-, газо-, электроснабжения, установки лифтового оборудования, заполнения оконных блоков и т.д.

**Комплексная бригада** - группа рабочих, состоящая из нескольких специализированных звеньев, с рабочими различных профессий (специальностей), выполняющая разнородные работы, как правило, смежные или близкие по технологии, сложный строительный процесс. Например, в строительстве бригада по возведению монолитных железобетонных конструкций выполняет опалубочные, арматурные, бетонные работы, осуществляет уход за твердеющим бетоном и распалубку. При этом внутри комплексных бригад могут быть организованы специализированные звенья по выполнению отдельных технологических процессов.

**Ручной труд** – труд рабочего, выполняющего работу без использования средств тяжелой механизации, например, бетонные, арматурные, плотничьи, каменные работы, штукатурные, малярные, облицовочные и т.д. Измеряется в [чел.час], [чел.мин], [чел.смен].

**Механизированный труд** – труд рабочего, как правило машиниста, выполняющего работу с использованием средств тяжелой механизации, например, работы по срезке растительного слоя бульдозером, отрывки котлована экскаватором, погружения свай дизель-молотом, подачи бетонной смеси автобетононасосом, подачи материалов к месту производства работ краном, монтаж конструкций в проектное положение краном и т.д. Измеряется в [маш.час], [маш.мин], [маш.смен].

**Объем работ ( $V_p$ )** – количественный показатель строительного процесса. Объем работ рассчитывается на основании архитектурно-строительных, расчетно-конструктивных и технологических чертежей, с учетом единицы измерения.

**Единица измерения объема работ** – измеритель объема работ, регламентирующий правильное применение геометрических формул для расчета объема строительных работ. Измеритель объема работ указывается в нормативных источниках. В строительстве единицы измерения объема работ могут быть абсолютно различными, например, «м<sup>3</sup>» кирпичной кладки, «м<sup>2</sup>» окрашиваемой поверхности, «тонны» арматуры, «элементы» (шт) монтируемых конструкций, «стыки» соединений и т.д. Например, с

учетом заданной единицы измерения для расчета объема работ применяются соответствующие геометрические формулы:

|                                            |   |                                         |
|--------------------------------------------|---|-----------------------------------------|
| «м <sup>3</sup> » кирпичной кладки         | → | Объем кирпичной кладки                  |
| «м <sup>2</sup> » окрашиваемой поверхности | → | Площадь окрашиваемой поверхности        |
| «тонны» арматуры                           | → | Вес арматуры                            |
| «элементы» (шт) монтируемых конструкций    | → | Количество штук монтируемых конструкций |
| «стыки» соединений                         | → | Количество стыков соединений            |

**Норма времени ( $H_{вр}$ )** – количество рабочего времени, необходимого для производства единицы доброкачественной продукции, рабочим, соответствующей профессии и квалификации, работающим в условиях правильной организации труда и производства. В общем смысле, норма времени позволяет определить, какое количество времени и трудовых ресурсов потребуется для того, чтобы произвести единицу строительной продукции (см.табл.1.2.). Измеряется в [чел.час], [маш.час].

**Чел.час.** (человеко-часы) – единица измерения нормы времени и трудозатрат - количество рабочего времени трудящегося (или звена рабочих), выполняющих ручной труд. Например, при выполнении какого либо процесса вручную,  $H_{вр}=10$  чел.час. Это означает, что *Один* человек выполнит данную работу за 10 часов, а *Два* работника – за 5 часов.

Таблица 1.2

Норма времени

| Нвр, чел.час | Кол-во работающих человек | Продолжительность, час |
|--------------|---------------------------|------------------------|
| 10 чел.час.  | 1 чел.                    | 10 час.                |
| 10 чел.час.  | 2 чел.                    | 5 час.                 |
| 10 чел.час.  | 5 чел.                    | 2 час.                 |

**Маш.час** (машино-часы) – единица измерения нормы времени и трудозатрат - количество рабочего времени трудящегося, выполняющего механизированный труд, например, норма времени машиниста бульдозера, экскаватора, крана, копровой установки будет определяться как маш.час.

**ЕНиР** - *Единые нормы времени и расценки* – нормативный документ, разработанный Госстроем СССР, содержащий сведения о нормах времени, расценках и составе звена рабочих, необходимых для выполнения конкретного технологического процесса. Данные ЕНиР необходимы для определения трудозатрат, продолжительности работ и в целом проектирования календарных планов. Как правило, применяется при проектировании КП в Курсовом проектировании.

**ТЕР** – *Территориальные единичные расценки* – нормативный документ, разработанный Минстроем России, содержащий сведения о стоимости работ и материалов, а так же норм времени необходимых для определения трудозатрат, продолжительности работ и в целом проектирования календарных планов. Как правило, ТЕР используются при составлении Локальных сметных расчетов, являющихся основой для проектирования календарных планов при выполнении Выпускной квалификационной работы (ВКР). Для определения состава звена возможно дополнительное использование ЕНиРов.

**Трудозатраты ( $T_p$ )** – количество рабочего времени, необходимого для производства какого либо расчетного объема доброкачественной продукции, рабочим(ми), соответствующей профессии и квалификации, работающим(ми) в условиях правильной организации труда и производства. Измеряется в [чел.час], [чел.мин], [чел.смен], [маш.час], [маш.мин], [маш.смен]. Определяется по формуле:  $T_p = H_{вр} \cdot V_p$ . Например, см.табл.1.3.

Таблица 1.3

Определение трудозатрат

| Нвр         | Vp                | Тр, [чел.час] | Тр, [чел.мин]  | Тр,[чел.смен]  |
|-------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|
|             |                   |               | (1 час=60 мин) | (1 смена=8час) |
| 10 чел.час. | 24 м <sup>3</sup> | 240 чел.час.  | 14400 чел.мин. | 30 чел.смен    |

**Трудоемкость ( $T_{емк}$ )** – фактический показатель результативности выполнения работы. Трудоемкость определяет сложность или простоту строительного процесса. Чем выше трудоемкость, тем сложнее технологический процесс, тем больше необходимо высококвалифицированных рабочих и более длительный срок производства работ. При ведении любых строительных работ необходимо стремиться к уменьшению трудоемкости процесса, за счет внедрения новых технологий строительства, использования современных строительных материалов, применения обученных высококвалифицированных рабочих. Определяется по формуле:  $T_{емк} = T_p / V_{рф}$ , где  $V_{рф}$  – фактически выполненный объем работ. Измеряется в [чел.час/ 1 ед.объема работ]. Например, рассмотрим случай превышения/уменьшения фактически выполненного объема работ рабочими при выполнении разных по степени трудности штукатурных работ см.табл.1.4.

Таблица 1.4

Определение трудоемкости работ

| Тр,<br>[чел.час] | Тр,<br>[чел.мин]   | Тр,<br>[чел.смен]   | V <sub>рф</sub><br>(вид штука-<br>турки) | T <sub>емк</sub>                   | T <sub>емк</sub>                   | T <sub>емк</sub>                  |
|------------------|--------------------|---------------------|------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
|                  | (1 час=<br>60 мин) | (1 сме-<br>на=8час) |                                          | [чел.час/ 1<br>ед.объема<br>работ] | [чел.мин/ 1<br>ед.объема<br>работ] | [чел.см/ 1<br>ед.объема<br>работ] |
| 240<br>чел.час.  | 14400<br>чел.мин.  | 30 чел.смен         | 24 м <sup>3</sup><br>(улучшенная)        | 10                                 | 600                                | 1,25                              |

| Тр,<br>[чел.час] | Тр,<br>[чел.мин]   | Тр,<br>[чел.смен]   | V <sub>рф</sub><br>(вид штука-<br>турки)       | Т <sub>емк</sub>                   | Т <sub>емк</sub>                   | Т <sub>емк</sub>                  |
|------------------|--------------------|---------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
|                  | (1 час=<br>60 мин) | (1 сме-<br>на=8час) |                                                | [чел.час/ 1<br>ед.объема<br>работ] | [чел.мин/ 1<br>ед.объема<br>работ] | [чел.см/ 1<br>ед.объема<br>работ] |
| 240<br>чел.час.  | 14400<br>чел.мин.  | 30 чел.смен         | 30 м <sup>3</sup><br>(простая)                 | 8                                  | 480                                | 1                                 |
| 240<br>чел.час.  | 14400<br>чел.мин.  | 30 чел.смен         | 20 м <sup>3</sup><br>(высоко-<br>качественная) | 12                                 | 720                                | 2,5                               |

Анализ таблицы 1.4: При выполнении улучшенной штукатурки объемом 24 м<sup>3</sup>, трудоемкость составила значение 1,25 [чел.см/ 1 ед.объема работ]. При выполнении простой штукатурки фактически выполненный объем работ увеличился до 30 м<sup>3</sup>, соответственно, трудоемкость снизилась до 1 [чел.см/ 1 ед.объема работ], что свидетельствует о быстром и легком производстве работ рабочими-штукатурами. При выполнении высококачественной штукатурки произошло уменьшение фактически выполненного объема работ до 20 м<sup>3</sup>, трудоемкость увеличилась до 2,5 [чел.см/ 1 ед.объема работ], что свидетельствует о длительном и тяжелом производстве работ рабочими. Таким образом, при увеличении фактически выполненного объема работ показатель трудоемкости снижается, что свидетельствует о том, работа выполняется легче и быстрее (простое оштукатуривание). При снижении фактически выполненного объема работ, трудоемкость возрастает, что свидетельствует о том, что работа трудна и выполняется дольше (высококачественное оштукатуривание). Улучшить показатель трудоемкости можно за счет уменьшения планового объема работ, что не всегда целесообразно, либо за счет увеличения Трудозатрат, то есть увеличения продолжительности времени, отводимого на выполнение данной работы, или увеличения количества работающих человек, способствующих быстрому и легкому выполнению технологических процессов, либо и то и другое в совокупности.

**Производительность труда (выработка)** – количество продукции, произведенной в единицу времени звеном рабочих соответствующей профессии и квалификации. Определяется по формуле:  $P_p = V_p / N$ , где N – количество человек в звене. Измеряется в [1 ед.объема работ/ чел.]. Например, при объеме кирпичной кладки 30 м<sup>3</sup>, при трудозатратах 30 чел.см, при работе звена каменщиков, состоящего из трех человек, продолжительность работы составит 10 смен, следовательно, в одну смену каменщики выкладывают 3 м<sup>3</sup> кладки, значит, выработка одного каменщика составляет 1 м<sup>3</sup> кладки в смену.

**Продолжительность работ** – время, необходимое для выполнения технологического процесса, зависит от *трудозатрат, количества рабочих, входящих в состав звена, количества звеньев и количества смен в сутки*. Определяется по формуле:  $T = Tr / (N \cdot n \cdot N_{см})$ , где Tr – трудозатраты, N –

количество человек в звене,  $n$  – количество звеньев,  $N_{см}$  – количество смен в сутки. Измеряется в [час], [см]. Например, при трудозатратах  $T_r = 30$  чел.см, при работе звена каменщиков, состоящего из  $N = 3$  человек, при количестве звеньев  $n = 2$ , при двухсменном рабочем дне  $N_{см} = 2$ , продолжительность составит:  $T = 30 \text{ чел.см} / (3 \text{ чел} \cdot 2 \text{ зв} \cdot 2 \text{ см}) = 2,5$  дня.

**Нормативная продолжительность работ** – нормативное время, необходимое для выполнения технологического процесса, определяется по нормативным источникам, а именно, по СНиП 1.04.03-85 ч.П. Зависит от вида строительного объекта, его характеристик. Нормативная продолжительность определяет границы начала и окончания строительства объекта в целом. Фактическая продолжительность должна быть равна или меньше нормативной продолжительности, что достигается за счет внедрения новых технологий строительства, использования современных строительных материалов, применения обученных высоко-квалифицированных рабочих.  $T_{зд.факт} \leq T_{зд.норм.}$

**Количество смен в сутки (сменность)** – определяется исходя из технологического процесса строительства и продолжительности рабочей смены. При количестве часов в сутках, равных 24 часа и 8-ми часовом рабочем дне, максимальное количество смен в сутки – три смены. Так же возможен двух-сменный рабочий день и одно-сменный. Для каждой смены предусматривается отдельное звено (бригада) рабочих. Максимальная сменность назначается в случае, когда необходимо максимально быстро выполнить работу или же в случаях, когда нельзя прерывать технологический процесс, например, когда происходит длительный процесс бетонирования конструкций. Работа в ночную смену целесообразна в тех случаях, когда возможно обеспечить нормальные условия труда и соблюдение техники безопасности. В одну смену (в дневную) производятся шумные работы, например, забивка свай и механизированные работы, например, срезка растительного слоя, разработка грунта в котловане.

**Методы организации работ** – организационные разновидности взаимосвязей работ (технологических процессов) во времени и пространстве.

**Последовательный метод организации работ** – метод организации работ, при котором последующие работы начинаются строго после окончания предыдущих работ, без совмещения во времени.

**Параллельный метод организации работ** – метод организации работ, при котором работы выполняются одновременно, т.е. совмещены во времени.

**Поточный метод организации работ (метод критического пути (МКП))** – метод организации работ, при котором работы в пределах одного фронта выполняются последовательно, а в пределах всего строительного комплекса разнотипные работы, выполняемые разными бригадами рабочих, могут быть совмещены во времени.

**Метод непрерывного использования ресурсов (МНИР)** – метод организации работ, при котором трудовые ресурсы выполняют работы по всем фронтам последовательно, без перерывов во времени.

**Метод непрерывного освоения фронтов (МНОФ)** – метод организации работ, при котором работы по всем фронтам выполняются последовательно, без перерывов времени.

**Параллельно-поточный метод организации работ (ППМ)** – метод организации работ, при котором на наиболее продолжительные работы и работы критического пути назначаются дополнительные бригады, выполняющие параллельно работы на разных фронтах.

**Оптимизация календарного плана** – перепланирование календарного плана, для достижения какой либо цели (уменьшение продолжительности работ, уменьшение или ликвидация ресурсных растяжений, уменьшение или ликвидация фронтальных растяжений, корректировка по использованию трудовых ресурсов, корректировка коэффициента неравномерности использования рабочих, коэффициента неравномерности распределения трудоемкости работ и т.д.).

## **1.2. Основные виды организационно-технологической документации в строительстве**

**Организационно-технологическая документация** – это проектная документация, необходимая для осуществления строительной деятельности, включающая *Проект организации строительства, Проект производства работ, Технологические карты*. Организационно - технологическая документация содержит решения по технологии и организации строительно-монтажных работ комплекса объектов, либо конкретного строительного объекта. Такая документация в обязательном порядке подлежит согласованию, утверждению и регистрации в органах, осуществляющих строительный контроль, организациями, выполняющими разработку организационно-технологической документации.

**Проект организации строительства (ПОС)** – это составная часть проектной документации, разрабатываемой на весь объем строительства, предусмотренного проектом; организационно-технологическая документация, определяющая порядок возведения объектов, способы возведения зданий и сооружений, рациональное распределение объемов капитальных вложений, строительных работ, материальных и трудовых ресурсов по этапам и срокам строительства.

ПОС составляется для всего комплекса объектов строительной площадки. Проект организации строительства в обязательном порядке должен содержать мероприятия по охране труда, окружающей среды и населения. Данная документация должна соответствовать требованиям нормативной и проектной документации, проходить все виды контроля качества строительства. ПОС является обязательным документом для организаций застройщика (заказчика), организаций осуществляющих

строительство объектов, инвесторов, осуществляющих вложение денежных средств в осуществление строительства. ПОС включает в себя следующие разделы, необходимые для осуществления строительной деятельности: календарный план производства работ с графиками движения рабочей силы и графиками потребности в основных машинах и материалах, строительный генеральный план комплексной застройки, организационно-технологические схемы возведения основных зданий и сооружений, ведомости объемов работ, пояснительная записка.

**Проект производства работ (ППР)** – это организационно-технологическая документация, разрабатываемая с целью выбора наиболее эффективной технологии строительно-монтажных работ, способствующей сокращению строительства и улучшению качества работ. ППР составляется для строительства конкретного объекта строительной площадки на основании ранее разработанного ПОС.

ППР утверждается главным инженером генподрядной организации, а разделы проекта по монтажным и специальным строительным работам – главными инженерами соответствующих субподрядных организаций по согласованию с генподрядной строительной организацией.

Виды проектов производства работ:

- ППР в целом на объект – определяет организацию производства строительно-монтажных и других работ в целом на объекте;

- ППР на возведение отдельных частей здания, конструктивные элементы (циклы строительства, наземная и подземная части, секция, пролет, этаж, ярус и т.п.);

- ППР на отдельные комплексы работ, на отдельные технически сложные строительные, монтажные и специальные строительные работы.

ППР включает в себя следующие разделы, необходимые для осуществления строительной деятельности: календарный план производства работ с графиками движения рабочей силы и графиками потребности в основных машинах и материалах, строительный генеральный план объекта, геодезические схемы, технологические карты на сложные виды строительно-монтажных работ, ведомости объемов работ, ведомости такелажных приспособлений, схемы складирования и строповки грузов, указания по технике безопасности и охране окружающей среды, пояснительная записка.

Таким образом, проект организации строительства ПОС и проект производства работ ППР — схожие по содержанию документы, но отличаются тем, что в первом указываются общие требования к производству работ, а во втором раскрывается вся организационно-технологическая последовательность с учетом привязки к конкретному подрядчику строительства и к его оснащенности. Данные документы занимают особое место среди разновидностей организационно-технической и проектной документации. В них описывают порядок осуществления работ на строи-

тельной площадке. От правильности составления этих документов и их соответствия действующему законодательству зависит качество и безопасность всех процессов.

Состав и содержание ПОС и ППР регламентируются Постановлением №87 Правительства РФ «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» от 16.02.2008г., МДС 12-46.2008 «Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ».

**Технологическая карта (ТК)** – это организационно-технологическая документация, содержащая информацию по рациональной организации и технологии выполнения конкретного вида строительных работ. Для основных видов работ Госстроем разработаны *Типовые технологические карты*, на основе которых, в случае необходимости, составляются технологические карты на работы проекта. В технологических картах подробно описывается технология выполнения строительных работ, мероприятия по организации, по технике безопасности, приводятся детальные графики производства работ, ведомости инструментов и инвентаря и т.д.

**Карта трудовых процессов (КТП)** – это организационно-технологическая документация, содержащая необходимую информацию об организации и технологии выполнения конкретных видов работ трудовыми ресурсами (рабочими). В КТП поэлементно расписывают конкретный вид работ, приводят схемы производства работ, часовые и минутные графики и т.д.

### 1.3. Виды строительных генеральных планов

**Строительный генеральный план (СГП)** – один из основных документов, регламентирующих организацию строительного производства. СГП - это план строительной площадки, на котором размещены объекты строительства, существующие здания и сооружения, показана расстановка: основных монтажных и грузоподъемных механизмов, временных дорог для завоза строительных материалов, временных зданий и сооружений, временных сетей канализации, водоснабжения и электроснабжения, площадок укрупнительных сборок и других сооружений и приспособлений, возводимых и используемых в период строительства.

Строительные генеральные планы входят в состав проекта организации строительства, так же как и в состав проекта производства работ. Но при этом данные планы отличаются по детализации разработки.

**Общеплощадочный строительный генеральный план** разрабатывается в составе проекта организации строительства. На общеплощадочном стройгенплане приводятся основные принципиальные решения по

всему комплексу строящихся объектов, без детализации решений по временным административно-бытовым зданиям, но с максимальной детализацией объектов, необходимых для обслуживания строительной площадки.

**Объектный строительный генеральный план** разрабатывается в составе проекта производства работ. На объектном стройгенплане приводится детальное решение организации строительной площадки одного конкретного объекта и прилегающей к нему территории. Данный вид стройгенплана является детализацией общеплощадочного стройгенплана по конкретному объекту.

Для проектирования объектного строительного генерального плана необходима следующая документация: схема планировочной организации земельного участка, общеплощадочный стройгенплан ПОС, рабочая документация (рабочие чертежи), результаты инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, локальные сметные расчеты, календарные планы с принятой технологией и методами организации работ, расчеты параметров строительного генерального плана по определению потребности во временных зданиях и сооружениях, складских площадях, электричестве, воде и т.д.

При разработке строительных генеральных планов должны быть учтены требования ниже перечисленных нормативных и правовых документов:

- «Градостроительный кодекс РФ» от 29.12.2004 г. N 190-ФЗ;
- СП 48.13330.2011 «Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004»;
- СП 126.13330.2012 «Геодезические работы в строительстве»;
- СП 12-136-2002 «Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ»;
- СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда»;
- СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. Актуализированная редакция СНиП 12-03-2001»;
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;
- «Правила по охране труда в строительстве», приказ N 336н от 01.06.2015;
- «Правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов», приказ N 642н от 17.09.2014;
- «Правила по охране труда при работе на высоте»;
- «Правила противопожарного режима в Российской Федерации», Постановление N 390 от 25.04.2012;
- «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», приказ N 533 от 12.11.2013;

- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ N 328н от 24.07.2013;
- «Правила по охране труда при погрузо-разгрузочных работах и размещении грузов»; Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ N 642н от 17.09.2013;\*
- «Положение о порядке подготовки и аттестации работников организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору», Приказ N 37 от 29.01.2007;
- РД-11-06-2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузо-разгрузочных работ»;
- МДС 12-81.2007 «Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства и проекта производства работ»;
- ВСН 274-88 «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок»;
- ВСН 193-81 «Инструкция по разработке проектов производства работ по монтажу строительных конструкций»;
- ВСН 41-85(р) «Инструкция по разработке проектов организации и проектов производства работ по капитальному ремонту жилых зданий»;
- ГОСТ 12.02.003-74\* ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»;
- ГОСТ 12.3.009-76\* ССБТ «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ Р 12.4.026-2001 ССБТ «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний»;
- ГОСТ 12.3.002-75\* «Процессы производственные. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.3.033-84 ССБТ «Строительные машины. Требования безопасности при эксплуатации»;
- ГОСТ 26887-86 «Площадки и лестницы для строительно-монтажных работ»;
- ГОСТ 12.4.059-89 ССБТ «Строительство. Ограждения предохранительные инвентарные»;
- ГОСТ 24258-88 «Средства подмащивания»;
- ГОСТ 12.1.046-85 ССБТ «Строительство. Нормы освещения строительных площадок»;
- ГОСТ 23407-78 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ. Технические условия»;

- ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;
- ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. (С изменением N 1)»;
- «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», Федеральный закон N 123-ФЗ от 22.07.2008 г;
- Схемы операционного контроля качества.

#### 1.4. Классификация календарных планов

Календарный план (КП) – это организационно-технологический документ, входящий в состав Проекта организации работ (ПОС), Проекта производства работ (ППР), Технологической карты (ТК) или Карты трудовых процессов (КТП). Поэтому в зависимости *от вида разрабатываемой технической документации* календарные планы разделяют на *Сводный календарный план, Объектный календарный план и Сменный (часовой/минутный) календарный план (график)* (см.рис.1.1).



Рисунок 1.1. Разновидности календарных планов в зависимости от вида разрабатываемой технической документации

**Сводный календарный план (график)** в ПОС определяет очередность возведения объектов, т.е. сроки начала и окончания каждого объекта, продолжительность подготовительного периода и всего строительства в целом. Для подготовительного периода, как правило, составляется отдельный календарный график. Существующие нормы (СП 48.13330.2011 «Организация строительства») предусматривают составление в ПОС календарных планов в денежной форме, т.е. в тыс. руб. с распределением по кварталам или годам (для подготовительного периода - по месяцам). На стадии разработки сводного календарного плана решаются вопросы разде-

ления строительства на очереди, пусковые комплексы, технологические узлы. Календарный план подписывается главным инженером проекта и заказчиком (как согласовывающей инстанцией).

**Объектный календарный план (график)** в ППР определяет очередность и сроки выполнения каждого вида работ на конкретном объекте с начала его возведения до сдачи в эксплуатацию. Обычно такой план имеет разбивку по месяцам или дням в зависимости от величины и сложности объекта. Объектный календарный план (график) разрабатывается составителем ППР, т.е. генподрядчиком или привлеченной для этого специализированной проектной организацией.

**Сменные (часовые/минутные) графики** в технологических картах (ТК) и картах трудовых процессов (КТП) составляются разработчиками этих карт. Такие графики обычно тщательно продуманы, оптимизированы, но они ориентированы лишь на типичные (наиболее вероятные) условия работы. В конкретных ситуациях они могут требовать существенной корректировки. Часовые графики производства работ составляются главным образом для монтажа сборных конструкций зданий и сооружений; в них определяются сроки и последовательность установки в проектное положение отдельных сборных элементов. На часовых графиках в соответствии с ЕНиР указывается машинное время; необходимое для установки каждого элемента, а также состав бригады монтажников.

При вариантном проектировании календарные планы могут быть представлены в трех видах, в зависимости от количества и детализации рисков, вероятно возникающих при производстве строительных работ (см.рис.1.2).

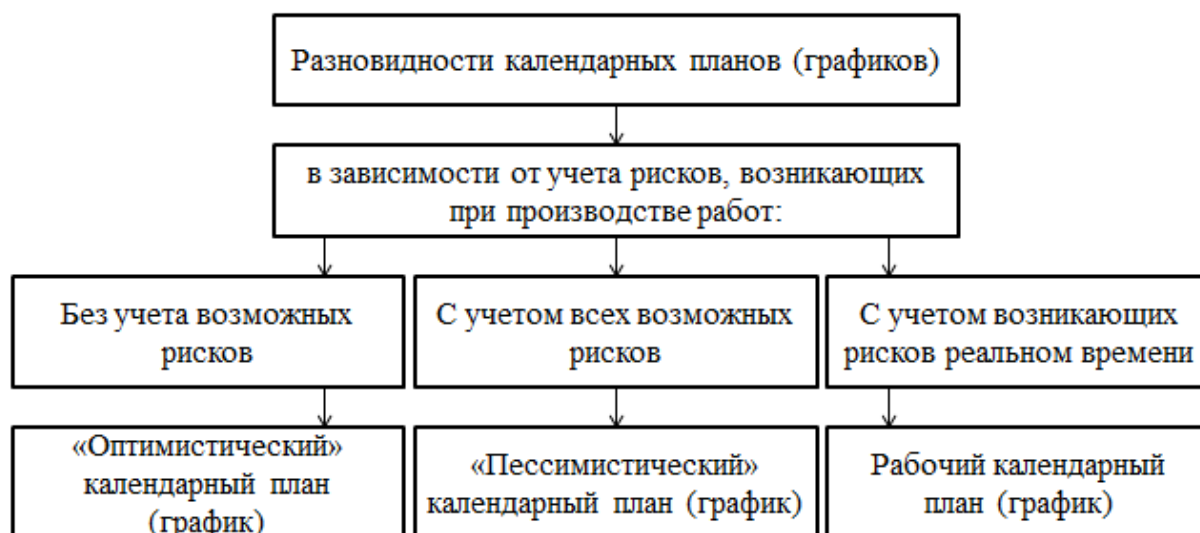


Рисунок 1.2. Разновидности календарных планов в зависимости от учета рисков, возникающих при производстве работ

**«Оптимистический» календарный план (график)** обычно составляется с использованием норм времени и определения продолжительности

работ по трудозатратам и нормативному количеству рабочих, необходимых для выполнения технологического процесса без учета возможных возникающих рисков, влияющих на фактическое изменение продолжительности работ и увеличение срока строительства объекта. Оптимистические календарные планы, проектируемые без учета возможных неблагоприятных погодных условий, нарушений обязательств поставщиков и субподрядчиков, нарушений трудовой дисциплины рабочих, простоев в работе из-за отсутствия финансирования проекта, экономических и политических кризисов в стране и мире, форс-мажорных обстоятельств и т.д., как правило, составляются в рамках определения минимальной продолжительности работ и являются обучающими при проектировании в курсовых проектах и выпускных квалификационных работах.

**«Пессимистический» календарный план (график)** обычно составляется с использованием фактических норм времени и определения продолжительности работ по трудозатратам и фактическому количеству рабочих, необходимых для выполнения технологического процесса с учетом возможных возникающих рисков, влияющих на фактическое изменение продолжительности работ и увеличение срока строительства объекта.

Как правило, к таким учтенным рискам относятся:

а) погодные условия – процесс строительства останавливается при температуре окружающего воздуха и скорости ветра:

- 45 С<sup>0</sup> ниже нуля при скорости ветра 0-2 м/сек;
- 40 С<sup>0</sup> ниже нуля при скорости ветра 2-5 м/сек;
- 35 С<sup>0</sup> ниже нуля при скорости ветра 5-7 м/сек;
- 30 С<sup>0</sup> ниже нуля при скорости ветра 7-10 м/сек;
- 25 С<sup>0</sup> ниже нуля при скорости ветра 10-15 м/сек;
- 20 С<sup>0</sup> ниже нуля при скорости ветра 15-17 м/сек;
- 10 С<sup>0</sup> ниже нуля при скорости ветра 17-20 м/сек.

б) недопоставка материалов и конструкций – риск возможного простоя в работе строительной организации из-за ожидания выполнения обязательств поставщиков по доставке необходимых материально-технических ресурсов;

в) невыполнение трудовых обязательств исполнителями работ – болезнь рабочего, не выход на рабочее место по уважительной причине, отпуск рабочего, прогул, отгул, командировка и т.д. Любая причина, по которой рабочий может фактически не присутствовать на рабочем месте является риском срыва сроков выполнения работ;

г) отсутствие финансирования – не выполнение финансовых обязательств инвестором, финансовый кризис организации, банкротство и т.д. может привести к возникновению риска не выполнения работ в нормативный срок;

д) политическая, экономическая ситуация в стране и мире;

е) различные форс-мажорные ситуации, не зависящие от основных участников строительства (природные катаклизмы; техногенные и технические катастрофы; экологические катастрофы; вооружённые кон-

фликты и попытки госпереворота; правительственный мораторий; банковский крах; гибель или внезапное заболевание с угрозой жизни руководителя проекта; другие) и т.д.

**Рабочие календарные планы (графики)** обычно составляются производственно-техническим отделом строительной организации, реже линейным персоналом в период производства СМР. Такие графики разрабатываются не неделю, месяц, несколько месяцев. Наибольшее применение имеют недельно-суточные графики. Рабочие календарные графики – это элемент оперативного планирования, которое должно вестись постоянно в течение всего периода строительства.

Цель рабочих графиков с одной стороны - детализация объектного календарного плана и с другой - своевременная реакция на всевозможные изменения обстановки на стройке. Рабочие графики - наиболее распространенный вид календарного планирования в реальных условиях строительной площадки. Как правило, они составляются очень быстро и зачастую имеют упрощенную форму, т.е., как показывает практика, не всегда должным образом оптимизируются. Тем не менее они обычно лучше других учитывают фактическую обстановку на стройке, так как составляются лицами, непосредственно участвующими в строительном процессе. Это особенно относится к учету погодных условий, особенностей взаимодействия субподрядчиков, реализации различных рационализаторских предложений, т.е. рискам плохо поддающихся заблаговременному учету. Как правило, на строительной площадке рабочие календарные планы составляют с использованием современных программных комплексов, таких как Microsoft Project, GanttProject, PlanWIZARD, Primavera.

В зависимости от объемов капитального строительства зданий, количества застраиваемых объектов, разделения здания на отдельные фронты форма представления календарного плана (внешний вид КП) может быть представлена в виде традиционного линейного графика, сетевого графика, матрицы или циклограммы (см.рис.1.3).



Рисунок 1.3. Разновидности календарных планов по форме представления в зависимости от метода организации строительства

**Линейный календарный график (график Ганта)** – график в виде таблицы "работы - время", в котором продолжительность работ изображается в виде горизонтальных отрезков линий. Длина линии соизмерима с продолжительностью работы в днях.

**Сетевой график (СГ)** – разновидность календарного плана в виде сети, в котором продолжительность работ изображается в виде горизонтальных стрелок, имеющих начальное и конечное событие в виде кружков. Длина стрелки соизмерима с продолжительностью работы в заданных единицах времени (дни, недели, кварталы и т.д.). Начальное событие, устанавливаемое перед работой (стрелкой) означает факт начала данной работы, конечное событие, устанавливаемое после работы означает факт окончания данной работы.

**Матрица** – таблица, состоящая из строк, столбцов и строкограф, отражающая взаимоувязку работ во времени и пространстве. Матрица предназначена для расчета продолжительности строительства объекта, состоящего из нескольких частных видов фронтов (ЧВФ), располагаемых по горизонтали и укрупненных видов работ (УВР), располагаемых в таблице по вертикали. Так же возможно и обратное расположение ЧВФ и УВР в таблице.

**Циклограмма** – графическое изображение строительного потока в виде наклонных линий, отображающих развитие потока во времени и в пространстве. Работы в циклограмме изображаются в виде наклонных линий, расположенных по диагонали в пределах одной временной ячейки.

Например, необходимо представить календарный план в различных формах представления, согласно исходным данным (см.табл.1.5.). Метод организации работ – Метод критического пути (МКП) (см.рис. 1.4-1.7).

Таблица 1.5

Исходные данные для проектирования календарных планов

| ОФР                  |     | Частные потоки, продолжительности и сроки работ |  |  |                        |  |  |                             |  |  |                   |  |  |
|----------------------|-----|-------------------------------------------------|--|--|------------------------|--|--|-----------------------------|--|--|-------------------|--|--|
|                      |     | Земляные работы                                 |  |  | Устройство фундаментов |  |  | Возведение надземного цикла |  |  | Отделочные работы |  |  |
| Частный фронт работы | I   | 3                                               |  |  | 6                      |  |  | 12                          |  |  | 4                 |  |  |
|                      | II  | 4                                               |  |  | 7                      |  |  | 10                          |  |  | 3                 |  |  |
|                      | III | 3                                               |  |  | 5                      |  |  | 8                           |  |  | 4                 |  |  |

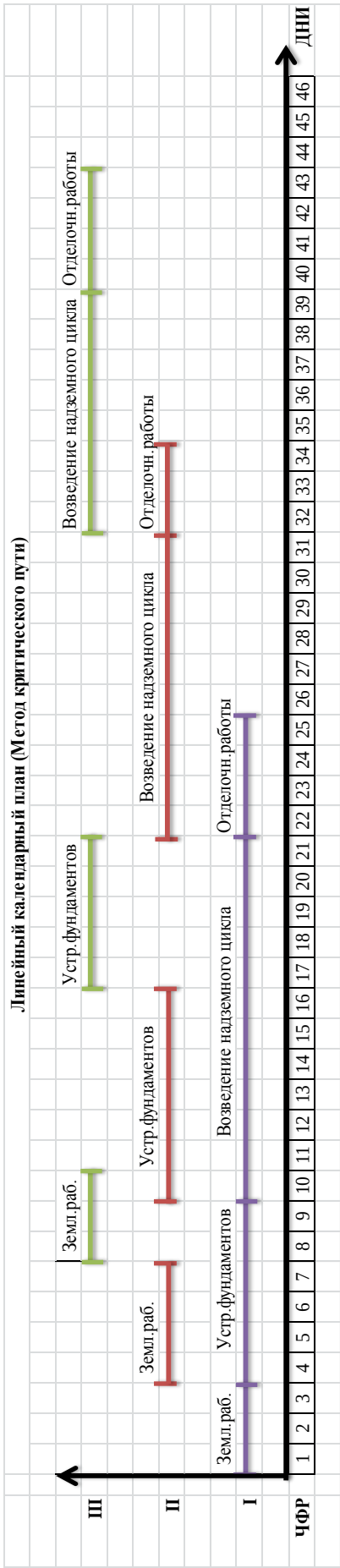


Рисунок 1.4. Линейный календарный план

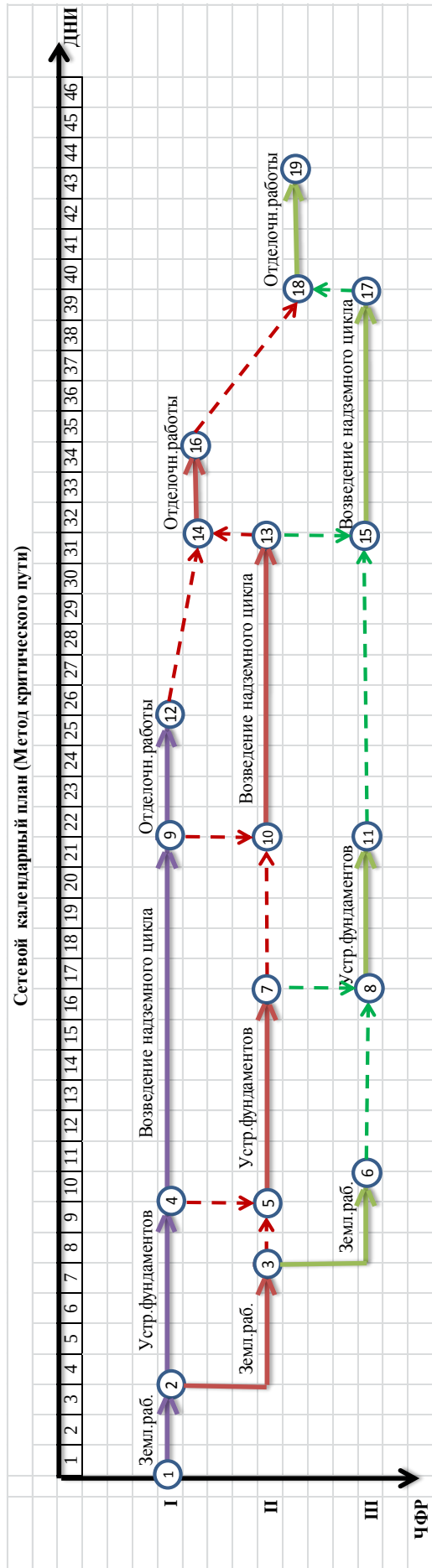


Рисунок 1.5. Сетевой график

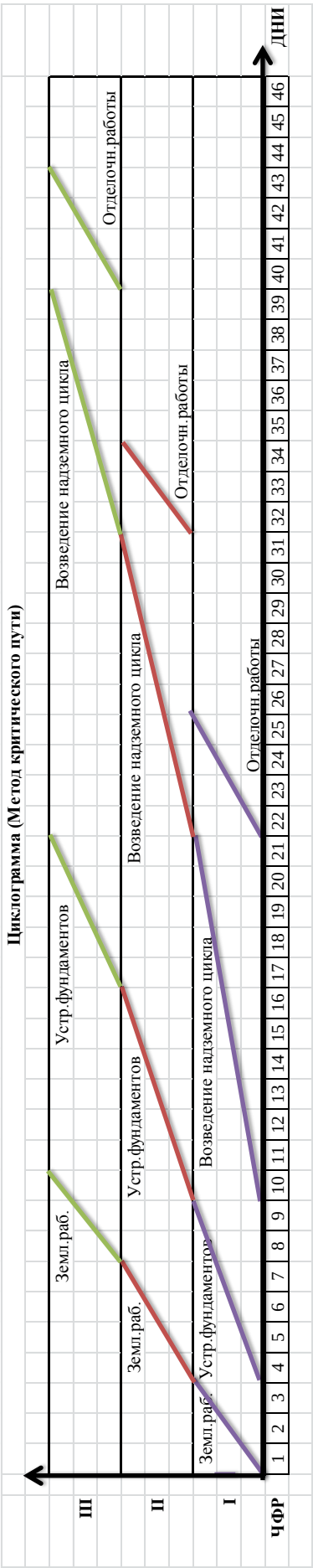


Рисунок 1.6. Циклограмма

| Матрица (Метод критического пути) |                      | Частные потоки, продолжительности и сроки работ |    |    |                        |    |    |                             |    |    |                   |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|----|----|------------------------|----|----|-----------------------------|----|----|-------------------|
| ОФР                               | Частный фронт работы | Земляные работы                                 |    |    | Устройство фундаментов |    |    | Возведение надземного цикла |    |    | Отделочные работы |
|                                   |                      | 0                                               | 3  | 3  | 3                      | 3  | 3  | 9                           | 9  | 21 | 25                |
| I                                 |                      | 0                                               | 3  | 3  | 3                      | 3  | 3  | 9                           | 9  | 21 | 25                |
| II                                |                      | 3                                               | 7  | 9  | 9                      | 16 | 21 | 31                          | 31 | 36 | 39                |
| III                               |                      | 10                                              | 14 | 14 | 14                     | 21 | 21 | 31                          | 31 | 36 | 39                |
|                                   |                      | 7                                               | 10 | 16 | 16                     | 21 | 21 | 31                          | 31 | 36 | 39                |
|                                   |                      | 23                                              | 26 | 26 | 26                     | 31 | 31 | 39                          | 39 | 43 | 43                |

Рисунок 1.7. Матрица МКП

В качестве исходных данных, для простоты расчета, приняты условные продолжительности работ на единицу времени (дни, недели, месяцы). Количество застраиваемых объектов (частей здания, фронтов), для примера, принято – три. В качестве частных потоков приняты основные укрупненные строительно-монтажные работы: земляные, устройство фундаментов, возведение надземного цикла и отделочные работы. В первую очередь выполняются работы I фронта, затем следующие по номерам по порядку. Согласно МКП бригады рабочих последовательно переходят по фронтам, после выполнения своей работы на предыдущем фронте и после готовности нового фронта к началу ведения последующей работы (см п.4.2.1.).

### **1.5. Исходные данные для проектирования ППР**

Для правильного проектирования Проекта производства работ необходимо иметь максимально полно и качественно подготовленные исходные данные.

Таковыми исходными данными являются:

#### **1. Проект организации строительства (ПОС).**

Проект организации строительства включает организационные мероприятия по всему строительному комплексу проектируемых объектов. На основании решений ПОС принимаются решения о порядке и условиях разработки проекта производства работ. При этом в проекте организации работ должен быть разработан общеплощадочный строительный генеральный план, сводный календарный план, информация о применяемых временных инженерных сетях – водо, тепло, электро, газоснабжении, общие рекомендации по проектированию временных бытовых сооружений, проектно-сметная документация, сведения о применяемых машинах и механизмах.

#### **2. Проектно-сметная документация (ПСД).**

В состав проектно-сметной документации обязательно должны входить такие разделы, как Архитектурно-строительный и Расчетно-конструктивный разделы, по которым необходимо составить «список работ» и рассчитать соответствующие им «объемы работ», входящие в состав календарного плана. При наличии сметной документации, а именно Локальной сметы на общестроительные работы, Объектной сметы и Сводного сметного расчета, список работ и их объемы формируются исходя из указанных в смете данных.

#### **3. Объемы работ.**

Объемы работ рассчитываются по каждому технологическому процессу, используя простые геометрические формулы, с учетом единицы измерения, согласно нормативным источникам (ЕНиР, ТЕР, ФЕР). При наличии заранее подготовленного Локального сметного расчета на общестроительные работы, повторного подсчета объемов работ не требуется.

Так же по проектно-сметной документации вычисляют строительный объем здания, который необходим для определения нормативной продолжительности работ.

#### **4. Трудозатраты по всем видам строительных и специальных работ.**

Трудозатраты рассчитываются для каждого технологического процесса, с учетом норм времени, определенным по нормативным источникам (ЕНиР, ТЕР, ФЕР). При наличии заранее подготовленного Локального сметного расчета на общестроительные работы, повторного подсчета трудозатрат не требуется.

#### **5. Принятые методы организации работ.**

Исходя из строительной и технической частей проектной документации, принимают решение о выборе метода организации работ, способах производства работ, количеству смен в сутки, разбивки объекта на фронты и захватки работ, что влияет на взаимоувязку технологических процессов во времени и пространстве.

#### **6. Нормативная продолжительность работ.**

Прежде чем начинать проектирование календарного плана, определяют по СНиП 1.04.03-85\* нормативную продолжительность. Этот срок является максимальным для строительства данного объекта, он может быть сокращен за счет внедрения новых технологий строительства, использования современных строительных материалов, применения обученных высоко-квалифицированных рабочих.

#### **7. Данные о машинах и механизмах, необходимых для производства работ.**

Перед началом проектирования ППР, в зависимости от габаритов проектируемого здания и веса поднимаемых конструкций, необходимо подобрать тип (самоходный (автомобильный, гусеничный, пневмоколесный), башенный (рельсовый, стационарный, приставной)) и марку монтажного крана, выполняющего комплекс строительно-монтажных работ. Тип и марка крана подбираются в результате расчета таких технических параметров, как максимальная грузоподъемность крана, максимальная высота подъема крюка (стрелы) крана, максимальная длина и вылет стрелы крана и другие.

#### **8. Данные о ресурсах, необходимых для выполнения строительных работ.**

Под ресурсами, необходимыми для выполнения строительных работ, понимается *материально-техническое оснащение*, потребляемое в процессе производства работ: материалы, изделия, конструкции, полуфабрикаты, а так же машины и механизмы, оборудование, инструменты и т.д.

Так же к ресурсам относятся *трудовые ресурсы* – звенья и бригады рабочих, необходимые и достаточные для выполнения технологического процесса. Состав звена регламентируется данными ЕНиР, или же произ-

водственными данными строительной организации, отражающими кадровый состав рабочей силы.

Так же к строительным ресурсам относятся *финансовые ресурсы* – объемы капитальных вложений, в тыс.руб., необходимые для осуществления производственной деятельности строительной организации.

### **9. Данные об условиях осуществления строительства.**

При проектировании проекта производства работ должны быть учтены все условия осуществления строительного производства, включая климатические и гидрогеологические условия, природные факторы, время года, температурные условия, особенности рельефа местности, особенности градостроительных условий, особенности взаимодействия с поставщиками материалов и конструкций и субподрядными организациями, осуществляющими ведение специализированных видов работ, перечень основных и вспомогательных зданий и сооружений и т.д.

## **Вопросы для самоконтроля по главе 1**

1. Дайте расшифровку аббревиатурам ПОС, ППР, ТК, КТП.
2. Какая организационно-технологическая документация подлежит разработке при застройке микрорайона одной организацией-заказчиком?
3. В чем принципиальное отличие ПОС и ППР?
4. В каких случаях необходимо разрабатывать технологические карты?
5. Какой документ является основой для разработки технологической карты на выполнение какого-либо вида работ?
6. Почему не для всех объектов обязательно нужно разрабатывать технологические карты?
7. В чем принципиальное отличие карты трудовых процессов от технологической карты?
8. Как называются графики производства работ, приведенные в типовых технологических картах?
9. Дайте определение понятия «строительный генеральный план».
10. Перечислите, какие объекты должны быть указаны на СГП.
11. Дайте определение понятий «Календарный план», «Сетевой график», «Матрица», «Циклограмма».
12. Какие расчеты параметров стройгенплана будут зависеть от показателей графика движения рабочей силы?
13. Для чего необходимы графики потребности в машинах и в основных строительных материалах?
14. Дайте определение понятий «Делянка», «Захватка», «Фронт работ».
15. Дайте определение понятий «Материальные ресурсы», «Строительно-монтажные работы», «Специализированные работы».
16. Чем звено рабочих отличается от бригады рабочих?

17. В чем отличие специализированной и комплексной бригад?
18. Дайте определение понятий «Профессия», «Квалификация», «Разряд».
19. Дайте определение понятий «Норма времени (Нвр)», «Трудозатраты (Тр)», «Трудоемкость (Темк)», «Производительность труда (выработка)».
20. Приведите формулу для расчета трудозатрат.
21. Как перевести трудозатраты из [чел.час] в [чел.см]?
22. Приведите формулу расчета продолжительности работ.
23. При помощи каких мероприятий можно сократить продолжительность выполнения работ?
24. При выполнении каких строительных работ возможно назначать трехсменный рабочий график?
25. Какие работы запрещено производить в ночное время суток?
26. Приведите основные формулы вычисления Трудозатрат и Трудоемкости.
27. Сколько бригад рабочих должно быть в строительной организации, если технологический процесс выполняется в три смены?
28. В чем принципиальное отличие «последовательного» метода организации работ от «параллельного»?
29. Почему «поточные» методы имеют преимущество перед «последовательным» и «параллельным» методами?
30. При какой схеме оплаты труда рабочим целесообразно применять метод непрерывного использования ресурсов?
31. В каком случае организация принимает решение о работе методом непрерывного освоения фронтов?
32. Для достижения каких целей выполняют оптимизацию календарного плана?
33. Какую документацию относят к «организационно-технологической документации»?
34. Какой документ является основанием для составления: ПОС основа для ППР или ППР основа для ПОС?
35. Возможно ли начало ведения строительных работ без согласования и утверждения ПОС и ППР?
36. Какие разделы включает ПОС?
37. Какие исходные данные необходимы для составления ППР?
38. Какими должностными лицами утверждаются ПОС и ППР?
39. Какой календарный план разрабатывается в составе ППР: сводный или объектный?
40. В чем принципиальная разница между объектным и общеплощадочным СГП?
41. Какие исходные данные необходимы для разработки объектного строительного генерального плана?

42. Перечислите разновидности календарных планов в зависимости от вида разрабатываемой технической документации.
43. Перечислите разновидности календарных планов в зависимости от учета рисков, возникающих при производстве работ.
44. Перечислите разновидности календарных планов по форме представления в зависимости от метода организации строительства.
45. При какой температуре окружающего воздуха и скорости ветра останавливается процесс строительства?
46. В чем отличие по внешнему виду линейного календарного плана от сетевого графика? Покажите на соответствующих рисунках.
47. В чем отличие по внешнему виду циклограммы от линейного календарного плана? Покажите на соответствующих рисунках.
48. Перечислите исходные данные, необходимые для проектирования ППР?
49. Почему перед началом проектирования ППР необходимо разрабатывать ПОС?
50. Какие документы входят в состав ПСД?
51. Почему при составлении календарных планов удобно использовать готовый локально-сметный расчет?
52. Перечислите основные общие правила определения объемов работ.
53. Какие методы организации строительных работ применяются на практике?
54. Для чего необходимо определять нормативную продолжительность работ?
55. По какому нормативному источнику определяется предположительная продолжительность работ?
56. Перечислите виды ресурсов, которые необходимы для выполнения строительных работ.
57. Для чего перед проектированием календарных планов необходимо иметь данные о машинах, механизмах, трудовых ресурсах?
58. Что включает в себя понятие «материально-технические ресурсы»?
59. Как правильно определять необходимое количество трудовых ресурсов на строительной площадке?
60. Исходя из какой документации определяют необходимое количество финансовых ресурсов?
61. Какие условия осуществления строительства могут увеличить продолжительность возведения объекта и почему?
62. Какие мероприятия по охране труда и технике безопасности должны соблюдаться при разработке ППР?
63. Какие мероприятия по охране окружающей среды должны соблюдаться при разработке ППР?
64. Назовите фамилию ученого, являющегося основоположником календарного планирования.
65. Перечислите фамилии ученых, внесших вклад в развитие поточной организации строительства.

## ГЛАВА 2. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

### 2.1. Содержание курсового проекта

1. Исходные данные.
2. Описание основных технологических процессов.
3. Описание основных расчетных формул для определения продолжительности отдельных видов работ.
4. Составление Карточки-определитель.
5. Составление таблицы укрупнения работ.
6. Определение комплексного состава бригады.
7. Составление Матрицы определения продолжительности.
8. Описание методов организации работ.
9. Расчет матриц:
  - a. Расчет матрицы последовательным методом организации работ.
  - b. Расчет матрицы параллельным методом организации работ.
  - c. Расчет матрицы методом критического пути.
  - d. Расчет матрицы путем оптимизации порядка начала освоения фронтов.
  - e. Расчет матрицы методом непрерывного использования ресурсов.
  - f. Расчет матрицы методом непрерывного освоения фронтов.
  - g. Расчет матрицы параллельно-поточным методом с равномерным распределением объемов работ.
  - h. Расчет матрицы параллельно-поточным методом с неравномерной загрузкой ресурсов.
10. Составление таблицы анализа расчетов матриц, построение аналитических графиков, представление выводов по полученным результатам.
11. Проектирование сводного сетевого графика (A1).
12. Проектирование графика движения рабочей силы.
13. Проектирование графика потребности в монтажных механизмах.
14. Проектирование графика потребности в основных конструкциях.
15. Расчет коэффициентов неравномерности использования ресурсов и трудозатрат.
16. Корректировка сетевого графика.
  - a. Корректировка сетевого графика по времени.
  - b. Корректировка сетевого графика по использованию трудовых ресурсов.
17. Выбор и обоснование использования монтажных кранов.
18. Проектирование общеплощадочного/ объектного СГП (A1).
19. Расчет параметров Строительного генерального плана (СГП).
  - a. Расчет потребности в строительных кадрах.

- б. Расчет потребности во временных зданиях административного, санитарно - бытового, производственного назначения.
  - с. Расчет временного электроснабжения.
  - д. Расчет временного водоснабжения.
  - е. Расчет потребности в приобъектных складах.
20. Расчет технико-экономических показателей СГП.

## 2.2. Исходные данные для курсового проектирования

Основной целью разработки курсового проекта на тему «Проект производства работ» является формирование комплекса теоретических знаний и практических навыков по организации, управлению и планированию строительства, освоение навыков обучающихся по разработке календарных планов в виде сетевых графиков, по выбору методов организации строительства, по планированию материально-технического обеспечения строительства, а также проектированию строительных генеральных планов.

В рамках разработки курсового проекта рассматривается комплексная застройка территории, состоящая из четырех разнотипных объектов – фронтов работ.

*Комплексная организация застройки* - это формирование полноценной жилой среды, обеспеченной всеми видами современного культурно-бытового обслуживания (включая транспортное), отвечающего санитарно-гигиеническим, социально-функциональным и архитектурно-эстетическим требованиям.

*Фронт работы* – это участок, часть здания, этаж или целое здание, отведенное под строительство одной бригаде рабочих (см.рис.2.1.).



Рис. 2.1. Комплексная застройка 4-х фронтов работ

Исходными данными на выполнение курсового проекта на тему «Проект производства работ» является таблица основных видов работ (см.табл.2.1.), выполняемых при строительстве первого фронта комплексной застройки зданий, состоящей из четырех фронтов, а так же индивидуальное задание преподавателя, в виде коэффициентов, применяемых для вычисления объемов 2, 3 и 4-го фронтов работ (см.табл.2.2.).

Таблица 2.1

Исходные данные для выполнения курсового проекта «Проект производства работ»

| №<br>п/п | Наименование работ                                                       | Ед. изм                      | Объем ра-<br>бот исход-<br>ный | Норма времени |             | Состав звена                               |             |             |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------|-------------|--------------------------------------------|-------------|-------------|
|          |                                                                          |                              |                                | чел. час      | маш.<br>час | профессия                                  | разряд      | кол-<br>во  |
| 1        | 2                                                                        | 3                            | 4                              | 5             | 6           | 7                                          | 8           | 9           |
| 1        | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2                      | 7,7                            | 0,00          | 2,70        | Машинист                                   | 6           | 1           |
| 2        | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                       | 6,70                           | 0,00          | 3,90        | Машинист                                   | 6           | 1           |
| 3        | <b>Устройство фундамента</b>                                             |                              |                                |               |             |                                            |             |             |
| 3.1      | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                       | 80,00                          | 1,82          | 0,91        | Машинист копра<br>Копровщик Ко-<br>провщик | 6<br>5<br>3 | 1<br>1<br>1 |
| 3.2      | Устройство опалубки ростверка                                            | 1 м2                         | 322,00                         | 0,62          | 0,00        | Плотник<br>Плотник                         | 4<br>2      | 1<br>1      |
| 3.3      | Армирование ростверка                                                    | 1 каркас                     | 200,00                         | 1,10          | 0,00        | Арматурщик<br>Арматурщик                   | 4<br>2      | 1<br>3      |
| 3.4      | Бетонирование ростверка                                                  | 1 м3 бетона                  | 540,00                         | 0,30          | 0,00        | Бетонщик<br>Бетонщик                       | 4<br>2      | 1<br>1      |
| 3.5      | Уход за бетоном ростверка                                                | 100 м2                       | 310,00                         | 0,14          | 0,00        | Бетонщик                                   | 2           | 1           |
| 3.6      | Распалубливание опалубки ростверка                                       | 1 м2                         | 322,00                         | 0,15          | 0,00        | Плотник<br>Плотник                         | 3<br>2      | 1<br>1      |
| 4        | <b>Устройство стен подвала (цо-<br/>кольного этажа)</b>                  |                              |                                |               |             |                                            |             |             |
| 4.1      | Устройство опалубки стен подвала                                         | 1 м2 поверхности<br>опалубки | 1125,00                        | 0,52          | 0,00        | Плотник<br>Плотник                         | 4<br>2      | 1<br>1      |
| 4.2      | Армирование стен                                                         | 1 сетка                      | 600,00                         | 0,42          | 0,00        | Арматурщик<br>Арматурщик                   | 4<br>2      | 1<br>3      |
| 4.3      | Бетонирование стен                                                       | 1 м3 бетона                  | 240,00                         | 0,42          | 0,00        | Бетонщик<br>Бетонщик                       | 4<br>2      | 1<br>1      |

Продолжение таблицы 2.1

| № п/п | Наименование работ                                                                                    | Ед. изм                   | Объем работ исходящий | Норма времени |          | Состав звена                |            |                |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|----------|-----------------------------|------------|----------------|
|       |                                                                                                       |                           |                       | чел.час       | маш. час | профессия                   | разряд     | кол-во         |
| 1     | 2                                                                                                     | 3                         | 4                     | 5             | 6        | 7                           | 8          | 9              |
| 4.4   | Уход за бетоном, покрытие бетонной поверхности утеплителем матами                                     | 100 м2                    | 350,00                | 0,14          | 0,00     | Бетонщик                    | 2          | 1              |
| 4.5   | Распалубливание опалубки стен                                                                         | 1 м2 поверхности опалубки | 1125,00               | 0,13          | 0,00     | Плотник<br>Плотник          | 3<br>2     | 1<br>1         |
| 5     | <b>Устройство гидроизоляции фундамента и стен подвала</b>                                             | 100 м2                    | 11,20                 | 6,70          | 0,00     | Гидроизолирующий            | 4,3,2      | 1,1,<br>1      |
| 6     | <b>Устройство перекрытия подвала/цокольного этажа</b>                                                 | 1 элемент                 | 410,00                | 0,44          | 0,31     | Монтажник<br>Машинист крана | 4,3,2<br>6 | 1,2,<br>1<br>1 |
| 7     | <b>Обратная засыпка пазух фундамента</b>                                                              | 1 м3                      | 35,00                 | 0,00          | 1,30     | Землекоп                    | 2          | 1              |
| 8     | Устройство наружных стен, из пустотелых керамических камней с облицовкой кирпичом, толщина стен 510мм | 1 м3                      | 980,00                | 3,60          | 0,00     | Каменщик<br>Каменщик        | 4<br>3     | 1<br>1         |
| 9     | Устройство внутренних несущих стен, толщиной 380мм                                                    | 1 м3                      | 790,00                | 2,60          | 0,00     | Каменщик<br>Каменщик        | 4<br>3     | 1<br>2         |
| 10    | Устройство перегородок, кирпичные толщиной в кирпич 1/4                                               | 1 м2                      | 1200,00               | 0,53          | 0,00     | Каменщик<br>Каменщик        | 4<br>2     | 1<br>1         |
| 11    | Укладка перемычек                                                                                     | 1 проем                   | 275,00                | 0,45          | 0,15     | Каменщик<br>Крановщик       | 4,3,2<br>5 | 1,1,<br>1<br>1 |
| 12    | <b>Устройство межэтажных монолитных перекрытий</b>                                                    |                           |                       |               |          |                             |            |                |
| 12.1  | <b>Устройство опалубки перекрытий</b>                                                                 | 1 м2                      | 2500,00               | 0,37          | 0,00     | Плотник<br>Плотник          | 4<br>2     | 1<br>1         |

Продолжение таблицы 2.1

| №<br>п/п | Наименование работ                                           | Ед. изм   | Объем ра-<br>бот исход-<br>ный | Норма времени |             | Состав звена                                                                       |                  |                  |
|----------|--------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------|---------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
|          |                                                              |           |                                | чел. час      | маш.<br>час | профессия                                                                          | разряд           | кол-<br>во       |
| 1        | 2                                                            | 3         | 4                              | 5             | 6           | 7                                                                                  | 8                | 9                |
| 12.2     | Армирование перекрытий                                       | 1 элемент | 1500,00                        | 0,24          | 0,00        | Арматурщик<br>Арматурщик                                                           | 3<br>2           | 1<br>2           |
| 12.3     | Бетонирование перекрытий                                     | 1 м3      | 550,00                         | 1,30          | 0,00        | Бетонщик<br>Бетонщик                                                               | 4<br>2           | 1<br>1           |
| 12.4     | Уход за бетоном                                              | 100 м2    | 25,00                          | 0,14          | 0,00        | Бетонщик                                                                           | 2                | 1                |
| 12.5     | Распалубливание опалубки пере-<br>крытия                     | 1 м2      | 2500,00                        | 0,15          | 0,00        | Плотник<br>Плотник                                                                 | 3<br>2           | 1<br>1           |
| 13       | Устройство сборных железобетон-<br>ных лестниц               | 1 элемент | 60,00                          | 3,80          | 0,94        | Монтажник кон-<br>стр.<br>Монтажник<br>констр.<br>Электросварщик<br>Машинист крана | 4<br>3<br>4<br>6 | 1<br>2<br>1<br>1 |
| 14       | Установка оконных и дверных блоков                           | 100 м2    | 10,20                          | 25,00         | 12,50       | Крановщик<br>Плотник<br>Плотник                                                    | 5<br>4<br>2      | 1<br>1<br>1      |
| 15       | <b>Устройство плоской кровли</b>                             |           |                                |               |             |                                                                                    |                  |                  |
| 15.1     | Устройство стяжек                                            | 100 м2    | 9,4                            | 4,40          | 0,00        | Изолировщик                                                                        | 3                | 1                |
| 15.2     | Устройство пароизоляции основания                            | 100 м2    | 9,4                            | 6,70          | 0,00        | Изолировщик<br>Изолировщик                                                         | 3<br>2           | 1<br>1           |
| 15.3     | Устройство теплоизоляции, укладка<br>плит из пенополистирола | 100 м2    | 9,4                            | 10,00         | 0,00        | Изолировщик<br>Изолировщик                                                         | 3<br>2           | 1<br>1           |
| 15.4     | Покрытие крыш рулонными мате-<br>риалами                     | 100 м2    | 9,4                            | 9,7           | 0,00        | Кровельщик<br>Кровельщик                                                           | 4<br>3           | 1<br>1           |

| № п/п     | Наименование работ                                                     | Ед. изм | Объем работ исходящий | Норма времени |          | Состав звена                      |         |        |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------|---------------|----------|-----------------------------------|---------|--------|
|           |                                                                        |         |                       | чел. час      | маш. час | профессия                         | разряд  | кол-во |
| 1         | 2                                                                      | 3       | 4                     | 5             | 6        | 7                                 | 8       | 9      |
| <b>16</b> | <b>Оштукатуривание поверхности, выскокачественное, растворонасосом</b> |         |                       |               |          |                                   |         |        |
| 16.1      | Провешивание поверхности установкой маяков                             | 100 м2  | 9,80                  | 12,00         | 0,00     | Штукатур Штукатур                 | 4 3     | 2 1    |
| 16.2      | Нанесение обрызга                                                      | 100 м2  | 9,80                  | 5,50          | 0,00     | Штукатур                          | 4, 3, 2 | 2,2,1  |
| 16.3      | Нанесение грунта                                                       | 100 м2  | 9,80                  | 18,50         | 0,00     | Штукатур                          | 4, 3, 2 | 2,2,1  |
| 16.4      | Нанесение накрывочного слоя                                            | 100 м2  | 9,80                  | 3,40          | 0,00     | Штукатур                          | 5       | 1      |
| 16.5      | Затирка по поверхности с разделкой углов                               | 100 м2  | 9,80                  | 11,00         | 0,00     | Штукатур                          | 5       | 1      |
| <b>17</b> | <b>Устройство стяжки из легких бетонов, из керамзитобетона</b>         | 100 м2  | 20                    | 14,00         | 0,00     | Бетонщик Бетонщик                 | 3 2     | 1 1    |
| <b>18</b> | <b>Окрасочные работы</b>                                               |         |                       |               |          |                                   |         |        |
| 18.1      | Высококачественное окрашивание потолков                                | 100 м2  | 35                    | 5,10          | 0,00     | Маляр строит.                     | 5       | 1      |
| <b>19</b> | <b>Оклеивание обоями стен и потолков</b>                               |         |                       |               |          |                                   |         |        |
| 19.1      | Оклеивание потолков простыми обоями                                    | 100 м2  | 10                    | 13,50         | 0,00     | Маляр строит. Маляр строит.       | 5 3     | 1 1    |
| 19.2      | Оклеивание стен обоями бумажными                                       | 100 м2  | 68                    | 8,60          | 0,00     | Маляр строит.                     | 4       | 1      |
| <b>20</b> | <b>Устройство полов</b>                                                |         |                       |               |          |                                   |         |        |
| 20.1      | Устройство полов из керамических плиток                                | 1 м2    | 500                   | 0,64          | 0,00     | Облицовщик-мозаичник              | 4 3     | 1 1    |
| 20.2      | Устройство паркетных полов                                             | 1 м2    | 380                   | 1,30          | 0,00     | Паркетчик                         | 4       | 1      |
| 20.3      | Покрывание полов линолеумом                                            | 1 м2    | 1460                  | 0,15          | 0,00     | Облицовщик синтетич. мате-риалами | 4 3     | 1 1    |

Таблица 2.2

Значения коэффициентов, применяемых к объемам работ

| №Вар.     | 1ФР | 2ФР | 3ФР | 4ФР | №Вар.     | 1ФР | 2ФР | 3ФР | 4ФР | №Вар.     | 1ФР | 2ФР | 3ФР | 4ФР | №Вар.     | 1ФР | 2ФР | 3ФР | 4ФР |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|
| <b>1</b>  | 0,5 | 1   | 2,5 | 0,6 | <b>11</b> | 0,7 | 2,3 | 1   | 1,3 | <b>21</b> | 2,5 | 0,5 | 1,6 | 2,1 | <b>31</b> | 2,3 | 1,1 | 2   | 0,7 |
| <b>2</b>  | 1,1 | 2   | 1,3 | 2,1 | <b>12</b> | 2,5 | 0,6 | 1,2 | 1,5 | <b>22</b> | 1,2 | 0,9 | 2,1 | 1   | <b>32</b> | 1,3 | 1,5 | 0,6 | 1,2 |
| <b>3</b>  | 0,9 | 0,8 | 2,3 | 0,6 | <b>13</b> | 1,6 | 1,1 | 2,2 | 0,5 | <b>23</b> | 0,5 | 1,3 | 2,2 | 1,4 | <b>33</b> | 0,6 | 1   | 1,1 | 2,2 |
| <b>4</b>  | 1,5 | 1,2 | 0,8 | 2,2 | <b>14</b> | 1   | 0,6 | 2,4 | 1,1 | <b>24</b> | 1,5 | 0,8 | 2,3 | 0,6 | <b>34</b> | 2,1 | 2,5 | 1,3 | 0,8 |
| <b>5</b>  | 2,4 | 0,7 | 1,2 | 0,8 | <b>15</b> | 2,2 | 1,4 | 0,9 | 1   | <b>25</b> | 2,4 | 2   | 0,7 | 1,1 | <b>35</b> | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 2,3 |
| <b>6</b>  | 0,6 | 2,5 | 1,5 | 2   | <b>16</b> | 0,7 | 1,6 | 1,1 | 2,3 | <b>26</b> | 0,7 | 2,1 | 1,3 | 1,6 | <b>36</b> | 2,2 | 0,7 | 1,6 | 2,4 |
| <b>7</b>  | 1,4 | 0,9 | 2,1 | 1,2 | <b>17</b> | 2,3 | 0,8 | 2   | 1,4 | <b>27</b> | 1,1 | 1,2 | 2   | 0,6 | <b>37</b> | 1,6 | 1,1 | 1,4 | 0,5 |
| <b>8</b>  | 2   | 2,4 | 0,6 | 0,9 | <b>18</b> | 1,3 | 2,2 | 1   | 0,7 | <b>28</b> | 1   | 2,4 | 0,8 | 2   | <b>38</b> | 0,9 | 1,4 | 2,5 | 1,8 |
| <b>9</b>  | 0,8 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | <b>19</b> | 2,1 | 0,5 | 1,6 | 1,3 | <b>29</b> | 1,6 | 2,3 | 1,5 | 0,9 | <b>39</b> | 2   | 2,2 | 0,9 | 1,3 |
| <b>10</b> | 1,2 | 2,1 | 0,5 | 2,5 | <b>20</b> | 0,8 | 1,5 | 0,7 | 2,4 | <b>30</b> | 0,8 | 1,4 | 2,4 | 2,5 | <b>40</b> | 0,6 | 2,3 | 1   | 1,5 |

На основании таблицы исходных данных составляется **Калькуляция затрат труда** (см.табл.2.3.).

Таблица 2.3

Калькуляция затрат труда на I фронт

| № п/п | Наименование работ | Ед. изм. | Объем работ<br>расчетный | Норма времени |          | Трудозатраты |         | Основные механизмы |        | Состав звена |        |        |
|-------|--------------------|----------|--------------------------|---------------|----------|--------------|---------|--------------------|--------|--------------|--------|--------|
|       |                    |          |                          | чел.час.      | маш.час. | чел.см.      | маш.см. | наименов.          | кол-во | профессия    | разряд | кол-во |
| 1     | 2                  | 3        | 4                        | 5             | 6        | 7            | 8       | 9                  | 10     | 11           | 12     | 13     |

**Порядок составления Калькуляции затрат труда** (по столбцам см.табл. 2.3):

1. *Номер по порядку.*
2. *Наименование работ.* Наименования работ соответствуют списку выполняемых технологических процессов, согласно исходным данным, либо проектно-сметной документации.
3. *Единица измерения.* Измеритель объема работ, регламентирующий правильное применение геометрических формул для расчета объема строительных работ. Измеритель объема работ указывается в нормативных источниках.
4. *Объем работ расчетный.* В рамках курсового проектирования определяется как произведение исходного объема работ и коэффициента, указанного в табл. 2.2. В практическом смысле, объем работ рассчитывается на основании архитектурно-строительных, расчетно-конструктивных и технологических чертежей, с учетом единицы измерения.
5. *Норма времени, Нвр, рабочих, чел.час.* - это количество рабочего времени, необходимого для производства единицы доброкачественной продукции рабочим, соответствующей профессии и квалификации, работающим в условиях правильной организации труда и производства. Норма времени установлена путем хронометрических наблюдений, в нормативном источнике указана на единицу измерения. В рамках курсового проектирования принимается по таблице исходных данных (табл. 2.1.).
6. *Норма времени, Нвр, машинистов, маш.час.* - количество рабочего времени машины, которое должно быть затрачено на создание единицы доброкачественной машинной продукции в условиях рационального использования машины, а также правильной организации труда и производства. В рамках курсового проектирования принимается по таблице исходных данных (табл. 2.1.).
7. *Трудозатраты, чел.см.* – количество рабочего времени, в сменах, необходимого для выполнения заданного объема работы, определенным составом звена рабочих.  $Тр. (чел.см.) = V_p \times Нвр (чел.час.) / 8 ((ст.4 \times ст.5) / 8)$ , где 8 – это количество часов в рабочей смене.
8. *Трудозатраты, машинистов, маш.см.* - количество рабочего времени машинистов, в часах, необходимого для выполнения заданного объема работы, определенным составом звена.  $Тр.(маш.см.) = V_p \times Нвр (маш.час.) / 8 ((ст.4 \times ст.6) / 8)$ , где 8 – это количество часов в рабочей смене.
9. *Основные механизмы, наименование* – приводятся марки машин и механизмов, необходимых для выполнения строительно-монтажных работ.
10. *Основные механизмы, количество* – приводится количество машин и механизмов, необходимых для выполнения строительно-монтажных работ.
11. *Состав звена. Профессия* – выписывается согласно регламенту о квалификационном составе звена, указанному в ЕНиР.

12. *Состав звена. Разряд* – выписывается согласно регламенту о квалификационном составе звена, указанному в ЕНиР.

13. *Состав звена. Количество человек* – выписывается согласно регламенту о квалификационном составе звена, указанному в ЕНиР.

В данном курсовом проекте Калькуляция затрат труда составляется в упрощенном виде, традиционно из нормативных источников в калькуляцию выписываются так же расценки на единицу выполненного объема работ, которые позволяют рассчитать заработную плату звену рабочих, выполняющих технологический процесс. Как правило, такие калькуляции рассматриваются при изучении дисциплин «Технологические процессы в строительстве» и «Технология возведения зданий и сооружений». В рамках изучения дисциплины «Организация, планирование и управление в строительстве» основной акцент направлен на нахождение продолжительности работ, на изменение срока строительства и скорейшего введения объектов комплексной застройки в эксплуатацию. Как правило, при комплексной застройке, календарный план проектируют в виде сетевого графика, технологические операции в котором представлены в укрупненном виде. Поэтому после составления *Калькуляции затрат труда* на I фронт, необходимо составить четыре *Карточки-определитель* на каждый фронт, затем на каждый фронт *Таблицы укрупнения работ* и только в последующем приступают к формированию *матрицы* и выбору оптимального метода организации работ, с целью последующего проектирования *сетевого графика*.

## **Вопросы для самоконтроля по главе 2**

1. Перечислите состав курсового проекта на тему «Проект производства работ».
2. Какие чертежи входят в графическую часть курсового проекта?
3. В чем заключается суть исходных данных для выполнения курсового проекта?
4. Что представляет собой «Задание на проектирование» в реальных условиях строительства?
5. Перечислите стадии проектирования.
6. Перечислите состав проектной документации.
7. Каков порядок рассмотрения, согласования и утверждения проектно-сметной документации?
8. Для чего заполняют Калькуляцию затрат труда?
9. Приведите формулу расчета трудозатрат в Калькуляции затрат труда.
10. Для каких таблиц Калькуляция затрат труда является основой?

## ГЛАВА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ РАБОТ

### 3.1. Составление Карточки-определитель

Сетевой календарный план представляет собой графическое отображение продолжительностей работ по фронтам в виде «кружков и стрелок», без представления «левой» табличной части, как принято в классическом календарном графике Ганта. Для проектирования календарного плана в виде сети необходимо составить Карточку-определитель работ сетевого графика (см.рис.3.1). По которой строится сетевая модель или сетевой график (см.рис.1.5).

**Карточка-определитель** – это таблица определения трудоемкости выполнения работ, состава звена рабочих и продолжительности работ. Является основой для составления *Таблицы укрупнения работ* и определения комплексного состава бригады и построения *Сетевого графика*.

**Карточка-определитель** представляет собой *список работ*, с определенными *объемами* по каждому технологическому процессу; *выписанными* из нормативных источников *норм времени*; *рассчитанными* *трудозатратами*; *выписанным* из нормативных источников *составом звена рабочих*; *принятым количеством звеньев рабочих* и *принятым количеством смен в сутки*; *рассчитанной продолжительностью работ* (см.рис.3.1.).

В выпускной квалификационной работе Карточка-определитель составляется на основании *Локальной сметы на общестроительные работы*, при этом необходимо добавить столбцы «Состав звена: профессия, разряд, количество»; «Количество человек в звене»; «Количество звеньев»; «Количество смен в сутки»; «Продолжительность работ, дн.».

**Порядок заполнения Карточки-определитель** (по столбцам см.рис. 3.1.):

1. *Номер по порядку.*
2. *Наименование работ.* Наименования работ соответствуют списку выполняемых технологических процессов, согласно проектно-сметной документации. Выписывается из Калькуляции затрат труда.
3. *Единица измерения.* Измеритель объема работ, регламентирующий правильное применение геометрических формул для расчета объема строительных работ. Измеритель объема работ указывается в нормативных источниках. Выписывается из Калькуляции затрат труда.
4. *Объем работ.* Количественный показатель строительного процесса. Объем работ рассчитывается на основании архитектурно-строительных, расчетно-конструктивных и технологических чертежей, с учетом единицы измерения. Выписывается из Калькуляции затрат труда.
5. *Основные механизмы, наименование* – приводятся марки машин и механизмов, необходимых для выполнения строительно-монтажных работ. Выписывается из Калькуляции затрат труда.

| Карточка-определитель работ сетевого графика I фронт |                    |         |             |                    |        |              |         |              |        |        |                         |                |                     |                        |
|------------------------------------------------------|--------------------|---------|-------------|--------------------|--------|--------------|---------|--------------|--------|--------|-------------------------|----------------|---------------------|------------------------|
| № п/п                                                | Наименование работ | Ед.изм. | Объем работ | Основные механизмы |        | Трудозатраты |         | Состав звена |        |        | Количество чел. в звене | Кол-во звеньев | Кол-во смен в сутки | Продолжительность, дни |
|                                                      |                    |         |             | наименов.          | кол-во | чел.см.      | маш.см. | профессия    | разряд | кол-во |                         |                |                     |                        |
| 1                                                    | 2                  | 3       | 4           | 5                  | 6      | 7            | 8       | 9            | 10     | 11     | 12                      | 13             | 14                  | 15                     |
|                                                      |                    |         |             |                    |        |              |         |              |        |        |                         |                |                     |                        |

Рисунок 3.1. Карточка-определитель работ Сетевого графика

6. *Основные механизмы, количество* – приводится количество машин и механизмов, необходимых для выполнения строительно-монтажных работ. Выписывается из Калькуляции затрат труда.

7. *Трудозатраты, чел.см.* – количество рабочего времени рабочих в сменах, необходимого для выполнения заданного объема работы, определенным составом звена рабочих. Выписывается из Калькуляции затрат труда.

8. *Трудозатраты, машинистов, маш.см.* – количество рабочего времени машинистов, в сменах, необходимого для выполнения заданного объема работы, определенным составом звена. Выписывается из Калькуляции затрат труда.

9. *Состав звена. Профессия* – выписывается согласно данным, указанных в Единых Нормах и Расценках. Выписывается из Калькуляции затрат труда.

10. *Состав звена. Разряд* – выписывается согласно данным, указанных в Единых Нормах и Расценках. Выписывается из Калькуляции затрат труда.

11. *Состав звена. Количество человек* – выписывается согласно данным, указанных в Единых Нормах и Расценках. Выписывается из Калькуляции затрат труда.

12. *Количество человек в звене* – рассчитывается суммарное количество работающих человек или машинистов. Количество человек в звене необходимо для определения продолжительности выполнения технологического процесса, которая определяется исходя из трудозатрат. Трудозатраты рассчитываются отдельно для ручного и механизированного труда (столбцы 7 и 8), поэтому для определения продолжительности не нужно суммировать количество рабочих, выполняющих ручной труд с машинистами (т.к. у них разные трудозатраты).

Например:

А) Работа: «Срезка растительного слоя, бульдозером Т-100; ДЗ-8 Группа грунта I». При выполнении данной работы согласно нормам ЕНиР в состав звена входит Машинист 6 разряда – 1 человек. Это подтверждается и Трудозатратами, по которым чел.см.=0, что свидетельствует об отсутствии ручного труда при данной работе; маш.см при этом имеют цифровое значение маш.см. = 0,08. Следовательно, в столбец «Количество человек в звене» записываем количество работающих человек (машинистов), а именно – 1 (см.табл.3.2).

Б) Работа: «Устройство сборных железобетонных фундаментов заводского изготовления». Данная работа связана с монтажом тяжелых элементов фундамента в проектное положение при помощи крана. При выполнении данной работы согласно нормам ЕНиР в состав звена входят: Монтажники 4, 3, 2 разрядов, в количестве по одному человеку каждого разряда и Машинист крана 6 разряда – 1 человек (см.табл.3.1.). Это подтверждается и Трудозатратами, по которым чел.см.=3,94, что свидетельствует о наличии ручного труда (монтажники) при данной работе; маш.см при этом имеют цифровое значение маш.см. = 1,31. Для выполнения данного технологического процесса необходимо 3 монтажника. При общих трудозатратах, равных 3,94 чел.см можно предположить, что на Одного монтажника приходится  $3,94/3 = 1,31$  чел.см, что совпадает со значением трудозатрат для машиниста крана. Это означает, что трое монтажников работают ровно столько же времени, сколько и машинист крана. Это действительно так, потому что работа по устройству фундаментов не может производиться одними монтажниками при отсутствии машиниста и наоборот. И монтажники и машинист работают одной командой, одинаковое количество времени. Поэтому продолжительность работ можно считать исходя из чел.см или из маш.см – будет одно и то же значение (см.табл.3.1.).

Как правило, при работах, в которых применяется и ручной (чел.см) и механизированный (маш.см) труд, расчет продолжительности ведут исходя из трудозатрат ручного труда, деленного на количество рабочих, выполняющих работу вручную, без учета машиниста крана.

Таблица 3.1

Расчет продолжительности по чел.см и маш.см.

| Профессия      | Разряд | Кол-во | Общее кол-во чел | Соответствующие трудозатраты, чел.см | Расчет продолжительности | Продолжительность работ, дн |
|----------------|--------|--------|------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Монтажник      | 4      | 1      | 3                | 3,94                                 | 3,94 / 3                 | 1,31                        |
|                | 3      | 1      |                  |                                      |                          |                             |
|                | 2      | 1      |                  |                                      |                          |                             |
| Машинист крана | 6      | 1      | 1                | 1,31                                 | 1,31 / 1                 | 1,31                        |

Следовательно, в столбец «Количество человек в звене» записываем количество работающих человек (монтажников), без учета машиниста, а именно – 3 (см.табл.3.2).

В) Работа: «Установка арматурных сеток». При выполнении данной работы согласно нормам ЕНиР в состав звена входят Арматурщики 4 и 2 разряда в количестве по 1 человеку. Арматурщики выполняют работу вручную, это подтверждается и Трудозатратами, по которым чел.см.=1,05; маш.см. = 0, что свидетельствует об отсутствии механизированного труда при данной работе. Следовательно, в столбец «Количество человек в звене» записываем количество работающих человек (арматурщиков), а именно – 2 (см.табл.3.2).

Таблица 3.2

Пример заполнения столбца «Количество человек в звене»\*

| Поз.     | Наименование работ                                                    | Ед.изм.   | Объем работ | Трудозатраты |         | Состав звена              |          |         | Количество чел. в звене |
|----------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|--------------|---------|---------------------------|----------|---------|-------------------------|
|          |                                                                       |           |             | чел.см.      | маш.см. | профессия                 | разряд   | кол-во  |                         |
| <b>А</b> | Срезка растительного слоя, бульдозером Т-100; ДЗ-8 Грунтта            | 1000 м2   | 0,8         | 0,00         | 0,08    | Машинист                  | 6        | 1       | <b>1</b>                |
| <b>Б</b> | Устройство сборных железобетонных фундаментов заводского изготовления | 1 элемент | 50          | 3,94         | 1,31    | Монтажник; Машинист крана | 4,3,2; 6 | 1,1,1 1 | <b>3</b>                |
| <b>В</b> | Установка арматурных сеток                                            | 1 сетка   | 20          | 1,05         | 0,00    | Арматурщик                | 4,2      | 1,1     | <b>2</b>                |

\*В данном примере столбцы показаны выборочно, в целях объяснения п.12

13. *Количество звеньев* – принимается в зависимости от вида работ и необходимости сокращения продолжительности работ. Для того, чтобы правильно организовать рабочих на строительной площадке и распределить трудовые ресурсы во времени и пространстве, количество звеньев может быть равным 1, 2, 3 и т.д., увеличение количества звеньев приведет к уменьшению продолжительности выполнения работ. Конечно, необходимо стремиться к тому, чтобы строительство объекта происходило интенсивно, но нужно так же реально распределять трудовые ресурсы и учитывать, что, например, при монтажных работах, одно звено обслуживает один монтажный кран, следовательно, с увеличением количества звеньев должно увеличиваться количество единиц техники, что, в принципе, не рентабельно. Как правило, количество работающих человек в бригаде, назначается, 6, 8, 12 человек, но в каждом отдельном случае необходимо индивидуально подбирать количество человек, исходя из вида технологического процесса, учитывать количество необходимого оборудования, наличие рабочей силы в строительной организации, наличие машин и механизмов, наличие временных бытовых помещений для рабочих, располагаемых в зоне строительной площадки и т.д.

Например:

А) При производстве механизированных строительных процессов (срезка растительного слоя бульдозером, разработка грунта экскаватором, погружение свай копровой установкой, монтаж блоков фундамента, монтаж стеновых панелей, плит перекрытия и т.д.), как правило, не увеличивают количество звеньев, в связи с отсутствием дополнительной строительной техники (бульдозера, экскаватора, копровой установки, монтажного крана). Поэтому при выполнении работ такого характера, рекомендуется количество звеньев принимать равным единице (см.табл.3.3).

Б) При производстве монолитных работ, количество плотников, арматурщиков, бетонщиков целесообразно применять 4, 6, 8 человек. Поэто-

му количество звеньев может быть 2, 3, 4 – что зависит от начального состава звена, регламентированного ЕНиРом (см.табл.3.3).

В) При производстве каменных работ общее количество каменщиков ограничено временем работы монтажного крана, подающего кирпич и раствор для каменной кладки к месту производства работ, так же перемычки, кладочную арматуру, плиты перекрытия. За одну смену крановщик может обслужить не более 12 каменщиков, при большем их количестве необходимо устанавливать два крана для производства работ. Поэтому при определении количества звеньев, необходимо учитывать начальный состав звена каменщика, регламентированного ЕНиРом (см.табл.3.3).

Г) При производстве отделочных работ, штукатуры, маляры, плиточники, облицовщики и т.д. работают в закрытых помещениях, при этом только штукатуры используют специальные штукатурные станции для производства работ, наличие которых может влиять на количество звеньев рабочих, остальные же профессии отделочников этим не ограничены. Поэтому количество звеньев отделочников может приниматься в зависимости от производственной необходимости и от заданного срока проведения работ (см.табл.3.3).

Перечисленные выше примеры по выбору количества звеньев являются рекомендательными, но не обязательными, и могут быть определены иначе, исходя из других условий технологического процесса, возникающего непосредственно в данной строительной организации и в пределах данной строительной площадки.

Таблица 3.3

Пример заполнения столбца «Количество звеньев»\*

| Поз.     | Наименование работ                          | Ед.изм.  | Объем работ | Трудозатраты |         | Состав звена             |        |        | Количество чел. в звене | Количество звеньев |
|----------|---------------------------------------------|----------|-------------|--------------|---------|--------------------------|--------|--------|-------------------------|--------------------|
|          |                                             |          |             | чел.см.      | маш.см. | профессия                | разряд | кол-во |                         |                    |
| <b>А</b> | Разработка грунта в котлованах экскаватором | 100 м3   | 6,70        | 0,00         | 3,27    | Машинист                 | 6      | 1      | 1                       | <b>1</b>           |
| <b>Б</b> | Устройство опалубки ростверка               | 1 м2     | 322,00      | 24,96        | 0,00    | Плотник<br>Плотник       | 4<br>2 | 1<br>1 | 2                       | <b>4</b>           |
|          | Армирование ростверка                       | 1 каркас | 200,00      | 27,50        | 0,00    | Арматурщик<br>Арматурщик | 4<br>2 | 1<br>3 | 4                       | <b>2</b>           |
| <b>В</b> | Устройство наружных кирпичных стен          | 1 м3     | 680,00      | 306,00       | 0,00    | Каменщик<br>Каменщик     | 4<br>3 | 1<br>1 | 2                       | <b>6</b>           |
|          | Устройство внутренних кирпичных стен        | 1 м3     | 790,00      | 256,75       | 0,00    | Каменщик<br>Каменщик     | 4<br>3 | 1<br>2 | 3                       | <b>4</b>           |
|          | Устройство кирпичных перегородок            | 1 м2     | 1200,00     | 79,50        | 0,00    | Каменщик<br>Каменщик     | 4<br>2 | 1<br>1 | 2                       | <b>6</b>           |
| <b>Г</b> | Высококачественное окрашивание стен         | 100 м2   | 28          | 20,70        | 0,00    | Маляр строит.            | 4      | 1      | 1                       | <b>5</b>           |
|          | Оклеивание стен обоями бумажными            | 100 м2   | 68          | 73,10        | 0,00    | Маляр строит.            | 4      | 1      | 1                       | <b>10</b>          |
|          | Устройство полов из керамических плиток     | 1 м2     | 250         | 20,00        | 0,00    | Облицовщик-мозаичник     | 4<br>3 | 1<br>1 | 2                       | <b>2</b>           |

\*В данном примере столбцы показаны выборочно, в целях объяснения п.13

14. *Количество смен в сутки* – принимается в зависимости от вида работ и необходимого сокращения продолжительности работ. При восьми-часовом рабочем дне максимальное количество смен в сутки 3 смены ( $24 : 8 = 3$  смены), согласно трудовому кодексу, ст. 91 «*Понятие рабочего времени. Нормальная продолжительность рабочего времени*» продолжительность рабочего времени не должно превышать 40 часов в неделю. То есть нормальный рабочий график в неделю – 5 дней по 8 часов. Работа в первую смену осуществляется с 08-00 до 16-00; во вторую смену с 16-00 до 24-00; в третью смену с 24-00 до 08-00 часов. В каждую смену на работу выходят новые работники, т.к. согласно трудовому кодексу, ст. 103 «*Сменная работа*» работа в течение двух смен подряд запрещается.

Назначая количество смен с сутки, стремясь к уменьшению продолжительности выполнения работ, необходимо принимать решение по каждой работе индивидуально.

Например:

А) При производстве механизированных строительных процессов (срезка растительного слоя бульдозером, разработка грунта экскаватором, погружение свай копровой установкой, монтаж блоков фундамента, монтаж стеновых панелей, плит перекрытия и т.д.), как правило, не увеличивают количество смен в сутки, в связи со сложными условиями производства работ в ночное время, плохой видимостью, при земляных работах возможного риска повреждения инженерных коммуникаций, проходящих в грунте. Так же запрещаются законом работы, при производстве которых возникает шум свыше 40 Дб. Поэтому при выполнении работ такого характера, рекомендуется количество смен в сутки принимать равным единице (см.табл.3.4.). При большой необходимости, в определенных условиях, можно увеличивать количество смен в сутки при данных видах работ, но при этом необходимо предусматривать все мероприятия для безопасного производства работ, мероприятия по освещению строительной площадки свыше 10 лк и мероприятия по снижению шумовой нагрузки.

Б) При производстве монолитных работ процесс бетонирования должен производиться непрерывно с целью создания единой массивной конструкции, поэтому зачастую работникам приходится выходить в ночные смены, а весь процесс бетонирования затягивается на несколько суток (см.табл.3.4.).

Таблица 3.4

Пример заполнения столбца «Количество смен в сутки»\*

| Поз. | Наименование работ                            | Ед.изм.   | Объем работ | Трудозатраты |         | Состав звена              |          |            | Кол-во чел. в звене | Кол-во звеньев | Количество смен в сутки |
|------|-----------------------------------------------|-----------|-------------|--------------|---------|---------------------------|----------|------------|---------------------|----------------|-------------------------|
|      |                                               |           |             | чел.см.      | маш.см. | профессия                 | разряд   | кол-во     |                     |                |                         |
| А    | Разработка грунта в котлованах экскаватором   | 100 м3    | 6,70        | 0,00         | 3,27    | Машинист                  | 6        | 1          | 1                   | 1              | 1                       |
|      | Устройство сборных железобетонных фундаментов | 1 элемент | 50          | 3,94         | 1,31    | Монтажник; Машинист крана | 4,3,2; 6 | 1,1,1<br>1 | 3                   | 1              | 1                       |

| Поз.     | Наименование работ                      | Ед.изм.     | Объем работ | Трудозатраты |         | Состав звена        |        |        | Кол-во чел. в звене | Кол-во звеньев | Количество смен в сутки |
|----------|-----------------------------------------|-------------|-------------|--------------|---------|---------------------|--------|--------|---------------------|----------------|-------------------------|
|          |                                         |             |             | чел.см.      | маш.см. | профессия           | разряд | кол-во |                     |                |                         |
| <b>Б</b> | Устройство опалубки ростверка           | 1 м2        | 322,00      | 24,96        | 0,00    | Плотник             | 4      | 1      | 2                   | 4              | 3                       |
|          | Бетонирование ростверка                 | 1 м3 бетона | 1080        | 40           | 0       | Плотник             | 2      | 1      | 2                   | 2              | 3                       |
|          | Армирование ростверка                   | 1 каркас    | 200,00      | 27,50        | 0,00    | Бетонщик            | 4      | 1      | 4                   | 2              | 3                       |
| <b>В</b> | Устройство наружных кирпичных стен      | 1 м3        | 680,00      | 306,00       | 0,00    | Арматурщик          | 2      | 3      | 2                   | 6              | 2                       |
|          | Устройство внутренних кирпичных стен    | 1 м3        | 790,00      | 256,75       | 0,00    | Каменщик            | 4      | 1      | 3                   | 4              | 2                       |
|          | Устройство кирпичных перегородок        | 1 м2        | 1200,00     | 79,50        | 0,00    | Каменщик            | 3      | 2      | 2                   | 6              | 2                       |
| <b>Г</b> | Высококачественное окрашивание стен     | 100 м2      | 28          | 20,70        | 0,00    | Каменщик            | 4      | 1      | 1                   | 5              | 3                       |
|          | Оклеивание стен обоями бумажными        | 100 м2      | 68          | 73,10        | 0,00    | Каменщик            | 4      | 1      | 1                   | 10             | 3                       |
|          | Устройство полов из керамических плиток | 1 м2        | 250         | 20,00        | 0,00    | Облицовщик-мозичник | 4      | 1      | 2                   | 2              | 2                       |

\*В данном примере столбцы показаны выборочно, в целях объяснения п.14

В) При производстве каменных работ каменщики производят работы на открытом воздухе; в ночное время температура воздуха понижается, так же на большой высоте скорость ветра увеличивается, поэтому увеличивать количество смен в сутки целесообразно не более двух, с учетом того, что каменная кладка выполняется в теплый период времени года. (см.табл.3.4.).

Г) При производстве отделочных работ, штукатуры, маляры, плиточники, облицовщики и т.д. работают в закрытых помещениях, помещения защищены от воздействия отрицательной температуры, сильного ветра, хорошо освещены, поэтому количество смен в сутки, в случае необходимости, может приниматься любым в зависимости от производственной необходимости и от заданного срока проведения работ (см.табл.3.4.).

Перечисленные выше примеры по выбору количества смен в сутки являются рекомендательными, но не обязательными, и могут быть определены иначе, исходя из других условий технологического процесса, возникающего непосредственно в данной строительной организации и в пределах данной строительной площадки.

15. *Продолжительность, дни* – время, необходимое для выполнения технологического процесса, зависит от Трудозатрат, количества рабочих, входящих в состав звена, количества звеньев и количества смен в сутки, рассчитывается по формулам:

$$T, \text{дни} = \frac{T_p (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{\text{см}}} \quad (3.1)$$

или

$$T, \text{дни} = \frac{T_p (\text{маш.смен})}{N (\text{маш}) \times n \times N_{\text{см}}} \quad (3.2)$$

где Тр – Трудозатраты [чел.смен], [маш.смен];  
 N (чел) - количество человек в звене, [чел.];  
 N (маш) - количество машинистов в звене, [маш.];  
 n - количество звеньев, [ед.];  
 Nсм - количество смен в сутки, [ед.].

Продолжительность работ может быть изменена за счет увеличения количества звеньев рабочих и увеличения количества рабочих смен в сутки.

Например, рассчитаем продолжительность работ (см.табл.3.5.), перечисленных в таблице 3.4 и проанализируем полученные результаты:

А) Производство механизированных строительных процессов.

1. Разработка грунта в котлованах экскаватором:

$$T, \text{дни} = \frac{T_r (\text{маш.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{\text{см}}} = \frac{3,27 \text{ маш.см}}{1 \text{ чел} \times 1 \times 1} \approx 3,3 \text{ дн.}$$

2. Устройство сборных железобетонных фундаментов:

$$T, \text{дни} = \frac{T_r (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{\text{см}}} = \frac{3,94 \text{ чел.см}}{3 \text{ чел} \times 1 \times 1} \approx 1,3 \text{ дн.}$$

Проанализируем полученные расчеты: при выполнении работ, связанных с разработкой грунта, увеличивать количество смен в сутки нецелесообразно из-за возможного риска повреждения инженерных сетей, проложенных в грунте, так же данные работы относятся к шумным процессам и в ночное время в городских условиях запрещены. При выполнении работ, связанных с монтажом конструкций в проектное положение при помощи монтажного крана, увеличивать количество смен в сутки нецелесообразно в связи с небольшой продолжительностью выполнения данного вида работ и особой сложностью проведения данных работ в темное время суток, что может привести к возникновению несчастного случая при нарушении техники безопасности производства работ.

Таблица 3.5

Пример заполнения столбца «Продолжительность, дн»\*

| Поз. | Наименование работ                            | Ед.изм.     | Объем работ | Трудозатраты |         | Состав звена              |          |         | Кол-во чел. в звене | Кол-во звеньев | Кол-во смен в сутки | Продолжительность работ, дн |
|------|-----------------------------------------------|-------------|-------------|--------------|---------|---------------------------|----------|---------|---------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|
|      |                                               |             |             | чел.см.      | маш.см. | профессия                 | разряд   | кол-во  |                     |                |                     |                             |
| А    | Разработка грунта в котлованах экскаватором   | 100 м3      | 6,70        | 0,00         | 3,27    | Машинист                  | 6        | 1       | 1                   | 1              | 1                   | 3,3                         |
|      | Устройство сборных железобетонных фундаментов | 1 элемент   | 50          | 3,94         | 1,31    | Монтажник; Машинист крана | 4,3,2; 6 | 1,1,1 1 | 3                   | 1              | 1                   | 1,3                         |
| Б    | Устройство опалубки ростверка                 | 1 м2        | 322,00      | 24,96        | 0,00    | Плотник                   | 4        | 1       | 2                   | 4              | 3                   | 1,0                         |
|      | Армирование ростверка                         | 1 каркас    | 200,00      | 27,50        | 0,00    | Арматурщик                | 4        | 1       | 4                   | 2              | 3                   | 1,1                         |
|      | Бетонирование ростверка                       | 2 м3 бетона | 1080        | 40           | 0       | Бетонщик                  | 5        | 2       | 2                   | 2              | 3                   | 3,3                         |
| В    | Устройство наружных кирпичных стен            | 1 м3        | 680,00      | 306,00       | 0,00    | Каменщик                  | 4        | 1       | 2                   | 6              | 2                   | 12,8                        |
|      | Устройство внутренних кирпичных стен          | 1 м3        | 790,00      | 256,75       | 0,00    | Каменщик                  | 4        | 1       | 3                   | 4              | 2                   | 10,7                        |
|      | Устройство кирпичных перегородок              | 1 м2        | 1200,00     | 79,50        | 0,00    | Каменщик                  | 4        | 1       | 2                   | 6              | 2                   | 3,3                         |

| Поз. | Наименование работ                      | Ед.изм. | Объем работ | Трудозатраты |         | Состав звена         |        |        | Кол-во чел. в звене | Кол-во звеньев | Кол-во смен в сутки | Продолжительность работ, дн |
|------|-----------------------------------------|---------|-------------|--------------|---------|----------------------|--------|--------|---------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|
|      |                                         |         |             | чел.см.      | маш.см. | профессия            | разряд | кол-во |                     |                |                     |                             |
| Г    | Высококачественное окрашивание стен     | 100 м2  | 28          | 20,70        | 0,00    | Маляр строит.        | 4      | 1      | 1                   | 5              | 3                   | 1,4                         |
|      | Оклеивание стен обоями бумажными        | 100 м2  | 68          | 73,10        | 0,00    | Маляр строит.        | 4      | 1      | 1                   | 10             | 3                   | 2,4                         |
|      | Устройство полов из керамических плиток | 1 м2    | 250         | 20,00        | 0,00    | Облицовщик-мозаичник | 4<br>3 | 1<br>1 | 2                   | 2              | 2                   | 2,5                         |

\*В данном примере столбцы показаны выборочно, в целях объяснения п.15

### Б) Производство монолитных работ.

#### 1. Устройство опалубки ростверка:

$$T, \text{дни} = \frac{Tr (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{см}} = \frac{24,96 \text{ чел.см}}{2 \text{ чел} \times 4 \times 3} \approx 1,0 \text{ дн.}$$

#### 2. Армирование ростверка:

$$T, \text{дни} = \frac{Tr (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{см}} = \frac{27,5 \text{ чел.см}}{4 \text{ чел} \times 2 \times 3} \approx 1,1 \text{ дн.}$$

#### 3. Бетонирование ростверка:

$$T, \text{дни} = \frac{Tr (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{см}} = \frac{40 \text{ чел.см}}{2 \text{ чел} \times 2 \times 3} \approx 3,3 \text{ дн.}$$

Проанализируем полученные расчеты: бетонирование при производстве монолитных работ является ведущим процессом, так как объем бетона большой, то даже при трех-сменном графике необходимо 3,3 рабочих дня. Устройство опалубки и армирование ростверка являются сопутствующими работами и не должны влиять на ход выполнения бетонных работ. Если эти работы выполняются последовательно опалубка-армирование-бетонирование, то полученные продолжительности могут удовлетворять заказчика. Если же эти работы выполняются совместно, то продолжительность устройства опалубки и армирования можно изменить (увеличить до трех смен, параллельно бетонированию), за счет изменения количества работающих звеньев, например, при устройстве опалубки принять два звена, вместо 4, количество смен в сутки - 2, при армировании принять одно звено, вместо 2, количество смен в сутки - 2 (см.табл.3.6.).

#### 1. Устройство опалубки ростверка:

$$T, \text{дни} = \frac{Tr (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{см}} = \frac{24,96 \text{ чел.см}}{2 \text{ чел} \times 2 \times 2} \approx 3,1 \text{ дн.}$$

#### 2. Армирование ростверка:

$$T, \text{дни} = \frac{Tr (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{см}} = \frac{27,5 \text{ чел.см}}{4 \text{ чел} \times 1 \times 2} \approx 3,4 \text{ дн.}$$

#### 3. Бетонирование ростверка:

$$T, \text{дни} = \frac{Tr (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{см}} = \frac{40 \text{ чел.см}}{2 \text{ чел} \times 2 \times 3} \approx 3,3 \text{ дн.}$$

Таким образом, «уравняв» продолжительности каждого процесса. Такое может быть возможно при параллельном выполнении данных видов

работ. При этом бетонщики выполняют работы в три смены, а плотники и арматурщики успевают выполнить свой объем работ за две смены в сутки. Следовательно, бетонщиков необходимо – четыре бригады (с учетом того, что три бригады работают, а одна в это время отдыхает), а арматурщиков и плотников – по три (с учетом того, что две бригады работают, а одна в это время отдыхает), вместо четырех, представленных в первоначальном расчете. Это свидетельствует о снижении интенсивности работы плотников и арматурщиков и уменьшении трудовых ресурсов на строительной площадке, что благоприятно сказывается на формировании комплекта временных мобильных зданий на строительной площадке и др. факторах.

В) Производство каменных работ:

1. Устройство наружных кирпичных стен:

$$T, \text{дни} = \frac{Tr (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{см}} = \frac{306 \text{ чел.см}}{2 \text{ чел} \times 6 \times 2} \approx 12,8 \text{ дн.}$$

2. Устройство внутренних кирпичных стен:

$$T, \text{дни} = \frac{Tr (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{см}} = \frac{256,75 \text{ чел.см}}{3 \text{ чел} \times 4 \times 2} \approx 10,7 \text{ дн.}$$

3. Устройство кирпичных перегородок:

$$T, \text{дни} = \frac{Tr (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{см}} = \frac{79,5 \text{ чел.см}}{2 \text{ чел} \times 6 \times 2} \approx 3,3 \text{ дн.}$$

Как правило, при производстве каменных работ работает бригада каменщиков-монтажников, включающая в свой состав специалистов по выполнению разных типов каменных и монтажных работ. В связи с чем, фактическое время выполнения работы будет складываться из продолжительностей всех работ, входящих в данный комплексный процесс. Общая продолжительность работы каменщиков в данном случае:  $T = 12,8 \text{ дн} + 10,7 \text{ дн} + 3,3 \text{ дн} = 26,8 \text{ дн.}$

Г) Производство отделочных работ:

1. Высококачественное окрашивание стен:

$$T, \text{дни} = \frac{Tr (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{см}} = \frac{20,7 \text{ чел.см}}{1 \text{ чел} \times 5 \times 3} \approx 1,4 \text{ дн.}$$

2. Оклеивание стен обоями бумажными:

$$T, \text{дни} = \frac{Tr (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{см}} = \frac{73,1 \text{ чел.см}}{1 \text{ чел} \times 10 \times 3} \approx 2,4 \text{ дн.}$$

3. Устройство полов из керамических плиток:

$$T, \text{дни} = \frac{Tr (\text{чел.смен})}{N (\text{чел}) \times n \times N_{см}} = \frac{20 \text{ чел.см}}{2 \text{ чел} \times 2 \times 2} \approx 2,5 \text{ дн.}$$

Как показывают результаты расчета продолжительности отделочных работ, длительность получилась минимальна. Это позволяет отказаться от применения трех-сменного графика, при котором необходимо было бы иметь в штате рабочих 20 маляров на окрашивание (три бригады по 5 человек в каждой из трех смен в сутки и одна бригада, которая в данное время отдыхает), 40 маляров на оклеивание стен обоями, 12 облицовщиков для устройства полов из плитки. Произведенные изменения выделены жирным шрифтом в табл. 3.6.

Таблица 3.6

## Корректировка таблицы\*

| Поз. | Наименование работ                            | Ед.изм.     | Объем работ | Трудозатраты |         | Состав звена              |          |         | Кол-во чел. в звене | Кол-во звеньев | Кол-во смен в сутки | Продолжительность работ, дн |
|------|-----------------------------------------------|-------------|-------------|--------------|---------|---------------------------|----------|---------|---------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|
|      |                                               |             |             | чел.см.      | маш.см. | профессия                 | разряд   | кол-во  |                     |                |                     |                             |
| А    | Разработка грунта в котлованах экскаватором   | 100 м3      | 6,70        | 0,00         | 3,27    | Машинист                  | 6        | 1       | 1                   | 1              | 1                   | 3,3                         |
|      | Устройство сборных железобетонных фундаментов | 1 элемент   | 50          | 3,94         | 1,31    | Монтажник; Машинист крана | 4,3,2; 6 | 1,1,1 1 | 3                   | 1              | 1                   | 1,3                         |
| Б    | Устройство опалубки ростверка                 | 1 м2        | 322,00      | 24,96        | 0,00    | Плотник Плотник           | 4 2      | 1 1     | 2                   | 2              | 2                   | 3,1                         |
|      | Армирование ростверка                         | 1 каркас    | 200,00      | 27,50        | 0,00    | Арматурщик Арматурщик     | 4 2      | 1 3     | 4                   | 1              | 2                   | 3,4                         |
|      | Бетонирование ростверка                       | 2 м3 бетона | 1080        | 40           | 0       | Бетонщик Бетонщик         | 5 2      | 2 1     | 2                   | 2              | 3                   | 3,3                         |
| В    | Устройство наружных кирпичных стен            | 1 м3        | 680,00      | 306,00       | 0,00    | Каменщик Каменщик         | 4 3      | 1 1     | 2                   | 6              | 2                   | 12,8                        |
|      | Устройство внутренних кирпичных стен          | 1 м3        | 790,00      | 256,75       | 0,00    | Каменщик Каменщик         | 4 3      | 1 2     | 3                   | 4              | 2                   | 10,7                        |
|      | Устройство кирпичных перегородок              | 1 м2        | 1200,00     | 79,50        | 0,00    | Каменщик Каменщик         | 4 2      | 1 1     | 2                   | 6              | 2                   | 3,3                         |
| Г    | Высококачественное окрашивание стен           | 100 м2      | 28          | 20,70        | 0,00    | Маляр строит.             | 4        | 1       | 1                   | 5              | 1                   | 4,1                         |
|      | Оклеивание стен обоями бумажными              | 100 м2      | 68          | 73,10        | 0,00    | Маляр строит.             | 4        | 1       | 1                   | 10             | 1                   | 7,3                         |
|      | Устройство полов из керамических плиток       | 1 м2        | 250         | 20,00        | 0,00    | Облицовщик-мозаичник      | 4 3      | 1 1     | 2                   | 2              | 1                   | 5,0                         |

\*В данном примере столбцы показаны выборочно, в целях объяснения п.15

### 3.2. Составление таблицы укрупнения работ и определения комплексного состава бригады

**Таблица укрупнения работ** и определения комплексного состава бригады составляется при производстве работ комплексной застройки зданий или сооружений, состоящей из нескольких фронтов, и заполняется для проектирования сетевого графика.

Сетевой график – это график в виде сети, отображающий взаимосвязь работ на различных фронтах во времени и пространстве. Работы в сетевой график записываются в укрупненном виде.

После составления «Карточки-определитель» на 1 фронт необходимо скопировать данную таблицу на новый лист и изменить объемы работ, согласно заданию преподавателя, используя коэффициенты пересчета объемов работ, получив «Карточку-определитель» на 2 фронт, затем так же на третий и четвертый. Таким образом, до начала составления «Таблицы укрупнения работ и определения комплексного состава бригады», необходимо составить «Карточки-определитель» на каждый фронт работ. Затем, «Карточку-определитель» следует преобразовать в «Таблицу укрупнения работ и определения комплексного состава бригады» (см.рис.3.2.).

Рекомендуется Карточку-определитель и Таблицу укрупнения работ выполнять и вести расчеты в программном комплексе MS Excel.

| Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                    |                       |                     |                   |                      |                   |              |                    |                                         |                                       |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------|--------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| № п/п                                                               | Наименование работ | Ед. изм. (измеритель) | Кол. (Объем работы) | Трудозатраты      |                      | Кол. чел. в звене | Кол. звеньев | Кол. смены в сутки | Предполагаемая трудоемкость работы, дни | Кол-во чел. комплексной бригады, чел. |
|                                                                     |                    |                       |                     | рабочих, чел. см. | машинистов, маш. см. |                   |              |                    |                                         |                                       |
| 1                                                                   | 2                  | 3                     | 4                   | 5                 | 6                    | 7                 | 8            | 9                  | 10                                      | 11                                    |

Рисунок 3.2. Таблица Укрупнения работ и определения комплексного состава бригады

Таблица укрупнения работ по своему составу будет отличаться от карточки-определитель, поэтому необходимо произвести *процедуру преобразования «Карточки-определитель» в «Таблицу укрупнения работ и определения комплексного состава бригады»* следующим образом:

Некоторые столбцы можно просто удалить, а некоторые удалять нельзя, потому что они используются в дальнейших расчетах и значения в них «входят» в формулы, такие как, например, «Норма времени». Поэтому эти столбцы можно просто сдвинуть и таким способом «скрыть в таблице». Это можно сделать, наведя курсор мыши на буквы, которые стоят по горизонтали в таблице Excel (см.рис.3.3).

| A | B                                                                   | C                             | D                        | E                         | F                     | G                             | H                    | I                       | J                    | K               | L                    | M                                          |                                             |
|---|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 | Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                               |                          |                           |                       |                               |                      |                         |                      |                 |                      |                                            |                                             |
| 2 | №<br>п/п                                                            | Наименование работ            | Ед. изм.<br>(измеритель) | Кол.<br>(Объем<br>работы) | Норма времени         |                               | Трудозатраты         |                         | Кол. чел. в<br>звене | Кол.<br>звеньев | Кол. смен<br>в сутки | Предполага-<br>тельность<br>работы,<br>дни | Кол-во ч.<br>комплекс-<br>ной бригады, чел. |
| 3 |                                                                     |                               |                          |                           | рабочих,<br>чел. час. | машинис-<br>тов,<br>маш. час. | рабочих,<br>чел. см. | машинистов,<br>маш. см. |                      |                 |                      |                                            |                                             |
| 4 | 1                                                                   | 2                             | 3                        | 4                         | 5                     | 6                             | 7                    | 8                       | 9                    | 10              | 11                   |                                            |                                             |
| 5 | 1                                                                   | Срезка растительного слоя     | 1000 м2                  | 7,7                       | 0                     | 2,7                           | 0                    | 2,60                    | 1                    | 1               | 1                    | 2,60                                       |                                             |
| 6 | 2                                                                   | Разработка грунта в котловане | 100 м3                   | 6,7                       | 0                     | 3,9                           | 0                    | 3,27                    | 1                    | 1               | 1                    | 3,27                                       |                                             |
| 7 | 3                                                                   | Устройство фундамента         |                          |                           |                       |                               |                      |                         |                      |                 |                      |                                            |                                             |

| A | B                                                                   | C                             | D                        | E                         | F                    | G                       | H                    | I               | J                    | K                                          | L                                           | M |
|---|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|---|
| 1 | Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                               |                          |                           |                      |                         |                      |                 |                      |                                            |                                             |   |
| 2 | №<br>п/п                                                            | Наименование работ            | Ед. изм.<br>(измеритель) | Кол.<br>(Объем<br>работы) | Трудозатраты         |                         | Кол. чел. в<br>звене | Кол.<br>звеньев | Кол. смен<br>в сутки | Предполага-<br>тельность<br>работы,<br>дни | Кол-во ч.<br>комплекс-<br>ной бригады, чел. |   |
| 3 |                                                                     |                               |                          |                           | рабочих,<br>чел. см. | машинистов,<br>маш. см. |                      |                 |                      |                                            |                                             |   |
| 4 | 1                                                                   | 2                             | 3                        | 4                         | 5                    | 6                       | 7                    | 8               | 9                    | 10                                         | 11                                          |   |
| 5 | 1                                                                   | Срезка растительного слоя     | 1000 м2                  | 7,7                       | 0                    | 2,60                    | 1                    | 1               | 1                    | 2,60                                       |                                             |   |
| 6 | 2                                                                   | Разработка грунта в котловане | 100 м3                   | 6,7                       | 0                    | 3,27                    | 1                    | 1               | 1                    | 3,27                                       |                                             |   |

Рис. 3.3. Преобразование «Карточки-определитель» в «Таблицу укрупнения работ и определения комплексного состава бригады»

Сетевой график не отражает детально все технологические процессы, для его проектирования необходимо работы «укрупнить». Для этого выделяют наиболее распространенные формы укрупнения, например:

I. *Земляные работы* (срезка растительного слоя, разработка грунта в котловане и т.д.).

II. *Устройство фундаментов* (забивка свай, устройство ростверка (устройство опалубки, армирование, бетонирование, уход за бетоном, распалубивание) и др.).

III. Устройство подвала здания (стены подвала, перекрытие подвала, гидроизоляция, обратная засыпка и др.).

IV. Устройство надземной части здания (устройство наружных стен, внутренних стен, перегородок, перекрытия, лестниц и др.).

V. Устройство оконных и дверных блоков.

VI. Устройство плоской кровли (стяжка, пароизоляция, теплоизоляция, гидроизоляция и др.).

VII. Устройство черновой отделки (штукатурные слои, стяжка и др.).

VIII. Устройство чистовой отделки (окраска, оклейка стен обоями, облицовка стен и др.).

IX. Устройство полов (линолеум, керамическая плитка, паркет и др.).

Необходимо выбрать из общего списка работы, подлежащие укрупнению в группы и определить продолжительность каждой укрупненной работы.

Например: Добавим дополнительную строку над теми работами, которые подлежат укрупнению (Срезка растительного слоя + Разработка грунта экскаватором = Земляные работы) (см.рис.3.4.).



| № п/п | Наименование работ                                                  | Ед. изм. (измеритель) | Кол. (Объем работы) | Трудозатраты     |                     | Кол чел в звене | Кол звеньев | Кол смен в сутки | Продолжительность работы, дни | Кол-во чел комплексной бригады, чел |
|-------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------|-------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
|       |                                                                     |                       |                     | рабочих, чел.см. | машинистов, маш.см. |                 |             |                  |                               |                                     |
| 3     | Срезка растительного слоя                                           | 1000 м2               | 7,7                 | 0                | 2,60                | 1               | 1           | 1                | 2,60                          | 11                                  |
| 4     | Разработка грунта в котловане                                       | 100 м3                | 6,7                 | 0                | 3,27                | 1               | 1           | 1                | 3,27                          |                                     |
| 5     | Устройство фундамента                                               |                       |                     |                  |                     |                 |             |                  |                               |                                     |
| 6     | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка | 1 свая                | 80                  | 18,2             | 9,10                | 2               | 1           | 1                | 9,10                          |                                     |
| 7     | Ростерка                                                            | 1 м2                  | 322                 | 24,955           | 0,00                | 2               | 1           | 1                | 12,48                         |                                     |
| 8     | Окраска                                                             | 1 квадрат             | 200                 | 27,5             | 0,00                | 4               | 1           | 1                | 6,88                          |                                     |
| 9     | Бетонная стяжка                                                     | 1 м3 бетона           | 540                 | 20,25            | 0,00                | 2               | 1           | 1                | 10,13                         |                                     |
| 10    | Ростерка                                                            | 100 м2                | 310                 | 5,425            | 0,00                | 1               | 1           | 1                | 5,43                          |                                     |
| 11    | Ростерка                                                            | 1 м2                  | 322                 | 6,0375           | 0,00                | 2               | 1           | 1                | 3,02                          |                                     |

Рисунок 3.4. Добавление строки для записи укрупненного вида работ

Запишем название укрупненной работы «Земляные работы» (см.рис.3.5.).



| № п/п | Наименование работ                                                       | Ед. изм. (измеритель) | Кол. (Объем работы) | Трудозатраты     |                     | Кол чел в звене | Кол звеньев | Кол смен в сутки | Продолжительность работы, дни | Кол-во чел комплексной бригады, чел |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------|-------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
|       |                                                                          |                       |                     | рабочих, чел.см. | машинистов, маш.см. |                 |             |                  |                               |                                     |
| 1     | <b>ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ</b>                                                   |                       |                     |                  |                     |                 |             |                  |                               |                                     |
| 2     | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2               | 7,7                 | 0                | 2,60                | 1               | 1           | 1                | 2,60                          |                                     |
| 3     | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                | 6,7                 | 0                | 3,27                | 1               | 1           | 1                | 3,27                          |                                     |
| 4     | Устройство фундамента                                                    |                       |                     |                  |                     |                 |             |                  |                               |                                     |
| 5     | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                | 80                  | 18,2             | 9,10                | 2               | 1           | 1                | 9,10                          |                                     |

Рисунок 3.5. Заполнение строки «I. Земляные работы»

Для данной укрупненной работы необходимо рассчитать общую продолжительность работ (столбец 10) и количество человек, входящих в состав комплексной бригады (столбец 11). Для этого:

1. Рассчитываем суммарное количество Трудозатрат в чел.см. (см.рис.3.6.) и маш.см. (см.рис.3.7.).

| Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                                                                          |                        |                     |                  |                     |                   |              |                   |                               |                                      |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|------------------|---------------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| № п/п                                                               | Наименование работ                                                       | Ед. изм. (коэффициент) | Кол. (Объем работы) | Трудозатраты     |                     | Кол. чел. в звене | Кол. звеньев | Кол. смен в сутки | Продолжительность работы, дни | Кол-во чел. комплексной бригады, чел |
|                                                                     |                                                                          |                        |                     | рабочих, чел.см. | машинистов, маш.см. |                   |              |                   |                               |                                      |
| 1                                                                   | 2                                                                        | 3                      | 4                   | 5                | 6                   | 7                 | 8            | 9                 | 10                            | 11                                   |
| I                                                                   | ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ                                                          |                        |                     | =G7+G8           |                     |                   |              |                   |                               |                                      |
| 1                                                                   | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2                | 7,7                 | 0                | 2,60                | 1                 | 1            | 1                 | 2,60                          |                                      |
| 2                                                                   | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                 | 6,7                 | 0                | 3,27                | 1                 | 1            | 1                 | 3,27                          |                                      |
| 3                                                                   | Устройство фундамента                                                    |                        |                     |                  |                     |                   |              |                   |                               |                                      |
| 3.1                                                                 | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                 | 80                  | 18,2             | 9,10                | 2                 | 1            | 1                 | 9,10                          |                                      |

Рисунок 3.6. Расчет суммарных трудозатрат (чел.см.) для укрупненного вида работ

| Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                                                                          |                        |                     |                  |                     |                   |              |                   |                               |                                      |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|------------------|---------------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| № п/п                                                               | Наименование работ                                                       | Ед. изм. (коэффициент) | Кол. (Объем работы) | Трудозатраты     |                     | Кол. чел. в звене | Кол. звеньев | Кол. смен в сутки | Продолжительность работы, дни | Кол-во чел. комплексной бригады, чел |
|                                                                     |                                                                          |                        |                     | рабочих, чел.см. | машинистов, маш.см. |                   |              |                   |                               |                                      |
| 1                                                                   | 2                                                                        | 3                      | 4                   | 5                | 6                   | 7                 | 8            | 9                 | 10                            | 11                                   |
| I                                                                   | ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ                                                          |                        |                     | 0                | =H7+H8              |                   |              |                   |                               |                                      |
| 1                                                                   | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2                | 7,7                 | 0                | 2,60                | 1                 | 1            | 1                 | 2,60                          |                                      |
| 2                                                                   | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                 | 6,7                 | 0                | 3,27                | 1                 | 1            | 1                 | 3,27                          |                                      |
| 3                                                                   | Устройство фундамента                                                    |                        |                     |                  |                     |                   |              |                   |                               |                                      |
| 3.1                                                                 | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                 | 80                  | 18,2             | 9,10                | 2                 | 1            | 1                 | 9,10                          |                                      |

Рисунок 3.7. Расчет суммарных трудозатрат (маш.см.) для укрупненного вида работ

2. Столбец №7 необходим для определения минимального состава комплексной бригады. Если, например, по ЕНиРу/Исходным данным сказано, что при производстве работ нужно 2 человека, то состав комплексной бригады должен быть не менее двух рабочих, иначе процесс будет технически не выполним.

3. Количество звеньев (столбец № 8) и количество смен в сутки (столбец № 9) был назначен в Карточке-определитель.

4. Продолжительность отдельных видов работ была рассчитана в Карточке-определитель.

5. Рассчитываем общую продолжительность выполнения работ, входящих в укрупненный вид работ (см.рис.3.8.).

|    | A                                                                   | B                                                                        | C                             | D                         | E                   | F                      | G                  | H              | I                   | J                                        | K                                       | L | M |
|----|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|---|---|
| 1  | Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                                                                          |                               |                           |                     |                        |                    |                |                     |                                          |                                         |   |   |
| 2  | №<br>п/п                                                            | Наименование работ                                                       | Ед. изм.<br>(измери-<br>тель) | Кол.<br>(Объем<br>работы) | Трудозатраты        |                        | Кол чел в<br>звене | Кол<br>звеньев | Кол смен<br>в сутки | Продолжи-<br>тельность<br>работы,<br>дни | Кол-во чел<br>комплексн<br>бригады, чел |   |   |
| 3  |                                                                     |                                                                          |                               |                           | рабочих,<br>чел.см. | машинистов,<br>маш.см. |                    |                |                     |                                          |                                         |   |   |
| 4  |                                                                     |                                                                          |                               |                           |                     |                        |                    |                |                     |                                          |                                         |   |   |
| 5  | 1                                                                   | 2                                                                        | 3                             | 4                         | 5                   | 6                      | 7                  | 8              | 9                   | 10                                       | 11                                      |   |   |
| 6  | 1                                                                   | ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ                                                          |                               |                           | 0                   | 5,87                   |                    |                |                     | =1,7+1,8                                 |                                         |   |   |
| 7  | 1                                                                   | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2                       | 7,7                       | 0                   | 2,60                   | 1                  | 1              | 1                   | 2,60                                     |                                         |   |   |
| 8  | 2                                                                   | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                        | 6,7                       | 0                   | 3,27                   | 1                  | 1              | 1                   | 3,27                                     |                                         |   |   |
| 9  | 3                                                                   | Устройство фундамента                                                    |                               |                           |                     |                        |                    |                |                     |                                          |                                         |   |   |
| 10 | 3.1                                                                 | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                        | 80                        | 18,2                | 9,10                   | 2                  | 1              | 1                   | 9,10                                     |                                         |   |   |

Рисунок 3.8. Расчет суммарной продолжительности работ

6. Рассчитываем Предварительный комплексный состав бригады:

$$\text{Компл. бр., чел.} = \frac{\sum \text{Трзатр (чел. см /маш. см)}}{\sum \text{Продолж., дн}} \quad (3.3.)$$

Предварительный расчет комплексного состава бригады см.рис.3.9.

|    | A                                                                   | B                                                                        | C                             | D                         | E                   | F                      | G                  | H              | I                   | J                                        | K                                         | L | M |
|----|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|---|---|
| 1  | Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                                                                          |                               |                           |                     |                        |                    |                |                     |                                          |                                           |   |   |
| 2  | №<br>п/п                                                            | Наименование работ                                                       | Ед. изм.<br>(измери-<br>тель) | Кол.<br>(Объем<br>работы) | Трудозатраты        |                        | Кол чел в<br>звене | Кол<br>звеньев | Кол смен<br>в сутки | Продолжи-<br>тельность<br>работы,<br>дни | Кол-во чел<br>комплексной<br>бригады, чел |   |   |
| 3  |                                                                     |                                                                          |                               |                           | рабочих,<br>чел.см. | машинистов,<br>маш.см. |                    |                |                     |                                          |                                           |   |   |
| 4  |                                                                     |                                                                          |                               |                           |                     |                        |                    |                |                     |                                          |                                           |   |   |
| 5  | 1                                                                   | 2                                                                        | 3                             | 4                         | 5                   | 6                      | 7                  | 8              | 9                   | 10                                       | 11                                        |   |   |
| 6  | 1                                                                   | ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ                                                          |                               |                           | 0                   | 5,87                   |                    |                |                     | 5,87                                     | =18,2/3,2                                 |   |   |
| 7  | 1                                                                   | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2                       | 7,7                       | 0                   | 2,60                   | 1                  | 1              | 1                   | 2,60                                     |                                           |   |   |
| 8  | 2                                                                   | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                        | 6,7                       | 0                   | 3,27                   | 1                  | 1              | 1                   | 3,27                                     |                                           |   |   |
| 9  | 3                                                                   | Устройство фундамента                                                    |                               |                           |                     |                        |                    |                |                     |                                          |                                           |   |   |
| 10 | 3.1                                                                 | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                        | 80                        | 18,2                | 9,10                   | 2                  | 1              | 1                   | 9,10                                     |                                           |   |   |

Рисунок 3.9. Предварительный расчет комплексного состава бригады

7. Сравниваем полученное значение с максимальным количеством чел. в звене. Состав комплексной бригады не должен быть менее максимального количества человек в звене (см.рис.3.10.).

|    | A                                                                   | B                                                                        | C                             | D                         | E                   | F                      | G                  | H              | I                   | J                                        | K                                         | L | M |
|----|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|---|---|
| 1  | Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                                                                          |                               |                           |                     |                        |                    |                |                     |                                          |                                           |   |   |
| 2  | №<br>п/п                                                            | Наименование работ                                                       | Ед. изм.<br>(измери-<br>тель) | Кол.<br>(Объем<br>работы) | Трудозатраты        |                        | Кол чел в<br>звене | Кол<br>звеньев | Кол смен<br>в сутки | Продолжи-<br>тельность<br>работы,<br>дни | Кол-во чел<br>комплексной<br>бригады, чел |   |   |
| 3  |                                                                     |                                                                          |                               |                           | рабочих,<br>чел.см. | машинистов,<br>маш.см. |                    |                |                     |                                          |                                           |   |   |
| 4  |                                                                     |                                                                          |                               |                           |                     |                        |                    |                |                     |                                          |                                           |   |   |
| 5  | 1                                                                   | 2                                                                        | 3                             | 4                         | 5                   | 6                      | 7                  | 8              | 9                   | 10                                       | 11                                        |   |   |
| 6  | 1                                                                   | ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ                                                          |                               |                           | 0                   | 5,87                   |                    |                |                     | 5,87                                     | 1                                         |   |   |
| 7  | 1                                                                   | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2                       | 7,7                       | 0                   | 2,60                   | 1                  | 1              | 1                   | 2,60                                     |                                           |   |   |
| 8  | 2                                                                   | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                        | 6,7                       | 0                   | 3,27                   | 1                  | 1              | 1                   | 3,27                                     |                                           |   |   |
| 9  | 3                                                                   | Устройство фундамента                                                    |                               |                           |                     |                        |                    |                |                     |                                          |                                           |   |   |
| 10 | 3.1                                                                 | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                        | 80                        | 18,2                | 9,10                   | 2                  | 1              | 1                   | 9,10                                     |                                           |   |   |

Рисунок 3.10. Сравнение максимального количества человек с комплексным составом бригады

8. Если это условие не выполняется, то количество человек в комплексной бригаде следует увеличить до максимального и пересчитать продолжительность выполнения работ, согласно формуле 3.4:

$$T, \text{ дни} = \frac{\Sigma \text{Трзатр (чел. см.} \div \text{маш. см)}}{\text{Компл. сост. бригады}} \quad (3.4.)$$

9. Комплексный состав бригады может быть назначен самостоятельно, исходя из оптимальной продолжительности работ, оптимального выбора состава бригады, общепризнанных норм труда.

10. Назначаем следующий укрупненный вид работ «Устройство фундамента».

*Например:* Данная работа подразумевает объединение таких работ, как: Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами; устройство опалубки ростверка; армирование ростверка; бетонирование ростверка; уход за бетоном ростверка; распалубливание опалубки ростверка.

11. Рассчитываем суммарные трудозатраты чел.см. и маш.см. (см.рис.3.11.).

| Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                                                                          |                       |                     |                                |                     |                 |             |                  |                               |                                     |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------|-------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| № пп                                                                | Наименование работ                                                       | Ед. изм. (измеритель) | Кол. (Объем работы) | Трудозатраты                   |                     | Кол чел в звене | Кол звеньев | Кол смен в сутки | Продолжительность работы, дни | Кол-во чел комплексной бригады, чел |
|                                                                     |                                                                          |                       |                     | рабочих, чел.см.               | машинистов, маш.см. |                 |             |                  |                               |                                     |
| 1                                                                   | 2                                                                        | 3                     | 4                   | 5                              | 6                   | 7               | 8           | 9                | 10                            | 11                                  |
| I                                                                   | <b>ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ</b>                                                   |                       |                     | 0                              | 5,87                |                 |             |                  | 5,87                          | 1                                   |
| 1                                                                   | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2               | 7,7                 | 0                              | 2,60                | 1               | 1           | 1                | 2,60                          |                                     |
| 2                                                                   | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                | 6,7                 | 0                              | 3,27                | 1               | 1           | 1                | 3,27                          |                                     |
| II                                                                  | <b>УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТА</b>                                             |                       |                     | <b>G11+G12+G13+G14+G15+G16</b> |                     |                 |             |                  |                               |                                     |
| 3                                                                   | Устройство фундамента                                                    |                       |                     |                                |                     |                 |             |                  |                               |                                     |
| 3.1                                                                 | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                | 80                  | 18,2                           | 9,10                | 2               | 1           | 1                | 9,10                          |                                     |
| 3.2                                                                 | Устройство опалубки ростверка                                            | 1 м2                  | 322                 | 24,955                         | 0,00                | 2               | 1           | 1                | 12,48                         |                                     |
| 3.3                                                                 | Армирование ростверка                                                    | 1 каркас              | 200                 | 27,5                           | 0,00                | 4               | 1           | 1                | 6,88                          |                                     |
| 3.4                                                                 | Бетонирование ростверка                                                  | 1 м3 бетона           | 540                 | 20,25                          | 0,00                | 2               | 1           | 1                | 10,13                         |                                     |
| 3.5                                                                 | Уход за бетоном ростверка                                                | 100 м2                | 310                 | 5,425                          | 0,00                | 1               | 1           | 1                | 5,43                          |                                     |
| 3.6                                                                 | Распалубливание опалубки ростверка                                       | 1 м2                  | 322                 | 6,0175                         | 0,00                | 2               | 1           | 1                | 3,02                          |                                     |

Рисунок 3.11. Расчет суммарных трудозатрат (чел.см.) для укрупненного вида работ

12. Рассчитываем суммарную продолжительность выполнения работ (см.рис.3.12.).

| Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                                                                          |                       |                     |                  |                     |                 |             |                  |                                       |                                     |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------|-------------|------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| № пп                                                                | Наименование работ                                                       | Ед. изм. (измеритель) | Кол. (Объем работы) | Трудозатраты     |                     | Кол чел в звене | Кол звеньев | Кол смен в сутки | Продолжительность работы, дни         | Кол-во чел комплексной бригады, чел |
|                                                                     |                                                                          |                       |                     | рабочих, чел.см. | машинистов, маш.см. |                 |             |                  |                                       |                                     |
| 1                                                                   | 2                                                                        | 3                     | 4                   | 5                | 6                   | 7               | 8           | 9                | 10                                    | 11                                  |
| I                                                                   | <b>ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ</b>                                                   |                       |                     | 0                | 5,87                |                 |             |                  | 5,87                                  | 1                                   |
| 1                                                                   | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2               | 7,7                 | 0                | 2,60                | 1               | 1           | 1                | 2,60                                  |                                     |
| 2                                                                   | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                | 6,7                 | 0                | 3,27                | 1               | 1           | 1                | 3,27                                  |                                     |
| II                                                                  | <b>УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТА</b>                                             |                       |                     | <b>102,37</b>    | <b>9,10</b>         |                 |             |                  | <b>=4,11+2,12+1,13+1,14+1,15+1,16</b> |                                     |
| 3                                                                   | Устройство фундамента                                                    |                       |                     |                  |                     |                 |             |                  |                                       |                                     |
| 3.1                                                                 | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                | 80                  | 18,2             | 9,10                | 2               | 1           | 1                | 9,10                                  |                                     |
| 3.2                                                                 | Устройство опалубки ростверка                                            | 1 м2                  | 322                 | 24,955           | 0,00                | 2               | 2           | 1                | 6,24                                  |                                     |
| 3.3                                                                 | Армирование ростверка                                                    | 1 каркас              | 200                 | 27,5             | 0,00                | 4               | 2           | 1                | 3,44                                  |                                     |
| 3.4                                                                 | Бетонирование ростверка                                                  | 1 м3 бетона           | 540                 | 20,25            | 0,00                | 2               | 2           | 1                | 5,06                                  |                                     |
| 3.5                                                                 | Уход за бетоном ростверка                                                | 100 м2                | 310                 | 5,425            | 0,00                | 1               | 1           | 1                | 5,43                                  |                                     |
| 3.6                                                                 | Распалубливание опалубки ростверка                                       | 1 м2                  | 322                 | 6,0175           | 0,00                | 2               | 1           | 1                | 3,02                                  |                                     |

Рисунок 3.12. Расчет суммарной продолжительности (дни) для укрупненного вида работ

### 13. Рассчитываем комплексный состав бригады ф.3.4. (см.рис.3.13.).

| Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                                                                          |                       |                     |                  |                     |                 |             |                   |                               |                                     |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| № п/п                                                               | Наименование работ                                                       | Ед. изм. (измеритель) | Кол. (Объем работы) | Трудозатраты     |                     | Кол чел в звене | Кол звеньев | Кол смены в сутки | Продолжительность работы, дни | Кол-во чел комплексной бригады, чел |
|                                                                     |                                                                          |                       |                     | рабочих, чел см. | машинистов, маш см. |                 |             |                   |                               |                                     |
| 1                                                                   | 2                                                                        | 3                     | 4                   | 5                | 6                   | 7               | 8           | 9                 | 10                            | 11                                  |
| I                                                                   | <b>ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ</b>                                                   |                       |                     | 0                | 5,87                |                 |             |                   | 5,87                          | 1                                   |
| 1                                                                   | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2               | 7,7                 | 0                | 2,60                | 1               | 1           | 1                 | 2,60                          |                                     |
| 2                                                                   | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                | 6,7                 | 0                | 3,27                | 1               | 1           | 1                 | 3,27                          |                                     |
| II                                                                  | <b>УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТА</b>                                             |                       |                     | 102,37           | 9,10                |                 |             |                   | 32,28                         | 69,19                               |
| 3                                                                   | Устройство фундамента                                                    |                       |                     |                  |                     |                 |             |                   |                               |                                     |
| 3.1                                                                 | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                | 80                  | 18,2             | 9,10                | 2               | 1           | 1                 | 9,10                          |                                     |
| 3.2                                                                 | Устройство опалубки ростверка                                            | 1 м2                  | 322                 | 24,955           | 0,00                | 2               | 2           | 1                 | 6,24                          |                                     |
| 3.3                                                                 | Армирование ростверка                                                    | 1 каркас              | 200                 | 27,5             | 0,00                | 4               | 2           | 1                 | 3,44                          |                                     |
| 3.4                                                                 | Бетонирование ростверка                                                  | 1 м3 бетона           | 540                 | 20,25            | 0,00                | 2               | 2           | 1                 | 5,06                          |                                     |
| 3.5                                                                 | Уход за бетоном ростверка                                                | 100 м2                | 310                 | 5,425            | 0,00                | 1               | 1           | 1                 | 5,43                          |                                     |
| 3.6                                                                 | Распалубивание опалубки ростверка                                        | 1 м2                  | 322                 | 6,0375           | 0,00                | 2               | 1           | 1                 | 3,02                          |                                     |

Рисунок 3.13. Расчет комплексного состава бригады

### 14. Сверяем полученное значение с максимальным количеством работающих человек по отдельным видам работ (см.рис.3.14.).

| Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                                                                          |                       |                     |                  |                     |                 |             |                   |                               |                                     |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| № п/п                                                               | Наименование работ                                                       | Ед. изм. (измеритель) | Кол. (Объем работы) | Трудозатраты     |                     | Кол чел в звене | Кол звеньев | Кол смены в сутки | Продолжительность работы, дни | Кол-во чел комплексной бригады, чел |
|                                                                     |                                                                          |                       |                     | рабочих, чел см. | машинистов, маш см. |                 |             |                   |                               |                                     |
| 1                                                                   | 2                                                                        | 3                     | 4                   | 5                | 6                   | 7               | 8           | 9                 | 10                            | 11                                  |
| I                                                                   | <b>ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ</b>                                                   |                       |                     | 0                | 5,87                |                 |             |                   | 5,87                          | 1                                   |
| 1                                                                   | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2               | 7,7                 | 0                | 2,60                | 1               | 1           | 1                 | 2,60                          |                                     |
| 2                                                                   | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                | 6,7                 | 0                | 3,27                | 1               | 1           | 1                 | 3,27                          |                                     |
| II                                                                  | <b>УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТА</b>                                             |                       |                     | 102,37           | 9,10                |                 |             |                   | 32,28                         | 3,17                                |
| 3                                                                   | Устройство фундамента                                                    |                       |                     |                  |                     |                 |             |                   |                               |                                     |
| 3.1                                                                 | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                | 80                  | 18,2             | 9,10                | 2               | 1           | 1                 | 9,10                          |                                     |
| 3.2                                                                 | Устройство опалубки ростверка                                            | 1 м2                  | 322                 | 24,955           | 0,00                | 2               | 2           | 1                 | 6,24                          |                                     |
| 3.3                                                                 | Армирование ростверка                                                    | 1 каркас              | 200                 | 27,5             | 0,00                | 4               | 2           | 1                 | 3,44                          |                                     |
| 3.4                                                                 | Бетонирование ростверка                                                  | 1 м3 бетона           | 540                 | 20,25            | 0,00                | 2               | 2           | 1                 | 5,06                          |                                     |
| 3.5                                                                 | Уход за бетоном ростверка                                                | 100 м2                | 310                 | 5,425            | 0,00                | 1               | 1           | 1                 | 5,43                          |                                     |
| 3.6                                                                 | Распалубивание опалубки ростверка                                        | 1 м2                  | 322                 | 6,0375           | 0,00                | 2               | 1           | 1                 | 3,02                          |                                     |

Рисунок 3.14. Сравнение максимального количества человек с комплексным составом бригады

### 15. В данном примере на выполнение арматурных работ необходимо 8 человек, следовательно, состав комплексной бригады должен быть не менее этого значения (см.рис.3.15.).

| Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                                                                          |                       |                     |                  |                     |                 |             |                   |                               |                                     |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| № п/п                                                               | Наименование работ                                                       | Ед. изм. (измеритель) | Кол. (Объем работы) | Трудозатраты     |                     | Кол чел в звене | Кол звеньев | Кол смены в сутки | Продолжительность работы, дни | Кол-во чел комплексной бригады, чел |
|                                                                     |                                                                          |                       |                     | рабочих, чел см. | машинистов, маш см. |                 |             |                   |                               |                                     |
| 1                                                                   | 2                                                                        | 3                     | 4                   | 5                | 6                   | 7               | 8           | 9                 | 10                            | 11                                  |
| I                                                                   | <b>ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ</b>                                                   |                       |                     | 0                | 5,87                |                 |             |                   | 5,87                          | 1                                   |
| 1                                                                   | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2               | 7,7                 | 0                | 2,60                | 1               | 1           | 1                 | 2,60                          |                                     |
| 2                                                                   | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                | 6,7                 | 0                | 3,27                | 1               | 1           | 1                 | 3,27                          |                                     |
| II                                                                  | <b>УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТА</b>                                             |                       |                     | 102,37           | 9,10                |                 |             |                   |                               | 8                                   |
| 3                                                                   | Устройство фундамента                                                    |                       |                     |                  |                     |                 |             |                   |                               |                                     |
| 3.1                                                                 | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                | 80                  | 18,2             | 9,10                | 2               | 1           | 1                 | 9,10                          |                                     |
| 3.2                                                                 | Устройство опалубки ростверка                                            | 1 м2                  | 322                 | 24,955           | 0,00                | 2               | 2           | 1                 | 6,24                          |                                     |
| 3.3                                                                 | Армирование ростверка                                                    | 1 каркас              | 200                 | 27,5             | 0,00                | 4               | 2           | 1                 | 3,44                          |                                     |
| 3.4                                                                 | Бетонирование ростверка                                                  | 1 м3 бетона           | 540                 | 20,25            | 0,00                | 2               | 2           | 1                 | 5,06                          |                                     |
| 3.5                                                                 | Уход за бетоном ростверка                                                | 100 м2                | 310                 | 5,425            | 0,00                | 1               | 1           | 1                 | 5,43                          |                                     |
| 3.6                                                                 | Распалубивание опалубки ростверка                                        | 1 м2                  | 322                 | 6,0375           | 0,00                | 2               | 1           | 1                 | 3,02                          |                                     |

Рисунок 3.15. Количество человек комплексной бригады в соответствии с максимальным количеством рабочих в звене, принятых ранее

16. Так как изменилось количество человек в комплексной бригаде, то необходимо пересчитать продолжительность укрупненной работы, используя формулу 3.4. (см.рис.3.16.).

Очень важно понимать взаимосвязь трех величин: трудозатраты, продолжительность и количество человек, так как изменение хотя бы одной из этих величин приведет к увеличению или уменьшению двух других. Всегда необходимо перепроверять, пересчитывать данные величины относительно друг друга.

| Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                                                                          |                       |                     |                  |                     |                 |             |                  |                               |                                     |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------|-------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| № пп                                                                | Наименование работ                                                       | Ед. изм. (измеритель) | Кол. (Объем работы) | Трудозатраты     |                     | Кол чел в звене | Кол звеньев | Кол смен в сутки | Продолжительность работы, дни | Кол-во чел комплексной бригады, чел |
|                                                                     |                                                                          |                       |                     | рабочих, чел.см. | машинистов, маш.см. |                 |             |                  |                               |                                     |
| 1                                                                   | 2                                                                        | 3                     | 4                   | 5                | 6                   | 7               | 8           | 9                | 10                            | 11                                  |
| I                                                                   | <b>ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ</b>                                                   |                       |                     | 0                | 5,87                |                 |             |                  | 5,87                          | 1                                   |
| 1                                                                   | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2               | 7,7                 | 0                | 2,60                | 1               | 1           | 1                | 2,60                          |                                     |
| 2                                                                   | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                | 6,7                 | 0                | 3,27                | 1               | 1           | 1                | 3,27                          |                                     |
| II                                                                  | <b>УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТА</b>                                             |                       |                     | 102,37           | 9,10                |                 |             |                  | 12,80                         | 8                                   |
| 3                                                                   | Устройство фундамента                                                    |                       |                     |                  |                     |                 |             |                  |                               |                                     |
| 3.1                                                                 | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                | 80                  | 18,2             | 9,10                | 2               | 1           | 1                | 9,10                          |                                     |
| 3.2                                                                 | Устройство опалубки ростверка                                            | 1 м2                  | 322                 | 24,955           | 0,00                | 2               | 2           | 1                | 6,24                          |                                     |
| 3.3                                                                 | Армирование ростверка                                                    | 1 каркас              | 200                 | 27,5             | 0,00                | 4               | 2           | 1                | 3,44                          |                                     |
| 3.4                                                                 | Бетонирование ростверка                                                  | 1 м3 бетона           | 540                 | 20,25            | 0,00                | 2               | 2           | 1                | 5,06                          |                                     |
| 3.5                                                                 | Уход за бетоном ростверка                                                | 100 м2                | 310                 | 5,425            | 0,00                | 1               | 1           | 1                | 5,43                          |                                     |
| 3.6                                                                 | Распалубивание опалубки ростверка                                        | 1 м2                  | 322                 | 6,0375           | 0,00                | 2               | 1           | 1                | 3,02                          |                                     |

Рисунок 3.16. Пересчет продолжительности работы

17. В итоге по II виду укрупненных работ «Устройство фундамента», при комплексном составе бригады из 8 человек, продолжительность работ составляет 12,8 дн. (см.рис.3.17.).

| Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады |                                                                          |                       |                     |                  |                     |                 |             |                  |                               |                                     |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------|-------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| № пп                                                                | Наименование работ                                                       | Ед. изм. (измеритель) | Кол. (Объем работы) | Трудозатраты     |                     | Кол чел в звене | Кол звеньев | Кол смен в сутки | Продолжительность работы, дни | Кол-во чел комплексной бригады, чел |
|                                                                     |                                                                          |                       |                     | рабочих, чел.см. | машинистов, маш.см. |                 |             |                  |                               |                                     |
| 1                                                                   | 2                                                                        | 3                     | 4                   | 5                | 6                   | 7               | 8           | 9                | 10                            | 11                                  |
| I                                                                   | <b>ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ</b>                                                   |                       |                     | 0                | 5,87                |                 |             |                  | 5,87                          | 1                                   |
| 1                                                                   | Срезка растительного слоя                                                | 1000 м2               | 7,7                 | 0                | 2,60                | 1               | 1           | 1                | 2,60                          |                                     |
| 2                                                                   | Разработка грунта в котловане                                            | 100 м3                | 6,7                 | 0                | 3,27                | 1               | 1           | 1                | 3,27                          |                                     |
| II                                                                  | <b>УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТА</b>                                             |                       |                     | 102,37           | 9,10                |                 |             |                  | 12,80                         | 8                                   |
| 3                                                                   | Устройство фундамента                                                    |                       |                     |                  |                     |                 |             |                  |                               |                                     |
| 3.1                                                                 | Вертикальное погружение одиночных свай гусеничными копрами, забивка свай | 1 свая                | 80                  | 18,2             | 9,10                | 2               | 1           | 1                | 9,10                          |                                     |
| 3.2                                                                 | Устройство опалубки ростверка                                            | 1 м2                  | 322                 | 24,955           | 0,00                | 2               | 2           | 1                | 6,24                          |                                     |
| 3.3                                                                 | Армирование ростверка                                                    | 1 каркас              | 200                 | 27,5             | 0,00                | 4               | 2           | 1                | 3,44                          |                                     |
| 3.4                                                                 | Бетонирование ростверка                                                  | 1 м3 бетона           | 540                 | 20,25            | 0,00                | 2               | 2           | 1                | 5,06                          |                                     |
| 3.5                                                                 | Уход за бетоном ростверка                                                | 100 м2                | 310                 | 5,425            | 0,00                | 1               | 1           | 1                | 5,43                          |                                     |
| 3.6                                                                 | Распалубивание опалубки ростверка                                        | 1 м2                  | 322                 | 6,0375           | 0,00                | 2               | 1           | 1                | 3,02                          |                                     |

Рисунок 3.17. Окончательное значение продолжительности укрупненного вида работ и комплексного состава бригады

«Таблица укрупнения работ и определение комплексного состава бригады» составляется на каждый фронт отдельно, что необходимо для формирования «Матрицы продолжительности работ».

### 3.3. Составление Матрицы продолжительности работ по фронтам

Матрица – это таблица, состоящая из строк, столбцов и строкографа.

Каждая матрица имеет координаты ФР – фронты работ, ВР – виды работ. Фронты работ можно располагать по строкам, а виды работ по столбцам, и наоборот (см.рис.3.18.).

ФР – делянки и захватки; захватки – объемы работ, предоставленные бригаде рабочих; делянки – объемы работ, предоставленные звену работников. ФР могут быть отдельные здания в комплексе застройки, этажи, ярусы в здании. ВР – укрупненные общестроительные работы.

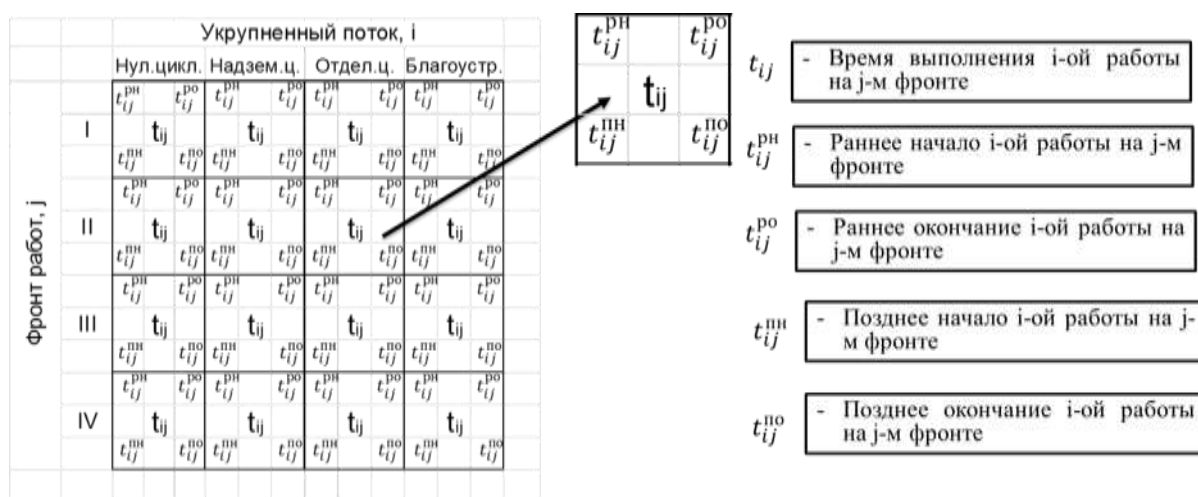


Рисунок 3.18. Матрица ОФР

Внутри каждой строкографы записываются расчетные параметры:

$t_{ij}$  – это время выполнения «i» работы на «j» фронте, определяется исходя из объемов работ, трудоемкости, количества работающих человек, количества звеньев, количества смен в сутки и др. факторов, численно равно продолжительности укрупненных видов работ.

$t_{ij}^{pn}$  – это раннее начало «i» работы на «j» фронте - срок, раньше которого нельзя начать данную работу, не нарушив принятой технологической последовательности. Оно определяется наиболее долгим путем от исходного события до начала данной работы. Самое раннее начало первой работы на всем объекте принимается равным нулю.

$t_{ij}^{po}$  – это раннее окончание «i» работы на «j» фронте - срок, раньше которого нельзя закончить данную работу. Оно равно сумме раннего начала и продолжительности данной работы  $t_{ij}^{po} = t_{ij}^{pn} + t_{ij}$ .

$t_{ij}^{nn}$  – это позднее начало «i» работы на «j» фронте - срок, позже которого нельзя начинать данную работу, не увеличив общую продолжительность строительства. Оно равно разности между поздним окончанием и продолжительности данной работы  $t_{ij}^{nn} = t_{ij}^{no} - t_{ij}$ .

$t_{ij}^{по}$  – это позднее окончание «i» работы на «j» фронте - самый поздний срок окончания работы, при котором не увеличивается общая продолжительность работ. Оно определяется самым коротким путем от данного события до завершения всех работ. Самое позднее окончание работы на всем объекте совпадает с самым ранним окончанием этих работ.

Совпадение ранних и поздних начал (окончаний)  $t_{ij}^{рн} = t_{ij}^{пн}$  и  $t_{ij}^{по} = t_{ij}^{пo}$  называют **критическим путем**. Этот путь имеет наибольшую продолжительность и *определяет общую длительность работ всего объекта в целом*, работы критического пути выполняются последовательно, без перерывов во времени. Все остальные работы имеют резервы времени и могут быть сдвинуты в пределах этих резервов.

Не совпадение ранних и поздних начал  $t_{ij}^{рн} \neq t_{ij}^{пн}$  означает наличие **резерва времени бригады рабочих**, т.е. бригада рабочих может фактически начать выполнение работы позже (но не позднее  $t_{ij}^{пн}$ ), но при этом продолжительность работ на объекте (длина критического пути) не увеличится.

Не совпадение ранних и поздних окончаний  $t_{ij}^{по} \neq t_{ij}^{пo}$  означает **резерв времени бригады рабочих**, т.е. бригада рабочих может фактически закончить выполнение работы позже (но не позднее  $t_{ij}^{пo}$ ), но при этом продолжительность работ на объекте (длина критического пути) не увеличится.

В матрицу ординат фронтов работ записываются продолжительности по всем видам укрупненных работ по всем четырем фронтам.

### Вопросы для самоконтроля по главе 3

1. Чем карточка-определитель отличается от калькуляции затрат труда?
2. Приведите состав карточки-определитель по столбцам.
3. Дайте определение понятиям «норма времени», «трудоzатраты».
4. Каким нормативным источником необходимо пользоваться, чтобы определить состав звена рабочих?
5. Каким правилом необходимо пользоваться при записи количества человек в звене для вычисления продолжительности?
6. Почему при монтажных работах в столбец «количество человек в звене» в карточке-определитель необходимо записывать только количество монтажников без учета машиниста?
7. Перечислите процессы, которые относятся к ручному и механизированному труду.
8. Каких правил необходимо придерживаться при назначении количества звеньев для выполнения технологического процесса?
9. Приведите примеры работ, при которых нецелесообразно увеличивать количество звеньев.

10. Приведите примеры работ, при которых можно принимать максимально возможное количество звеньев.
11. Поясните, на примере плотников-бетонщиков, как на комплекс работ назначить бригаду рабочих.
12. Поясните, на примере каменщиков, как на комплекс работ назначить бригаду рабочих.
13. Какой статьей трудового кодекса регламентируется нормальная продолжительность рабочего времени?
14. В какие часовые промежутки времени при трехсменном рабочем дне делятся рабочие смены?
15. Сколько бригад рабочих должно быть в организации, в случае производства работ в три смены?
16. Приведите примеры работ, при которых нецелесообразно увеличивать количество смен в сутки.
17. Приведите примеры работ, при которых целесообразно производить работы в две смены в сутки.
18. Приведите примеры работ, при которых целесообразно производить работы в три смены в сутки.
19. Какие мероприятия по технике безопасности необходимо предусматривать при работе в ночное время?
20. Каковы нормы освещенности и шума должны быть предусмотрены на стройплощадке в ночное время производства работ?
21. По какой причине бетонирование конструкций выполняют непрерывно несколько суток?
22. По какой причине каменные работы рекомендуется производить не более чем в две смены в сутки?
23. Какие мероприятия на стройгенплане должны быть предусмотрены при работе в темное время суток?
24. Почему процессы по внутренней отделке помещений позволяют выполнять более чем в одну смену в сутки?
25. Напишите формулу для расчета «продолжительности работ».
26. Приведите пример расчета продолжительности монтажной работы, с учетом чел.см и маш.см.
27. Приведите пример корректировки продолжительности смежных работ, выполняемых параллельно в один промежуток времени?
28. Какие параметры позволяют сократить время выполнения работы?
29. От чего будет зависеть увеличение количества смен в сутки, количество звеньев рабочих?
30. Дайте определение понятию «сетевой график».
31. Для чего составляется таблица укрупнения работ?
32. Перечислите основные укрупненные виды работ.
33. Приведите формулу для определения комплексного состава бригады.
34. Для чего необходимо формировать комплексные бригады?

35. Приведите примеры работ, при которых формируются комплексные бригады.

36. Почему при назначении комплексного состава бригады необходимо пересчитывать продолжительность работ?

37. Что означает понятие «матрица»? Для чего она составляется?

38. Целесообразно ли составлять матрицу для точечного отдельно стоящего здания или сооружения?

39. Что означают аббревиатуры «ФР» и «ВР» в матрице работ?

40. Какую вспомогательную таблицу используют для записи времени выполнения «i» работы на «j» фронте?

41. Дайте определение понятиям «раннее начало работ», «раннее окончание работ», «позднее начало работ», «позднее окончание работ».

42. Приведите формулы расчета «раннего окончания работы», «позднего начала работы».

43. Что означает несовпадение по числовым значениям в раннем и позднем началах?

44. При каком условии образуется «критический путь», что он означает?

45. Как определяют критический путь в матрице?

46. Какие работы вероятнее всего входят в критический путь?

47. Возможны ли растяжения ресурсных и фронтальных связей в критическом пути?

## ГЛАВА 4. МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

### 4.1. Линейные методы организации работ

#### 4.1.1. Последовательный метод организации работ

Последовательный метод организации строительного производства характерен тем, что все работы выполняются в строгой очередности друг за другом и в единицу времени производится только один вид работ (см.рис.4.1.-4.2.).

| ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ МЕТОД |     |                                                 |    |           |    |           |    |          |    |  |  |
|------------------------|-----|-------------------------------------------------|----|-----------|----|-----------|----|----------|----|--|--|
| ОФР                    |     | Частные потоки, продолжительности и сроки работ |    |           |    |           |    |          |    |  |  |
|                        |     | ЗЕМЛ.РАБ                                        |    | ПОДЗЕМ.Ц. |    | НАДЗЕМ.Ц. |    | ОТД.РАБ. |    |  |  |
| Частный фронт работы   | I   | 0                                               | 3  | 3         | 9  | 9         | 12 | 12       | 15 |  |  |
|                        |     |                                                 | 3  |           | 6  |           | 3  |          | 3  |  |  |
|                        | II  | 15                                              | 17 | 17        | 19 | 19        | 21 | 21       | 23 |  |  |
|                        |     |                                                 | 2  |           | 2  |           | 2  |          | 2  |  |  |
|                        | III | 23                                              | 27 | 27        | 31 | 31        | 33 | 33       | 36 |  |  |
|                        |     |                                                 | 4  |           | 4  |           | 2  |          | 3  |  |  |
|                        | IV  | 36                                              | 38 | 38        | 42 | 42        | 44 | 44       | 46 |  |  |
|                        |     |                                                 | 2  |           | 4  |           | 2  |          | 2  |  |  |

Рисунок 4.1. Матрица, рассчитанная последовательным методом

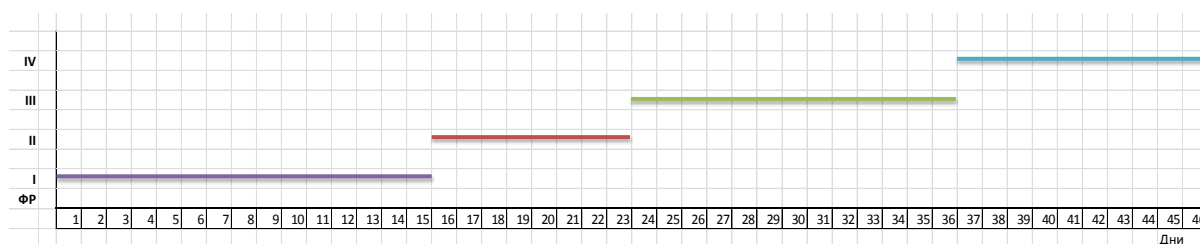


Рисунок 4.2. Линейный календарный план, разработанный последовательным методом организации работ

При *последовательном методе строительства предполагается максимальная продолжительность работ, так как общий срок  $T_0$  строительства равен произведению времени  $t$  возведения одного фронта на их число  $N$ , т. е.  $T_0 = tN$ . Уровень потребления ресурсов в единицу времени (рабочих кадров, машин, конструкций и материалов, финансов) будет минимальным, а длительность потребления максимальна. Каждый из видов ресурсов будет участвовать кратковременно, так как в процессе сооружения дома периодически требуются рабочие разных специальностей, раз-*

личные машины, механизмы и материалы. Неизбежны также простои машин и потери времени на их перебазировку. Частая смена видов материалов, изделий и конструкций вносит большие трудности в работу предприятий-изготовителей, транспорта и органов снабжения.

#### 4.1.2. Параллельный метод организации работ

Параллельный метод обеспечивает минимальную продолжительность работ, так как срок строительства равен сроку сооружения одного фронта:  $T_0 = t$ . Потребление ресурсов возрастает в несколько раз. Однако здесь, так же как и при последовательном методе, вид и количество потребляемых ресурсов постоянно изменяются в зависимости от периода строительства. При параллельном методе (рис. 4.3.-4.4.) одновременно начинается строительство всех фронтов и заканчивается в момент окончания самого длительного строительного потока.

| ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ МЕТОД   |     |                                                 |   |           |   |           |    |          |    |
|----------------------|-----|-------------------------------------------------|---|-----------|---|-----------|----|----------|----|
| ОФР                  |     | Частные потоки, продолжительности и сроки работ |   |           |   |           |    |          |    |
|                      |     | ЗЕМЛ.РАБ                                        |   | ПОДЗЕМ.Ц. |   | НАДЗЕМ.Ц. |    | ОТД.РАБ. |    |
| Частный фронт работы | I   | 0                                               | 3 | 3         | 9 | 9         | 12 | 12       | 15 |
|                      |     |                                                 | 3 |           | 6 |           | 3  |          | 3  |
|                      | II  | 0                                               | 2 | 2         | 4 | 4         | 6  | 6        | 8  |
|                      |     |                                                 | 2 |           | 2 |           | 2  |          | 2  |
|                      | III | 0                                               | 4 | 4         | 8 | 8         | 10 | 10       | 13 |
|                      |     |                                                 | 4 |           | 4 |           | 2  |          | 3  |
|                      | IV  | 0                                               | 2 | 2         | 6 | 6         | 8  | 8        | 10 |
|                      |     |                                                 | 2 |           | 4 |           | 2  |          | 2  |

Рисунок 4.3. Матрица, рассчитанная параллельным методом

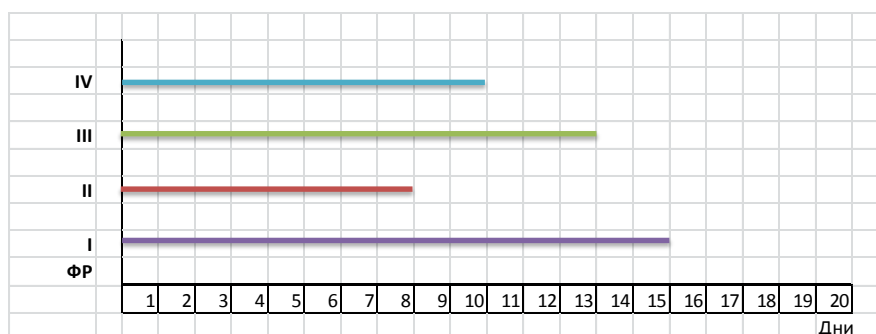


Рисунок 4.4. Линейный календарный план, разработанный параллельным методом организации работ

Но современный уровень строительного производства, когда строительно-монтажные работы в основном ведутся силами мощных подрядных

общестроительных организаций, исключает использование последовательного и параллельного методов строительства в чистом виде.

Это связано, в первую очередь, с необходимостью равномерного использования ресурсов (машин, рабочих бригад и т. п.), а также с ограниченностью этих ресурсов.

Например, при строительстве любого объекта по мере выполнения работ в установленной технологической последовательности освобождаются механизмы и бригады, закончившие работы определенного этапа. Так, вначале освобождается землеройная техника, затем бригады монтажников, монтажные краны и т. д. Для того чтобы эти мощности не простаивали, их необходимо переключить на строительство другого объекта.

При одновременном выполнении работ на многих объектах в определенные периоды потребность в однородных ресурсах может значительно превысить их фактическое наличие.

## **4.2. Поточные методы организации работ**

*Поточный метод*, сохраняя соответствующие преимущества последовательного и параллельного способов, позволяет избежать их недостатков. При поточном методе сооружение каждого из объектов делят на  $n$  процессов. На комплексе из  $N$  домов *однородные процессы выполняют последовательно друг за другом, а разнородные параллельно*. Продолжительность строительства  $N$  зданий, расчлененных на  $n$  процессов, будет больше, чем при параллельном, но меньше, чем при последовательном методе. Интенсивность потребления ресурсов здесь также будет больше, чем при последовательном методе, но меньше, чем при параллельном, что ведет к оптимальному ресурсообеспечению.

Для поточного метода характерны следующие черты:

1. расчленение работы на составляющие процессы в соответствии со специальностью и квалификацией исполнителей;
2. расчленение фронта работ на отдельные участки для создания наиболее благоприятных условий работ отдельным исполнителям;
3. максимальное совмещение процессов во времени.

Поточный метод обеспечивает равномерность потребления ресурсов и ритмичность выпуска готовой продукции (в данном случае объектов). Поточная организация создает, в свою очередь, благоприятные условия для работы организаций-смежников: подрядных организаций, заводо-поставщиков, транспорта, снабженческих органов.

### **4.2.1. Метод критического пути**

*Метод критического пути (МКП)* характерен тем, что на объекте используются трудовые ресурсы бригад, которые переходят последова-

тельно с одного фронта на другой. В данном методе началу последующей работы предшествует окончание работ на одноименном фронте и выполнение работы данной бригадой на предыдущем фронте (см.рис.4.5.).

Отсюда возникает *правило*: «Если фронт работ свободен, и бригада готова, то работа начинается».

При данном методе организации работ большим преимуществом является то, что продолжительность строительства комплекса объектов – оптимальна. Но, в качестве значительного недостатка данного метода можно выделить наличие протяженных простоев в работе бригад рабочих и по фронтам.

| МЕТОД КРИТИЧЕСКОГО ПУТИ, МКП |     |                                                 |   |    |           |   |           |    |          |    |    |   |    |
|------------------------------|-----|-------------------------------------------------|---|----|-----------|---|-----------|----|----------|----|----|---|----|
| ОФР                          |     | Частные потоки, продолжительности и сроки работ |   |    |           |   |           |    |          |    |    |   |    |
|                              |     | ЗЕМЛ.РАБ                                        |   |    | ПОДЗЕМ.Ц. |   | НАДЗЕМ.Ц. |    | ОТД.РАБ. |    |    |   |    |
| Частный фронт работы         | I   | 0                                               |   | 3  | 3         |   | 9         | 9  |          | 12 | 12 |   | 15 |
|                              |     |                                                 | 3 |    |           | 6 |           |    |          | 3  |    | 3 |    |
|                              |     | 0                                               |   | 3  | 3         |   | 9         | 10 |          | 13 | 13 |   | 16 |
|                              | II  | 3                                               |   | 5  | 9         |   | 11        | 12 |          | 14 | 15 |   | 17 |
|                              |     |                                                 | 2 |    |           | 2 |           |    |          | 2  |    | 2 |    |
|                              |     | 5                                               |   | 7  | 9         |   | 11        | 14 |          | 16 | 16 |   | 18 |
|                              | III | 5                                               |   | 9  | 11        |   | 15        | 15 |          | 17 | 17 |   | 20 |
|                              |     |                                                 | 4 |    |           | 4 |           |    |          | 2  |    | 3 |    |
|                              |     | 7                                               |   | 11 | 11        |   | 15        | 16 |          | 18 | 18 |   | 21 |
|                              | IV  | 9                                               |   | 11 | 15        |   | 19        | 19 |          | 21 | 21 |   | 23 |
|                              |     |                                                 | 2 |    |           | 4 |           |    |          | 2  |    | 2 |    |
|                              |     | 13                                              |   | 15 | 15        |   | 19        | 19 |          | 21 | 21 |   | 23 |

Рисунок 4.5. Матрица, рассчитанная методом критического пути

Порядок расчета поточной матрицы по Методу критического пути (МКП):

- I. Расчет ранних параметров матрицы.
- II. Расчет поздних параметров матрицы.
- III. Определение критического пути.
- IV. Расчет резервов времени по бригадам рабочих и по фронтам.

Как правило, данный метод приводит к минимальной продолжительности строительства, но недостатком метода является наличие простоев по бригадам рабочих (растяжение ресурсных связей) и по фронтам (растяжение фронтальных связей).

#### 4.2.2. Метод непрерывного использования ресурсов

В целях сокращения растяжений ресурсных связей применяется метод непрерывного использования ресурсов, позволяющий обеспечить непрерывную работу бригад рабочих, что очень актуально при оплате труда рабочих по сдельной форме. Расчет данной матрицы идентичен предыду-

щему методу, только приоритетной целью является обеспечить нулевое растяжение ресурсных связей и максимальное сближение смежных видов работ на различных фронтах. Данный метод приводит к исключению количества простоев по бригадам, но, очевидно, что приводит к увеличению резервов времени по фронтам (см.рис.4.6.).

| <b>МЕТОД НЕПРЕРЫВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ</b> |            |                                                        |   |    |                 |   |    |                  |   |    |                 |    |
|--------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------|---|----|-----------------|---|----|------------------|---|----|-----------------|----|
| <b>ОФР</b>                                       |            | <b>Частные потоки, продолжительности и сроки работ</b> |   |    |                 |   |    |                  |   |    |                 |    |
|                                                  |            | <b>ЗЕМЛ.РАБ</b>                                        |   |    | <b>НУЛ.ЦИКЛ</b> |   |    | <b>НАДЗЕМ.Ц.</b> |   |    | <b>ОТД.РАБ.</b> |    |
| <b>Частный фронт работы</b>                      | <b>I</b>   | 0                                                      |   | 3  | 3               |   | 9  | 12               |   | 15 | 15              | 18 |
|                                                  |            |                                                        | 3 |    |                 | 6 |    |                  | 3 |    | 3               |    |
|                                                  |            |                                                        |   |    |                 |   |    |                  |   |    |                 |    |
|                                                  | <b>II</b>  | 3                                                      |   | 5  | 9               |   | 11 | 15               |   | 17 | 18              | 20 |
|                                                  |            |                                                        | 2 |    |                 | 2 |    |                  | 2 |    | 2               |    |
|                                                  |            |                                                        |   |    |                 |   |    |                  |   |    |                 |    |
|                                                  | <b>III</b> | 5                                                      |   | 9  | 11              |   | 15 | 17               |   | 19 | 20              | 23 |
|                                                  |            |                                                        | 4 |    |                 | 4 |    |                  | 2 |    | 3               |    |
|                                                  |            |                                                        |   |    |                 |   |    |                  |   |    |                 |    |
|                                                  | <b>IV</b>  | 9                                                      |   | 11 | 15              |   | 19 | 19               |   | 21 | 23              | 25 |
|                                                  |            |                                                        | 2 |    |                 | 4 |    |                  | 2 |    | 2               |    |
|                                                  |            |                                                        |   |    |                 |   |    |                  |   |    |                 |    |

Рисунок 4.6. Матрица, рассчитанная методом непрерывного использования ресурсов

*Метод непрерывного использования ресурсов (МНИР)* характерен непрерывной организацией работы бригад по фронтам, это наиболее приемлемый способ при сдельной форме оплаты рабочим, так как время нахождения бригады на объекте при данном способе сокращается. Но, появляются большие простои по фронтам, за счет чего продолжительность освоения фронтов увеличивается, что является недостатком данного метода.

#### 4.2.3. Метод непрерывного освоения фронтов

В целях сокращения количества фронтальных связей применяется метод непрерывного освоения фронтов, позволяющий обеспечить непрерывную работу по фронтам, что позволяет более быстро вводить в эксплуатацию фронты (объекты) независимо от окончания строительства всего комплекса зданий. Расчет данной матрицы идентичен предыдущим методам, только приоритетной целью является обеспечить нулевое растяжение фронтальных связей и максимальное сближение смежных фронтов при производстве работ различными бригадами. Данный метод приводит к исключению количества простоев по фронтам, но, может привести к увели-

чению общей продолжительности строительства комплекса и растяжению ресурсных связей (см.рис.4.7.).

| <b>МЕТОД НЕПРЕРЫВНОГО ОСВОЕНИЯ ФРОНТОВ</b>             |                   |                             |    |           |    |            |    |           |    |  |  |
|--------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------|----|-----------|----|------------|----|-----------|----|--|--|
| <b>ОФР</b>                                             |                   | <b>Частный фронт работы</b> |    |           |    |            |    |           |    |  |  |
|                                                        |                   | <b>I</b>                    |    | <b>II</b> |    | <b>III</b> |    | <b>IV</b> |    |  |  |
| <b>Частные потоки, продолжительности и сроки работ</b> | <b>ЗЕМЛ. РАБ</b>  | 0                           | 3  | 9         | 11 | 11         | 15 | 17        | 19 |  |  |
|                                                        |                   |                             | 3  |           | 2  |            | 4  |           | 2  |  |  |
|                                                        | <b>НУЛ.ЦИ КЛ</b>  | 3                           | 9  | 11        | 13 | 15         | 19 | 19        | 23 |  |  |
|                                                        |                   |                             | 6  |           | 2  |            | 4  |           | 4  |  |  |
|                                                        | <b>НАДЗЕ М.Ц.</b> | 9                           | 12 | 13        | 15 | 19         | 21 | 23        | 25 |  |  |
|                                                        |                   |                             | 3  |           | 2  |            | 2  |           | 2  |  |  |
|                                                        | <b>ОТД.РА Б.</b>  | 12                          | 15 | 15        | 17 | 21         | 24 | 25        | 27 |  |  |
|                                                        |                   |                             | 3  |           | 2  |            | 3  |           | 2  |  |  |
|                                                        |                   |                             |    |           |    |            |    |           |    |  |  |
|                                                        |                   |                             |    |           |    |            |    |           |    |  |  |
|                                                        |                   |                             |    |           |    |            |    |           |    |  |  |
|                                                        |                   |                             |    |           |    |            |    |           |    |  |  |
|                                                        |                   |                             |    |           |    |            |    |           |    |  |  |
|                                                        |                   |                             |    |           |    |            |    |           |    |  |  |
|                                                        |                   |                             |    |           |    |            |    |           |    |  |  |
|                                                        |                   |                             |    |           |    |            |    |           |    |  |  |

Рисунок 4.7. Матрица, рассчитанная методом непрерывного освоения фронтом

*Метод непрерывного освоения фронтов (МНОФ)* характерен беспрерывной работой по фронтам, это необходимо в том случае, если нужно вводить фронты в эксплуатацию как можно раньше, не дожидаясь окончания строительства всего объекта в целом. Но, при данном способе, увеличиваются простои в работе бригад на смежных фронтах, что является существенным недостатком при сдельной форме оплаты труда рабочих.

#### 4.2.4. Параллельно-поточный метод организации строительства

*Параллельно-поточный метод организации (ППМ)* работ наиболее прогрессивный и современный, характерен привлечением дополнительных бригад на максимально загруженные фронты с целью создания беспрерывной работы рабочих по фронтам. Данный метод подходит для организаций, обладающих большой производственной мощностью в виде дополнительных трудовых ресурсов, материальных ресурсов в виде техники, машин и механизмов. В качестве основного недостатка данного метода можно выделить увеличение количества трудовых ресурсов на объекте в единицу времени, что приводит к увеличению площадей временных бытовых помещений на строительной площадке, а так же к увеличению объема других материальных затрат, связанных с увеличением количества рабочих на объекте (см.рис.4.8.).

| ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОТОЧНЫЙ МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ, ППМ |     |                                                 |             |             |             |             |            |            |    |
|---------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|----|
| ОФР                                         |     | Частные потоки, продолжительности и сроки работ |             |             |             |             |            |            |    |
|                                             |     | ЗЕМЛ.РАБ                                        | ПОДЗЕМ.Ц.-1 | ПОДЗЕМ.Ц.-2 | НАДЗЕМ.Ц.-1 | НАДЗЕМ.Ц.-2 | ОТД.РАБ.-1 | ОТД.РАБ.-2 |    |
| Частный фронт работы                        | I   | 0                                               | 3           | 3           | 9           |             |            |            |    |
|                                             |     |                                                 | 3           |             | 6           |             |            | 12         | 15 |
|                                             | II  | 3                                               | 5           |             |             |             |            |            |    |
|                                             |     |                                                 | 2           |             |             |             |            |            |    |
|                                             | III | 5                                               | 9           | 9           | 13          |             |            |            |    |
|                                             |     |                                                 | 4           |             | 4           |             |            | 15         | 18 |
|                                             | IV  | 9                                               | 11          |             |             |             |            |            |    |
|                                             |     |                                                 | 2           |             |             |             |            |            |    |

Рисунок 4.8. Матрица, рассчитанная параллельно-поточным методом

### ***Основные выводы по методам организации работ.***

Выбор метода организации строительного производства зависит от конкретных условий, задач, поставленных главными участниками строительства – инвестором, застройщиком, заказчиком.

Если, например, бригады рабочих должны максимально быстро выполнить свой объем работ на данном объекте и перейти на другой объект, то необходимо планировать строительство по методу с непрерывным использованием ресурсов.

Если есть необходимость сдавать каждый объект в эксплуатацию по отдельности в предельно сжатые сроки, то необходимо организовать строительный процесс по методу непрерывного освоения фронтов работ.

Если же необходимо как можно быстрее сдать весь комплекс объектов в эксплуатацию целиком, то необходимо применить метод критического пути, а при больших фронтальных растяжениях и наличии дополнительных бригад – параллельно-поточный метод.

Чтобы выбрать оптимальный метод организации работ необходимо учитывать требования, предъявляемые заказчиком строительства, условия работы лица, осуществляющего ведение строительных работ, рекомендации начальника участка, главного инженера и производителя работ. Рекомендуется производить предварительные расчеты продолжительности возведения объекта различными методами, анализировать полученные результаты (см.табл.4.1., рис. 4.9.) по общей продолжительности, растяжениям ресурсных и фронтальных связей, по общему количеству простоев, по продолжительности освоения фронтов и по времени нахождения бригад на рабочих местах, по экономической целесообразности, по оптимальности использования материально-технических ресурсов.

### 4.3. Сравнение поточных методов организации работ

В результате проведенных расчетов, при строительстве четырех объектов, с неизменяемыми временными параметрами, наиболее прогрессивным методом является параллельно-поточный метод организации работ, при котором выявлена минимальная продолжительность строительства (на 17% меньше МКП), минимальное количество суммарных простоев по бригадам рабочих и по фронтам работ (на 31% меньше МКП), минимальная продолжительность освоения фронтов работ (на 13-42% меньше МКП) и в большинстве случаев минимальная продолжительность работы бригад (на 33-45% меньше МКП).

Таблица 4.1

Сравнение поточных методов организации

| Расчетные параметры                |            | Метод организации работ |      |      |     |
|------------------------------------|------------|-------------------------|------|------|-----|
|                                    |            | МКП                     | МНИР | МНОФ | ППМ |
| Продолжительность строительства    |            | 23                      | 25   | 27   | 19  |
| Растяжение ресурсных связей        |            | 4                       | 0    | 24   | 11  |
| Растяжение фронтальных связей      |            | 12                      | 23   | 0    | 0   |
| Общее количество простоев          |            | 16                      | 23   | 24   | 11  |
| Продолжительность освоения фронтов | I          | 15                      | 18   | 15   | 15  |
|                                    | II         | 14                      | 17   | 8    | 8   |
|                                    | III        | 15                      | 18   | 13   | 13  |
|                                    | IV         | 14                      | 16   | 10   | 10  |
| Продолжительность работы бригад    | Земл.раб.  | 11                      | 11   | 15   | 11  |
|                                    | Подзем.ц.  | 16                      | 16   | 8    | 10  |
|                                    |            |                         |      |      | 10  |
|                                    | Надзем.ц.  | 12                      | 9    | 13   | 8   |
|                                    |            |                         |      |      | 2   |
|                                    | Отдел.раб. | 11                      | 10   | 10   | 6   |
|                                    |            |                         |      |      | 10  |
|                                    |            |                         |      |      |     |

При невозможном использовании параллельно-поточного метода, в случае, когда нет возможности заключать договора с дополнительными бригадами рабочих, наиболее выгодным можно считать метод критического пути, имеющий, по сравнению с МНИР и МНОФ минимальную продолжительность строительства (на 8-14% меньше МНИР-МНОФ), минимальное количество суммарных простоев по бригадам рабочих и по фронтам работ (на 30-33% меньше МНИР-МНОФ).

В случае, когда перед строительной организацией стоит первоочередная задача, - скорейшее введение отдельных фронтов в эксплуатацию, и при отсутствии возможности заключать договора с дополнительными бри-

годами рабочих, наиболее приемлемым является метод непрерывного освоения фронтов (на 13-52% меньше МКП-МНИР).

В случае, когда работа бригад оценивается по сдельной форме оплаты труда, когда рабочие работают на удаленных, труднодоступных территориях, в сложных климатических условиях, в том числе и вахтовым методом, при отсутствии возможности заключать договора с дополнительными бригадами рабочих, наиболее приемлемым является метод непрерывного использования ресурсов (на 9-30% меньше МКП-МНОФ).

В силу вышеперечисленных условий организации строительного производства, служба заказчика либо строительная организация, осуществляющая ведение строительных работ, самостоятельно выбирает наиболее приемлемый и отвечающий ее требованиям метод организации строительных работ.

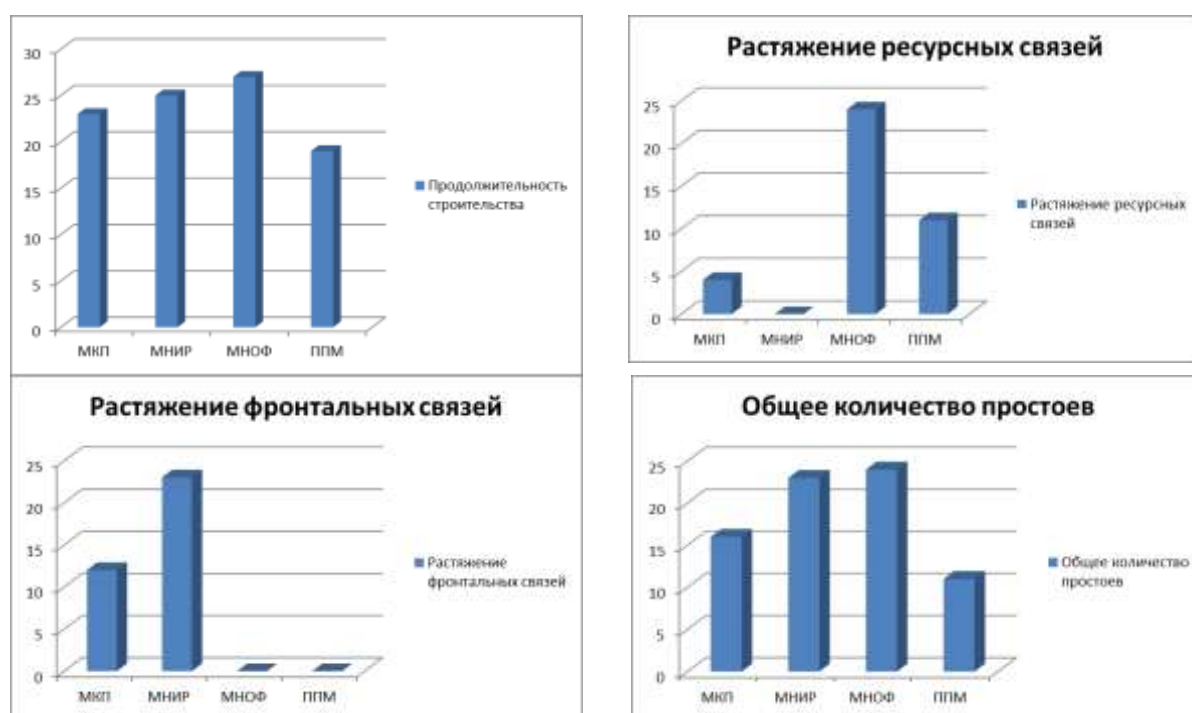


Рисунок 4.9. Графическое отображение результатов расчета матриц методами поточной организации строительства

### Вопросы для самоконтроля по главе 4

1. Дайте определение понятия «Методы организации работ».
2. Перечислите линейные методы организации работ.
3. Дайте определение понятий «Последовательный метод организации работ», «Параллельный метод организации работ».
4. При каком методе организации работ получается максимальная и минимальная длительность? Почему?
5. При каком методе организации работ наблюдается максимальное и минимальное использование материально-технических ресурсов? Почему?

6. Произведите сравнение последовательного и параллельного методов организации работ по продолжительности, по материально-техническому оснащению.

7. При каких условиях применяются последовательные и параллельные методы организации в «чистом виде»?

8. Какие характерные черты присутствуют у поточного метода?

9. В чем преимущество работы поточным методом по сравнению с последовательным и параллельным методами?

10. Дайте определение понятия «Метод критического пути».

11. Приведите «правило» характерное для расчета метода критического пути.

12. Каков порядок расчета матрицы методом критического пути?

13. Что означает понятие «критический путь»?

14. Имеют ли работы критического пути резервы времени?

15. Что означают понятия «растяжение ресурсных связей», «растяжение фронтальных связей»?

16. Дайте определение понятия «Метод непрерывного использования ресурсов».

17. В каких случаях целесообразно применять метод непрерывного использования ресурсов?

18. При какой форме оплаты труда необходимо применять метод непрерывного использования ресурсов?

19. Дайте определение понятия «Метод непрерывного освоения фронтов».

20. При каких условиях производства работ целесообразнее применять метод непрерывного освоения фронтов?

21. Дайте определение понятия «Параллельно-поточный метод организации работ».

22. Наличие каких ресурсов должно быть у строительной организации-застройщика для выполнения работ параллельно-поточным методом?

23. Какие преимущества и недостатки можно выделить у параллельно-поточных методов?

24. Какой из методов организации строительства наиболее выгоден по результатам расчета? Почему?

25. Перечислите в каких случаях целесообразнее применение того или иного метода организации работ.

26. Произведите сравнительный анализ поточных методов организации работ, используя таблицу 4.1. и рисунок 4.9.

## ГЛАВА 5. СЕТЕВОЙ ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

### 5.1. Параметры сетевого графика

Наиболее распространенный тип сетевого графика работ представляет систему кружков и соединяющих их направленных отрезков (стрелок), где *стрелки* отображают «работы» (длина стрелки равна  $t_{ij}$ ), а *кружки* на их концах «события» - *начало* или *окончание* этих работ (ранние и поздние параметры) (см.рис.5.1.).

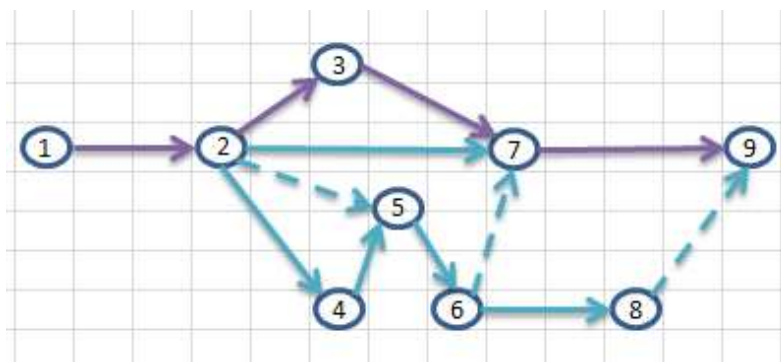


Рис. 5.1. Сетевая модель

**Событие** – это факт начала или окончания какой либо работы. Одно событие может быть окончанием предшествующего и началом последующего вида работ. Сетевой график при всех методах организации работ, за исключением параллельно-поточного, имеет одно начальное и одно конечное событие. При параллельно-поточном методе допускается несколько начал и окончаний, в зависимости от количества дополнительных бригад.

**Работа** – это процесс требующий затрат времени, материальных, трудовых, финансовых ресурсов. Продолжительность работы -  $t_{ij}$  – определяет длину стрелки. Над стрелкой необходимо подписывать наименование работы с указанием фронта работ. Под стрелкой записываются данные о продолжительности работы в днях и о составе комплексной бригады в чел.

В графике могут использоваться пунктирные стрелки - это так называемые «*Зависимости*» (фиктивные работы), не требующие ни времени, ни ресурсов. Они указывают на то, что «событие», на которое направлена пунктирная стрелка, может происходить только после свершения события, из которого исходит эта стрелка.

В сетевом графике не должно быть тупиковых участков, каждое событие должно соединяться сплошной или пунктирной стрелкой (или стрелками) с каким-либо предшествующим (одним или несколькими) и последующим (одним или несколькими) событиями (см.рис.5.2.).

Нумерация событий производится в той последовательности, в какой они будут происходить. Начальное событие располагается с левой стороны графика, конечное — с правой.

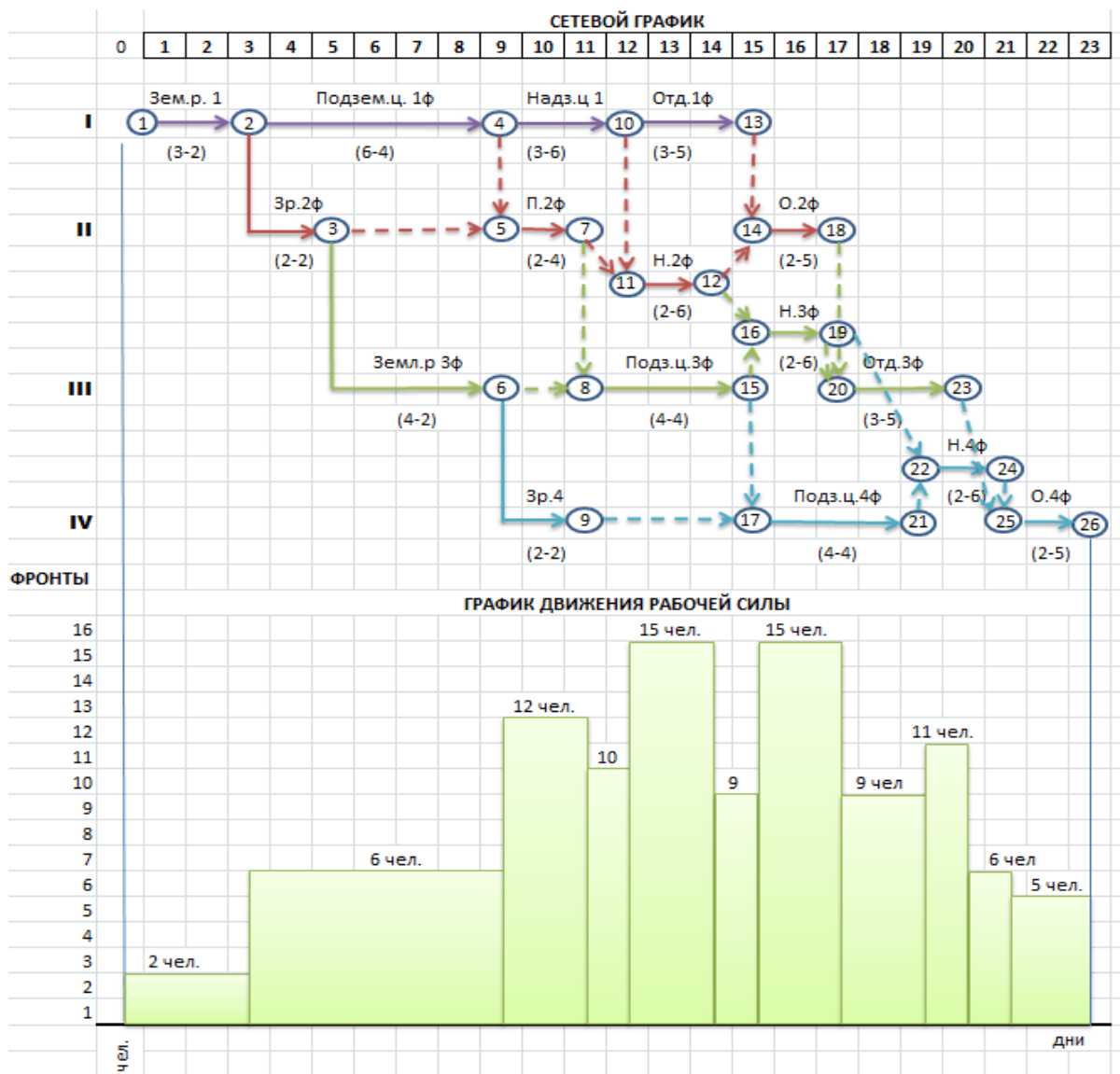


Рисунок 5.2. Сетевой график, построенный по методу критического пути, и график движения рабочей силы

Последовательность стрелок, в которой начало каждой последующей стрелки совпадает с концом предыдущей, является **путем**. Путь обозначается в виде последовательности номеров событий.

В сетевом графике между начальным и конечным событиями может быть несколько путей. Путь, имеющий наибольшую продолжительность, называется **критическим**. **Критический путь определяет общую продолжительность работ**. Все остальные пути имеют меньшую продолжительность, и поэтому в них выполняемые работы имеют резервы времени.

Критический путь обозначается на сетевом графике утолщенными или двойными линиями (стрелками).

При составлении сетевого графика также важны понятия:

**Общий (полный) резерв**  $R_{ij}$  - это наибольшее время, на которое можно задержать выполнение данной работы, не увеличивая общую продол-

жительность работ. Он определяется разностью между поздним и ранним началом (или поздним и ранним окончанием - что то же самое).

**Частный (свободный) резерв**  $r_{ij}$  - это наибольшее время, на которое можно задержать выполнение данной работы, не меняя раннего начала последующей. Этот резерв возможен только тогда, когда в событие входят две или более работы (зависимости), т.е. на него направлены две или более стрелки (сплошные или пунктирные). Тогда лишь у одной из этих работ раннее окончание будет совпадать с ранним началом последующей работы, для остальных же это будут разные значения. Эта разница у каждой работы и будет ее частным резервом.

После построения сетевого графика строят графики потребности в рабочей силе по всем профессиям, по основным профессиям, графики потребности в основных строительных машинах, в основных строительных материалах.

## 5.2. Правила построения сетевого графика

Основные правила, которых следует придерживаться при проектировании сетевого графика:

1) Согласно расчетной матрице вычерчивается Календарная шкала времени, равная по продолжительности раннему/позднему окончанию выполнения работ.

2) Сетевой график должен иметь только одно исходное и одно завершающее событие. Исключением является сетевой график, построенный по матрице с параллельно-поточным методом организации работ. В ППМ допускается несколько конечных событий, в случае применения нескольких бригад рабочих на последней укрупненной работе.

3) Событие, являющееся ранним/поздним началом самой первой работы, должно быть установлено по границе первого рабочего дня (посередине между «нулевым» и «первым» рабочими днями).

4) Остальные события, независимо от того, являются они началом или окончанием всех последующих работ необходимо устанавливать строго в тот день, который получен по расчетной матрице (раннее/позднее окончание и раннее/позднее начало).

5) Направление стрелок (работ) в сетевом графике должно быть строго слева направо.

6) Традиционно «работы» изображаются прямыми горизонтальными стрелками.

7) Работы критического пути изображаются двойной стрелкой, или должны быть выделены по толщине или цветом.

8) Сетевой график не должен иметь «хвостов», «тупиков» и циклов.

9) Вначале в график заносятся все работы, относящиеся к первому фронту, так как в данном фронте начало последующих работ будет зависеть только от «одной» предшествующей работы на данном фронте. То есть работы будут выполняться «последовательно».

10) Начало работы на втором фронте будет зависеть от окончания выполнения работ нулевого цикла на первом фронте. Переход с первого на второй фронт осуществляется прямой вертикальной линией. Под углом 90 градусов к ней начинается выполнение «нулевых работ» на втором фронте, без каких либо промежуточных событий.

11) Начало «надземного цикла» зависит от окончания «нулевого» на данном фронте и от окончания «надземного» на предыдущем фронте, так как работает одна и та же бригада рабочих. Поэтому здесь возможно два варианта:

а. Начало «надземного цикла» запаздывает по отношению к «нулевому» на данном фронте из-за длительного выполнения данной работы (каменщиками) на первом фронте, отсюда, между «нулевым» и «надземным» возникает *«простой по фронту»*.

б. Начало «надземного цикла» совпадает с окончанием «нулевого». Но так как начало данной работы зависит от окончания «двух» предшествующих работ, то необходимо вводить *«фиктивное событие»*, которое будет являться началом данной работы и к нему привести две «зависимости» от предшествующих работ.

12) Исключением является параллельно-поточный метод, в случае назначения на каждый вид строительных работ по дополнительной бригаде, работы на двух первых фронтах будут выполняться параллельно, при этом зависимость будет между работами первого и третьего фронтов и второго и четвертого. Либо по-другому, в зависимости от организационных решений, принимаемых при расчете матрицы с параллельно-поточным методом организации работ.

13) Фиктивные события обязательно должны быть указаны в сетевом графике, местоположение данного события может быть «выше» или «ниже», но не должно выходить за пределы расчетного дня начала последующей работы.

14) Последующие работы выполняются с учетом вышеперечисленных правил.

15) «Зависимости» обозначаются штриховыми стрелками и могут иметь любое положение на графике слева направо.

16) После построения Сетевого графика события нумеруются. Нумерация должна быть строго в той последовательности, в какой возникают данные события во времени.

17) После нумерации каждый процесс на сетевом графике получает свой код или шифр. Шифрование работ необходимо для *табличного метода расчета сетевого графика*.

18) Расчет параметров сетевого графика можно производить графическим методом, табличным методом или используя для этого матричный расчет.

19) При расчете параметров сетевого графика графическим методом событие по диагонали разбивают на четыре сектора, в верхней части указывают номер события, в левом боковом секторе – раннее начало работы, в правом боковом секторе – позднее окончание работ. Пример расчета графическим методом представлен в [9].

20) При расчете параметров сетевого графика табличным методом заполняется специальная форма таблицы, в столбцах которой производится расчет ранних, поздних параметров, а так же расчет частных и общих резервов. Пример расчета табличным методом представлен в [9].

21) После построения сетевого графика, строят График движения рабочей силы, График поставки материалов, График потребности в машинах и механизмах и т.д.

22) В ходе анализа графика движения рабочей силы и расчета коэффициентов неравномерности использования рабочих и неравномерности распределения трудоемкости работ принимают решение о виде и форме корректировки сетевого графика.

23) Окончательно пересматривают организационную схему работ с учетом принятых решений об оптимизации и проектируют *сетевой график после корректировки*.

### **5.3. Корректировка сетевого графика**

Корректировка сетевых графиков производится как на этапе их составления, так и использования. Она состоит в оптимизации строительных работ по времени и по ресурсам (в частности по движению рабочей силы). Если, например, сетевой график не обеспечивает выполнения работ в необходимые сроки (нормативные или установленные контрактом) производится *его корректировка по времени*, т.е. сокращается продолжительность критического пути. Обычно это делается:

- за счет резервов времени не критических работ и соответствующего перераспределения ресурсов;
- за счет привлечения дополнительных ресурсов;
- за счет изменения организационно - технологической последовательности и взаимосвязи работ.

#### **5.3.1. Корректировка сетевого графика по времени**

Продолжительность освоения фронтов работ напрямую зависит от выбора организационной схемы производства работ, а так же от правильной организации труда рабочими ресурсами. Увеличение продолжительности строительства всего объекта целиком может возникнуть из-за продолжительных простоев по бригадам рабочих и по фронтам.

Корректировка за счет резервов времени применяется с целью уменьшения количества простоев у бригад и фронтов работ.

Для начала определяют количество простоев по бригадам рабочих и по фронтам. В данном примере простои по фронтам отсутствуют, а суммарное количество простоев по бригадам составляет 11 дней (см.рис.5.3.).

| ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОТОЧНЫЙ МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ, ППМ |    |                                                 |   |            |   |            |    |            |    |            |    |                    |           |  |           |    |   |
|---------------------------------------------|----|-------------------------------------------------|---|------------|---|------------|----|------------|----|------------|----|--------------------|-----------|--|-----------|----|---|
| ОФР                                         |    | Частные потоки, продолжительности и сроки работ |   |            |   |            |    |            |    |            |    | Простои по фронтам |           |  |           |    |   |
|                                             |    | ЗЕМЛ РАБ                                        |   | ПОДЗЕМ Ц-1 |   | ПОДЗЕМ Ц-2 |    | НАДЗЕМ Ц-1 |    | НАДЗЕМ Ц-2 |    |                    | ОТД РАБ-1 |  | ОТД РАБ-2 |    |   |
| Частный фронт работы                        | I  | 0                                               | 3 | 3          | 9 |            |    | 9          | 12 |            |    | 12                 | 15        |  |           | 0  |   |
|                                             |    |                                                 | 3 |            | 6 |            |    |            | 3  |            |    |                    | 3         |  |           |    |   |
|                                             | II | 3                                               |   | 5          |   |            |    | 5          | 7  |            |    | 7                  | 9         |  | 9         | 11 | 0 |
|                                             |    |                                                 | 2 |            |   |            |    |            | 2  |            |    |                    | 2         |  | 2         |    |   |
| III                                         |    | 5                                               |   | 9          | 9 |            | 13 |            |    |            |    | 13                 | 15        |  | 15        | 18 | 0 |
|                                             |    |                                                 | 4 |            |   | 4          |    |            | 2  |            |    |                    | 3         |  |           |    |   |
| IV                                          |    | 9                                               |   | 11         |   |            |    | 11         | 15 | 15         | 17 |                    |           |  | 17        | 19 | 0 |
|                                             |    |                                                 | 2 |            |   |            |    | 4          | 2  |            |    |                    |           |  | 2         |    |   |
| Простои по бригадам                         |    |                                                 | 0 |            | 0 |            |    | 4          | 1  |            | 0  |                    | 0         |  | 6         |    |   |

Рис. 5.3. Определение простоев по бригадам рабочих и по фронтам при расчете матрицы параллельно-поточным методом

### Корректировка по времени бригад (ППМ МНИР)

Для максимально полной корректировки сетевого графика по времени работы бригад можно применить параллельно-поточный метод организации работ с элементами метода непрерывного использования ресурсов, результат приведенных расчетов представлен на рис.5.4.

| ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОТОЧНЫЙ МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ, ППМ МНИР |    |                                                 |    |            |    |            |    |            |    |            |    |           |    |                    |           |   |
|--------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|-----------|----|--------------------|-----------|---|
| ОФР                                              |    | Частные потоки, продолжительности и сроки работ |    |            |    |            |    |            |    |            |    |           |    | Простои по фронтам |           |   |
|                                                  |    | ЗЕМЛ.РАБ                                        |    | ПОДЗЕМ Ц-1 |    | ПОДЗЕМ Ц-2 |    | НАДЗЕМ Ц-1 |    | НАДЗЕМ Ц-2 |    | ОТД РАБ-1 |    |                    | ОТД РАБ-2 |   |
| Частный фронт работы                             | I  | 0                                               | 3  | 3          | 9  |            |    | 10         | 13 |            |    | 13        | 18 |                    |           | 1 |
|                                                  |    |                                                 | 3  |            | 6  |            |    |            | 3  |            |    |           | 3  |                    |           |   |
|                                                  | II | 3                                               | 5  |            |    | 9          | 11 |            |    | 11         | 13 |           |    | 15                 | 17        | 6 |
|                                                  |    |                                                 | 2  |            |    |            | 2  |            |    |            | 2  |           |    |                    | 2         |   |
| III                                              |    | 5                                               | 9  | 9          | 13 |            |    | 13         | 15 |            |    | 16        | 19 |                    |           | 1 |
|                                                  |    |                                                 | 4  |            | 4  |            |    |            | 2  |            |    |           | 3  |                    |           |   |
| IV                                               |    | 9                                               | 11 |            |    | 11         | 15 | 15         | 17 |            |    |           |    | 17                 | 19        | 0 |
|                                                  |    |                                                 | 2  |            |    |            | 4  |            | 2  |            |    |           |    |                    | 2         |   |
| Простои по бригадам                              |    |                                                 | 0  |            | 0  |            |    | 0          | 0  |            |    | 0         |    | 0                  |           |   |

Рисунок 5.4. Корректировка по времени бригад

**Анализ проведенных мероприятий.** При проведении корректировки по времени бригад продолжительность строительства объекта в целом не увеличилась, простои по бригадам ликвидированы, но появились растяжения фронтальных связей, что увеличивает продолжительность строительства отдельных фронтов и отодвигает срок ввода фронтов в эксплуатацию.

### Корректировка по времени фронтов (ППМ МНОФ)

С учетом неэффективного предыдущего метода корректировки сетевого графика применим параллельно-поточный метод организации работ с элементами метода непрерывного освоения фронтов, результат приведенных расчетов представлен на рис.5.5.

| ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОТОЧНЫЙ МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ, ППМ МНОФ |     |                                                 |            |            |            |            |           |           |                    |
|--------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|--------------------|
| ОФР                                              |     | Частные потоки, продолжительности и сроки работ |            |            |            |            |           |           | Простои по фронтам |
|                                                  |     | ЗЕМЛ РАБ                                        | ПОДЗЕМ Ц-1 | ПОДЗЕМ Ц-2 | НАДЗЕМ Ц-1 | НАДЗЕМ Ц-2 | ОТД РАБ-1 | ОТД РАБ-2 |                    |
| Частный фронт работы                             | I   | 0 3                                             | 3 9        |            | 9 12       |            | 12 15     |           | 0                  |
|                                                  | II  | 3 5                                             |            | 5 7        |            | 7 9        |           | 9 11      | 0                  |
|                                                  | III | 5 9                                             | 9 13       |            | 13 15      |            | 15 18     |           | 0                  |
|                                                  | IV  | 9 11                                            |            | 11 15      | 15 17      |            |           | 17 19     | 0                  |
| Простои по бригадам                              |     | 0                                               | 0          | 4          | 1          | 0          | 0         | 6         |                    |

Рис. 5.5. Корректировка по времени фронтов

**Анализ проведенных мероприятий.** В конкретном данном примере в корректировке по времени фронтов необходимости не было, та как в параллельно-поточном методе простоев по фронтам выявлено не было. Как правило, данный вид корректировки приводит к уменьшению резервов времени по фронтам, но при этом ведет увеличению общей продолжительности, и растяжению ресурсных связей.

### Корректировка с распределением объема работ по бригадам

Данный метод организации работ предполагает наличие двух (и более) бригад, работающих в организации на постоянной основе (см.рис.5.6.).

| ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОТОЧНЫЙ МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ, ППМ<br>с равнозначным распределением объема работ |     |                                                 |    |            |    |            |    |            |     |            |     |                    |           |     |           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------|----|------------|----|------------|----|------------|-----|------------|-----|--------------------|-----------|-----|-----------|-----|
| ОФР                                                                                       |     | Частные потоки, продолжительности и сроки работ |    |            |    |            |    |            |     |            |     | Простои по фронтам |           |     |           |     |
|                                                                                           |     | ЗЕМЛ РАБ                                        |    | ПОДЗЕМ Ц-1 |    | ПОДЗЕМ Ц-2 |    | НАДЗЕМ Ц-1 |     | НАДЗЕМ Ц-2 |     |                    | ОТД РАБ-1 |     | ОТД РАБ-2 |     |
| Частный фронт работы                                                                      | I   | 0                                               | 3  | 3          | 6  | 3          | 6  | 6          | 7,5 | 6          | 7,5 | 7,5                | 9         | 7,5 | 9         | 0/0 |
|                                                                                           |     |                                                 | 3  |            | 3  |            | 3  |            | 1,5 |            | 1,5 |                    | 1,5       |     | 1,5       |     |
|                                                                                           | II  | 3                                               | 5  | 6          | 7  | 6          | 7  | 7,5        | 8,5 | 7,5        | 8,5 | 9                  | 10        | 9   | 10        | 2/1 |
|                                                                                           |     |                                                 | 2  |            | 1  |            | 1  |            | 1   |            | 1   |                    | 1         |     | 1         |     |
|                                                                                           | III | 5                                               | 9  | 9          | 11 | 9          | 11 | 11         | 12  | 11         | 12  | 12                 | 13,5      | 12  | 13,5      | 0/0 |
|                                                                                           |     |                                                 | 4  |            | 2  |            | 2  |            | 1   |            | 1   |                    | 1,5       |     | 1,5       |     |
|                                                                                           | IV  | 9                                               | 11 | 11         | 13 | 11         | 13 | 13         | 14  | 13         | 14  | 14                 | 15        | 14  | 15        | 0/0 |
|                                                                                           |     |                                                 | 2  |            | 2  |            | 2  |            | 1   |            | 1   |                    | 1         |     | 1         |     |
| Простои по бригадам                                                                       |     | 0                                               |    | 2          |    | 2          |    | 3,5        |     | 3,5        |     | 2,5                |           | 2,5 |           |     |

Рисунок 5.6. Корректировка по времени с равнозначным распределением объема работ по смежным бригадам

При данном методе распределение объемов (а соответственно продолжительностей работ) производится между бригадами равномерно.

Но в реальных условиях строительных организаций распределение объемов работ между бригадами может производиться не равномерно в силу различного опыта работающих, их квалификации, навыков и умений. Поэтому в качестве корректировки можно рассмотреть пример неравнозначного распределения работ (см.рис.5.7.).

| ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОТОЧНЫЙ МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ, ППМ<br>с неравнозначным распределением объема работ |     |                                                 |               |               |               |               |              |              |                    |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------------|--|--|--|--|
| СФР                                                                                         |     | Частные потоки, продолжительности и сроки работ |               |               |               |               |              |              |                    |  |  |  |  |
|                                                                                             |     | ЗЕМ. РАБ.                                       | ПОДЗЕМ. Ц. -1 | ПОДЗЕМ. Ц. -2 | НАДЗЕМ. Ц. -1 | НАДЗЕМ. Ц. -2 | ОТД. РАБ. -1 | ОТД. РАБ. -2 | Простои по фронтам |  |  |  |  |
| Частный фронт работы                                                                        | I   | 0 3                                             | 3 7           | 3 5           | 7 9           | 5 6           | 9 10         | 6 8          | 0/1                |  |  |  |  |
|                                                                                             | II  | 3 5                                             | 7 7           | 5 7           | 9 9           | 7 9           | 10 11        | 9 10         | 5/0                |  |  |  |  |
|                                                                                             | III | 5 9                                             | 9 12          | 9 10          | 12 14         | 10 10         | 14 16        | 10 11        | 0/0                |  |  |  |  |
|                                                                                             | IV  | 9 11                                            | 12 13         | 11 14         | 14 15         | 14 15         | 16 16        | 15 17        | 3/0                |  |  |  |  |
| Простои по бригадам                                                                         |     | 0                                               | 2             | 3             | 3             | 6             | 3            | 5            |                    |  |  |  |  |

Рисунок 5.7. Корректировка по времени с неравнозначным распределением объема работ по смежным бригадам

**Анализ проведенных мероприятий.** Данные два способа позволяют уменьшить общую продолжительность работ, лучший результат получился при равнозначном распределении объема работ по смежным бригадам, но, как правило, на строительной площадке смежные бригады не будут одинаковыми по качественному и количественному составу и объем будет разделен неравнозначно. К этим двум вариантам так же можно применить метод непрерывного использования ресурсов и метод непрерывного освоения фронтов.

**Основные выводы по результатам оптимизации сетевого графика по времени.**

Наиболее приемлемым методом сокращения продолжительности строительства комплекса объектов, является применение Параллельно-поточных методов организации работ. Как и традиционные поточные методы, параллельно-поточный метод может быть с элементами метода непрерывного использования ресурсов либо с элементами метода непрерывного освоения фронтов. При этом необходимо проверять полученные продолжительности освоения фронтов на эффективность. Неоспоримым преимуществом в сокращении продолжительности обладает параллельно-поточный метод с распределением объема работ по двум (или нескольким) бригадам. При этом необходимо учитывать профессиональные данные

трудовых ресурсов, т.е. производить распределение равномерно или не равномерно, что зависит от возможностей строительной организации.

### 5.3.2. Корректировка сетевого графика по использованию трудовых ресурсов

Корректировка по трудовым ресурсам направлена на решение следующих задач: сохранить постоянный состав ведущих бригад и обеспечить непрерывность их работы; равномерно распределить рабочую силу; минимизировать количество рабочей силы в пределах имеющихся резервов времени.

Порядок выполнения корректировки:

1. По сетевому графику (см.рис.5.2) составляется график движения рабочей силы по всем профессиям (рис.5.8).

1. Рассчитываются коэффициенты неравномерности использования рабочих ( $K_{н1}$ ) и коэффициент неравномерности распределения трудоемкости работ ( $K_{н2}$ ).

$$K_{н1} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\text{ср}}}; \quad K_{н2} = \frac{Q_0}{Q_n}; \quad Q_{\text{ср}} = \frac{Q_n}{T}; \quad (5.1.-5.3.)$$

где  $Q_{\max}$  - максимальное число рабочих по графику их движения, чел.;

$Q_{\text{ср}}$  - среднее число рабочих по графику их движения, чел.;

$Q_0$  - сумма отклонений расчетной эпюры трудоемкости работ от эпюры трудоемкости, построенной по среднему числу рабочих, чел.дн.;

$Q_n$  - нормативная трудоемкость работ; численно равна площади расчетной эпюры трудоемкости работ, чел.-дн.;

$T$  - расчетная продолжительность работ, дн. по графику движения рабочей силы.

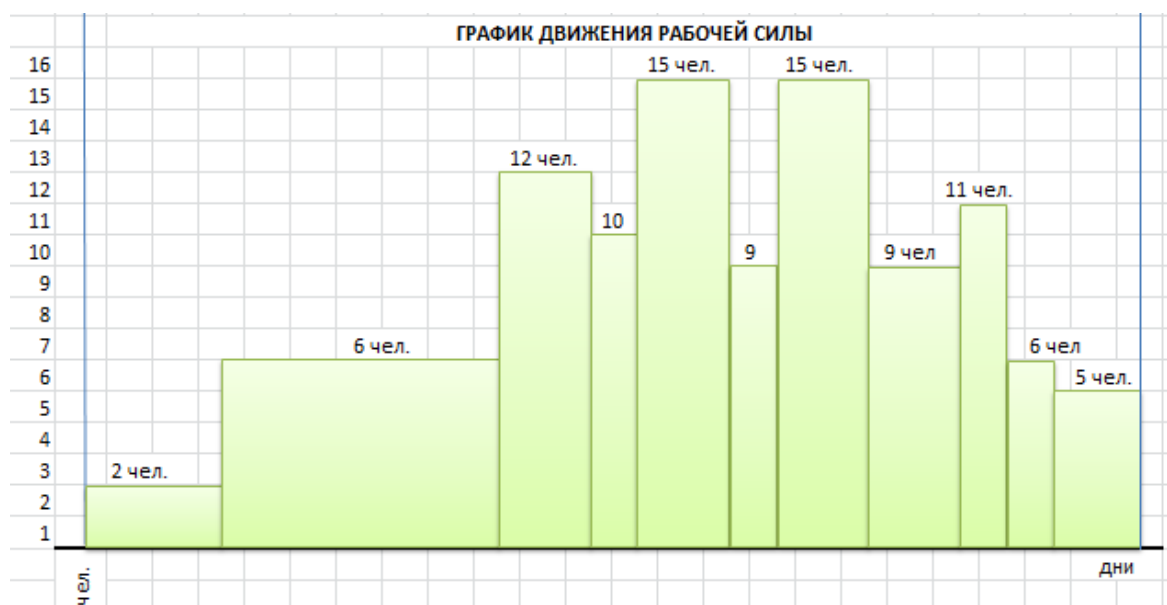


Рисунок 5.8. График движения рабочей силы

*Пример расчета:*

$$Q_n = 2 \times 3 + 6 \times 6 + 12 \times 2 + 10 \times 1 + 15 \times 2 + 9 \times 1 + 15 \times 2 + 9 \times 2 + 11 \times 1 + 6 \times 1 + 5 \times 2 = 190 \text{ чел.дн.}$$

$$Ч_{\text{ср}} = 190/23 = 8,3 \text{ (см.рис.5.9).}$$

$$Ч_{\text{max}} = 15 \text{ человек.}$$

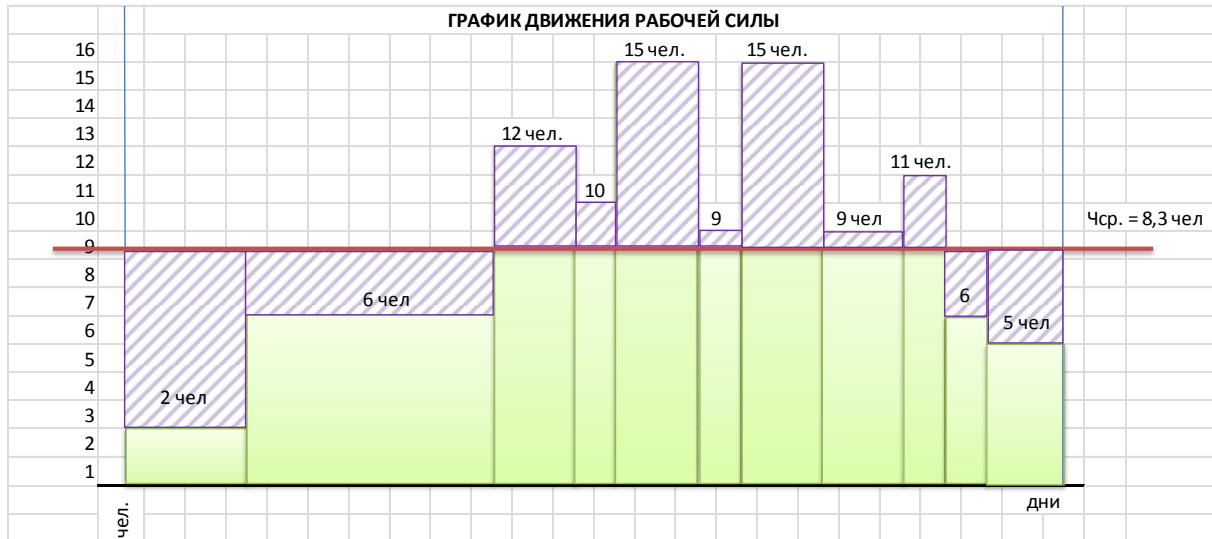


Рисунок 5.9. Среднее число рабочих по графику их движения, чел.

$$K_{n1} = \frac{15}{8,3} = 1,8 \Rightarrow 1$$

*Коэффициент неравномерности использования рабочих должен стремиться к единице. В данном примере, он стремится более к 2, что свидетельствует о необходимости корректировки сетевого графика. Данная корректировка возможна за счет «разгрузки» более загруженных рабочими днями (там, где 15 чел.) в пределах резервов времени бригад.*

$$Q_0 = (8,3-2) \times 3 + (8,3-6) \times 6 + (12-8,3) \times 2 + (10-8,3) \times 1 + (15-8,3) \times 2 + (9-8,3) \times 1 + (15-8,3) \times 2 + (9-8,3) \times 2 + (11-8,3) \times 1 + (8,3-6) \times 1 + (8,3-5) \times 2 = 82,3 \text{ чел.дн.}$$

$$K_{n2} = \frac{82,3}{190} = 0,43 \Rightarrow 0,5$$

*Коэффициент неравномерности распределения трудоемкости работ должен стремиться к 0,5, что свидетельствует о равномерном распределении трудоемкости работ.*

В случае невыполнения данных условий, необходимо произвести корректировку сетевого графика по ресурсам, построить новый график движения рабочей силы и произвести проверку данных коэффициентов.

Корректировку сетевого графика по ресурсам целесообразно производить в пределах работ, не входящих в критический путь. Работы,

не входящие в критический путь имеют резерв времени за счет неравенства  $t_{ij}^{рн} \neq t_{ij}^{пн}$ , разница между  $t_{ij}^{рн} - t_{ij}^{пн}$  означает время, в пределах которого эти работы можно «сдвигать» без увеличения общего срока строительства объекта.

### Вопросы для самоконтроля по главе 5

1. Перечислите параметры сетевого графика.
2. Дайте определение понятию «событие». Приведите примеры.
3. Дайте определение понятию «работа». Приведите примеры.
4. Дайте определение понятию «зависимость», «фиктивное событие». Приведите примеры.
5. В каком случае одно событие может быть «конечным» и «начальным»?
6. Как на сетевом графике обозначается «событие», «работа», «зависимость», «фиктивное событие»?
7. Что означает понятие «критический путь».
8. Какие работы в сетевом графике имеют «резервы времени»?
9. Какие работы в сетевом графике не имеют «резервов времени»?
10. Как критический путь обозначается на сетевом графике?
11. В чем различие между «сетевой моделью» и «сетевым графиком»?
12. Дайте определения понятиям «общий резерв», «частный резерв».
13. Как называется наибольшее время, на которое можно задержать выполнение данной работы, не увеличивая общую продолжительность работ?
14. Как называется наибольшее время, на которое можно задержать выполнение данной работы, не меняя раннего начала последующей?
15. Перечислите основные правила построения сетевых графиков.
16. Почему работы на сетевом графике должны иметь направление слева направо?
17. При каком методе организации работ сетевой график может иметь несколько завершающих событий?
18. Может ли в сетевом графике быть «хвосты» и «тупики»? Что это означает?
19. Как на сетевом графике выделить критический путь?
20. Может ли быть несколько критических путей? Как выбрать верный?
21. В каком случае в сетевую модель вводятся «фиктивные события»?
22. В каком случае на графике появляется «простой по фронту»?
23. Что означают понятия «растяжение ресурсных и фронтальных связей»?
24. Для чего необходимо нумеровать события на сетевом графике?
25. Как должен осуществляться порядок нумерации событий?
26. Какие методы расчета параметров сетевого графика применяются на практике?

27. Для чего составляется «график движения рабочей силы»?
28. Перечислите основные правила построения графика движения рабочей силы.
29. Какие дополнительные графики можно построить используя сетевой график?
30. Для чего необходимо производить оптимизацию сетевого графика?
31. Перечислите критерии оптимизации.
32. Какие методы организации строительства используются в целях уменьшения длительности критического пути?
33. Какие методы организации строительства приводят к увеличению количества трудовых ресурсов?
34. Объясните, в чем заключается суть корректировки сетевого графика по времени.
35. Объясните, в чем заключается суть корректировки сетевого графика по использованию трудовых ресурсов.

## ГЛАВА 6. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОНТАЖНЫХ КРАНОВ

Выбор монтажного крана должен быть увязан со строительным габаритом объекта, т.е. должно быть выдержано расстояние, на которое движущиеся машины и механизмы могут приближаться к объекту, обеспечивая безопасность работающих на возводимом объекте людей, устойчивость крана. Привязку осей монтажного крана следует прорабатывать с использованием указаний, представленных в [9].

Монтажный кран выбирается по следующим техническим характеристикам:

- требуемая высота подъема крюка;
- вылет стрелы крана;
- грузоподъемность крана при этом вылете.

Параметры крана должны удовлетворять требованиям:

1. кран должен установить самую тяжелую конструкцию в ее проектное положение;
2. кран при той же длине стрелы должен установить самую дальнюю конструкцию в ее проектное положение, независимо от ее веса.

Для выбора крана определяют грузоподъемность  $Q_{\max}$ , высоту подъема крюка  $H_k$ , вылет стрелы  $L_k$ .

### 6.1. Расчет требуемых технических параметров башенного крана

Справочная литература:

Бороздин И.Г. «Технико-экономическое обоснование выбора монтажных кранов».

Хамзин С.К. «Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование».

#### **1. Максимальная грузоподъемность крана:**

$$Q_{\max} = P_{\max} + q_{\text{стр}} \quad (6.1.)$$

где  $Q_{\max}$  – максимальная грузоподъемность крана;

$P_{\max}$  – вес самого тяжелого поднимаемого элемента;

$q_{\text{стр}}$  = вес строповочного приспособления (например, строп четырехветевой 4СК-10-4, монтажная масса стропа 0.04т; грузоподъемность стропа  $Q = 5$ т; монтажная высота 2.7 м).

*Например: Вес самого тяжелого элемента (плита покрытия)*  
 $P_{\max} = 1800 \text{ кг.}$

$$Q_{\max} = 1,8 \text{ т} + 0,04 \text{ т} = 1,84 \text{ т}$$

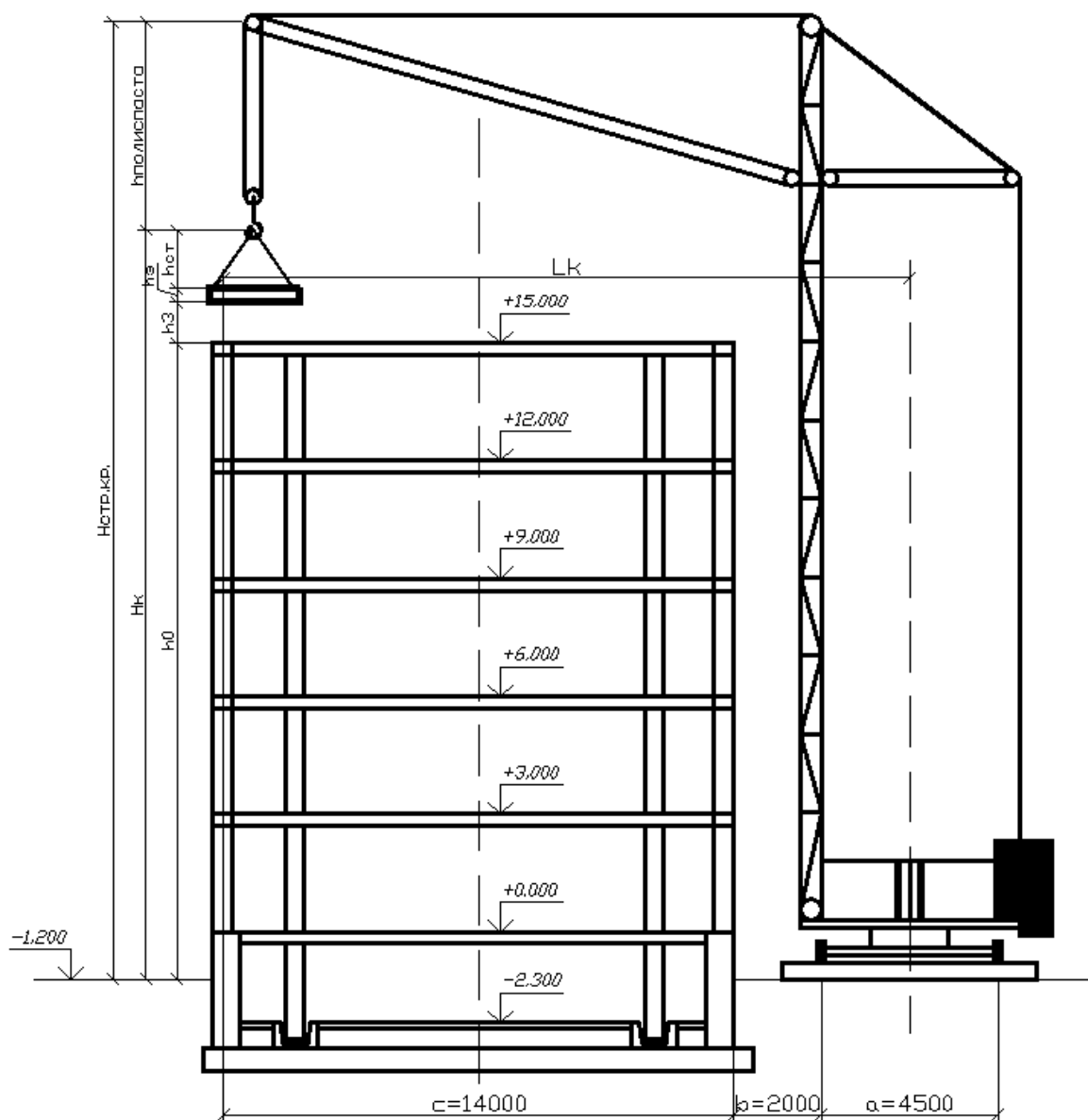


Рис. 6.1. Схема к расчету требуемых технических параметров башенного крана

## 2. Высота подъема крюка крана над уровнем стоянки: (см. рис.6.1.)

$$H_K = h_0 + h_3 + h_э + h_{СТ} \quad (6.2.)$$

где  $h_0$  – превышение монтажного горизонта над уровнем стоянки башенного крана, м;

$h_3$  – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа (не менее 1 м), м;

$h_э$  – высота или толщина монтируемого элемента, м;

$h_{СТ}$  – высота строповки (от верха элемента до крюка крана), м.

**Высота подъема стрелы крана:**

$$H_{стркрана} = H_K + h_{полиспаста} \quad (6.3.)$$

где  $h_{\text{полиспаста}}$  – высота полиспаста. Данная высота является переменной величиной (1,5 – 5 м).

*Например:*  $H_{\text{к}} = 16,2\text{м} + 1\text{м} + 0,22\text{м} + 2,7\text{м} = 20,12\text{м}$ .

$$H_{\text{стркрана}} = 20,12\text{м} + 5\text{м} = 25,12\text{м},$$

## **2. Вылет крюка крана:**

$$L_{\text{к}} = \frac{a}{2} + b + c \quad (6.4.)$$

где  $a$  – ширина подкранового пути, м (принимается в зависимости от габаритов крана - 4,5; 6; 7,5 м);

$b$  – расстояние от оси подкранового рельса до ближайшей выступающей части здания, м (min для ширины подкранового пути 4500÷6000 – 1,5 м, для 7500 – 2,45 м);

$c$  – расстояние от центра тяжести элемента до выступающей части здания со стороны крана, м;

*Например:*  $L_{\text{к}} = \frac{4,5\text{м}}{2} + 2,0\text{м} + 14\text{м} = 18,25\text{м}$

## **6.2. Расчет требуемых технических параметров самоходного стрелового крана**

Справочная литература:

Бороздин И.Г. «Технико-экономическое обоснование выбора монтажных кранов».

Хамзин С.К. «Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование».

### **1. Максимальная грузоподъемность крана:**

$$Q_{\text{мах}} = P_{\text{мах}} + q_{\text{стр}} \quad (6.5.)$$

где  $Q_{\text{мах}}$  – максимальная грузоподъемность крана;

$P_{\text{мах}}$  – вес самого тяжелого элемента;

$q_{\text{стр}}$  = вес строповочного приспособления (строп четырехветвевой 4СК-10-4, монтажная масса стропа 0.04т; грузоподъемность стропа  $Q = 5\text{т}$ ; монтажная высота 2.7 м).

*Например:* Вес самого тяжелого элемента (плита покрытия)  
 $P_{\text{мах}} = 1800\text{ кг}$ .

$$Q_{\text{мах}} = 1,8\text{ т} + 0,04\text{ т} = 1,84\text{ т}$$

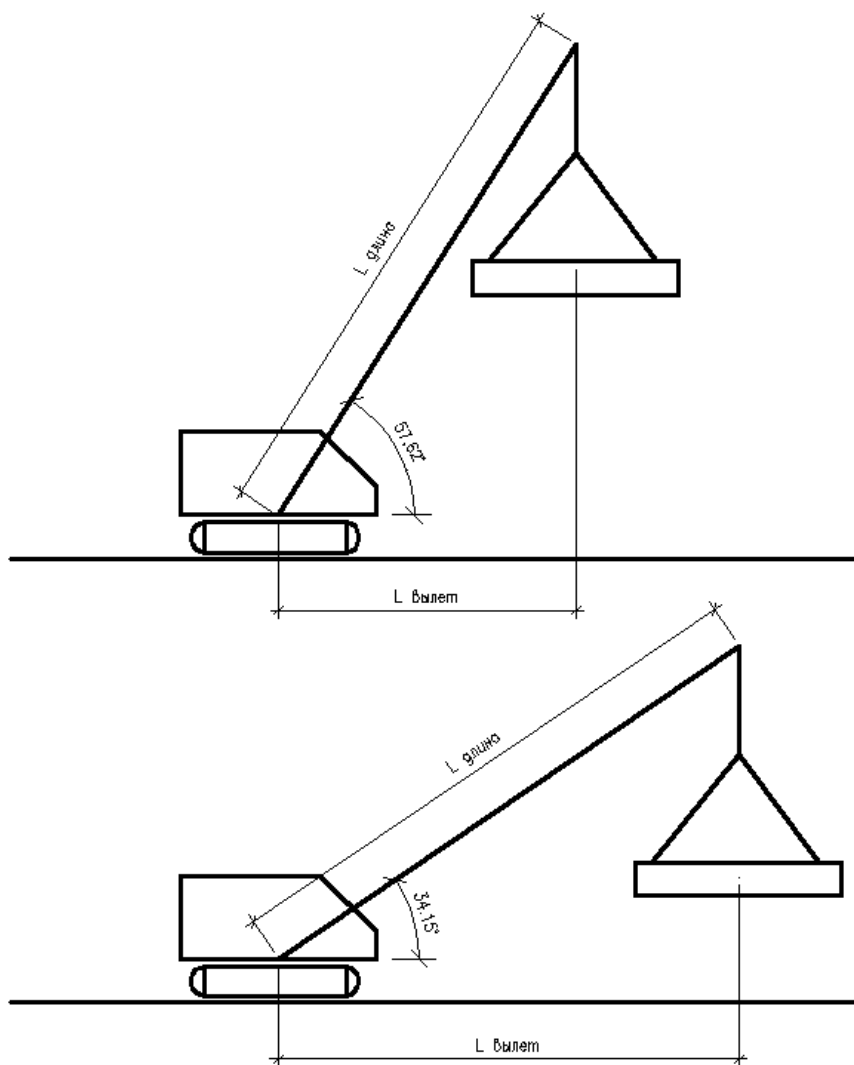


Рис. 6.2. Изменение величины вылета стрелы крана в зависимости от угла поворота стрелы крана

## 2. Высота подъема крюка крана над уровнем стоянки:

$$H_K = h_0 + h_3 + h_{\text{Э}} + h_{\text{СТ}} \quad (6.6.)$$

где  $h_0$  – превышение монтажного горизонта над уровнем стоянки башенного крана, м;

$h_3$  – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа (не менее 1 м), м;

$h_{\text{Э}}$  – высота или толщина монтируемого элемента, м;

$h_{\text{СТ}}$  – высота строповки (от верха элемента до крюка крана), м.

### Высота подъема стрелы крана:

$$H_{\text{стркрана}} = H_K + h_{\text{полиспаста}} \quad (6.7.)$$

где  $h_{\text{полиспаста}}$  – высота полиспаста. Данная высота является переменной величиной (1,5 – 5 м).

Например:  $H_K = 9,5\text{м} + 1\text{м} + 0,22\text{м} + 2,7\text{м} = 13,42\text{ м.}$

$$H_{\text{стркрана}} = 13,42\text{м} + 3\text{м} = 16,42\text{м.}$$

### **3. Вылет крюка крана и длина стрелы определяются расчетным или графическим способом.**

Так как самоходный кран в процессе монтажа различных конструкций изменяет угол наклона стрелы, то, вылет стрелы (проекция стрелы крана), будет изменяться в зависимости от угла поворота стрелы крана (см.рис.6.2).

#### **3.1. Расчетный способ:**

1. Определяют оптимальный угол наклона стрелы крана к горизонту:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2(h_{\text{ст}} + h_n)}{b_1 + 2S}, \quad (6.8.)$$

где  $h_{\text{ст}}$  – высота строповки (2,7 м);

$h_n$  – длина грузового полиспаста крана (3 м);

$b_1$  – ширина здания (12,0 м – расстояние необходимое для монтажа конструкций самоходным краном со всех 4-х сторон здания);

$S$  – расстояние от края элемента до оси стрелы (1,5 м);

$\alpha$  – угол наклона оси стрелы крана к горизонту, град.

Например:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2(2,7 + 3)}{12 + 2 * 1,5} = 0,76 \rightarrow \alpha = 37 \text{ град.}$$

2. Рассчитывают длину стрелы:

$$L_c = \frac{H_K - h_c}{\sin \alpha}, \quad (6.9.)$$

где  $h_c$  – расстояние от оси крепления стрелы до уровня стоянки крана (2,2 м).

Например:

$$L_c = \frac{16,42 - 2,2}{\sin 37} = 23,7\text{м}$$

3. Определяют вылет крюка без гуська:

$$L_k = L_c * \cos \alpha, \quad (6.10.)$$

Например:

$$L_k = 23,7 * \cos 37 = 18,9\text{м}$$

4. Определяют вылет крюка с гуськом:

$$L_k = L_c * \cos \alpha + L_g \cos \beta + d, \quad (6.11.)$$

где  $d$  – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы (1,5 м);

$L_g$  – длина гуська от оси поворота до оси блока (8 м);

$\beta$  – угол наклона гуська к горизонту (30 град).

Например:

$$Lk = 23,7 * \cos 37 + 8 * \cos 30 + 1,5 = 29,16 \text{ м.}$$

### 3.2 Графический способ:

Вылет крюка определяется по формуле:

$$L_{\text{вылет}} = L1 + L2 + L3 \quad (6.12.)$$

где  $L_{\text{вылет}}$  - глубина подачи крюка от оси вращения крана;

$L1$  - расстояние от оси вращения крана до опорного шарнира оси вращения стрелы крана (ориентировочно можно принять равным 3м);

$L2$  - расстояние от оси вращения стрелы крана до границы ближайшей части здания;

$L3$  - расстояние от границы здания до точки подвеса крюка.

Параметры самоходных стреловых кранов, наиболее часто применяемых при монтаже зданий, определяются исходя из следующей схемы (см.рис.6.3.).

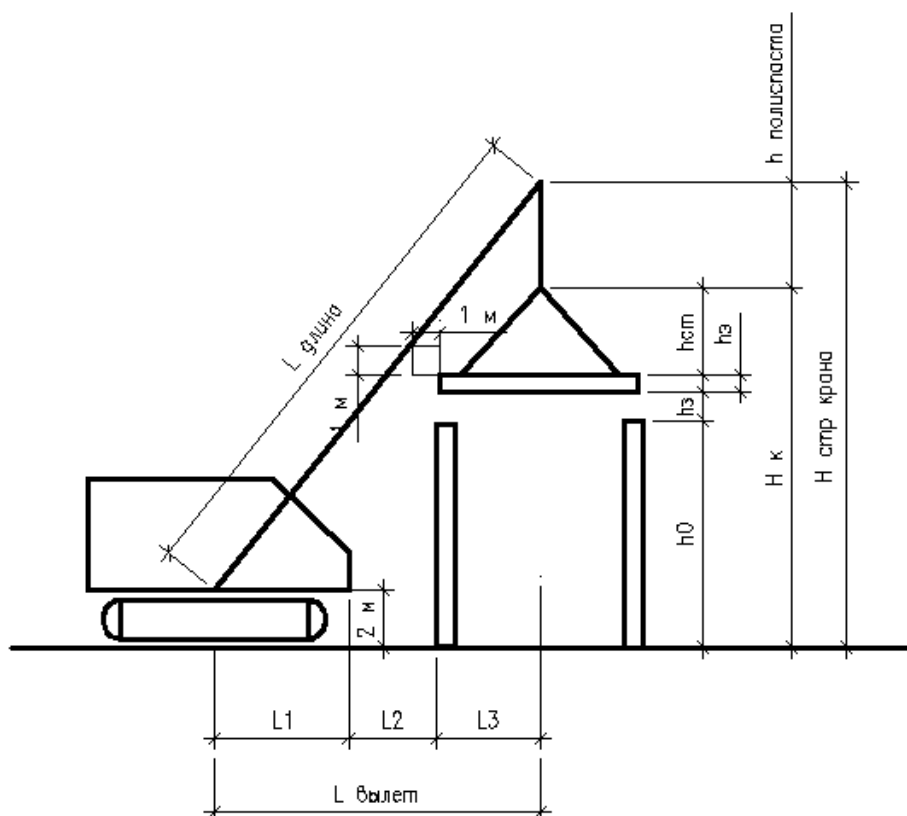


Рис. 6.3. Схема определения технических параметров стрелового крана

Для определения  $L_{\text{вылет}}$  и  $L_{\text{длина}}$  графическим способом необходимо в масштабе вычертить данную схему.

На рисунке 6.4. представлена схема определения неизвестной величины  $L_{\text{вылет}}$  и  $L_{\text{длина}}$  из подобных треугольников.

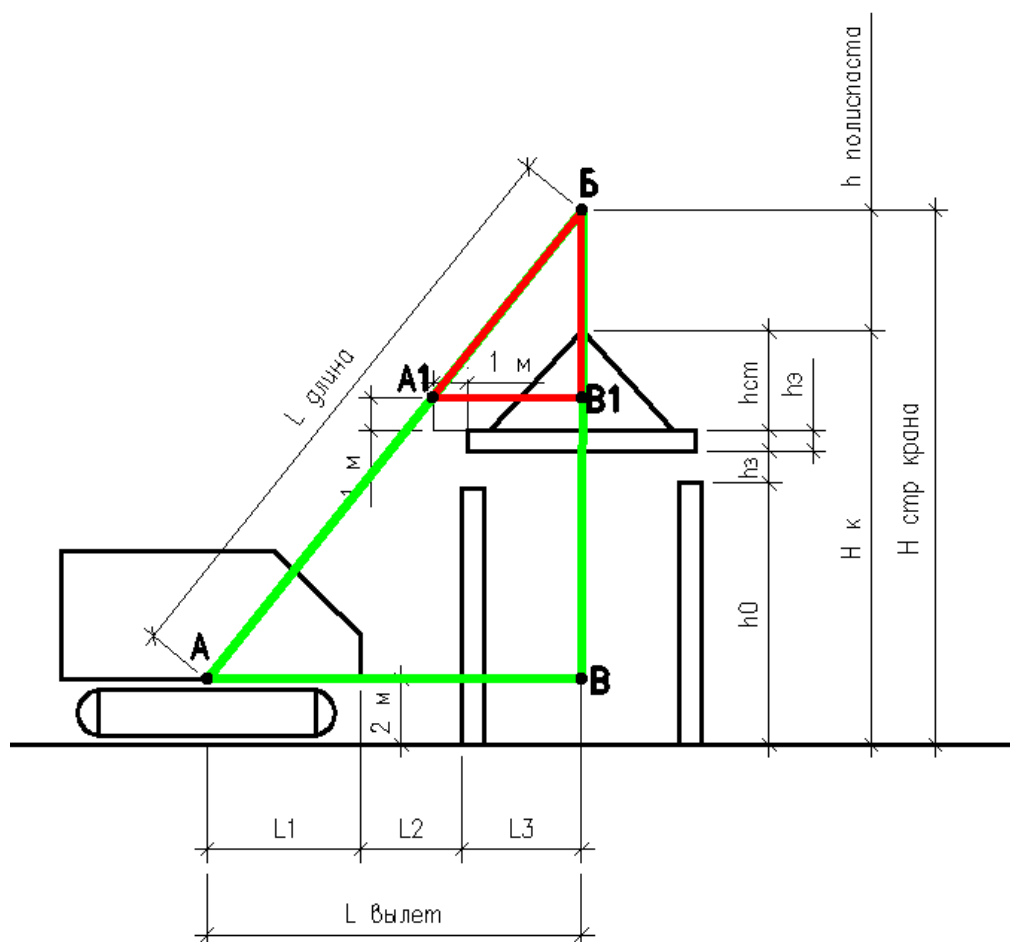


Рис. 6.4. Схема определения  $L_{\text{вылет}}$  и  $L_{\text{длина}}$  из подобных треугольников

Искомые величины находим из подобия треугольников  $\frac{ABB}{A1BV1}$

$$\frac{AB}{A1B} = \frac{AB}{A1B1} = \frac{BB}{BV1} \quad (6.13.)$$

где  $AB = L_{\text{длина}}$  – искомая величина;

$AB = L_{\text{вылет}}$  – искомая величина;

$BB = (H_{\text{стр. кр.}} - 2 \text{ м})$ ;

$BV1 = (h_{\text{полиспаста}} + h_{\text{ст}} - 1 \text{ м})$ ;

$A1B1 = (L3 + 1 \text{ м})$ ;

$L_{\text{вылет}} = AB = \frac{A1B1 \times BB}{BV1}$  – вылет стрелы крана;

$L_{\text{длина}} = AB = \sqrt{(AB^2 + BB^2)}$  – длина стрелы крана.

По найденным вышеперечисленным параметрам **подбирают тип и марки двух монтажных кранов**, с указанием максимальной грузоподъемности  $T$ , вылета стрелы  $m$ , высоты подъема крюка  $m$ . И производят их **технико-экономическое сравнение**, по результатам которого выбирают наиболее экономичный в работе кран.

## Вопросы для самоконтроля по главе 6

1. Какие типы кранов применяются при строительстве зданий и сооружений?
2. Каким типом крана необходимо производить монтаж конструкций многоэтажного здания? Почему?
3. Какой тип крана наиболее часто применяют при монтаже конструкций одноэтажного промышленного здания? Почему?
4. Перечислите виды самоходных кранов.
5. В каких случаях на строительных площадках применяют приставные башенные краны?
6. Какие типы кранов используются для подъема грузов при строительстве уникальных высотных зданий?
7. По каким параметрам определяют уникальность зданий и сооружений?
8. Дайте расшифровку маркам крана: СКГ-40, ДЭК-251, РДК-25, КБ-403.
9. Какие технические характеристики крана необходимо знать, для того, чтобы подобрать тип и марку монтажного крана?
10. Как рассчитать максимальный вес конструкции?
11. Какие конструкции в здании считаются самыми тяжелыми?
12. Какие такелажные приспособления применяются для подъема конструкций?
13. Какие высотные отметки необходимо знать, чтобы рассчитать высоту подъема крюка крана?
14. Что такое «полиспаст»?
15. Что означает понятие «привязка крана»?
16. Опишите, как производится «продольная и поперечная привязка» башенного крана.
17. Какое минимальное расстояние допускается от здания до центра рельса башенного крана?
18. Почему при расчете вылета самоходного крана необходимо учитывать угол наклона стрелы крана?
19. Какими двумя способами можно рассчитать длину стрелы и вылет самоходного крана?
20. Что такое «гусек» крана?
21. Какой метод расчета вылета и длины стрелы самоходного крана дает большую погрешность?
22. Какие виды кранов соответствуют высотным зданиям, индивидуальным зданиям, зданиям промышленного и сельскохозяйственного назначения?
23. Какие параметры включает технико-экономическое сравнение кранов?

## **ГЛАВА 7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА**

### **7.1. Общие принципы проектирования строительных генеральных планов**

**Строительный генеральный план (СГП)** – один из основных документов, регламентирующих организацию строительного производства. СГП - это план строительной площадки, на котором размещены объекты строительства, существующие здания и сооружения, показана расстановка: основных монтажных и грузоподъемных механизмов, временных дорог для завоза строительных материалов, временных зданий и сооружений, временных сетей канализации, водоснабжения и электроснабжения, площадок укрупнительных сборок и других сооружений и приспособлений, возводимых и используемых в период строительства.

Проектирование СГП следует вести на основе следующих принципов:

- строительный генеральный план является частью организационно-технологической документации, может быть разработан в составе ПОС и/или ППР. Строительный генеральный план в составе ППР должен быть увязан с решениями стройгенплана, разрабатываемого в ПОС, с учетом принятых решений о материально-технических и трудовых ресурсах, о назначении, типе и площадях временных административных зданий, с учетом ранее принятых решений по технике безопасности и охране окружающей среды;
- временные административно-бытовые здания, сооружения и установки (кроме мобильных) располагают на свободных от застройки площадях СГП на весь период возведения объекта;
- перевозка грузов на строительной площадке, особенно массовых, крупногабаритных, особо тяжелых, должна осуществляться, как правило, без применения промежуточных погрузочно-разгрузочных работ, целесообразность промежуточных складов необходимо подвергать тщательному анализу;
- СГП должен обеспечивать выполнение нормативных требований по бытовому обслуживанию работающих на строительной площадке, по охране труда, технике безопасности и охране окружающей природной среды;
- затраты на временное строительство должны минимизироваться за счет использования существующих, возводимых, инвентарных зданий и сооружений путем вариантной проработки и технико-экономического анализа применяемых решений.

### **7.2. Порядок проектирования стройгенплана**

Рекомендуется придерживаться следующего порядка проектирования строительного генерального плана:

1) На топографическом плане обозначают границы территории строительства (строительной площадки); указывают направление севера.

2) Проектируют постоянные существующие здания, указывают положение постоянных дорог, проектируя в последующем временные дороги на месте постоянных, показывают постоянные инженерные сети.

3) Указывают местоположение проектируемых зданий; для проектируемого здания указывают размеры в крайних осях, этажность здания.

4) Определяют вид и марку монтажного крана, необходимого для осуществления строительства объекта; производят расчет основных параметров монтажного крана.

5) Проектируют размещение основных монтажных кранов, строительных машин и устройств, необходимых для осуществления строительной деятельности, с указанием стоянок крана при монтаже.

6) Осуществляют продольную и поперечную привязку подкрановых рельсовых путей башенного крана, стоянок самоходного крана. Производят детальную проработку расположения рельсовых путей, с указанием ограждения, шкафа электропитания, тупиков и т.д.

7) Проектируют рабочие и опасные зоны работы кранов, зоны ограничений по повороту стрелы крана, по высоте подъема грузов, по вылету каретки крана с грузом, зоны возможного падения грузов; показывают все условные знаки и сигнальные обозначения.

8) Определяют необходимость в складском обеспечении строительной площадки.

9) Производят расчет площади открытых складских площадок, полужакрытых складов (навесов); закрытых отапливаемых и неотапливаемых складов.

10) В зоне работы крана проектируют открытые площадки складирования, указывают места размещения временных приспособлений для подъема конструкций (СГЗП); проектируют полужакрытые склады (навесы).

11) В зоне работы крана проектируют площадки для укрупненной сборки строительных конструкций и технологического оборудования.

12) Определяют траекторию движения машин, доставляющих грузы на строительную площадку, определяют вид дорожного покрытия, ширину дорог, необходимые радиусы поворота дорог, места разъезда автомобилей, уширения дорог, места стоянок автомобилей под разгрузкой в зоне складирования материалов.

13) Проектируют временные дороги с обоснованием параметров и конструкций дорог; дороги располагают по принципу минимального нахождения грузовой машины в опасной зоне работы крана, планируют места стоянок автомобилей при разгрузке в зоне открытых площадок складирования; указывают все необходимые знаки безопасности и дорожные знаки.

14) Определяют виды временных бытовых помещений, необходимых для нормальной организации строительной площадки, с учетом санитарно-гигиенических норм; определяют конструкцию бытовок и их назначение.

15) Производят расчет необходимой площади временных бытовых помещений исходя из максимального количества рабочих в наиболее загруженную смену.

16) Проектируют временные бытовые помещения за пределами опасной зоны работы крана; указывают все необходимые знаки безопасности; проектируют дорожки для рабочих от временных бытовых помещений к месту производства работ (ко входу в здание, к открытой площадке складирования, к полужакрытым и закрытым складам, к выходу со строительной площадки).

17) Производят расчет необходимых инженерных сетей.

18) Проектируют положение и привязку к существующим инженерным сетям временных сетей электроснабжения с указанием точек подключения к действующим системам; электроснабжение предусматривают для охранного освещения строительной площадки, для рабочего освещения в вечернее и ночное время суток; для освещения временных бытовых помещений и складов; для электропитания кранов и других установок; для временного освещения внутри проектируемого здания; при этом планируют и размещают на СГП временные трансформаторные станции, временные распределительные узлы.

19) Проектируют положение и привязку к существующим инженерным сетям временных сетей водоснабжения и канализации с указанием точек подключения к действующим системам; водоснабжение планируют для временных бытовых помещений, нуждающихся в большом потреблении воды (например, гардеробные с душевой); для пожаротушения (подвод воды к пожарным гидрантам); для технологических нужд строительства; для обмывки колес в местах, расположенных на выезде со строительной площадки.

20) Проектируют временное ограждение строительной площадки, указывают дорожные знаки на въезде и выезде со строительной площадки; указывают местоположение паспорта объекта; указывают основные размеры СГП.

21) Определяют технико-экономические показатели СГП.

Условные обозначения на стройгенплане существующих, проектируемых и временно используемых для нужд строительства, в том числе мобильных зданий, сооружений, установок и устройств принимаются в соответствии со стандартами:

- ГОСТ 21.204 – 93. СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и транспорта.
- ГОСТ 21.205 – 93. СПДС. Условные обозначения элементов санитарно-технических систем.
- ГОСТ 21.206 – 93. СПДС. Условные обозначения трубопроводов.

- ГОСТ 21.501 – 93. СПДС. Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей.
- ГОСТ 21.614 – 88. СПДС. Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах.
- Условные знаки для топографических планов.

Для обозначения элементов СГП, для которых не предусмотрены нормативные обозначения, можно применять свои или воспользоваться обозначениями, предложенными в справочниках или учебниках.

Изображения всех временных зданий, сооружений и коммуникаций следует показывать теми же условными знаками, что и существующие, проектируемые, но снабжать их каким-либо отличительным элементом (штриховка, заливка и т.п.)

Все элементы СГП, используемые для нужд строительства, и, особенно, объекты, возводимые в подготовительный период, должны быть показаны четко, выпукло по сравнению с существующими, запроектированными и возводимыми объектами.

Если строительство ведется в несколько очередей или пусковых комплексов, то это отражается в условных обозначениях. Условные обозначения, отличные от стандартных (нормативных), приводятся на чертеже СГП.

### 7.3. Основные параметры строительных генеральных планов

#### 7.3.1. Приобъектные склады

Приобъектные склады проектируют на СГП для временного хранения строительных материалов, железобетонных, деревянных, металлических конструкций, сыпучих материалов, в том количестве, которое позволяет непрерывно вести строительство объекта сроком не менее пяти рабочих дней. Склады могут быть *открытыми, полузакрытыми и закрытыми*. В условиях повышенной стесненности строительной площадки возможен монтаж «с колес».

**Открытые склады** (складские площадки) являются основным типом приобъектных складов. Они предназначены для хранения материалов, которые не требуют защиты от солнечной радиации и атмосферных воздействий, например кирпича, железобетонных конструкций, бетонных блоков и т.п. Площадь поверхности открытых площадок складирования должна быть рассчитана исходя из потребности строительных материалов на период работы не менее 5 рабочих смен, а так же в зависимости от габаритов складироваемых грузов. Площадки, отведенные под открытые склады, должны иметь насыпное покрытие, преимущественно щебеночное или из тощего бетона, либо быть аналогичными покрытию временных дорог, при этом должен быть организован уклон не более 5° для стока ливневых вод. На открытых складах должно быть предусмот-

рено место для складирования грузозахватных приспособлений (СГЗП), должен быть установлен щит со схемами строповки грузов, в пределах площадки должна быть организована площадка для сбора мусора, имеющая подъезд для вывоза строительного мусора. При большом объеме бетонных работ в пределах или возле открытой площадки проектируются *растворо-бетонные узлы* (РБУ). Все открытые площадки проектируются в пределах рабочей зоны монтажного крана, ко всем площадкам должен обеспечиваться подъезд грузовых машин, осуществляющих доставку грузов. При работе крана с нескольких стоянок открытые площадки складирования проектируются в зоне каждой стоянки, движение крана с грузом запрещено. Открытые площадки складирования проектируют не менее 2,5 м от временных автомобильных дорог.

**Полузакрытые склады** (навесы) применяются для хранения материалов и изделий, которые требуют защиты от прямого воздействия солнца и осадков, например, столярных изделий, рулонных материалов, асбестоцементных листов и др. Полузакрытые склады проектируют с учетом удобного подъезда грузовых автомобилей, в той зоне строительной площадки, с которой будет максимально практично использовать хранящиеся под навесом грузы.

**Закрытые склады** (отапливаемые и не отапливаемые) сооружаются для хранения дорогостоящих или портящихся на открытом воздухе материалов. Отапливаемые закрытые склады применяются для хранения лаков, красок, химикатов и т.п. Неотапливаемые закрытые склады применяются для хранения войлока, фанеры, минеральной ваты и т.п. Закрытые склады проектируют в зоне расположения временных административно-бытовых зданий, с учетом удобного подъезда транспортных средств, привозящих грузы. Закрытые склады, как и другие временные здания, проектируют за пределами опасной зоны работы крана.

**Проектирование складов** рекомендуется вести в следующей последовательности:

- определяют необходимый запас хранимых материалов и конструкций;
- назначают способ хранения (открытый, закрытый, под навесом);
- рассчитывают площади складов по виду материалов и конструкций;
- определяют место складирования на строительной площадке;
- производят размещение материалов и конструкций на открытых складах.

Запас материалов на строительной площадке должен обеспечить бесперебойное снабжение строительных работ. Чем больше запас, тем надежнее гарантируется ритмичность строительства. Однако, объем запаса зависит от уровня затрат на устройство и содержание склада. Поэтому запас на складе должен быть минимальным, но достаточным для обеспечения бесперебойного выполнения работ. Уровень запаса материалов зависит от принятой организации работ (монтаж «с колес» или со склада), места строительства.

Размеры склада и число штабелей на его территории устанавливают с таким расчетом, чтобы создать запас материалов для производства строительно-монтажных работ на объекте в течение 5-7 суток.

При проектировании временных складов руководствуются правилами складирования материалов и конструкций, с учетом их геометрических размеров и положения в пространстве при складировании. Необходимо учитывать, что большинство строительных конструкций складываются в том положении, в котором устанавливаются в проектное положение.

### **7.3.2. Временные мобильные (инвентарные) здания**

Временные здания и сооружения применяются для обеспечения производства строительно-монтажных работ, организации бытового обслуживания строителей и управления строительным комплексом.

**Классификация временных зданий и сооружений** осуществляется в соответствии с ГОСТ 25957 – 83 «Здания и сооружения мобильные (инвентарные). Классификация. Термины и определения». Временные объекты подразделяются по следующим признакам:

- 1) *по типу мобильности*: контейнерные и сборно-разборные;
- 2) *по функциональному назначению*:
  - а) производственные (мастерские, механизированные установки, объекты энергетического хозяйства, объекты транспортного хозяйства, лаборатории, установки производственного и инженерного обеспечения, станции и подстанции);
  - б) складские (отапливаемые и неотапливаемые закрытые склады, кладовые, навесы);
  - в) вспомогательные административные (контора СУ, начальника участка, мастера, прораба, диспетчерская) и санитарно-бытовые здания (гардеробные, помещения для отдыха и обогрева, душевые, умывальная, помещения для сушки одежды и чистки обуви, туалеты, здравпункты, помещение общественного питания);
  - г) жилые и общественные;
- 3) *по климатическим условиям и нагрузкам*:
  - а) северного исполнения (С),  $t = -55^{\circ}\text{C}$ ;
  - б) обычного (О1),  $t = -45^{\circ}\text{C}$  и (О2),  $t = -35^{\circ}\text{C}$ ;
  - в) южного (Ю),  $t = -25^{\circ}\text{C}$ .

Необходимые помещения могут размещаться в зданиях, подлежащих сносу, вновь построенных или в инвентарных зданиях сборно-разборных, передвижных контейнерного типа.

Временные здания и сооружения возводят обычно лишь на период строительства, поэтому их объем и стоимость должны быть минимальными.

При размещении в одном здании (вагончике) различных по назначению санитарно-бытовых помещений рекомендуется следующие виды их блокировки:

- гардеробные с умывальниками, туалетами, душевыми, помещениями для личной гигиены женщин, для сушки одежды и обуви, для обеспыливания рабочей одежды и обуви, для ручных и ножных ванн;
- умывальные с туалетами;
- умывальные с помещениями для приема пищи;
- туалеты и душевые (для женщин) с помещениями для личной гигиены женщин;
- помещения для личной гигиены женщин с уборной, умывальной, гардеробной со здравпунктом;
- помещения для отдыха и обогрева с помещениями для приготовления пищи (для бригад не более 20 человек, при наличии устройства вытяжной вентиляции, шкафа для хранения, мойки посуды);
- ингалятории со здравпунктами;
- фотарии с гардеробными и душевыми отделениями;
- прачечные с помещениями для обезвреживания рабочей одежды и ее химической чистки, для ремонта рабочей одежды.

*Примечание.* Комплекс помещений должен быть подобран для всех рабочих, занятых на стройплощадке, включая рабочих субподрядных и наладочных организаций.

#### **Последовательность проектирования временных зданий:**

- определяют расчетное количество людей по графику движения рабочих кадров (максимальное количество рабочих в смену с добавлением другого персонала, пользующегося данным бытовым помещением);
- выявляют возможность и целесообразность использования для нужд строительства существующих или построенных зданий;
- назначают необходимую номенклатуру помещений (зданий);
- рассчитывают необходимую площадь административного и санитарно-бытового назначения;
- составляют схему размещения зданий (вагончиков) на стройгенплане и обеспечивают их необходимыми коммуникациями.

#### **7.3.3. Временные автомобильные дороги**

Автомобильный транспорт используется на строительной площадке для подачи строительных материалов, конструкций, технологического и другого оборудования к местам производства строительно-монтажных работ или складирования, а также для обслуживания бытовых городков.

Для нужд строительства используются *постоянные* дороги, существующие дороги и построенные в подготовительный период, и *временные* автодороги, которые размещаются на постоянных трассах или вне их в зависимости от принятой схемы движения автотранспорта, которая может варьироваться в течение строительства.

Расстояния от края проезжей части автомобильной дороги до зданий и сооружений следует принимать не менее приведенного в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Расстояния от края проезжей части автомобильной дороги до зданий и сооружений

| Здания и сооружения                                               | Расстояния, м |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| Наружные грани стен зданий:                                       |               |
| при отсутствии въезда в здание и при длине здания до 20 м         | 1,5           |
| то же, при длине здания более 20 м                                | 3             |
| при наличии въезда в здания двухосных автомобилей                 | 8             |
| то же, трёхосных автомобилей                                      | 12            |
| Оси параллельно расположенных железнодорожных путей колеи 1520 мм | 3,75          |
| Ограждения строительных площадок                                  | 1,5           |
| Наружные грани конструкций, опор и эстакад                        | 0,5           |
| Подкрановые пути, с учётом вылета стрелы                          | 6,5...12,5    |

### Схема движения автотранспорта

Схема движения автотранспорта на строительной площадке разрабатывается с учётом:

- общего направления развития строительства;
- принятой очередности и технологии СМР;
- характера и интенсивности грузопотока;
- расположения зон хранения и вида ресурсов;
- использование существующих и запроектированных постоянных дорог, построенных в подготовительный период.

При этом должен предусматриваться беспрепятственный проезд всех автотранспортных средств к местам разгрузки, что обуславливает необходимость проектирования, преимущественно, кольцевых автомобильных дорог, устройство разъездов и площадок, а на тупиковых участках дорог необходимо предусматривать площадки для разворота транспортных средств размером не менее 12 x 12 м. Строительная площадка и ограждаемые участки внутри площадки должны иметь не менее двух въездов.

### Параметры временных дорог

Параметры временных дорог, а также постоянных, используемых для нужд строительства, должны соответствовать показателям, приведённым в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Основные показатели временных дорог

| Наименование      | Показатели при числе полос движения |     |
|-------------------|-------------------------------------|-----|
|                   | 1                                   | 2   |
| Ширина, м:        |                                     |     |
| полосы движения   | 3,5                                 | 3   |
| проезжей части    | 3,5                                 | 6   |
| земляного полотна | 6                                   | 8,5 |

| Наименование                                                                      | Показатели при числе полос движения |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------|
|                                                                                   | 1                                   | 2       |
| Наибольшие продольные уклоны, %                                                   | 10                                  | 10      |
| Наименьшие радиусы кривых в плане, м                                              | 15...30                             | 15...30 |
| Наименьшая расчетная видимость, м:<br>поверхности дороги<br>встречного автомобиля | 50                                  | 40      |
|                                                                                   | 100                                 | 80      |
| Длина участка перехода к площадке для разъезда, м, не менее                       | 15                                  | 10      |

В случае применения автомашин шириной до 3,4 м (МАЗ – 525, МАЗ – 530 и др.) ширина проезжей части должна быть увеличена, соответственно до 4 и 8 м.

В зонах разгрузки и на дорогах с однополосным движением через каждые 100м устраиваются площадки в зависимости от типа автотранспорта шириной 6...8 и длиной не менее 10-15 м (длина автопоезда).

На дорогах шириной 3,5м в зоне кривого поворота (протяженность катетов 15...30 м) ширина проезда увеличивается до 7 м.

Пересечение и примыкание дорог необходимо выполнять под углом 45...90°.

На стройгенплане должны быть показаны условными знаками и надписями въезды (выезды) транспорта, указатели проездов от основных магистралей к объектам и местам разгрузки, направление движения, развороты, разъезды, места разгрузки, места установки дорожных знаков. Все эти элементы должны быть привязаны к осям постоянных объектов.

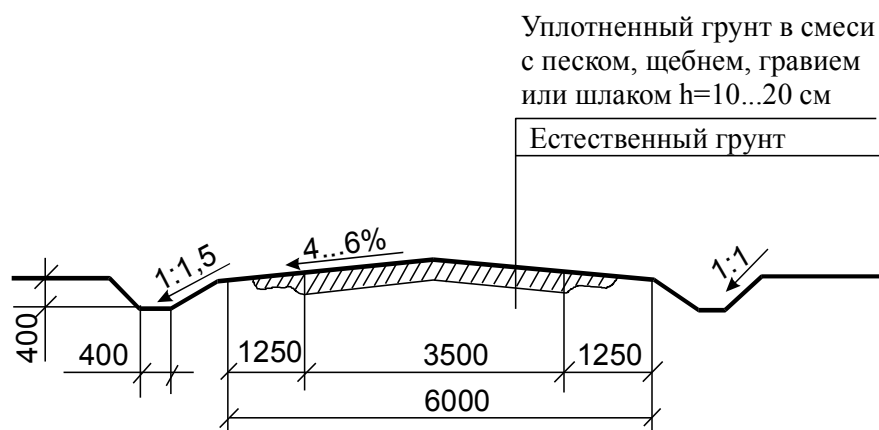


Рис. 7.1. Профиль временной грунтовой дороги с улучшенным покрытием

#### 7.3.4. Временное водоснабжение строительной площадки

При выборе источника водоснабжения используют в первую очередь существующие в районе строительства постоянные сети.

Характер и глубина укладки труб временного водопровода определяются эксплуатационными особенностями района строительства и временем года, когда этот водопровод будет эксплуатироваться.

При строительстве в летнее время временный водопровод можно прокладывать на поверхности земли, заглубляя его в местах большого потока транспорта на 20-30см в грунт, либо размещать на столбах.

Проектирование временного водопровода выполняется в следующем порядке:

- намечают потребителей и определяют расчетную потребность в воде;
- рассчитывают диаметр трубопровода;
- выбирают и согласуют источники водоснабжения;
- чертят трассу водоснабжения с привязкой источника на стройген-плане, указывают пожарные гидранты на постоянной сети, которыми можно воспользоваться на случай пожара, или емкость с водой на противопожарные нужды.

### **7.3.5. Временное электроснабжение строительной площадки**

Основным видом энергии, используемой при строительстве зданий и сооружений, является электроэнергия.

Электроэнергия расходуется на:

- силовые установки и производственно-технологические нужды,
- наружное и внутреннее освещение,

Разработка проекта электроснабжения должна производиться одновременно и при взаимной увязке с проектом производства строительных работ с учетом расстановки строительных машин, механизмов или других устройств на площадке, энергетических данных крупных электродвигателей и способов их пуска. Как правило, электроснабжение строительных площадок предусматривается с максимальным использованием электросетей.

При устройстве временного электроснабжения надлежит использовать инвентарные электротехнические устройства заводского изготовления.

На строительной площадке рекомендуется широко применять сети, выполненные из шлангового кабеля, имеющего высокую оборачиваемость и высокие изоляционные качества.

Строительная площадка должна получать электроэнергию через вводный ящик электроснабжающей организации – разделитель или киоск, предусмотренный к установке у данного сооружения проектом постоянного электроснабжения.

Необходимую электрическую мощность определяют по периодам строительства с увеличением мощностей электроустановок по очередям. При очень большой энергоемкости строительной площадки подсчет потребной мощности ведут по районам размещения электроподстанций. При этом площадку разбивают на участки, имеющие каждый свою независимую (или иногда закольцованную с другими) низковольтную сеть. Наибольшие до-

пустимые напряжения переменного тока при производстве некоторых строительных и монтажных работ приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.3

Наибольшие допустимые напряжения переменного тока при производстве некоторых строительных и монтажных работ

| Вид работы                                                                                     | Наибольшее допустимое напряжение, В | Дополнительные требования безопасности                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                              | 2                                   | 3                                                                                                                                                                                                  |
| Электропрогрев грунта естественной влажности в сухую погоду*                                   | 380                                 | Ограждение и освещение прогреваемой площадки и установка предупредительных сигналов, плакатов и надписей, а также постоянное присутствие наблюдающего, имеющего III группу по технике безопасности |
| Электропрогрев бетонных и железобетонных конструкций в сухую погоду*                           | 127                                 | То же                                                                                                                                                                                              |
| Электропрогрев неармированного бетона в сухую погоду*                                          | 220                                 | То же                                                                                                                                                                                              |
| Прогрев электрических кабелей током                                                            | 250                                 | Заземление металлических оболочек прогреваемых кабелей и трансформаторов для прогрева                                                                                                              |
| Штукатурные работы с применением переносного инструмента и светильников                        | 42                                  | ---                                                                                                                                                                                                |
| Подземные работы и работы по сооружению труб (напряжение для питания сигнализации и освещения) | 42                                  | При наличии особо неблагоприятных условий: теснота, неудобное расположение рабочего количества заземленного металла – должно применяться напряжение не выше 12В                                    |

*\*В сырую погоду и во время оттепели работы по прогреву запрещаются.*

**Проектирование временного электроснабжения** строительной площадки выполняют в следующей последовательности:

- намечают потребителей электроэнергии, выявляют объекты I категории, требующие резервное электропитание (электропрогрев, водопонижение и т.п.)

- рассчитывают электрические нагрузки и определяют полную потребляемую мощность (S);

- подбирают электротрансформатор;
- выбирают и согласуют источники электроснабжения;
- чертят на стройгенплане схему электроснабжения, располагают электротрансформатор, осветительные и силовые сети.

### **Освещение строительной площадки**

Проектирование искусственного освещения проездов, проходов, рабочих мест и территории строительной площадки осуществляют на основании «Указаний по проектированию электрического освещения строительной площадки», СП 49.13330.2010, СНиП 12-04-02, ГОСТ 12.I.013-78 и Правил устройства электроустановок (ПУЭ).

Освещение строительной площадки бывает рабочее, аварийное и охранное.

*Рабочее освещение* должно быть предусмотрено общее и местное для обеспечения нормальной работы в темное время суток.

Нормы общей искусственной освещенности строительно-монтажных работ приведены в таблице 7.4.

*Аварийное освещение* осуществляется в местах основных проходов, спусков и подъемов и предназначено для эвакуации людей.

Освещенность внутри здания принимают не менее 0,5 лк, снаружи здания – 0,2 лк.

*Охранное освещение* устанавливают для наблюдения за территорией строительства в темное время суток, освещенность принимают не менее 0,5 лк на уровне земли.

**Проектирование освещения строительной площадки выполняют в следующей последовательности:**

- определение необходимой освещенности,
- подбор источников света,
- расчет их количества,
- расчет потребной мощности для их питания,
- расстановка источников света на стройгенплане.

Для рабочего освещения строительных площадок рекомендуется принимать инвентарные прожекторные мачты с насадками-прожекторами, для освещения рабочих мест каменщиков – телескопические осветительные стойки, из ручных светильников рекомендуются светильники типа СН-132.

Таблица 7.4

Нормы общей искусственной освещенности строительно-монтажных работ

| Наименование рабочих операций и участков территорий | Наименьшая освещенность, лк | Плоскость, в которой нормируется освещенность | Дополнительные указания и примечания |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1                                                   | 2                           | 3                                             | 4                                    |
| Территория строительной площадки (общее освещение)  | 2                           | Горизонтальная на уровне земли                | Освещение должно быть многосторонним |

| Наименование рабочих операций и участков территорий            | Наименьшая освещенность, лк | Плоскость, в которой нормируется освещенность | Дополнительные указания и примечания             |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1                                                              | 2                           | 3                                             | 4                                                |
| Автодороги на территории строительства:                        |                             |                                               |                                                  |
| - с интенсивным движением грузовых потоков                     | 3                           | То же                                         | Освещение должно быть обеспечено на уровне земли |
| - со средним движением грузовых потоков                        | 2                           | То же                                         |                                                  |
| Планировочные работы, производимые бульдозерами, катками и др. | 10                          | То же                                         | Освещение должно быть многосторонним             |
| Монтаж строительных конструкций                                | 25                          | Горизонтальная и вертикальная                 | То же                                            |
| Приготовление бетонных смесей и бетонирование                  | 25                          | То же                                         | То же                                            |
| Кирпичная кладка                                               | 10                          | То же                                         | То же                                            |
| Подход к рабочим местам, лестницы, подмости                    | 5                           | Горизонтальная                                | То же                                            |
| Сварочные работы на строительстве                              | 50                          | То же                                         | То же                                            |

## 7.4. Расчет параметров строительного генерального плана

### 7.4.1. Расчет потребности складского хозяйства

К временным зданиям производственного характера относятся склады, навесы, кладовые, различные мастерские производственного и обслуживающего характера, энергетические установки.

Для расчета площади складов необходимо во-первых, рассчитать по формуле 7.1. *объем материалов, подлежащих хранению на складе:*

$$P = \frac{Q \cdot \alpha}{T} n \cdot K \quad (7.1.)$$

где P – объем материалов, подлежащих хранению на складе;

Q – объем материала, требуемого для осуществления строительства;

$\alpha$  – коэффициент неравномерности поступления материалов и изделий на склады;

n – нормативный запас материалов;

K=1,3 – коэффициент неравномерности потребления материалов.

Во вторых, по формуле 7.2. определяют *полезную площадь склада.*

$$F = \frac{P}{q} \quad (7.2.)$$

где  $F$  – полезная площадь склада (без проходов);  
 $q$  – количество материала, укладываемого на  $1\text{ м}^2$  площади склада;  
 $P$  – объем материалов, подлежащих хранению на складе.

Далее по формуле 7.3. производится определение **расчетной площади склада**:

$$S = \frac{F}{\beta} \quad (7.3.)$$

где  $S$  – расчетная площадь склада с проходами;  
 $F$  – полезная площадь склада (без проходов);  
 $\beta$  – коэффициент использования площади склада.

**Пример расчета площадей складов** представлен в табл.7.5.

**Перечень материалов подлежащих складированию:**

1. Цемент;
2. Кирпич строительный;
3. Песок;
4. Плиты перекрытия;
5. Лестничные марши и площадки.

Таблица 7.5

Расчет требуемой площади склада

| Наименование                         | Ед. изм.       | Q   | $\alpha$ | T   | n  | K   | q    | P    | F   | $\beta$ | S   |
|--------------------------------------|----------------|-----|----------|-----|----|-----|------|------|-----|---------|-----|
| 1                                    | 2              | 3   | 4        | 5   | 6  | 7   | 8    | 9    | 10  | 11      | 12  |
| <b>Закрытый неотапливаемый склад</b> |                |     |          |     |    |     |      |      |     |         |     |
| Цемент                               | т              | 420 | 1,1      | 120 | 10 | 1,3 | 2    | 50   | 25  | 0,6     | 42  |
| <b>Открытый склад</b>                |                |     |          |     |    |     |      |      |     |         |     |
| Кирпич                               | тыс. шт.       | 344 | 1,1      | 82  | 5  | 1,3 | 0,7  | 30   | 43  | 0,45    | 95  |
| Песок                                | м <sup>3</sup> | 374 | 1,1      | 87  | 5  | 1,3 | 2    | 30,7 | 15  | 0,6     | 26  |
| Плиты                                | шт.            | 264 | 1,1      | 32  | 5  | 1,3 | 0,85 | 59   | 70  | 0,5     | 140 |
| Лестницы                             | шт.            | 4   | 1,1      | 4   | –  | –   | 0,8  | 1,1  | 1,4 | 0,5     | 3   |

**Потребное количество площадей складов** (на основании расчета):

1. Закрытые отапливаемые склады –  $39,4\text{ м}^2$ .
2. Закрытые неотапливаемые склады –  $69,9\text{ м}^2$ .
3. Навесы –  $125,1\text{ м}^2$ .
4. Открытые складские помещения –  $264\text{ м}^2$ .

Площади складов для хранения сборного ж/бетона, кирпича должны быть хорошо спланированы и утрамбованы, а также должны иметь уклон для стока воды.

**Фактическое количество площадей складов по СГП:**

1. Закрытые отапливаемые склады –  $39,7\text{ м}^2$ .
2. Закрытые неотапливаемые склады –  $75,6\text{ м}^2$ .

3. Навесы – 132,3 м<sup>2</sup>.

4. Открытые складские помещения – 591,3 м<sup>2</sup>.

#### 7.4.2. Расчет потребности в строительных кадрах

При расчете потребности в строительных кадрах необходимо предусматривать количество рабочих основного производственного периода (максимальное количество работающих человек, принимаемое по графику движения рабочей силы), количество рабочих неосновного производства (рабочие, занятые в обслуживающих и прочих хозяйствах) (18%), технический персонал и инженерно-технические работники (ИТР) (12%), служащие (4%), охрана (2%).

*Например*, при максимальном количестве работающих человек по графику движения рабочей силы – 30 человек, расчет потребности в строительных кадрах будет следующий:

- рабочие основного производственного периода – 30 человек;
- рабочие неосновного производства –  $18\% \times 30 \text{ чел.} = 5 \text{ человек}$ ;
- технический персонал и ИТР –  $12\% \times (30 + 5) \text{ чел.} = 4 \text{ человека}$ ;
- служащие –  $4\% \times (30 + 5 + 4) \text{ чел.} = 2 \text{ человека}$ ;
- охрана –  $2\% \times (30 + 5 + 4 + 2) = 1 \text{ человек}$ .

Требуемое количество человек для охраны может быть увеличено, в зависимости от количества въездов-выездов на СГП.

#### 7.4.3. Расчет потребности во временных мобильных (инвентарных) зданиях

К временным зданиям на стройплощадке относятся: контора прораба и мастера, бытовые помещения (умывальные, гардеробная, помещения для сушки одежды, помещения для приема пищи, туалет, помещение охраны и т.д.). Определение площадей временных зданий и сооружений производится по максимальному числу рабочих на стройплощадке (70%) и нормативной площади временного помещения на одного рабочего.

*Требуемая площадь временных бытовых зданий* определяется по формуле 7.4.

$$F_{mp} = f_n \cdot N_{i \max} \quad (7.4.)$$

$F_{mp}$  – требуемая площадь временных зданий;

$f_n$  – нормативный показатель площади;

$N_{i \max}$  – 70% от максимального количества работающих в смену.

*Например*, при максимальном количестве работающих человек по графику движения рабочей силы – 30 человек, расчет потребности во временных административно-бытовых помещений будет следующий:

- рассчитываем среднее количество рабочих, присутствующих на строительной площадке в самый загруженный день, учитывая, что некоторые работники могут находиться в этот день в очередном или внеочеред-

ном оплачиваемых отпусках, быть в этот день на больничном или в отгуле, то принимаем 70% от общего количества необходимых человек.  $N_{\text{imax}} = 30 \times 70\% = 21$  человек;

- определяем необходимый набор временных бытовых помещений с учетом производственно-технологических процессов на строительной площадке;

- производим расчет и подбор временных бытовых помещений см. табл.7.6.

Для определения нормативов площади других временных помещений, не представленных в примере, можно воспользоваться учебником «Организация строительного производства» под редакцией Дикмана Л.Г., *таблица 14.1*.

После определения необходимой площади временных бытовых помещений необходимо подобрать тип и размеры бытовок из имеющейся номенклатуры типовых временных зданий.

Для подбора типа и размеров бытовок можно воспользоваться *приложением Н* методических указаний «Проектирование производства строительно-монтажных работ» под редакцией В.Н. Фомин, Д.В. Хавин и др.; либо материалы сайта <https://mydocx.ru/8-70663.html>.

Проектирование временных бытовых помещений необходимо осуществлять с использованием СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания».

Таблица 7.6

Ведомость временных административно-бытовых зданий

| № п/п                             | Наименование              | Числ-сть работ-х | Единицы изм-ния | Норма на 1 чел. | Расчет. пл-дь, | Характеристик а здания <sup>3</sup>                             |
|-----------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1                                 | 2                         | 3                | 4               | 5               | 6              | 7                                                               |
| I. Административные здания        |                           |                  |                 |                 |                |                                                                 |
| 1.                                | Контора прораба           | 4                | м <sup>2</sup>  | 4               | 16             | Контора прораба с помещением для обогрева S=16,2 м <sup>2</sup> |
| 2.                                | Помещение для охраны      | 2                | м <sup>2</sup>  | 3               | 6              | Контейнер передвижной S=6,0 м <sup>2</sup>                      |
| II. Санитарно – бытовые помещения |                           |                  |                 |                 |                |                                                                 |
| 3.                                | Гардеробные с душевой     | 21               | м <sup>2</sup>  | 0,8             | 16,8           | Гардеробная со встроенной душевой 24,3 м <sup>2</sup>           |
| 4.                                | Помещение для приема пищи | 21               | м <sup>2</sup>  | 0,4             | 8,4            | Контейнерного типа S=16,2 м <sup>2</sup>                        |
| 5.                                | Туалет                    | 21               | м <sup>2</sup>  | 0,07            | 1,47           | Индивидуальн ый проект S=2,25 м <sup>2</sup>                    |

*На строительном генеральном плане проектируют бытовки по размерам типовых временных помещений.*

#### **7.4.4. Проектирование временного электроснабжения**

При проектировании временного электроснабжения основной целью является подбор марки и характеристики трансформаторной подстанции.

Трансформатор подбирается по мощности, которая необходима для обеспечения электроэнергией всех потребителей и рассчитывается на наиболее напряжённое время.

Потребителями являются рабочие машины и механизмы, например краскопульт, растворонасос.

Расчёт внутреннего освещения производится для тех помещений, которые были рассчитаны в пункте 7.4.3. «Временные мобильные (инвентарные) здания», например:

- контора прораба  $S=16,2 \text{ м}^2$
- помещение для приёма пищи  $S=16,2 \text{ м}^2$
- помещение гардеробной с душевой  $S=24,3 \text{ м}^2$
- помещение охраны  $S=6 \text{ м}^2$
- туалет  $S=2,25 \text{ м}^2$

Расчёт наружного освещения производится для выяснения потребности в охранном освещении всей строительной площадки.

Мощность, необходимая для обеспечения электроэнергией всех потребителей определяется по формуле 7.5.

$$P=\alpha \times (\sum(K_{1c} \times P_c)/\cos\varphi + \sum(K_{2c} \times P_T)/\cos\varphi + \sum K_{3c} \times P_{o.v.} + \sum P_{o.n.}) \quad (7.5)$$

где  $P$  – потребная мощность трансформатора;

$\alpha=1,1$  — коэффициент, учитывающий потери в сети;

$P_c$  — мощность силовых потребителей, кВт;

$P_T$  — мощность для технологических нужд, кВт;

$P_{o.v.}$  — мощность устройств внутреннего освещения;

$P_{o.n.}$  — мощность устройств наружного освещения;

$K_{1c}, K_{2c}, K_{3c}$  — коэффициенты спроса, зависящие от числа потребителей, кВт.

**Например:**

*Для определения  $\sum(K_{1c} \times P_c)/\cos\varphi$  необходимы следующие данные:*

растворонасос —  $P_c=2.8$  кВт;  $K_{1c}=0.4$ ;  $\cos\varphi=0.5$ ;

краскопульт —  $P_c=0.5$  кВт;  $K_{1c}=0.2$ ;  $\cos\varphi=0.3$ .

*Для определения  $\sum(K_{2c} \times P_T)/\cos\varphi$  необходимы следующие данные:*

$K_{2c}=0,8$ ;  $\cos\varphi=1$ - для внутреннего освещения

$P_T = 1$  кВт.

*Для определения  $\sum K_{3c} \times P_{o.v.}$  необходимы следующие данные:*

$K_{3c}=1$  – для наружного освещения;

$$P_{\text{ов}} = K \times S_{\text{пом}} \quad (7.6)$$

где  $S_{\text{пом}}$  – площадь помещения;

$P_{\text{ов}} = 0,015 \times 16,2 = 0,243$  кВт – контора прораба;

$P_{\text{ов}} = 0,018 \times 16,2 = 0,292$  кВт – помещение для приёма пищи;

$P_{\text{ов}} = 0,01 \times 24,3 = 0,243$  кВт – помещение гардеробной;

$P_{\text{ов}} = 0,004 \times 2,25 = 0,009$  кВт – туалет;

$P_{\text{ов}} = 0,015 \times 6 = 0,09$  кВт – помещение охраны.

Для определения  $\Sigma P_{\text{о.н.}}$  необходимы следующие данные:

$$P_{\text{он}} = K \times S_{\text{работ}} \quad (7.7)$$

где  $S_{\text{работ}}$  – площадь в районе работ (площадь стройгенплана), например, примем для примера  $6400 \text{ м}^2$ .

$K = 0,002$  кВт /  $\text{м}^2$  – коэффициент (удельная мощность освещения),

$P_{\text{он}} = 0,002 \times 6400 = 12,8$  кВт – охранное освещение

Произведем расчет мощности трансформатора, необходимую для обеспечения электроэнергией всех потребителей:

$$P = 1,1 \times \left[ \left( \frac{0,4 \times 2,8}{0,5} + \frac{0,2 \times 0,5}{0,3} \right) + 0,8(0,243 + 0,292 + 0,243 + 0,009 + 0,09) + 12,8 \right] = 17,46 \text{ кВт}$$

Исходя из полученных значений принимаем трансформатор марки СКТП-100-6(10)/04.

Характеристики трансформатора: мощность – 20 (кВт); габариты: длина-3,05(м) ; ширина-1,55(м); закрытая конструкция.

Расчет временного электроснабжения необходимо выполнять с использованием указаний Главы 15 «Электроснабжение строительной площадки» учебника «Организация строительного производства» под редакцией Дикмана Л.Г.

#### 7.4.5. Проектирование временного водоснабжения

При разработке стройгенплана потребность в воде определяется по удельным расходам на каждого потребителя (строительные процессы, машины, рабочие и т.д.), которые составляют общий суммарный расход воды на площадке.

**Суммарный расход воды** рассчитывается по формуле 7.8.

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}} \quad (7.8)$$

где  $Q_{\text{общ}}$  — суммарный расход воды, л/с;

$Q_{\text{пр}}$ ,  $Q_{\text{хоз}}$ ,  $Q_{\text{пож}}$  — соответственно расход воды на производственные, хозяйственно-бытовые и противопожарные нужды, л/с.

**Расход воды на производственные нужды** рассчитывается по формуле 7.9.

$$Q_{\text{пр}} = \frac{N q_{\text{пр}} K_{\text{час}}}{t \times 1000} \quad (7.9)$$

где  $Q_{пр}$  – удельный расход воды на производственные нужды, л/с;  
 $N$  – число производственных потребителей (установок, машин) в наиболее загруженную смену;

$q_{пр}$  – удельный расход на производственные нужды;

$K_{час}$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды ( $K_{час}=1,5$ );

$t$  – число часов работы в смену  $t = 8$  час.

*Пример расчета.* Устройство цементно-песчаной стяжки пола (поливка бетона): (Принимается исходя из карточки-определитель на объем стяжки пола. В расчете объемов стяжка дана в  $m^2$ , чтобы перевести в  $m^3$  необходимо умножить на толщину стяжки, равную 0,1 м.).

$$V=80 \text{ м}^3$$

Малярные работы:

$V=9890 \text{ м}^2$  окрашиваемой поверхности. (Принимается исходя из карточки-определитель).

Штукатурные работы:

$V=494,8 \text{ м}^3$  бетона (Принимается исходя из карточки-определитель. В расчете объемов штукатурка дана в  $m^2$ , чтобы перевести в  $m^3$  необходимо умножить на толщину штукатурного слоя, принимаемого, 0,05 м, получив таким образом  $m^3$ ).

Т.е.  $N=3$

Суммарный удельный расход воды на производственные нужды рассчитывается по формуле 7.10.

$$q_{пр} = \sum q_{пр i} \quad (7.10)$$

где  $q_{пр i} = V_i \times q_{ед. i}$ , л;

$V_i$  – объём работ по  $i$ -тому виду выполняемых работ в наиболее загруженную смену;

$q_{ед. i}$  – удельный расход воды по  $i$ -тому виду работ на единицу объема работ.

*Например:*  $q_{пр} = \sum q_{пр i} = 80 \times 7 + 494,8 \times 8 + 9890 \times 0.5 = 9463,4$  л.

Исходя из полученных значений расход воды по потребителям будет:

$$Q_{пр} = \frac{3 \times 9563,4 \times 1,5}{8 \times 10000} = 0,53 \text{ м}^3/\text{час}$$

**Расчёт воды на хозяйственные нужды** рассчитывается по формуле 7.11.

$$Q_{хоз} = \frac{N_p q_x K_{час}}{t \times 1000} + \frac{N_o q_o}{t_o \times 1000} \quad (7.11)$$

где  $Q_{хоз}$  – удельный расход воды на хозяйственные нужды, л/с

$q_d = 30$  л – расход воды на приём душа одним работающим;

$N_p$  – число работающих в наиболее загруженную смену, выбирается по графику движения рабочей силы сетевого графика (для примера 30 чел);

Например:  $N_d = 40\% N_p = 12$  чел.

$t = 8$  ч – число часов работы в смену;

$t_d = 15$  мин = 0,25 ч – продолжительность использования душевой установки;

$K_{\text{час}} = 2$  – коэффициент неравномерности водопотребления;

$q_x = 25$  л – расход воды на одного работающего в смену.

Исходя из полученных значений, расход воды по потребителям:

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{30 \times 25 \times 2}{8 \times 1000} + \frac{12 \times 30}{0,25 \times 1000} = 1,62 \text{ м}^3/\text{час}.$$

#### **Расход воды на пожаротушение:**

Расход воды для тушения пожаров на стройплощадках площадью до 10 га — 10 л/с, до 20 га — 15 и более 20 га — 25 л/с.

Например, при площади стройгенплана равной  $S = 6400 \text{ м}^2$  принимаем  $Q_{\text{пож}} = 10$  л/с = 36 м<sup>3</sup>/час. (Площадь строительного генерального плана определяется по чертежу).

Учитывая, что во время пожара потребление воды на производственные и хозяйственные нужды резко сокращается или приостанавливается полностью, расчётный расход воды принимается:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пож}} + 0,5(Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}}) = 36 + 0,5(0,53 + 1,62) = 37,07 \text{ м}^3/\text{час};$$

**Определение диаметра водопроводной трубы** рассчитывается по формуле 7.12.

$$D = \sqrt{\frac{4 Q_{\text{общ}}}{\pi v}} \quad (7.12.)$$

где  $D$  – диаметр трубы, м;

$v = 1,5$  м/с – скорость движения воды по трубам;

$Q_{\text{расч}} = 0,0005 \text{ м}^3/\text{с}.$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,0005 \text{ м}^3/\text{с}}{3,14 \times 1,5 \text{ м/с}}} = 0,02 \text{ м} = 20 \text{ мм}$$

По ГОСТ 3262-75 принимается труба с наружным диаметром  $d_n = 114$ (мм); диаметр условного прохода  $d_y = 100$ (мм).

Для обеспечения временным водоснабжением строительной площадки принята к использованию объединённая система, т.е. обеспечивающая водой одновременно несколько потребителей строительной площадки (для производственных потребителей, для хозяйственных нужд, для пожарных нужд).

#### **7.4.6. Техничко-экономические показатели**

Расчет технико-экономических показателей является завершающим этапом проектирования строительного генерального плана.

Показателем эффективности проектирования строительного генерального плана являются коэффициенты СГП:

- $k_1$  – коэффициент застройки СГП (коэффициент компактности СГП);
- $k_2$  – коэффициент использования площади СГП;
- $k_3$  – коэффициент использования временных дорог на СГП.

Пример технико-экономических показателей приведен в табл.7.8.

Таблица 7.8

Технико-экономические показатели строительного генерального плана

| Наименование показателя                             | Значение             |
|-----------------------------------------------------|----------------------|
| Фактическая продолжительность строительства         | 13 мес.              |
| Нормативная продолжительность строительства         | 14 мес.              |
| Трудоёмкость возведения здания                      | 53239,2 чел.-ч.      |
| Максимальная численность работающих                 | 30 чел.              |
| Площадь стройгенплана, $S_{СГП}$                    | 6400 м <sup>2</sup>  |
| в том числе:                                        |                      |
| площадь застройки, $S_{застр}$                      | 1500 м <sup>2</sup>  |
| площадь застройки временными зданиями, $S_{вр.зд.}$ | 243 м <sup>2</sup>   |
| площадь временных дорог, $S_{вр.дор.}$              | 525,0 м <sup>2</sup> |
| Коэффициенты компактности СГП:                      |                      |
| $k_1 = S_{застр} / S_{СГП}$                         | 0,23                 |
| $k_2 = S_{вр.зд.} / S_{СГП}$                        | 0,04                 |
| $k_3 = S_{вр.дор.} / S_{СГП}$                       | 0,08                 |

Фактическая продолжительность строительства определяется по матрице/сетевому графику работ. Фактическую продолжительность одного точечного объекта (одного из фронтов) определяют исходя из расчетной матрицы, принятой в качестве оптимальной.

Нормативная продолжительность строительства определяется по данным СНиП, в зависимости от назначения объекта, его территориального расположения, его конструктивных особенностей, от строительного объема, общей строительной площади и других параметров, представленных в нормативном источнике.

Фактическая продолжительность должна быть равна или меньше нормативной продолжительности, что достигается за счет внедрения новых технологий строительства, использования современных строительных материалов, применения обученных высоко-квалифицированных рабочих и высокоэффективных методов организации строительства.

Трудоёмкость определяется как сумма всех трудозатрат в чел.час, исходя из карточки-определитель.

Максимальная численность работающих человек определяется по графику движения рабочей силы.

Как правило, при строительстве объектов разрабатывают несколько видов строительных генеральных планов, которые в последующем сравнивают по технико-экономическим показателям, выбирая наиболее экономичный вариант.

### **Вопросы для самоконтроля по главе 7**

1. Дайте определение понятию «строительный генеральный план».
2. Перечислите виды строительных генеральных планов. В чем их принципиальное отличие?
3. На основе каких принципов ведут проектирование СГП?
4. Каков основной порядок проектирования стройгенпланов?
5. Согласно каким стандартам принимаются условные обозначения на стройгенплане?
6. По каким параметрам подбирают тип и марку монтажного крана?
7. Как осуществляется «привязка» крана на СГП?
8. Приведите детальное описание подкрановых путей башенного крана?
9. Перечислите краны, при работе которых используется электроэнергия.
10. Какие зоны работы крана проектируют на СГП?
11. Какие складские площадки и помещения должны быть предусмотрены на СГП?
12. Приведите пример конструкций, которые размещают на площадках для укрупнительной сборки.
13. Какие основные типы приобъектных складов существуют?
14. Какова последовательность проектирования складов на СГП?
15. Какие требования предъявляются к порядку складирования материалов и конструкций на стройплощадке?
16. Какова ширина проходов должна быть предусмотрена на площадках складирования?
17. Для чего на площадке складирования предусматривают места СГЗП?
18. На сколько рабочих дней должно хватать материалов, складированных на СГП?
19. Для каких целей применяются навесы и закрытые склады?
20. Как классифицируются временные здания и сооружения?
21. Какие санитарно-бытовые помещения рекомендуется размещать на СГП?
22. Какова последовательность проектирования временных зданий?
23. Что необходимо учитывать при разработке схемы движения автотранспорта по строительной площадке?

24. Каковы должны быть расстояния от края проезжей части автомобильной дороги до зданий и сооружений?
25. Каковы основные параметры временных дорог должны быть соблюдены при проектировании строительных генеральных планов?
26. Каковы основные типы и конструкции временных дорог применяются при проектировании строительных генеральных планов?
27. Какие временные инженерные сети должны быть предусмотрены на СГП?
28. Для каких целей применяется вода на строительной площадке?
29. Для каких строительных работ необходимо обеспечение водой?
30. Для каких санитарно-гигиенических нужд необходимо обеспечение водой на строительной площадке?
31. Каков порядок проектирования временного водоснабжения?
32. Как обеспечивается питьевое водоснабжение на строительной площадке?
33. Для чего необходима электроэнергия на строительной площадке?
34. Какова последовательность проектирования временного электроснабжения?
35. Какие типы освещения строительной площадки применяются на СГП?
36. Каковы нормы освещенности необходимо соблюдать при работе в ночное время?
37. Каковы нормы освещенности необходимо соблюдать для охраны строительной площадки?
38. Какие мероприятия должны быть предусмотрены на строительной площадке для работы в ночное время суток?
39. Каковы основные положения расчета потребности в рабочих строительных кадрах и временных зданиях административного, санитарно - бытового, производственного назначения?
40. Каковы основные положения расчета временного электроснабжения?
41. Какие технико-экономические показатели характеризуют качество организации строительной площадки?
42. Перечислите мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на СГП.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проект производства работ (ППР) – один из основных организационно-технологических документов, применяемых в строительстве. ППР регламентирует процесс организации работ на конкретном объекте, содержит основную документацию по технологии и организации строительных работ. ППР составляется инженерами-специалистами в отрасли строительного дела; без разработки проекта производства работ не может начинаться строительство объекта.

Состав и содержание проектов производства работ формируется в подготовительный период, от качества проектирования зависит рентабельность и сроки строительства объекта. Только грамотно оформленная документация может гарантировать качество производства работ. Для овладения навыками проектирования организационно-технологических документов необходимо изучить ряд важных дисциплин, начиная с самых основ фундаментальных наук и заканчивая опытом проектирования выпускной квалификационной работы.

Основной лекционный материал по изучению состава, принципов разработки, качества проектирования проектов производства работ представлен в учебной дисциплине «Организация, планирование и управление в строительстве».

Для более глубокого изучения материала необходимо использовать современные учебные материалы, согласно библиографического списка, а так же изучить научные труды основоположников организации строительства, например, труды Г.Л.Ганта, который внес невосполнимый вклад в календарное планирование, был основоположником графического отображения рабочих процессов в виде горизонтальных отрезков, так же Г.Л.Гант впервые, после отмены рабовладельческого строя, уделял большое внимание стимулированию и поощрению рабочих за выполненный объем работ; так же будут интересны труды В.А.Афанасьева, являющегося основоположником знаменитой петербургской школы поточной организации, который внес большой вклад в развитие методов организации труда, малая часть которых представлена в учебном пособии; обязательно необходимо ознакомиться с трудами Л.Г.Дикмана, в которых очень детально рассматриваются вопросы проектирования строительных генеральных планов.

Технологии строительства зданий и сооружений развиваются стремительными темпами, одной из главных задач инженера является умение организовывать процесс возведения объекта на строительной площадке. Инженер должен обладать трудолюбием, владеть знаниями, навыками, умениями и компетенциями в области профессиональной деятельности, в том числе при разработке и чтении проектной документации и осуществлении строительства с учетом требований проектов производства работ.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### Основная литература:

1. Гусакова Е. А. Основы организации и управления в строительстве в 2 ч. Ч. 1 : учебник / Е. А. Гусакова ; Московский государственный строительный университет. – Москва : Юрайт, 2018. – 258 с.
2. Павлов А. С. Основы организации и управления в строительстве в 2 ч. Ч. 2 : учебник / А. С. Павлов. – Москва : Юрайт, 2018. – 258 с.
3. Олейник П. П. Основы организации и управления в строительстве : учебник / П. П. Олейник – Москва : АСВ, 2016. – 254 с.
4. Кирнев А. Д. Организация в строительстве. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие / А. Д. Кирнев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2012. – 527 с.
5. Михайлов А. Ю. Основы поточного строительства : учебное пособие / А.Ю. Михайлов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. – 244 с.
6. Харитонов В. А. Основы организации и управления в строительстве : учебник / В. А. Харитонов. – Москва : Академия, 2013. – 224 с.

### Дополнительная литература:

7. Организация и управление в строительстве. Основные понятия и термины : учебно-справ. пособие / В. А. Афанасьев [и др.]; под общ. ред. В. М. Васильева. – Москва : АСВ; Санкт-Петербург : Изд-во СПбГАСУ, 1998. – 316 с.
8. Организация, планирование и управление строительством : учебник / под общ. ред. П. Г. Грабового, А. И. Солунского. – Москва : Проспект, 2013. – 528 с.
9. Дикман Л. Г. Организация строительного производства : учебное пособие / Л. Г. Дикман. – Москва : АСВ, 2003. – 512 с.
10. Фомин В. Н. Организация строительного производства : учебное пособие / В. Н. Фомин, Д. В. Хавин. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2008. – 115 с.

### Нормативная литература:

11. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию [Электронный ресурс] : постановление правительства РФ от 16.02.2008 № 87. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/902087949>.
12. Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 29.12.2004 N 190-ФЗ. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/901919338>.
13. Справочно-методическое пособие по разработке стройгенпланов и календарных графиков в составе ППР [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docplan.ru/Data1/41/41338/index.htm>.

14. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200084098>.

15. МДС 12-46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200069635>.

16. МДС 12-43.2008. Нормирование продолжительности строительства зданий и сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200064925>.

17. СТО НОСТРОЙ 2.33.51-2011. Организация строительного производства. Подготовка и производство строительного-монтажных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200094418>.

18. СТО НОСТРОЙ 2.33.52-2011. Организация строительного производства. Организация строительной площадки. Новое строительство [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200094417>.

19. СТО НОСТРОЙ 2.33.14-2011. Организация строительного производства. Общие положения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docplan.ru/Data2/1/4293785/4293785130.htm>.

20. МДС 12-81.2007. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства и проекта производства работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://base.garant.ru/6179404/>

21. МДС 12-29.2006. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docplan.ru/Data2/1/4293847/4293847948.htm>.

## СП на строительство здания башенным рельсовым краном



|                                                                                     |                                        |                                                                                     |                                      |                                                                                       |                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|  | Проецируемое зрание                    |  | Ограждение подкрановых путей         |  | Щит электроснабжения крана               |
|  | Временное зрание и сооружение          |  | Въезд и выезд вагона                 |  | Стенд со схемой строповки                |
|  | Площадки складирования материалов      |  | Временное ограждение СТП с козырьком |   | Зона возможного падения груза            |
|  | Автомобильная дорога                   |  | Направление движения автотранспорта  |  | Складирование грузозахватных приспособов |
|  | Опасная зона горюче                    |  | База монтажного башенного крана      |  | Обсветительные прожекторы                |
|  | Опасная зона падения груза при монтаже |  | Ст.1                                 |  | Контрольный груз крана                   |
|  | Граница опасной зоны работы крана      |  | Падикановые пути                     |  | Временная трансформаторная станция       |
|  | Знак. Осторожно! Работает кран!        |  | Пожарный щит                         |   | Места складирования материалов           |
|  | Выездной стенд с транспортной схемой   |  | Пожарный гидрант                     |  | Ограждение палубы стрелы башенного крана |
|  | Знак ограничения скорости              |  | Временная водопроводная сеть         |  | Электросчетчик                           |
|  | Знак. Посторонним въезд запрещен       |  | Временная электросеть                |                                                                                       |                                          |

Рисунок 7.2. СГП на строительство здания башенным рельсовым краном

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### СГП на строительство здания самоходным автомобильным краном

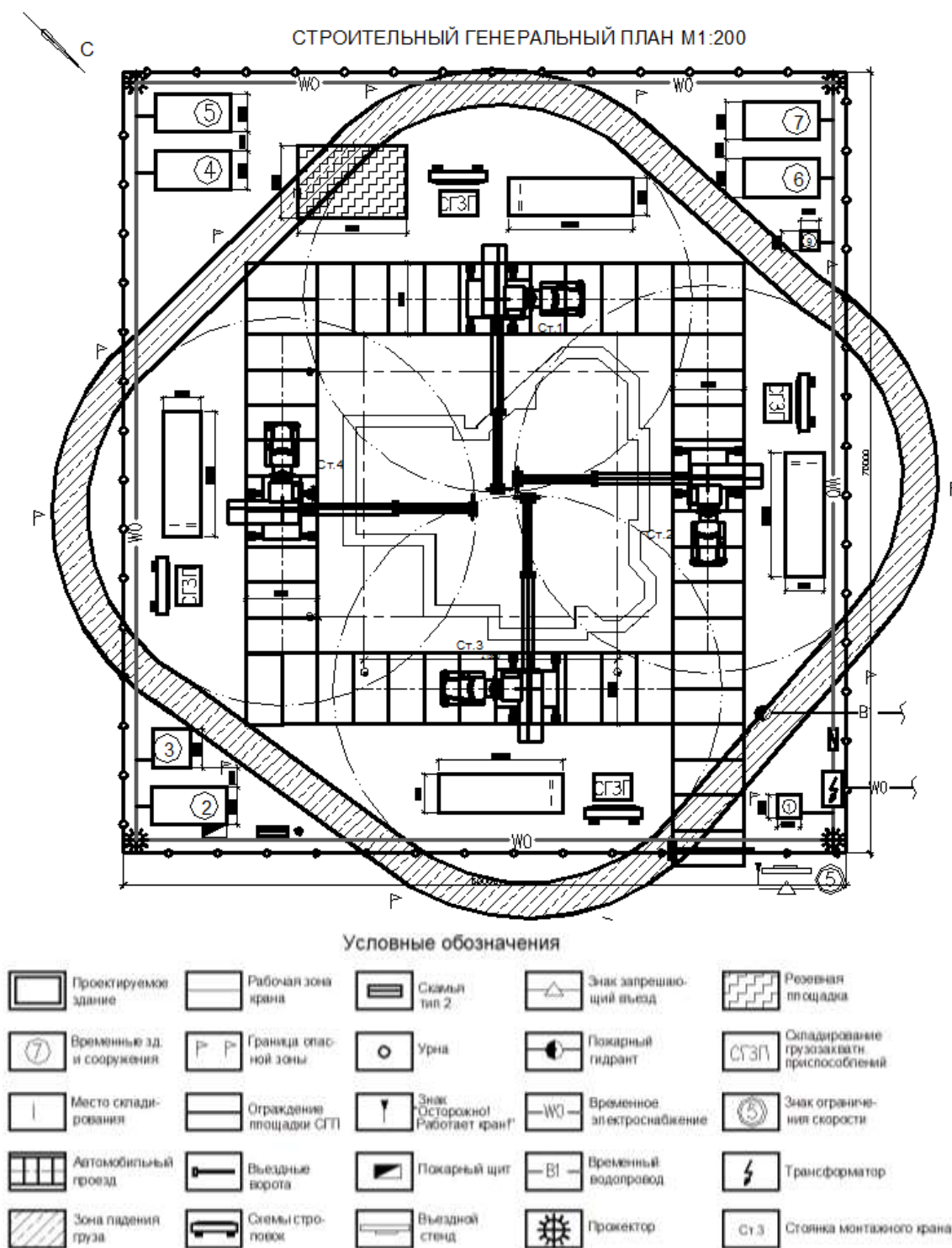


Рисунок 7.3. СГП на строительство здания самоходным автомобильным краном

## СГП на строительство здания самоходным гусеничным краном

Строительный генеральный план М 1:250

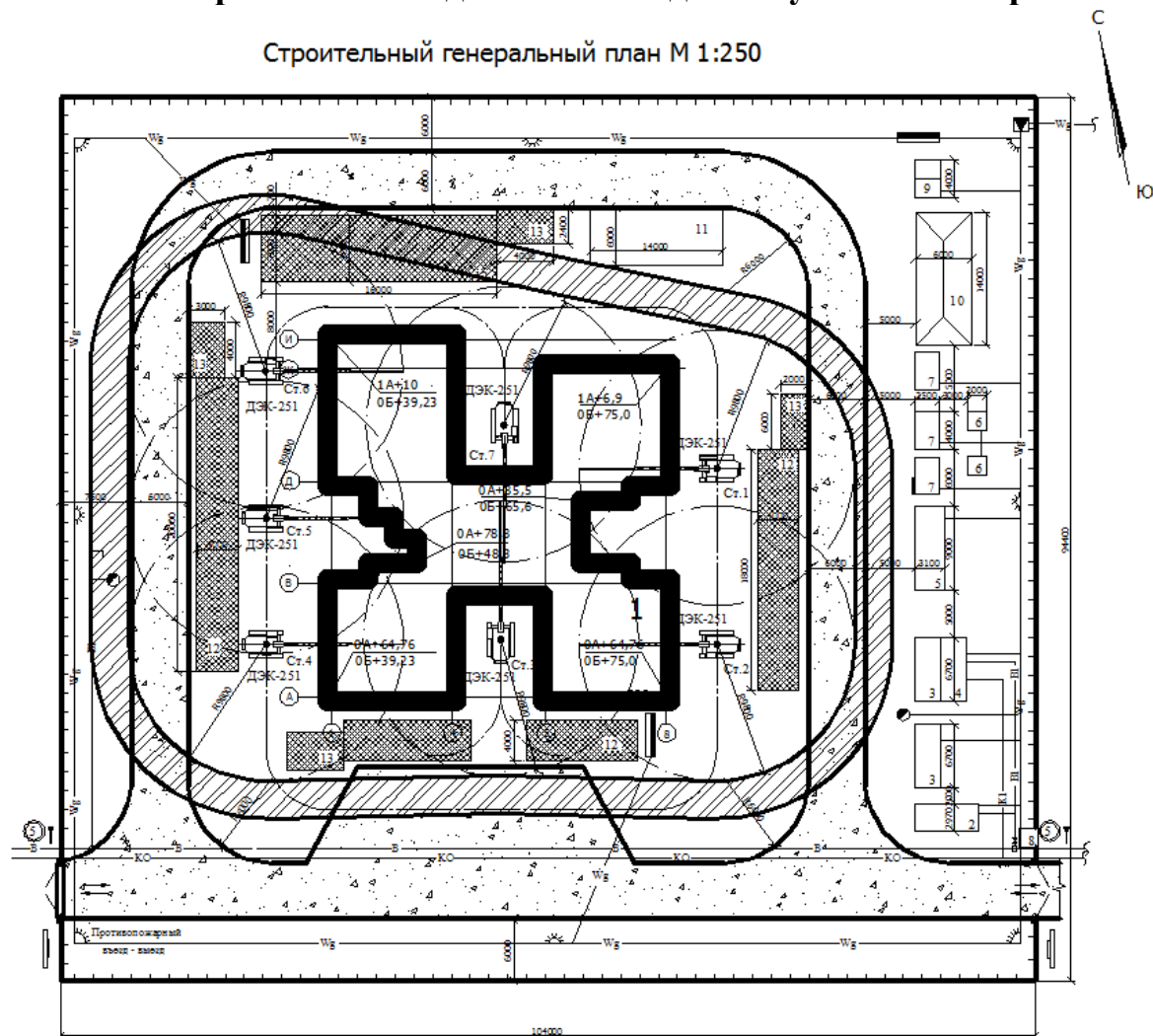


Рисунок 7.4. СГП на строительство здания самоходным гусеничным краном

|               |                                                                    |
|---------------|--------------------------------------------------------------------|
| ФЗ<br>№436-ФЗ | Издание не подлежит маркировке<br>в соответствии с п. 1 ч. 4 ст.11 |
|---------------|--------------------------------------------------------------------|

Учебное издание

**ЦЫГАНКОВА** Мария Анатольевна

## **ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ**

*В авторской редакции*

Подписано в печать 24.10.2019. Формат 60х90 1/16. Усл. печ. л. 7,56.  
Тираж 500 экз. Заказ № 1638.

Библиотечно-издательский комплекс  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Тюменский индустриальный университет».  
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.  
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.