

**РОСЖЕЛДОР**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Ростовский государственный университет путей сообщения»**  
**(ФГБОУ ВО РГУПС)**

---

О. Н. Соболева

**ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ**  
**ПРОЦЕССАМИ НА ОБЪЕКТЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Учебно-методическое пособие  
по выполнению практических и самостоятельных работ

Ростов-на-Дону  
2025

УДК 624 (07) + 06

Рецензент – кандидат технических наук, доцент М. В. Окост

**Соболева, О.Н.**

Организация и управление технологическими процессами на объекте капитального строительства: учебно-методическое пособие по выполнению практических и самостоятельных работ / О. Н. Соболева; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов-на-Дону : РГУПС, 2025. – 69 с.

Представлен теоретический материал и приведены указания для выполнения практических и самостоятельных работ по дисциплине «Организация и управление технологическими процессами на объекте капитального строительства».

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов очной формы обучения по специальности среднего профессионального образования 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

Одобрено к изданию кафедрой «Изыскания, проектирование и строительство железных дорог».

*Учебное издание*

**Соболева** Ольга Николаевна

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА ОБЪЕКТЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Печатается в авторской редакции  
Технический редактор

Подписано в печать . Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. . Тираж экз. Изд. № . Заказ .

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ростовский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО РГУПС)

---

Адрес университета: 344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка  
Народного Ополчения, д. 2, [www.rgups.ru](http://www.rgups.ru)

© Соболева О. Н., 2025  
© ФГБОУ ВО РГУПС, 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА.....	5
<i>Практическая работа № 1.</i> Определение объемов строительно-монтажных работ и их трудоемкости .....	7
<i>Практическая работа № 2.</i> Выбор методов производства работ и основных строительных машин .....	10
<i>Практическая работа № 3.</i> Построение календарного плана работ основного цикла в форме линейного графика.....	12
<i>Практическая работа № 4.</i> Диаграмма движения рабочей силы.....	12
<i>Практическая работа № 5.</i> Построение календарного плана в форме сетевого графика.....	14
<i>Практическая работа № 6.</i> Расчет и построение циклограммы ритмичного поточного строительства .....	21
<i>Практическая работа № 7.</i> Расчет и построение циклограммы неритмичных потоков матричным методом.....	23
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА	29
<i>Практическая работа № 8.</i> Размещения машин и механизмов на строительной площадке с указанием опасных зон.....	29
<i>Практическая работа № 9.</i> Определение запаса материалов и складских площадей.....	32
<i>Практическая работа № 10.</i> Расчет потребности во временных зданиях и сооружениях.....	36
<i>Практическая работа № 11.</i> Расчет потребности в воде на строительной площадке.....	39
<i>Практическая работа № 12.</i> Расчет потребности в электроэнергии.....	44
<i>Практическая работа № 13.</i> Расчет потребности в тепле и сжатом воздухе.	46
<i>Практическая работа № 14.</i> Разработка строительного генерального плана.....	49
<i>Практическая работа № 15.</i> Мероприятия по охране труда и безопасности.....	51
<i>Практическая работа № 16.</i> Мероприятия по охране окружающей среды..	51
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА (САМОПОДГОТОВКА).....	52
Библиографический список.....	35
Приложения	

## **ВВЕДЕНИЕ**

Организация строительного производства призвана обеспечить эффективность строительного производства методами и средствами организации.

Организация строительного производства обеспечивает целенаправленность всех организационных, технологических и технических решений на достижение конечного результата - ввода в действие объекта с необходимым качеством в установленные строки.

Одним из ключевых этапов подготовки к возведению объекта является разработка календарного плана строительства и стройгенплана. Они являются обязательным в составе проекта производства работ (ППР), определяющего сроки, порядок и объемы выполнения работ. Календарный план строительства – важный документ для эффективного управления строительными проектами, в процессе аналитического сравнения запланированных и фактических результатов.

Календарный план – проектный документ, который позволяет:

- определить оптимальный порядок выполнения работ;
- установить сроки завершения каждого этапа работ;
- грамотно оценить размеры необходимых финансовых вложений;
- учитывать возможные риски и сдвиги по срокам возведения объекта;
- упростить контроль строительных работ;
- сократить сроки строительства и снизить затраты.

Строительный генеральный план – оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ Р 21.101-2020 план строительной площадки, на котором указаны строящиеся, существующие и сносимые здания и сооружения, бытовые городки строителей, складские площадки, временные и постоянные дороги и инженерные коммуникации, места расположения монтажных грузоподъемных механизмов, необходимых для выполнения комплекса строительно-монтажных работ.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА

Календарный план строительства отдельного объекта является основным документом ППР, разработанным по рабочим чертежам [7]. Календарный план показывает развитие процессов во времени, в пространстве (по отдельным участкам, захваткам, секциям, этажам). Календарный план должен охватывать весь комплекс работ по возведению объекта, начиная от подготовительного периода и заканчивая пуско-наладочными работами и благоустройством территории.

При разработке календарного плана необходимо стремиться к тому, чтобы работы выполнялись поточным методом, это позволяет значительно сократить срок возведения объекта.

По календарному плану определяют общий срок продолжительности возведения объекта. Срок возведения объекта должен соответствовать нормативному сроку строительства, отклонения в ту или иную сторону должны быть обоснованы.

Календарный план позволяет определить потребность в трудовых ресурсах, строительных машинах, транспорте, расходе материалов, конструкций и полуфабрикатов, размерах финансирования.

Исходными данными для составления календарного плана объекта являются:

1. Рабочие чертежи здания или сооружения, включая все части проекта (строительную, электротехническую, сантехническую, технологическую и т. д.).
2. Утвержденный рабочий проект, в состав которого входит данный объект.
3. Данные инженерных и экономических изысканий о районе и площадке строительства.
4. Нормы продолжительности строительства.
5. Технологические карты на выполнение строительно-монтажных работ.
6. Технические условия на производство и приемку работ.
7. Государственные элементные сметные нормы (ГЭСН).
8. Единые нормы и расценки (ЕНиРы).

Календарный план производства работ для объекта составляют в следующей последовательности:

1. Производят анализ конструкций здания или сооружения для выбора рациональных методов производства работ.
2. Устанавливают перечень строительных и монтажных процессов, подлежащих включению в календарный план.
3. Подсчитывают объемы строительно-монтажных работ и определяют потребность в материальных ресурсах.
4. Выбирают методы производства работ и основные строительные машины.
5. Определяют трудовые затраты рабочих и механизмов по процессам.

6. Рассчитывают продолжительности выполнения процессов и устанавливают технологическую и организационную последовательность их выполнения.

7. Составляется календарный план с взаимной увязкой процессов по времени.

8. Производят корректировку календарного плана по системе технико-экономических показателей с внесением в него поправок и уточнений.

Анализ конструкций здания начинают с ознакомления с паспортом объекта, содержащим его краткую технико-экономическую характеристику. Паспорт жилого дома включает данные о типе дома, серии типового проекта, количестве этажей, секций, квартир, кубатуре здания, наличии лифта, полезной площади и т.д. В паспорт производственного объекта включаются назначение здания, характер выпускаемой продукции, производственная мощность, площадь застройки, число и размеры пролетов, шаг основных несущих конструкций, краткая характеристика основного технологического оборудования и грузоподъемных кранов и т.д. Затем анализируют объемно-планировочное решение объекта, устанавливают возможность разбивки объекта на захватки и яруса. Такой анализ необходим для обоснования выбора строительных машин, установления шага и ритма потока, формирования бригад и звеньев.

Затем составляется перечень (номенклатура) работ, которые должны быть включены в календарный план. Основные требования, предъявляемые к номенклатуре, сводятся к следующему:

- 1) частичное или полное разделение производственного процесса по возведению здания или сооружения на составные части;
- 2) соблюдение правильной технологической последовательности работ;
- 3) соответствие номенклатуры нормативным справочникам;
- 4) выделение работ, выполняемых специализированными организациями.

Номенклатуру работ календарного плана обычно разделяют на этапы. Для зданий жилищно-гражданского назначения можно выделить следующие этапы: подготовительный период, возведение подземной части здания, возведение надземной части, отделочные и специальные работы. Для производственных объектов выделяют этапы: подготовительный период, возведение подземной части, возведение каркаса, устройство полов и фундаментов под оборудование, монтаж оборудования, отделочные и специальные работы. Общее количество работ в календарном плане должно быть в среднем для жилищно-гражданских зданий 50-60, для производственных зданий 30-40.

Подсчет объемов работ производят по рабочим чертежам. За единицу измерения рекомендуется принимать единицу ГЭСН. Определение потребности в материалах и полуфабрикатах производят также по ГЭСН.

На основе подсчета объемов работ и анализа конструкций выбирают методы выполнения работ применительно к конкретным условиям строительства. Основным моментом при выборе методов производства работ является подбор комплекта механизмов с ориентацией на ведущую машину. Для

определения эффективного комплекта механизмов производят сравнение вариантов по приведенным затратам. Вариант с наименьшими приведенными затратами принимают для дальнейшего использования.

Трудовые затраты рабочих и механизмов определяют по ГЭСН. Трудоемкость подготовительного периода может быть определена в процентах от общих трудозатрат (принимают 1,5-12 %). Для санитарно-технических и электромонтажных работ трудоемкость принимают 7-10%, благоустройство – до 3%, прочие и неучтенные работы – 3-5% от общих трудозатрат [1].

В РГР разрабатывается календарный план в форме линейного графика, сетевой модели и циклограммы.

### ***Практическая работа № 1. Определение объемов строительно-монтажных работ и их трудоемкости***

Согласно заданию на проектирование объекта выписать конструктивные элементы проектируемого здания в табл. 1.1, определить их марки и технические характеристики по номенклатуре строительных конструкций и изделий. При выборе марки конструкции нужно учитывать размеры, грузоподъемность, особенности конструкции, назначение и вид здания и т.д. Если требуются конструкции разных размеров (например, колонны высотой 6 м и 10 м, балки длиной 12 м и 16 м), то желательно подбирать конструкции из одной серии, чтобы различия между ними были только в размерах, это упрощает их монтаж.

*Таблица 1.1*

Сводная ведомость строительных конструкций

Наименование конструкции	Марка конструкции	Размеры, мм	Масса, т
Колонны каркаса	КП-5	10800×800×400	7,1
	КПП-12	6900×500×500	4,3
...			

В соответствии с ЕНиР «Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы» определяются нормы времени  $H_{вр}$  и состав звена в зависимости от вида работ. Перечень ЕНиР по наименованию работ основного цикла приведен в табл. 1.2.

*Таблица 2.2*

Перечень ЕНиР по наименованию работ основного цикла

Наименование работ	Обоснование
1. Монтаж колонн каркаса	Е4-1-4
2. Монтаж строительных конструкций (балок, ферм)	Е4-1-6
3. Монтаж плит покрытия (перекрытия)	Е4-1-7
4. Монтаж стеновых панелей	Е4-1-8

5. Устройство кровли	Е-7
6. Устройство подготовки под полы	Е19-38
7. Заполнение оконных проемов	Е6-13
8. Заполнение дверных блоков	Е6-13

Результаты расчетов показателей календарного плана сводятся в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Определение объемов СМР и их трудоемкости

Обоснование	Наименование работ и процессов	Ед. изм.	Объем работ V	Норма времени $H_{вр}$ , чел.-час.	Трудоемкость $Tr$ , чел./смен		Состав бригады	Кол-во рабочих	Число смен / день	Продолжительность П, дн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Е4-1-4	Монтаж колонн каркаса	шт.	28 26	6,0 5,5	24 18	39	Монтажник, машинист	1 1	2	20
...										

**Наименование работ и процессов** указывается по видам и периодам (подготовительный, основной период) в строгой технологической последовательности. Допускается некоторые виды работ укрупнять, в этом случае производители работ должны быть одинаковыми.

**Объем работ V** определяют по сметам и рабочей документации (РД). Выборка объемов из смет менее трудоемка, но при делении объекта на захватки необходимо пользоваться дополнительно и РД.

Для выполнения РГР объемы каждого вида работ приведены в задании.

**Норма времени  $H_{вр}$  и ед.изм.** определяется по ЕниР (затраты машинного времени по ГЭСН) по каждому виду работ с учетом назначения здания, наличия отопления, технических характеристик конструкций, видом работ и т.д. В случае, если бригада (звено) состоит из нескольких специалистов с разной нормой времени, то берется наибольшая  $H_{вр}$ .

Например, в табл. 4.3 представлен состав бригады (звена), состоящий из двух человек – монтажника и машиниста, для установки в стаканы фундаментов колонны массой 4,3 т норма времени машиниста составляет 1.1 чел./час, а монтажника 5.5 чел./час, берем  $H_{вр} = 5.5$  чел./час.

**Трудоемкость работ  $Tr$** , в чел./смен, определяется по формуле:

$$Tr = \frac{H_{вр} \cdot V}{8}, \quad (1.1)$$



где  $H_{ep}$  – норма на единицу, чел./час,

$V$  – объем работ,

8 – количество часов в смену.

Полученное значение  $Tr$  округляем до целого числа в большую сторону.

В табл. 1.3 сначала записывает трудоемкость по каждому виду конструктивного элемента (колонка 6), общую трудоемкость по однотипным работам, выполняемым одной и той же бригадой (колонка 7).

**Состав бригады**, т.е. специальности и квалификации рабочих и их количество в бригаде, определяется по ЕНиР.

При этом численность каждой бригады должна быть кратна нормируемой ЕНиР численности звеньев, входящих в бригаду. Технологическая операция не может быть выполнена меньшим количеством рабочих, чем количество рабочих в звене по ЕНиР.

При расчете численности бригад учитываются:

- технологическая последовательность выполнения работ;
- продолжительность работ (желательно не превышать 20 дней на один этап работ).

**Число смен** определяется для конкретных случаев.

Основные строительно-монтажные работы с использованием механизмов выполняются в две смены. В одну смену выполняются, как правило, отделочные работы.

В три смены выполняются работы в случае:

- непрерывных технологических процессов (например, непрерывное бетонирование конструкций здания);
- использования дорогостоящих механизмов;
- необходимости сокращения срока строительства объекта;
- работ, лежащих на критическом пути.

**Продолжительность** каждого вида работ на объекте (захватке) определяется временем выполнения ведущего механизированного процесса на рассматриваемом этапе строительства.

Продолжительность полностью механизированных работ определяется по производительности ведущей машины. Время механизированных работ рассчитывается по формуле:

$$П_{мех} = \frac{M}{a * m} \quad (1.2)$$

где  $П_{мех}$  – время выполнения работ, дни;

$M$  – затраты машинного времени на производство работ, маш.-см.;

$c$  – число смен,  $c=2$ ;

$m$  – количество машин.

В случае производства немеханизированных работ продолжительность определяется по формуле:

$$П_p = \frac{Tr}{c * k * n} \quad (1.3)$$

где  $Pr$  – время выполнения работ, дни;  
 $Tr$  – трудоемкость работы, чел.-дн.;  
 $c$  – число смен;  
 $k$  – количество звеньев;

$n$  – **количество рабочих в звене**, участвующих в строительном процессе, если работу можно выполнить без механизмов или машины, играют вспомогательную роль (разработка грунта вручную, установка арматуры, установка опалубки, укладка бетона, кирпичная кладка, устройство кровли, малярные работы и т.п.), **или количество механизмов**, если ведущим является механизм, т.е. работу выполнить без участия механизма невозможно (механизированная разработка грунта, монтаж фундаментных блоков, монтаж колонн, стропильных балок, ферм и т.п.) [6].

Если рассматриваемый вариант включает механизированные и немеханизированные процессы, то принимают продолжительность, большую из рассчитанных по формулам.

Продолжительность  $\Pi$  округляем до целого числа в большую сторону.

Например, в табл. 4.3 представлен состав бригады (звена), состоящий из двух человек – монтажника и машиниста, это неполностью механизированные работы, поэтому продолжительность составит:

$$\Pi = Pr = \frac{Tr}{c \cdot k \cdot n} = \frac{39}{2 \cdot 1} = 19,5, \text{ округляем до } 20 \text{ дней, т.к. } 20 \leq 20, \text{ то оставляем } 1 \text{ звено в бригаде.}$$

Если бы рассчитанная  $\Pi > 20$ , то увеличивается количество звеньев в бригаде, а продолжительность пропорционально уменьшается.

Например, при рассчитанной  $\Pi = 57$  дней, принимаем  $\Pi = 57/3 = 19$  дней, то указываем 3 звена в бригаде, т.е. количество рабочих – 3 монтажника и 3 машиниста крана.

## **Практическая работа № 2. Выбор методов производства работ и основных строительных машин**

Выбор наиболее целесообразной машины или механизма, участвующего в строительном процессе, производится сравнением нескольких взаимозаменяемых машин или механизмов.

Сравнение ведется только по основным машинам.

Сравниваемые машины по технической характеристике должны быть сопоставимы. Например, монтаж конструкций можно осуществлять монтажными кранами нескольких типов. Чтобы эти краны были сопоставимы по параметрам, им необходимо иметь одинаковую грузоподъемность и отвечать требованиям монтажа по вылету стрелы, высоте подъема монтируемых конструкций [6].

Выбор монтажных кранов производится в следующей последовательности:

а) в зависимости от размеров зданий в плане и по высоте, а также технико-экономических показателей конструктивных элементов рассчитываются

технические характеристики возможного типа крана, вылет стрелы, длины стрелы;

б) по рассчитанным характеристикам с учетом грузоподъемности на требуемом вылете и высоте подъема крюка выбирается марка крана.

Потребная грузоподъемность крана, в тоннах определяется из выражения:

$$Q_{\text{ч}} = Q + q_{\text{сн}}, \quad (2.1)$$

где  $Q$  – масса самого тяжелого монтируемого элемента, т;

$q_{\text{сн}}$  – масса строповочного приспособления (стропы, траверсы и т.д.).

Потребная высота подъема крюка определяется из выражения:

$$H_{\text{кр}} = h_{\text{ц}} + h_{\text{ф}} + h_{\text{з}} + h_{\text{р}} + h_{\text{с}} + h_{\text{н}}, \quad (2.2)$$

где  $h_{\text{ц}}$  – высота возводимого объекта;

$h_{\text{ф}}$  – высота (толщина) фермы или балки;

$h_{\text{з}}$  – минимальное расстояние между низом устанавливаемой конструкции и уровнем последнего монтажного горизонта ( $h_{\text{з}} = 1\text{ м}$ );

$h_{\text{р}}$  – высота (толщина) монтируемой конструкции, м;

$h_{\text{с}}$  – конструктивная высота строповочного устройства или приспособления, м;

$h_{\text{н}}$  – высота полиспаста или минимальное расстояние от крюка до головки стрелы ( $h_{\text{н}} = 2,5\text{ м}$ ).

Максимально потребный вылет стрелы определяется из выражения:

$$L_{\text{смп}} = \frac{m}{2} + n, \quad (2.3)$$

где  $m$  – ширина базы крана (для предварительных расчетов может быть принята равной 4,5 м);

$n$  – расстояние с учетом 1,25 м, которое определяется по формуле:

$$n = \frac{(H_{\text{кр}} - h_{\text{ш}}) \cdot (\frac{l}{2} + 1,25)}{H_{\text{кр}} + h_{\text{ш}} - l}, \quad (2.4)$$

где  $h_{\text{ш}}$  – высота шарнира пяты стрелы над уровнем стоянки крана, принимаем равной 2,5 м;

$l$  – шаг колонн, м.

Длина стрелы определяется из выражения:

$$L = \sqrt{n^2 + (H_{\text{кр}} - h_{\text{ш}})^2}. \quad (2.5)$$

На основе выполненного расчета выполняется подбор крана. При выборе монтажных кранов может оказаться, что монтаж конструкций можно производить различными кранами. В этом случае окончательный выбор крана производится путем сравнения основных технико-экономических показателей.

После выбора участвующих в процессе машин производится выбор метода производства работ сравнением нескольких вариантов также по критерию минимума приведенных затрат.

Выбор методов производства работ поясняется схемами, расчетами [5].

### **Практическая работа № 3. Построение календарного плана работ основного цикла в форме линейного графика**

Горизонтально-линейный график (график Ганта), получил наибольшее распространение. Он состоит из 2 частей: левая часть – цифровая (графы 1-11) правая – графическая (графа 12) (табл. 3.1 и прил. 1). График производства работ (гр. 12) наглядно отображает ход работ во времени, последовательность и увязку работ между собой.

*Таблица 3.1*

**Календарный план производства работ по объекту (виду работ)**

№ П/П	Наименование работ	Объем работ		Затраты труда, чел.-дн.	Требуемые машины		Продолжительность работы, дн.	Число смен	Кол-во рабочих в смену	Состав бригады	График работ, (дни, месяцы)
		Ед. изм.	Кол-во		наименование	кол-во маш.-см.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Графы 1-11 заполняются рассчитанными данными из табл. 1.3 и определенной потребности в машинах в практической работе № 2.

Графа 12 – работы, выполняемые в одну смену, обычно обозначаются одной линией, в 2 смены – двумя параллельными. Над ними (линиями) указывается количество рабочих (машинистов) и количество смен (например, 2 x 1).

### **Практическая работа № 4. Диаграмма движения рабочей силы**

Чтобы оценить календарный план по потреблению трудовых ресурсов строят график движения рабочих кадров под графиком в виде эпюры, где в каждый промежуток времени суммируется количество рабочих, указанное над линиями графиков работ [4] (рис. 4.1).

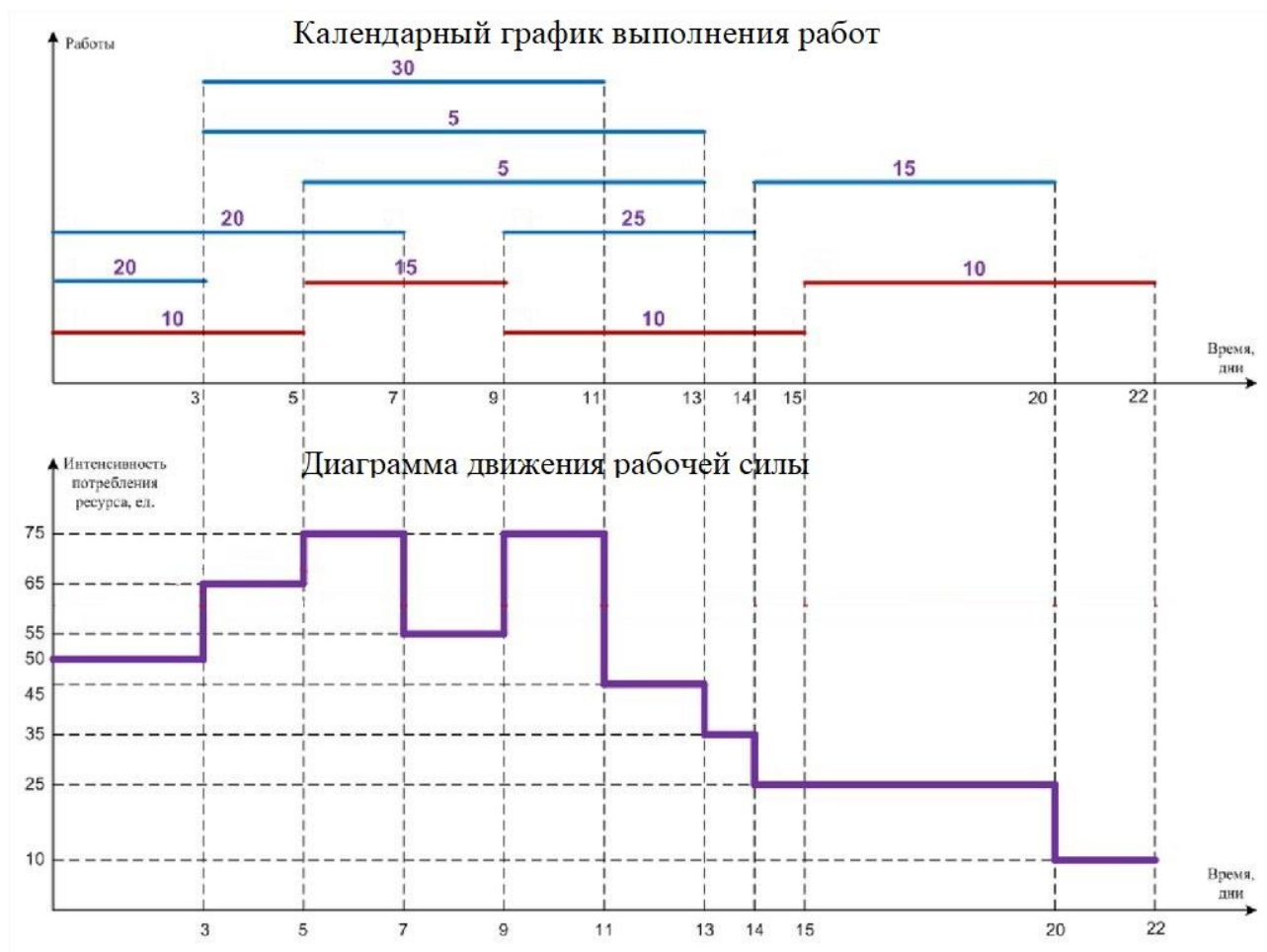


Рис. 4.1. Календарный график выполнения работ и диаграмма движения рабочей силы

При построении диаграммы необходимо, чтобы количество рабочих в начальный период строительства плавно возрастало. В период развёрнутого строительства (работы подземного цикла и отделочного цикла) изменение количества рабочих не должно превышать 10-15 % в сторону увеличения или уменьшения количества рабочих в период завершения строительства. Количество рабочих должно плавно уменьшаться.

Календарный план оценивается по коэффициенту неравномерности движения рабочих  $K_n$ . Он должен удовлетворять требованию:

$$K_n = \frac{R_{max}}{R_{cp}} \leq 1,5 \quad (4.1)$$

где  $R_{max}$  – максимальное количество рабочих, чел.;

$R_{cp}$  – среднее количество рабочих, чел.

Если коэффициент неравномерности потребности в рабочих более 1,5, то расписание работ пересматривается в сторону более равномерного использования рабочих в течение всего периода строительства, т.е. производят перемещение процессов, увеличение или уменьшение количества рабочих (рис. 4.2).

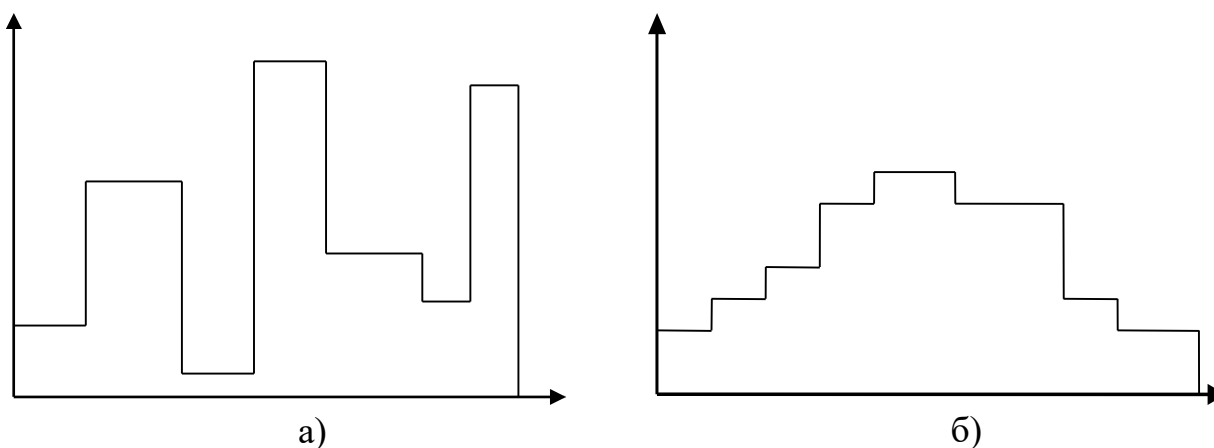


Рис. 4.2. График движения рабочих:  
а) первоначальный, б) после корректировки

### **Практическая работа № 5. Построение календарного плана в форме сетевого графика**

Календарный план в форме сетевого графика (сетевой модели) разрабатывается на основной цикл производства работ по вариантам с разбивкой на захватки и определением строительных потоков.

#### **5.1 Организации строительного производства поточным методом**

**Поточным методом** называют такой метод организации строительного производства, который обеспечивает планомерный и ритмичный выпуск строительной продукции (зданий и сооружений) на основе непрерывной и равномерной работы бригад неизменного состава, обеспеченных своевременно и комплектно всеми необходимыми материально-техническими ресурсами [1].

##### **Порядок выполнения практической работы:**

1. **Определить пространственные параметры строительного потока на заданном объекте: количество и виды участков примерно с равными и однородными работами (делянка, захватка, участок, объект).**

*Делянка* – это часть здания, предназначенная для работы одного звена.

*Захватка* – часть здания, предназначенная для работы одной бригады. Размеры захватки выбираются таким образом, чтобы они соответствовали архитектурно-планировочным и конструктивным решениям здания или сооружения (квартира, секция в жилом доме, 1 пролет здания в пределах температурного блока).

*Участок* – часть возводимого здания, в пределах которого развиваются и увязываются между собой специализированные потоки, входящие в состав объектного потока (2 секции в жилом доме, 2 пролета в пределах температурного блока).

2. **Определить виды строительных потоков на объекте с указанием видов и объемов работ.**

**Классификация потоков:**

1) **в зависимости от структуры и вида выпускаемой продукции** поток может быть:

– **частный** - выполнение какой-либо одной операции на ряде захваток (установка арматуры, укладка пароизоляции, зачистка дна котлована и т.д.);

– **специализированный поток** – совокупность частных потоков, результатом деятельности которых являются отдельные конструктивные элементы зданий и сооружений или отдельные виды работ (устройство монолитных колонн, кровельные работы);

– **объектный поток** – совокупность специализированных потоков, совместной продукцией которых являются отдельные здания, сооружения или инженерные коммуникации;

– **комплексный поток** – совокупность объектных потоков, результатом деятельности которых является производственный гражданский или сельскохозяйственный комплекс.

2) **в зависимости от характера ритмичности** поток может быть:

– **ритмичный поток** – поток, в котором продолжительность выполнения работ каждой отдельной бригадой на захватках одинакова;

– **неритмичный поток** – поток, в котором продолжительность выполнения работ каждой отдельной бригадой на захватках не одинакова.

3) **в зависимости от сроков выполнения** поток может быть:

– **краткосрочный поток** осуществляют при возведении отдельного зданий или группы зданий при сроках строительства не более двух лет;

– **непрерывный поток** функционирует длительное время и охватывает программу работ, выполняемую более двух лет [1].

## **5.2 Расчет объемов строительно-монтажных работ и их трудоемкости по захваткам**

По методике, приведенной в практической работе № 1, определяются объемы строительно-монтажных работ и их трудоемкости **по захваткам**. Результаты расчета заносятся в табл. 5.1.

Например, для возведения производственного здания требуется 28 колон высотой 10,8 м для одного пролета и 26 колон высотой 6,9 м для другого пролета, балок требуется одинаковое количество на обеих захватках. Укрупненные работы включают в себя монтаж колонн и балок бригадой одного состава. Трудоемкость на первой захватке составит 33 дня, а продолжительность 17 дней, на второй захватке – 26 и 13 соответственно.

Таблица 5.1

## Исходные данные к построению сетевого графика

Наименование работ	I захватка				II захватка				
	Ед. изм.	Объем работ	Трудоемкость, чел./см.	Продолжительность, дн.	Ед. изм.	Объем работ	Трудоемкость, чел./см.		Продолжительность, дн.
Монтаж колон и балок	шт.	28	21	33	шт.	26	18	26	13
	шт.	12	12		шт.	12	8		
...									

## 5.3 Построение сетевой модели

**Сетевое планирование** – метод управления, основанный на использовании математического аппарата теории графов и системного подхода для отображения и алгоритмизации комплексов взаимосвязанных работ, действий или мероприятий для достижения поставленной цели [4].

Сетевая модель должна отражать организационно-технологическую последовательность возведения зданий и удовлетворять требованиям технологии строительного производства.

На сетевых моделях схематически отображается последовательность выполнения строительных процессов и их взаимосвязь. В роли основных элементов сетевых графиков выступают: работа, событие, ожидание, зависимость (фиктивная работа), путь.

**Работа** – производственный процесс. На сетевых моделях изображается *сплошной стрелкой* с надписью над ней названия работы, а под ней – продолжительности выполнения работы. Иногда указывается дополнительная информация – номер захватки или яруса, на котором выполняется процесс, количество занятых рабочих.

**Событие** – факт начала или завершения одной или нескольких работ. Изображают *кружочком с порядковым номером события внутри*. Номера начального и завершающего событий работы, записанные через тире, являются шифром (кодом) данной работы. Все работы, входящие в данное событие, называются предшествующими работами, выходящие – последующими.

**Ожидание** – работа, не требующая затрат ресурсов, кроме времени. Примером работы-ожидания выступают технологические или организационные перерывы. Обозначается *сплошной стрелкой*.

**Зависимость (фиктивная работа)** – понятие, необходимое для отображения взаимосвязи между производственными процессами, не требует затрат ресурсов, продолжительность фиктивной работы равна нулю. На сетевом графике обозначается *пунктирной стрелкой*.

**Путь** – непрерывная последовательность работ от исходного до завершающего события сетевого графика. Путь, имеющий наибольшую продолжительность по времени, называется **критическим путем**, на сетевой модели обычно изображается *двойной линией*.



Критические работы определяют общую продолжительность строительства или выполнения работ, поэтому в процессе управления ходом строительного производства им уделяется максимальное внимание, так как эти работы не имеют резервов времени для их выполнения.

**При построении сетевого графика рекомендуется направлять стрелки слева направо и изображать их по возможности горизонтальными линиями без лишних пересечений.**

Для правильного отображения взаимосвязи между работами сетевого графика при его построении необходимо соблюдать ряд правил.

**Первое правило.** Если работы А, Б и В выполняются последовательно, то на сетевом графике изображаются по горизонтали одна за другой (рис. 5.1).

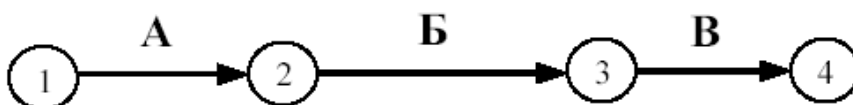


Рис. 5.1. Первое правило

**Второе правило.** Если результат работы А необходим для выполнения работ Б и В, то на сетевом графике это отображается следующим образом (рис. 5.2).

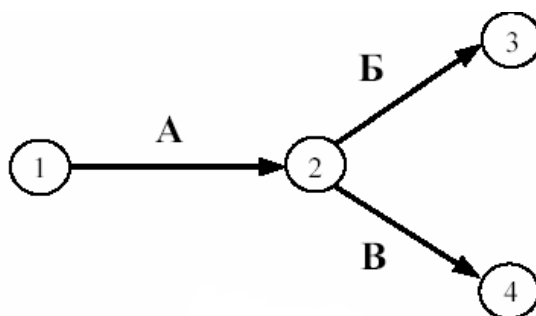


Рис. 5.2. Второе правило

**Третье правило.** Если результат работ Г и Д необходим для выполнения работы Е, то на сетевом графике это изображается так (рис. 5.3).

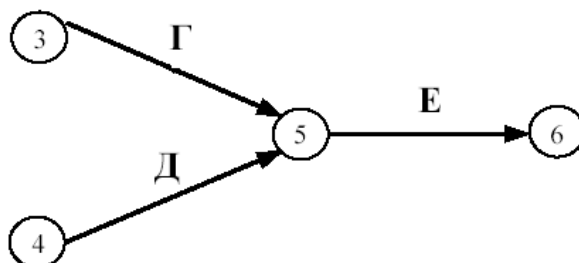


Рис. 5.3. Третье правило

**Четвертое правило.** Работы сетевого графика не должны иметь одинакового кода. Если работы Б, В, Г выходят из одного события и выполнение необходимо для свершения одного и того же события, то вводятся дополнительные фиктивные работы (рис. 5.4).

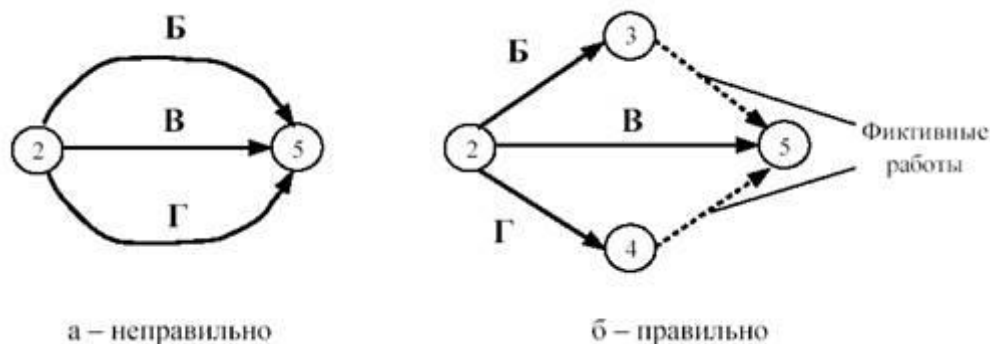


Рис. 5.4. Четвертое правило

**Пятое правило.** Если работы Б, В и Г начинаются после частичного выполнения работы А, то работа А разбивается на части А1, А2 ... Аi и т.д., при этом каждая работа А в сетевом графике считается самостоятельной работой (рис. 5.5).

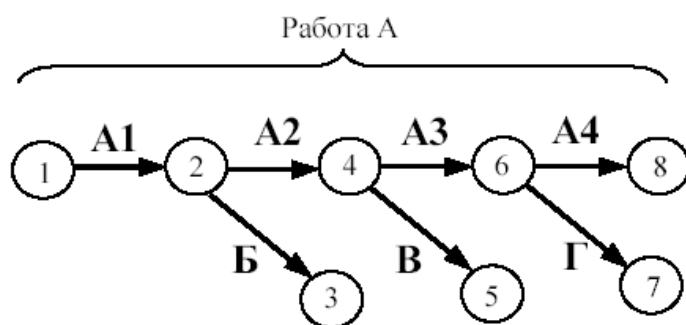


Рис. 5.5. Пятое правило

**Шестое правило.** В сетевом графике не должно быть замкнутых контуров (циклов), "тупиков" или "хвостов". Такая ситуация чаще возникает в больших и сложных сетях, которые разрабатываются несколькими исполнителями. При обнаружении подобной ошибки сетевой графика, после выяснения ее причины, необходимо исправить (рис. 5.6).

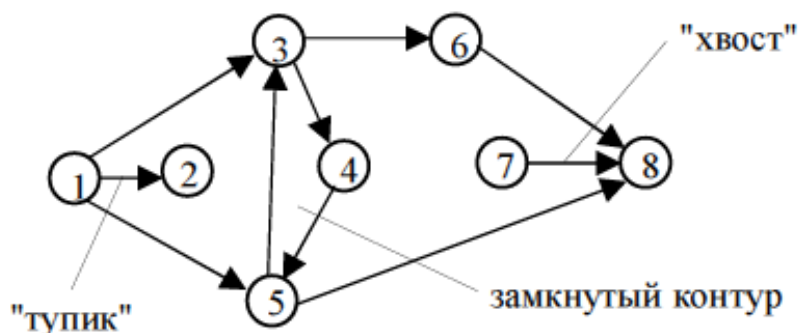


Рис. 5.6. Недопустимые изображения на сетевой модели

**Седьмое правило.** События следует кодировать так, чтобы номер начального события данной работы был меньше номера конечного события этой работы (рис. 5.7).

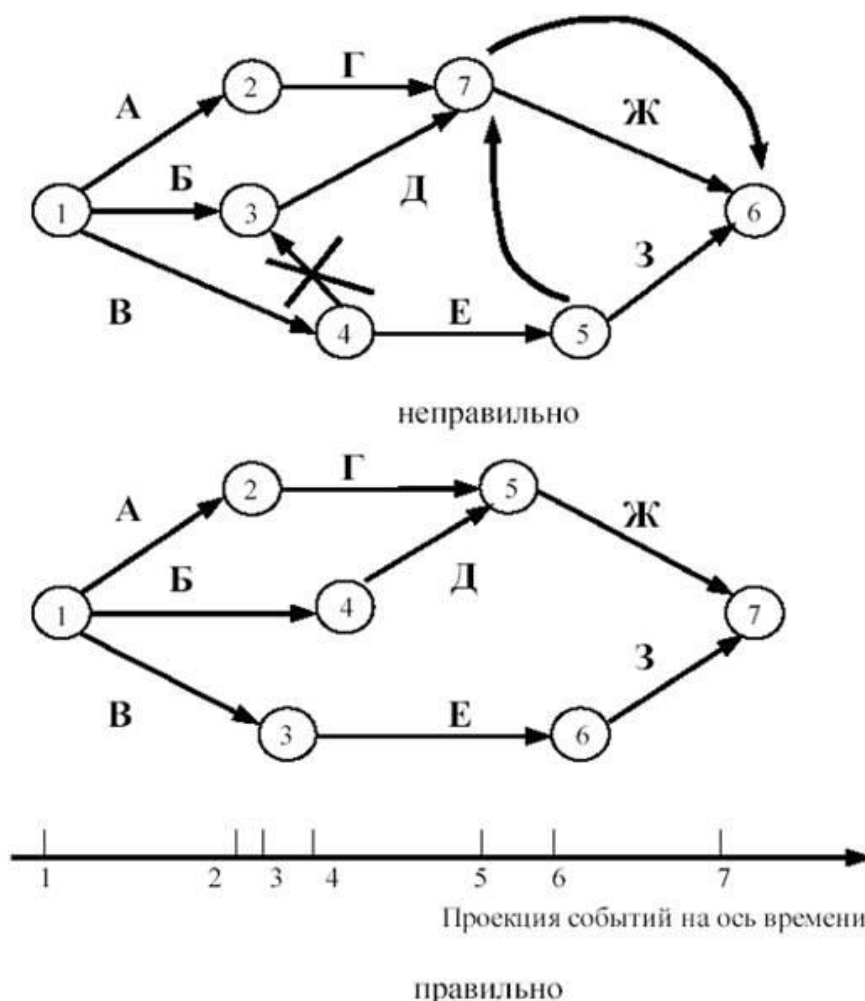


Рис. 5.7. Седьмое правило

Если для начала работы необходимо лишь частичное выполнение предшествующей работы, то она разделяется на соответствующие части со своими событиями их завершения, т.е. фактически разбивается на несколько работ.

Если на объекте организуется поточный процесс производства работ, то на сетевой модели он отражается в соответствии с принятой разбивкой фронта работ на захваты. При этом на каждой горизонтальной линии модели могут описываться либо все строительные процессы, происходящие на одной захватке ("горизонталь–захватка"), либо отдельный технологический процесс, выполняемый на всех захватках данного объекта ("горизонталь–процесс"). Если сетевая модель разрабатывается по схеме "горизонталь–захватка", она развивается преимущественно в горизонтальном направлении, что удобно с позиции графической компоновки чертежа. Для многоэтажных зданий, предусматривающих деление фронта работ на многочисленные ярусы, можно рекомендовать схему "горизонталь–процесс".

Если при разработке сетевых моделей предусматриваются три или более захваток, возникает проблема ложных технологических зависимостей (рис. 5.8).

Топология данной сетевой модели является ошибочной, так как, например,

работа по устройству фундаментов на III захватке (работа 5-7) технологически не зависит от монтажа каркаса на I захватке (работа 3-4) с учётом того, что для производства монтажных работ нулевого цикла и надземной части используются разные грузоподъёмные механизмы. Аналогичная ситуация наблюдается и для работы 7-8, которая технологически зависит лишь от наличия фронта работ по захватке (должна быть закончена работа 5-7) и от загруженности бригады монтажников (необходимо завершение работы 5-6). Между тем на модели прослеживается зависимость начала работы 7-8 от окончания работы 4-6 (кровельные работы на I захватке), что технологически ошибочно.

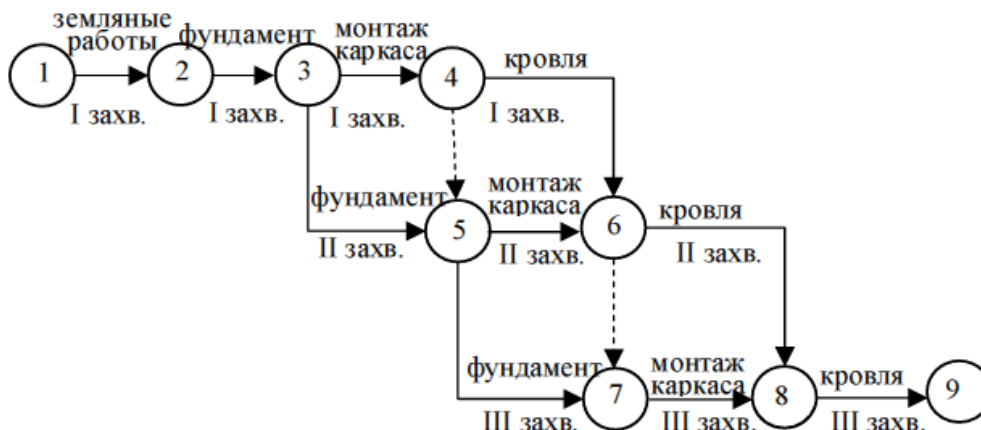


Рис. 5.8. Ложные технологические зависимости

Для разрешения данного противоречия необходимо по всем захваткам, кроме первой и последней (в данном случае по второй), ввести чередование строительных процессов и фиктивных работ, для чего необходимо введение дополнительных событий (рис. 5.9) [4].

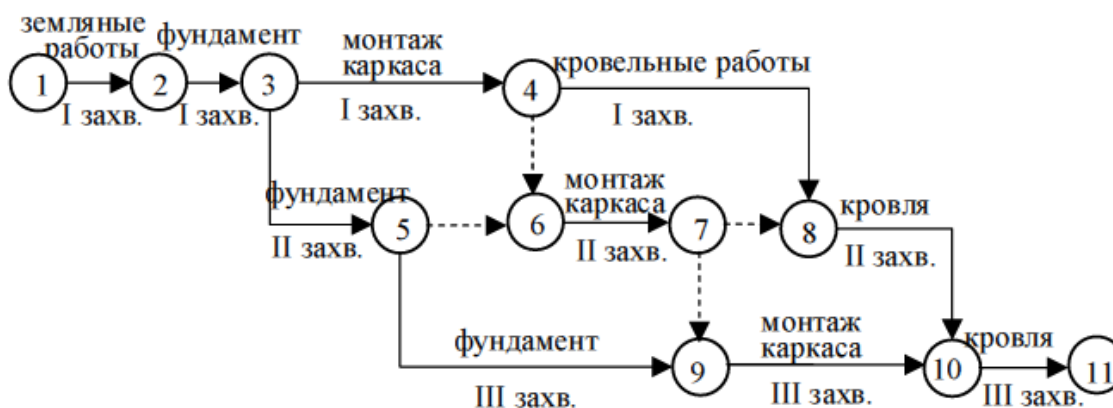


Рис. 5.9. Правильное построение сетевой модели

***В практической работе необходимо построить сетевой график по данным табл. 5.1 с соблюдением правил построения сетевых моделей (прил. 2).***

## **Практическая работа № 6. Расчет и построение циклограммы ритмичного поточного строительства**

Самый простой случай организации поточного производства – ритмичный поток (ритм потока бригады на разных работах остается постоянным). При ритмичном потоке увязка производится путем включения последующей операции сразу после окончания предыдущей. При проектировании потоков учитывают также возможные организационные и технологические перерывы. Например, выдержка бетонной конструкции до момента начала ее распалубливания.

В циклограмме сохраняется календарная шкала линейного графика, но горизонтальная полоса выделяется для захваток в порядке их номеров. Работа каждой бригады изображается наклонной линией, которая как бы символизирует движение каждой бригады по фронту работ одной захватки переход с одной захватки на другую.

Работа по возведению здания проводится без совмещения во времени смежных специализированных потоков и без технологических перерывов между специализированными потоками [5].

Для примера рассчитаем параметры ритмичного потока при возведении производственного здания швейной фабрики, исходя из данных, приведенных в табл. 6.1.

*Таблица 6.1*

**Исходные данные для расчета параметров ритмичных потоков**

Ритм бригад	Кол-во пролетов в здании	Кол-во этажей в здании	Кол-во специализированных потоков	Количество частных потоков в каждом специализированном потоке			
				устройство подземной части	возведение надземной части	устройство кровли	выполнение отделочных работ
дни	пролеты	этажи	потоки	потоки			
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	5	4	7	5	3	8

1. Здание в плане разбиваем на захватки ( $N_3$ ), в соответствии с количеством пролетов, исходя из исходных данных имеем  $N_3=3$ .

Определяем количество захваток для каждого специализированного потока:

1) Устройство подземной части здания:

$N_{3.n} = c$ , где  $c$  – количество пролетов.

$N_{3.n}=3$

2) Возведение надземной части дома:

$$N_{3.n.} = c * \varepsilon, \tag{6.1}$$

где  $\varepsilon$  – количество этажей.

$$N_{з.н.} = 3 * 5 = 15$$

3) Устройство кровли:

$$N_{з.к.} = c$$

$$N_{з.к.} = 3$$

4) Выполнение отделочных работ:

$$N_{з.о} = c * \varepsilon$$

$$N_{з.о} = 3 * 5 = 15$$

2. Определяем продолжительность каждого специализированного потока по формуле:

$$T_c = (N_{з.н.} + n - 1) * k + z, \quad (6.2)$$

где  $n$  – количество частных потоков;

$k$  – ритм бригады на захватке, дн.;

$z$  – сумма технологических перерывов, дн.,  $z = 0$ .

$$T_{c1} = (3 + 7 - 1) * 2 = 18$$

$$T_{c2} = (15 + 5 - 1) * 2 = 38$$

$$T_{c3} = (3 + 3 - 1) * 2 = 10$$

$$T_{c4} = (15 + 8 - 1) * 2 = 44$$

1. Рассчитываем период развертывания по каждому специализированному потоку по формуле:

$$\tau = (n - 1) * k + z, \quad (6.3)$$

$$\tau_1 = (7 - 1) * 2 = 12$$

$$\tau_2 = (5 - 1) * 2 = 8$$

$$\tau_3 = (3 - 1) * 2 = 4$$

$$\tau_4 = (8 - 1) * 2 = 14$$

2. Период выпуска продукции определяется по формуле:

$$T_{np} = T_c - \tau \quad (6.4)$$

$$T_{np1} = 18 - 12 = 6$$

$$T_{np2} = 38 - 8 = 30$$

$$T_{np3} = 10 - 4 = 6$$

$$T_{np4} = 30 - 14 = 16$$

3. Определяем продолжительность объектного потока:

$$T_{об} = T_{c1} + T_{c2} + T_{c3} + T_{c4} \quad (6.5)$$

$$T_{об} = 18 + 38 + 10 + 44 = 110$$

4. Строим циклограмму ритмичного потока с указанием этажей и захваток (прил. 3) на основании полученных расчетов.

## **Практическая работа № 7. Расчет и построение циклограммы неритмичных потоков матричным методом**

В том случае, когда не представляется возможным разделить фронт работ на равные или кратные по срокам выполнения захватки производственный процесс организуется с соблюдением поточности выполнения работ при максимальном совмещении различных работ по времени, но с допущением неравной и некратной продолжительности различных работ на захватках.

Неритмичный поток отличается тем, что ритм бригад в силу особенностей фронта на отдельных захватках не остается постоянным. В этом случае при планировании совмещенной работы бригад постоянного состава для обеспечения их непрерывной работы, а отдельные периоды предусматривает простаивающие захватки.

Для расчета параметров потока используют аналитический и графический методы, и метод матричного алгоритма.

На практике ритмичные потоки встречаются довольно редко, при возведении жилых объектов. Неритмичные строительные потоки проектируются для возведения объектов со сложной конфигурацией в плане, с перепадами высот и т.п. Производственные объекты трудно расчленить на захватки равной трудоемкости, что при неизменной численности бригад приводит к неритмичности потоков [5].

Для примера рассчитаем параметры неритмичного потока при возведении производственного здания, исходя из данных, приведенных в табл. 7.1.

*Таблица 7.1*

Захватки	Исходные данные Процессы и их продолжительность, дни			
	Земляные работы, бригада А	Монтаж фундаментов, бригада Б	Монтаж каркаса и стен, бригада В	Устройство кровли, бригада Г
I	2	5	4	1
II	1	3	5	6
III	3	1	2	3
IV	6	2	4	2
V	1	3	7	5
VI	2	4	3	4

**1. Составляем клеточную матрицу** (табл. 7.2), при этом в строках матрицы указываем захватки, а в столбцах – процессы.

Таблица 7.2

Расчет параметров неритмичного потока

Захватки	Процессы (номера бригад)				$\Sigma t_j$	$\Sigma t^{мин}$	$\frac{\Sigma t_{пред.}}{\Sigma t_{посл.}}$
	А	Б	В	Г			
I	0 2 2	3 5 2	8 4 8	18 1 12	12	7	$\frac{7}{1}$
II	2 1 3	8 3 11	12 5 11	19 6 17	15	8	$\frac{4}{6}$
III	3 3 6	11 1 6	12 2 12	25 3 19	9	16	$\frac{4}{3}$
IV	6 6 12	12 2 14	19 4 14	28 2 23	14	10	$\frac{8}{2}$
V	12 1 13	14 3 17	23 7 17	30 5 30	16	7	$\frac{4}{5}$
VI	13 2 15	17 4 21	30 3 21	35 4 33	13	13	$\frac{6}{4}$
$\Sigma t_i$	15	18	25	21	79		
$\Sigma t^{мин}$		14	26	21		61	

2. Рассчитываем начала и окончания работ на всех захватках 1 бригады. Время начала работы 1 бригады на I захватке равно 0.

3. Далее на матрице определяем места критических сближений каждой пары смежных бригад (частных потоков) и обозначаем их "–".

Находим наибольшую продолжительность выполнения работ на захватках этими двумя смежными бригадами путем суммирования продолжительностей их работ на захватках при условии, что критическое сближение находится вначале на I, далее на II и т.д.

Определяем критическое сближение для 1 и 2 бригад:

Предполагаем, что критическое сближение находится на I захватке, тогда:  
 $(IA + IB + IIБ + IIIБ + IVБ + VБ + VIБ) = 2 + 5 + 3 + 1 + 2 + 3 + 4 = 20$ .

Предполагаем, что критическое сближение находится на II захватке, тогда:  
 $(IA + IА + IIБ + IIIБ + IVБ + VБ + VIБ) = 2 + 1 + 3 + 1 + 2 + 3 + 4 = 16$ .

Предполагаем, что критическое сближение находится на III захватке, тогда:  
 $(IA + IА + IIА + IIIБ + IVБ + VБ + VIБ) = 2 + 1 + 3 + 1 + 2 + 3 + 4 = 16$ .

Предполагаем, что критическое сближение находится на IV захватке, тогда:  
 $(IA + IА + IIА + IIIА + IVБ + VБ + VIБ) = 2 + 1 + 3 + 6 + 2 + 3 + 4 = 21$ .



Предполагаем, что критическое сближение находится на V захватке, тогда:  
 $(IA + PA + IIIA + IVA + VA + VB + VIB) = 2+1+3+6+1+3+4=20$ .

Предполагаем, что критическое сближение находится на VI захватке, тогда:  
 $(IA + PA + IIIA + IVA + VA + VIA + VIB) = 2+1+3+6+1+2+4=20$ .

Наибольшее из полученных сумм равно 21. Это значит, что критическое сближение 1 и 2 бригады находится на IV захватке.

Аналогично находим критическое сближение 2 и 3 бригады:

на I захватке:  $5+4+5+2+4+7+3 = 30$ ,

на II захватке:  $5+3+5+2+4+7+3 = 29$ ,

на III захватке:  $5+3+1+2+4+7+3 = 25$ ,

на IV захватке:  $5+3+1+2+4+7+3 = 25$ ,

на V захватке:  $5+3+1+2+3+7+3 = 24$ ,

на V захватке:  $5+3+1+2+3+4+3 = 21$ .

Критическое сближение 2 и 3 бригад равно 30.

Аналогично находим критическое сближение 3 и 4 бригады:

на I захватке:  $4+1+6+3+2+5+4 = 25$ ,

на II захватке:  $4+5+6+3+2+5+4 = 29$ ,

на III захватке:  $4+5+2+3+2+5+4 = 25$ ,

на IV захватке:  $4+5+2+4+2+5+4 = 26$ ,

на V захватке:  $4+5+2+4+7+5+4 = 31$ ,

на V захватке:  $4+5+2+4+7+3+4 = 29$ .

Критическое сближение 3 и 4 бригады равно 31.

**4. Определяем начала и окончание работ для всех бригад на II–VI захватках.**

Для 2 бригады расчет начал и окончаний работ начинают на IV захватке, когда освободится первая бригада, т.е. время окончания работ 12 переносят на начало работ 2 бригады на IV захватке.

Для 3 бригады расчет начал и окончаний работ 3 бригады начинают на I захватке.

Временные параметры работ для 4 бригады рассчитывают начиная с V захватки.

Заполняем все клетки матрицы и получаем срок строительства всех объектов - 39 (цифра в нижнем углу последней клетки матрицы).

**5. Определяем величину вынужденных простоев захваток перед началом на них следующего процесса** (разность значений накрест лежащих углов по вертикали, например, начало работ на IIБ - окончание работ на IA).

**6. Определяем коэффициент плотности графика потока (Кпл):**

$$K_{пл} = \frac{\sum_1^N \sum_1^n t}{\sum_1^N \left( \sum_1^n t + \sum_1^{n-1} t_{umm} \right)} \quad (7.1)$$

$K_{пл}$  характеризует степень использования фронтов работ бригад. В случае отсутствия простоев  $K_{пл}=1$ , что свидетельствует о полном использовании фронтов работ. Если  $K_{пл}<1$ , то это свидетельствует о том, что имеются случаи простоя фронтов работ.

Согласно матрице получаем  $K_{пл}=79/(79+61) = 79/140= 0,564$  (79 – общее время выполнения работ на всех объектах, если бы не было совмещенных работ, 61 – продолжительность всех вынужденных перерывов).

##### **5. Определяем коэффициент совмещения работ:**

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n t - T}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n t} \quad (7.2)$$

$K_c$  характеризует величину совмещения работ, включенных в поток. Чем больше  $K_c$ , тем больше степень совмещения работ в потоке.

Согласно матрице, коэффициент совмещения работ:

$$K_c = (79-39)/79 = 0,506.$$

##### **8. Определяем безразрывный (критический) путь.**

Для этого движемся по матрице сверху вниз и слева направо по местам критического сближения от первой к последней клетке, если нет возможности провести безразрывный путь по местам критического сближения, то на матрице находят две клетки с одинаковыми значениями окончания и начала процессов.

Показываем на матрице безразрывный путь, соединяем клетки с местами критических сближений прямой линией, а клетки с одинаковыми значениями окончания и начала процессов пунктирной линией.

Таким образом получаем расчетную продолжительность:

$$T=2+1+3+6+5+2+4+7+5+4=39 \text{ дн.}$$

##### **9. Строим циклограмму объектного потока.**

Циклограмма объектного потока представлена в прил. 4.

**10. Определяем очередность строительства захваток в потоке,** при которой общая продолжительность строительства всех захваток была бы минимальной. Этот пункт выполняем только при условии, что захваты однотипны по технологическим особенностям, отличаются друг от друга только продолжительностью работ на них, т.е. размерами захваток.

Продолжительность потока зависит от общей трудоемкости работ, численного состава бригад, а в случае неритмичного потока и от очередности включения в работу захваток, на которых функционирует поток.

При организации неритмичных потоков поиск оптимальных вариантов включения в работу захваток осуществляется методом целенаправленного перебора очередности освоения частных фронтов. Этот метод может быть применен с учетом некоторых ограничений. При строительстве промышленного комплекса очередность строительства объектов определяется прежде всего технологическими особенностями предприятия и задачами ускорения ввода в

действие производственной мощности. Затем учитываются потребности строительной организации, нуждающейся в техническом обслуживании строительного производства с минимальными затратами на временные устройства (например, если строительство ведут не на свободных территориях, а в условиях сноса старых строений).

А в нашем случае подобных ограничений нет, поэтому может применить метод целенаправленного перебора очередности освоения частных фронтов. Для этого рассчитаем следующие показатели:

– суммарная продолжительность работ бригад на каждом фронте работ до ведущего частного потока ( $\Sigma t_{пред}$ )

– суммарная продолжительность работ бригад на каждом фронте работ после ведущего частного потока ( $\Sigma t_{посл}$ )

Ведущим является частный поток, продолжительность которого наибольшая.

Таким образом, принимаем 3 поток ведущим, так как его продолжительность наибольшая – 25 дней.

Составляем новую матрицу с учетом оптимальной очередности строительства.

В первую строку матрицы записываем номер захватки, на которой суммарная продолжительность работ, предшествующих ведущему потоку ( $\Sigma t_{пред}$ ) минимальная.

Согласно расчетной матрице (табл. 6.3) имеем 3 объекта (II, III, V захватки) с минимальной продолжительностью предшествующих работ. Их записываем в первые 3 строки матрицы. В последнюю строку записываем номер захватки с наименьшим значением суммарной продолжительности работ после ведущего потока ( $\Sigma t_{посл}$ ), т.е объект I. Затем заполняем оставшиеся строки таким образом, чтобы значения  $\Sigma t_{пред}$  увеличивались.

Далее рассчитываем полученную матрицу (табл. 7.3).

Как видно из расчетов продолжительность строительства сократилась на 8 дней, или на 20%. Это произошло за счет сокращения организационных перерывов.

Определим коэффициент плотности графика потока ( $K_{пл}$ ):

$$K_{пл} = 79 / (79 + 39) = 0,669.$$

Определим коэффициент совмещения работ ( $K_c$ ):

$$K_c = (79 - 31) / 79 = 0,608.$$

Согласно матрице (табл. 6.3) коэффициент плотности графика равен 0,564, а коэффициент совмещения работ равен 0,506. Таким образом, для потока, рассчитанного на новой матрице (табл. 6.4) значения этих показателей выше. Это свидетельствует о большем совмещении работ на захватках, при этом перерывы на захватках сократились с 61 до 39 дней.

11. Строим новую циклограмму объектных потоков (прил. 5) с учетом новой матрицы.

Таблица 7.3

Принятый вариант очередности строительства объектов

Захватки	Процессы (номера бригад)				$\Sigma t_j$	$\Sigma t^{инт}$	$\frac{\Sigma t_{пред}}{\Sigma t_{пос}}$
	А	Б	В	Г			
II —	0 1 1 3 4 5	2 × 1 3 4 5	5 — 5 1 6 9	10 6 10 2 12 19	15	1	$\frac{4}{6}$
III	1 3 4 5	5 × 1 3 4 5	10 1 6 3 9 13	16 3 12 7 19 22	9	9	$\frac{4}{3}$
V	4 1 5 7	6 1 3 2 7 13	12 7 3 6 13 22	19 5 7 4 15 26	16	4	$\frac{4}{5}$
VI	5 2 7 13	9 × 2 4 7 13	19 × 6 3 13 22 26	24 4 28 2 30 31	13	10	$\frac{6}{4}$
IV	7 6 13 15	13 — 2 5 15 20	22 × 7 4 15 26 30	28 2 28 2 30 31	14	9	$\frac{8}{2}$
I	13 2 15	15 — 5 20	26 × 6 4 30	30 1 31	12	6	$\frac{7}{1}$
$\Sigma t_i$	15	18	25	21	79		
$\Sigma t^{инт}$		5	26	8		39	

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА

### **Практическая работа № 8. Размещения машин и механизмов на строительной площадке с указанием опасных зон**

После выбора крана (см. практическую работу №2) осуществляют установку самоходного крана и определяют безопасные условия производства работ.

Установка автомобильных, пневмоколесных, гусеничных кранов и кранов-экскаваторов должна производиться так, чтобы при работе расстояние между поворотной частью крана (при любом его положении) и строениями, штабелями грузов и другими предметами было не менее 1 м (рис. 8.1). За поворотную часть крана принимается его поворотная платформа (без стрелы). Указанное расстояние (1 м) измеряется по горизонтали. Зазор между стрелой крана и предметами, относительно которых она перемещается (штабелями грузов, частями зданий и сооружений, подвижным составом и т.п.), а также между стрелой и поднимаемым грузом устанавливается исходя из конкретных условий обеспечения безопасного выполнения работ (обычно не менее 0,5 м). При необходимости установки стрелового крана на выносные опоры он должен быть установлен на все имеющиеся выносные опоры. Под опоры должны быть подложены прочные и устойчивые подкладки.

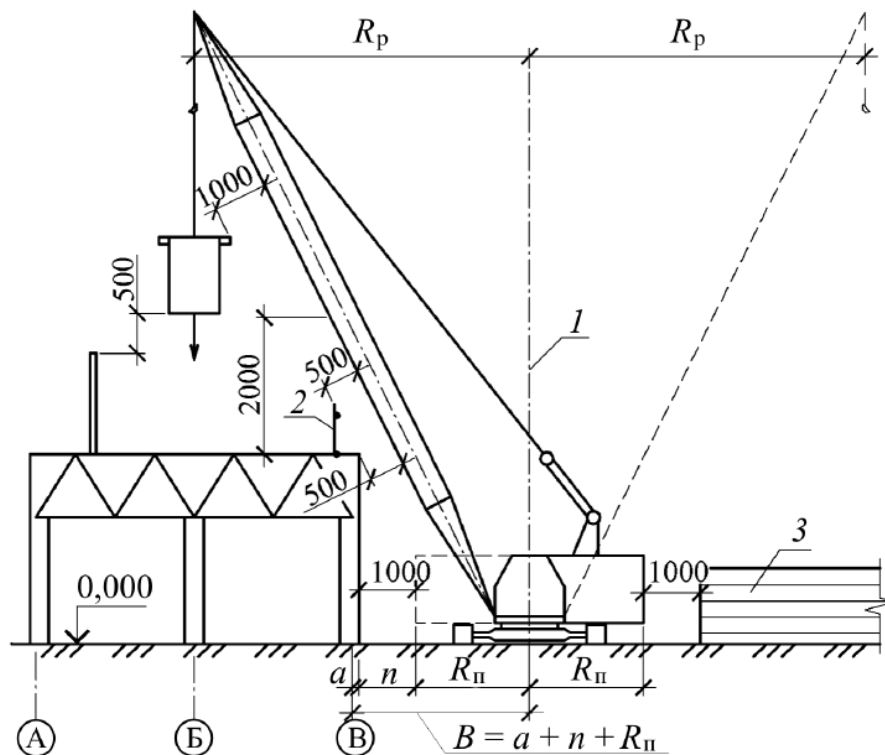


Рис. 8.1. Установка самоходного крана у здания:  
1 – ось крана; 2 – сигнальное ограждение; 3 – штабель груза

Число стоянок для самоходных кранов определяют графическим способом с таким расчетом, чтобы зоны работы кранов со всех стоянок перекрывали площадь, на которой монтируют конструкции (прил. 6). Для стреловых кранов, кранов-манипуляторов, как правило, показываются все стоянки (см. прил. 6). При этом число стоянок принимают минимально необходимым. Длина монтажного пути будет определяться совокупностью всех стоянок.

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

Для обеспечения безопасной работы людей и механизмов в практической работе определяются следующие зоны:

**1. Монтажная** – пространство, где возможно падение груза при его установке и закреплении. Определяется зона от контура здания, на чертеже обозначается пунктиром и повторяет конфигурацию здания в плане, на местности показывается в ночное время красными сигнальными лампами (рис. 8.2). При монтаже башенным краном запрещается складирование конструкции в монтажной зоне.

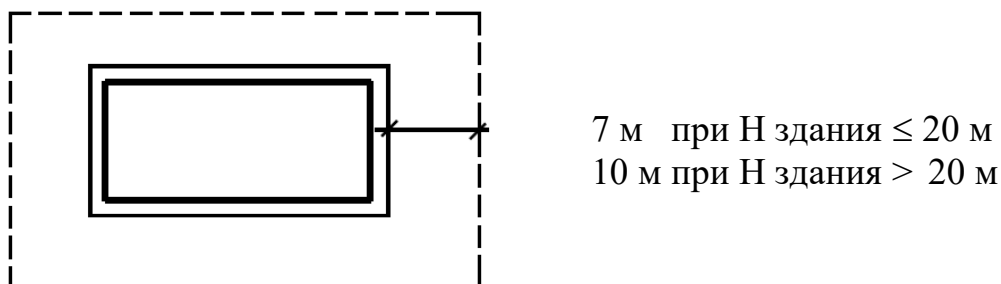


Рис. 8.2. Определение монтажной зоны

**2. Рабочая зона крана** (зона обслуживания краном) – пространство, находящееся в пределах линии, описываемой крюком крана. Она соответствует максимальному рабочему вылету стрелы  $R_{max}$ . Определяется для башенных кранов путем нанесения на план полуокружностей из крайних стоянок максимальным радиусом, затем полуокружности соединяются сплошными линиями (рис. 8.3).

**3. Зона перемещения груза** – это пространство в пределах возможного перемещения груза, подвешенного на крюке крана. Границы зоны определяется расстоянием по горизонтали от границы рабочей зоны крана до возможного места падения груза в процессе его перемещения (см. рис. 8.3).

$$R_{зпг} = R_{max} + l_{max} / 2 \quad (8.1)$$

где  $R_{max}$  – максимальный рабочий вылет стрелы крана, м;

$l_{max}$  – длина наибольшего их перемещаемых грузов.

Отдельно на стройгенплане не показывают. Данная зона служит составляющей при расчете границ опасной зоны работы крана, которая суммирует все входящие в ее контур зоны.

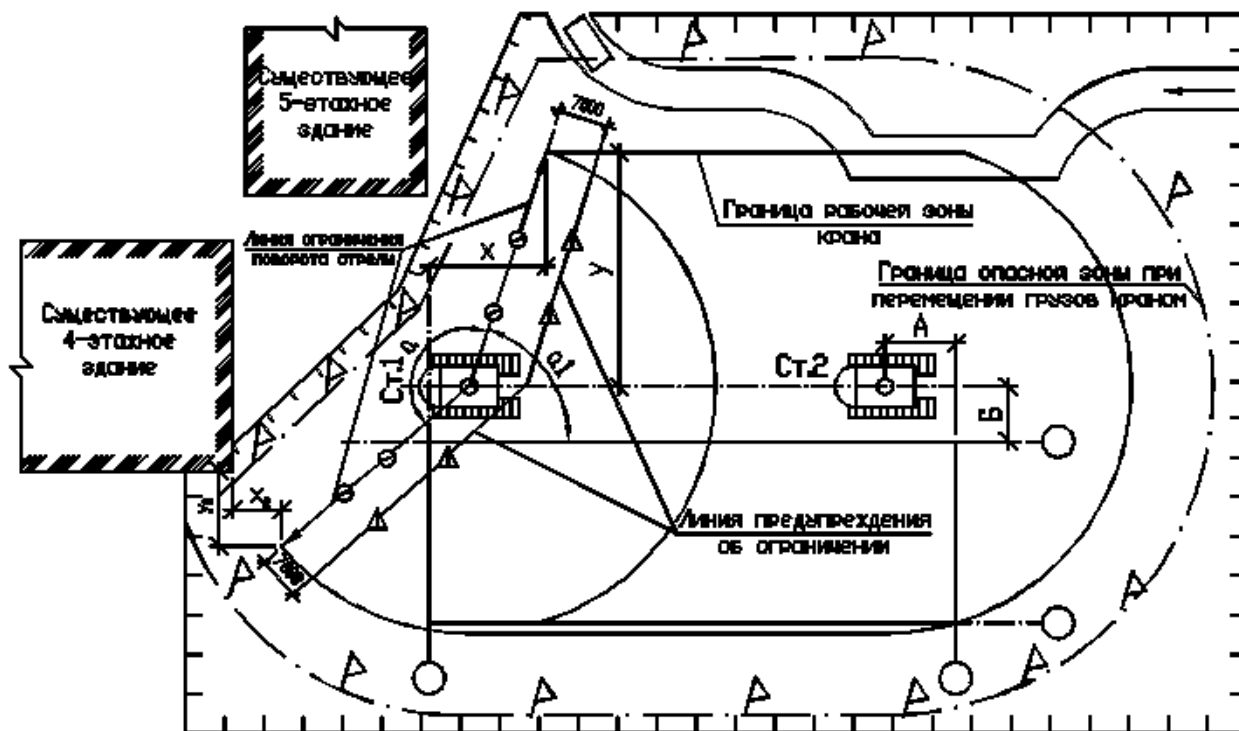


Рис. 8.3. Определение зон работы самоходного крана

**4. Опасная зона работы крана** – пространство, где возможно падение груза при его перемещении, с учетом возможного рассеивания при падении (см.рис. 8.3). Для башенных кранов границу опасной зоны работы определяют по формуле:

$$R_{oz} = R_{max} + 0,5 \cdot l_{max} + l_{без} \quad (8.2)$$

где  $l_{без}$  – дополнительное расстояние для безопасной работы (минимальное расстояние отлета груза при падении), которое принимается согласно прил. Г СНиП 12-03-2001 (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Границы опасных зон в местах, над которыми происходит перемещение грузов

Высота возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета груза (предмета), м	
	перемещаемого краном	падающего с здания
До 10	4	3,5
» 20	7	5
» 70	10	7
» 120	15	10
» 200	20	15
» 300	25	20

Высота возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета груза (предмета), м	
	перемещаемого краном	падающего с здания
» 450	30	25

**Примечание** - При промежуточных значениях высоты возможного падения груза (предмета) минимальное расстояние их отлета допускается определять методом интерполяции.

**5. Опасная зона работы подъемника** – это пространство, где возможно падение груза, перемещаемого подъемником (рис. 8.4). Размер зоны следует принимать не менее 5 метров для зданий высотой до 20 метров включительно. При большей высоте зданий зона определяется по формуле:

$$A = 5 + \frac{1}{15} (H_{зд} - 20) \quad (8.3)$$

где  $H_{зд}$  – высота возводимого здания, м.

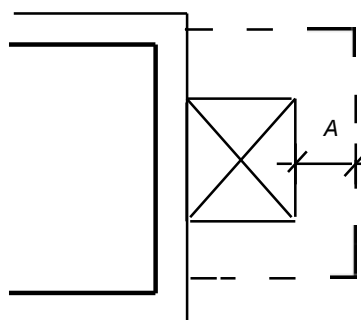


Рис. 8.4. Определение опасной зоны работы подъемника

В практической работе принять размеры подъемника в плане 3,5×2 м.

**6. Опасная зона автодорог** – участки проездов и проходов в пределах вышеперечисленных зон, где могут находиться люди, транспорт и механизмы, не связанные с процессом монтажа. На чертеже стройгенплана эти зоны заштриховывают (см. рис. 8.3), а на местности показывают хорошо видимыми надписями и световыми сигналами.

### **Практическая работа № 9. Определение запаса материалов и складских площадей**

Приобъектные склады организуют для временного хранения конструкций, материалов, инвентаря и оборудования. Размеры складов зависят от вида хранимых материалов, способов хранения, способов доставки материалов, методов ведения строительно-монтажных работ.

Оптимальным считается такой размер склада, когда количество конструкций или материалов и время пребывания их на складе сведены к



минимуму необходимому для бесперебойного ведения СМР.

Склады подразделяются на следующие типы: открытые площадки, полузакрытые склады, закрытые склады, специальные склады.

**Открытые площадки** предназначаются для складирования материалов и конструкций, не требующих защиты от атмосферных воздействий: бетонные и железобетонные конструкции, кирпич, щебень, песок, гравий и т.п.

**Полузакрытые склады (навесы)** применяются для хранения материалов и изделий, не изменяющих своих свойств от перемены температуры и влажности воздуха, но требующих защиты от атмосферных воздействий: столярные изделия, пиломатериалы, металлические изделия, утеплитель.

**Закрытые склады** служат для хранения материалов и изделий, портящихся на открытом воздухе или нуждающихся в охране: электротехнические и сантехнические изделия, отделочные материалы, цемент, известь, гипс, фанера, скобяные изделия, спецодежда.

**Специальные склады** предназначены для хранения горючесмазочных материалов (ГСМ), взрывчатых веществ (ВВ), химических реактивов и т.п.

Приобъектные склады организуют для временного хранения материалов, полуфабрикатов, изделий, конструкций и оборудования.

**Проектирование складов ведется в последовательности:**

**1. Определяют необходимые запасы хранимых ресурсов.**

Запас материалов рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{скл}} = \frac{Q}{T} * n * k_1 * k_2, \quad (9.1)$$

где  $Q$  – количество материалов, необходимых для строительства, данные берут из графика потребности в ресурсах календарного плана. Для выполнения практической работы потребность материалов и конструкций по вариантам указана в приложениях 7, 8 и 9;

$T$  – продолжительность расходования данного материала (выполнения работ) по календарному плану, дн.;

$n$  – норма запаса материала, конструкции, изделия, дн. (табл. 9.1);

$k_1$  – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления материалов на склад, который для железнодорожного и водного транспорта ориентировочно равен 1,1-1,2, а для автомобильного – 1,3-1,5.

$k_2$  – коэффициент, учитывающий неравномерность потребления материалов,  $k_2 = 1,3-1,5$ .

Таблица 9.1

Нормы запасов материалов и конструкций на приобъектных складах

Наименование материалов, изделий и конструкций	Нормы запаса (в днях) при доставке материалов на стройплощадку
--	--

	ж.д. транспорт	автотранспортом на расстояние	
		до 50 км	более 50 км
1	2	3	4
Сталь прокатная, арматурная, кровельная; трубы чугунные и стальные; лес круглый пиленный; нефтебитумные, санитарно-технические, электротехнические и химические материалы	25-30	12	15-20
Цемент, стекло, известь, рулонные и асбестоцементные; кровельные материалы, столярные изделия, металлические и деревянные конструкции	20-25	8-12	10-15
Кирпич, щебень, гравий, камень бутовый и булыжный, шлак, песок; сборные железобетонные конструкции; жесткий утеплитель; трубы железобетонные; блоки кирпичные и бетонные; перегородки гипсобетонные	15-20	5-10	7-20

**2. Выбирают метод хранения для каждого материала** (открытый, закрытый, под навесом).

**3. Рассчитывают площади складов по видам хранения.**

Расчет полезной площади склада производится по формуле:

$$S_{\text{скл}} = \frac{Q_{\text{скл}}}{q}, \quad (9.2)$$

где  $q$  – норма складирования на 1 м<sup>2</sup> площади склада (прил. 8);

Общую площадь складов определяем по формуле:

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{скл}} / K_{\text{скл}}, \quad (9.3)$$

$K_{\text{скл}}$  – коэффициент использования складской площади, учитывающий проезды, проходы (табл. 9.2):

Таблица 9.2

Коэффициенты использования площади складов

Вид склада	Коэффициент $K_{\text{скл}}$
<b>Закрытый</b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>– универсальный, оборудованный стеллажами между рядами при главном проходе шириной 2,5...3 м</li> <li>– отапливаемый</li> <li>– не отапливаемый</li> <li>– при штабельном хранении материалов</li> <li>– для силосных складов цемента</li> </ul>	0,35...0,4 0,6...0,7 0,5...0,7 0,4...0,6 0,8...0,9
<b>Открытый</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– лесоматериалов</li> <li>– металла</li> <li>– нерудных строительных материалов</li> </ul>	0,4...0,5 0,5...0,6 0,6...0,7
<b>Навес</b>	0,5...0,6

Все расчеты выполняются в табличном виде (табл. 9.3), коэффициенты принимать равными среднему значению из их диапазона.

Таблица 9.3

#### Расчет потребности в складских помещениях

Наименование материалов	Ед. изм.	Кол-во материалов, изделий $Q$	Продолжительность расхождений $T$	Кол-во в сутки, $Q/T$	Норма запаса $n$	Коэффициент $k_1$	Коэффициент $k_2$	Кол-во мат-лов, $Q_{скл}$ , м <sup>3</sup>	Норма складирования на 1 м <sup>2</sup> площади $q$	Полезная площадь склада $S_{скл}$ , м <sup>2</sup>	Коэффициент $K_{скл}$	Общая площадь склада $S_{общ}$ , м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Закрытый склад												
Известь комовая	т	0,4	2	0,2	10	1,4	1,4	3,92	2	1,96	0,6	3,27
....												...
											Итого:	841,9
Открытый склад												
Песок	м <sup>3</sup>	48	4	12	8	1,4	1,4	188,16	3,5	53,76	0,65	183,3
Кирпич глиняный	1000 шт.	8,2	3	2,7	8	1,4	1,4	42,34	0,96	44,1	0,65	67,85
....												
											Итого:	
Под навесом												
Радиаторы отопления	шт.	30	3	10	7	1,4	1,4	137,2	8	17,15	0,55	31,18
.....												
											Итого:	

#### 4. Выбирают тип склада.

Вычислив общие площади складских площадок исходя из размеров материалов и конструкций, радиуса действия монтажного крана, назначают

ширину и длину склада. На строительной площадке окончательно принимаем размеры складов, представленные в табл. 9.4.

Таблица 9.4

Размеры складов

Виды складов	Расчетная площадь, м <sup>2</sup>	Проектная площадь, м <sup>2</sup>	Размеры склада, м <sup>2</sup>
Открытый	841,9	850	20x42,5
Под навесом	...		
Закрытый	...		

### 5. Размещают и привязывают склады на площадке.

Расположение строительного хозяйства на площадке должно обеспечивать:

- кратчайшие пути перемещения материалов при минимальном количестве перегрузок;
- наименьшую протяженность и экономичность сооружения при эксплуатации временных сетей водо-, электро-, теплоснабжения;
- возможность применения прогрессивных методов строительства, комплексной механизации, поточности работ, укрупнительной сборки и т. д.;
- бытовые нужды персонала строительства.

Крытые склады располагают у границы зоны действия крана, а открытые – внутри этой зоны. Материалы, требующиеся в большом количестве, распределяют равномерно по всему фронту работ параллельно пути движения крана.

Навесы для хранения столярных изделий, рулонных и других материалов размещают в зоне действия крана, обеспечив к нему подъезд автотранспорта, площадку для разгрузки материалов и разворота транспортных средств. При этом потребная площадь склада по ведомости расчета должна соответствовать сумме принятых при размещении их на стройгенплане (если предусмотрено несколько складов вместо одного большого).

### Практическая работа № 10. Расчет потребности во временных зданиях и сооружениях

Определение площадей временных зданий определяется по максимальной численности работающих и нормативной площади на одного человека, пользующегося данными помещениями.

**1. Общая численность работающих  $N_{общ}$**  определяется по формуле:

$$N_{общ} = (N_{раб} + N_{служ} + N_{ИТР} + N_{МОП}) * k, \quad (10.1)$$

где  $N_{раб}$  – максимальная численность рабочих в наиболее многочисленную смену, чел. (принимается по календарному графику);

$N_{ИТР}$  – численность инженерно-технических работников, чел. (принимается 6-8 % числа рабочих);

$N_{МОП}$  – численность младшего обслуживающего персонала, чел. (принимается 3-5 % от числа рабочих);

$N_{служ}$  – численность служащих, чел. (принимается 5-7 % от числа рабочих);

$k$  – коэффициент, учитывающий отпуска, болезни, выполнение общественных обязанностей, наличие на строительной площадке учеников и практикантов ( $k = 1,05-1,06$ ).

*Пример:*  $N_{общ} = (15 + 15 \cdot 0,06 + 15 \cdot 0,06 + 15 \cdot 0,04) \cdot 1,05 = (15 + 1 + 1 + 1) = 19$  чел.

Численность женщин принимается равной примерно 20% от общего числа работающих.

$$N_{жен} = 0,2 N_{общ} \quad (10.2)$$

**2. Требуемая площадь временных зданий и сооружений  $A$ ,  $m^2$**  определяется по формуле:

$$A = N \cdot n \quad (10.3)$$

где  $N$  – численность работающих, на которую рассчитывается временное помещение, чел. (табл. 10.1);

$n$  – норма площади на одного человека,  $m^2$  (табл. 10.2).

*Таблица 10.2*

**Нормы расчёта временных помещений**

Наименование временных помещений	Показатели	Нормы площадей временных зданий $n$ , $m^2$	На какой % рассчитывается
1	2	3	4
Проходная	-	9,6	-
Медицинский пункт	-	5	-
Кантора начальника участка, прораба, мастера, служащих	Площадь на одного человека	3,5-5	100% ИТР, служащих, МОП
Гардероб	Площадь на одного человека	0,4	100% от $N_{раб}$
Умывальные	Площадь на 1 кран, обслуживающий 35 человек	0,05	100% от $N_{раб}$
Помещение для приёма пищи	Площадь на 1 посадочное место	0,7-1,0	30-50% от $N_{общ}$
Помещение для сушки, обезвреживания и обеспыливания одежды	Площадь на 1 рабочего	0,2	45% от $N_{общ}$

*Продолжение таблицы 10.2*

1	2	3	4
Помещение для обогрева	Площадь на 1 рабочего	0,1, но не менее 8 м и не более 40 м	90% от $N_{раб}$

работающих, для защиты от солнечной радиации			
Душевая	Площадь на 1 рожок, обслуживающий 10-20 человек	3,0	90% от $N_{\text{раб}}$
Туалет выгребной	Площадь на 1 очко, обслуживающее 20 человек	2-2,5	100% от $N_{\text{общ}}$
Туалет канализационный	Площадь на 1 унитаз, обслуживающий 20 человек	2,5-3,5	100% от $N_{\text{общ}}$

Расчет ведут табличным способом (табл. 10.3).

Таблица 10.3

Расчет площади временных помещений

Наименование временных зданий	На какой % рассчитывается	Расчетное количество рабочих $N$ , чел.	Нормы площадей $n$ , м <sup>2</sup>	Площадь $A$ , м <sup>2</sup>	Принятое временное здание
1	2	3	4	5	6
прорабская	100% ИТР, служащих, МОП	$(15 \cdot 0,06 + 15 \cdot 0,06 + 15 \cdot 0,04) \cdot 1,05 = 3$	4	12	фургон передвижного типа 5×2,9 м. Апол=14,5 м <sup>2</sup> . Кол:1 шт.
проходная	-	-	-	9,6	Кол:1 шт.
душевая	90% от $N_{\text{раб}}$	$15 \cdot 0,9 = 13$ , 1 рожок обслуживает 15 чел., $13/15 = 0,8$ , принимаем 1 рожок	3	3	фургон передвиж. типа 4×2,9 м. Апол=11,2 м <sup>2</sup> . Кол:1 шт.
....					

Конструктивный вариант и марки инвентарных зданий выбираются из состава зданий, находящихся на балансе строительной организации, а также на основе действующих каталогов инвентарных зданий. При выборе типов временных сооружений следует принимать во всех возможных случаях передвижные, переносные, сборно-разборные временные сооружения, которые более эффективны по трудозатратам, расходу материалов и стоимости.

**3. Размещение временных зданий на стройплощадке.** Временные административно-бытовые здания должны быть компактно расположены на строительной площадке вне зоны действия основных строительных машин на территории, свободной от проектируемой застройки и трасс прокладки инженерных сетей, но как можно ближе к местам прокладки коммуникаций.

Родственные временные сооружения следует блокировать друг с другом, но так, чтобы общая длина сблокированной постройки по противопожарным требованиям не превосходила бы 50 м. Ко всем временным сооружениям устраивают противопожарные подъезды.

Все временные здания и сооружения должны размещаться вне опасных зон и не ближе 50 м с наветренной стороны от складов ГСМ, взрывчатых веществ, других опасных материалов и производств, выделяющих пыль, вредные пары и газы.

Канторы, диспетчерские и другие административные здания располагают у въезда на строительную площадку, контрольно-пропускные пункты (КПП) и пункты мойки машин (ПММ) – у выезда.

Гардеробные, душевые, помещения для согревания и сушки одежды и обуви, а также другие помещения санитарно-бытового назначения следует размещать вблизи зон максимальной концентрации работающих.

Уборные со смывом нужно размещать около канализационных колодцев. При отсутствии канализации следует использовать биотуалеты или передвижные уборные с герметическими емкостями. Туалеты вне зданий необходимо располагать не далее 200 м от наиболее удаленного рабочего места, а в зданиях – не более 100 м.

### **Практическая работа № 11. Расчет потребности в воде на строительной площадке**

Временное водоснабжение на строительной площадке предназначено для обеспечения производственных, хозяйственно-бытовых нужд и пожаротушения.

**1. Потребный расход воды (л/с) определяется по формуле:**

$$Q = Q_{np.} + Q_{быт.} + Q_{пож.}, \quad (11.1)$$

где  $Q_{np.}$  – расход воды на производственные цели, л/с;

$Q_{быт.}$  – расход воды на хозяйственно-бытовые цели, л/с;

$Q_{пож.}$  – расход воды на противопожарные цели, л/с.

**1.1. Расход воды на производственные нужды определяется по формуле:**

$$Q_{np} = 1,2 \sum_{i=1}^n \frac{q_i^{cp} \cdot k_1}{t \cdot 3600}, \quad (11.2)$$

где 1,2 – коэффициент на неучтенный расход воды;

$q_i^{cp}$  – средний расход воды в смену в литрах для i-ого вида работ, л;

$t$  – продолжительность потребления воды в течение смены, час (в курсовой работе принять  $t=8$  ч.);

$k_1$  – коэффициент неравномерности водопотребления в течение смены (табл. 11.1).

*Таблица 11.1*

Коэффициент неравномерности водопотребления в течение смены  $k_1$

Наименование потребителей	Коэффициент
Производственные нужды	1,6
Подсобные предприятия	1,25
Силовые установки	1,1
Транспортное хозяйство	2,0
Санитарно-бытовые нужды	2,7

Расход воды на производственные цели включает приготовление бетонной смеси или раствора, поливку уложенного бетона, выполнение штукатурных и малярных работ, обслуживание и мойку строительных машин и т.д.

При определении  $\sum q_i^{cp}$  следует учитывать тот факт, что это не просто арифметическая сумма, а потребители. Необходимо выбирать время по календарному графику с максимальным водопотреблением, *например, не следует суммировать расход на поливку бетона и расход на штукатурные или малярные работы, если они выполняются в разное время.* При этом нужно учитывать все виды работ, для которых необходима вода, и которые проводятся одновременно. *Например, заправка и мойка машин осуществляется в течение всего строительства, если наибольшее потребление воды приходится на бетонные работы, то к расходам по ним прибавляются расходы на транспортное хозяйство.*

Средний расход воды в смену в литрах для  $i$ -ого вида работ  $q_i^{cp}$  определяется по формуле:

$$q_i^{cp} = q * V_i = q * \frac{V}{T * m}, \quad (11.3)$$

где  $q$  – удельный расход воды на производственные нужды, л (табл. 11.2);

$V_i$  – объем работ в смену или число одновременно работающих машин, механизмов по  $i$ -й работе;

$V$  – общий объем работ по  $i$ -й работе по календарному графику;

$T$  – время выполнения  $i$ -й работы по календарному графику, дн.;

$m$  – количество смен.

Таблица 11.2

Нормы расхода воды на производственные нужды  $q$

Вид потребления воды	Ед.изм.	$q$ , л
Экскаватор (двигатель внутреннего сгорания)	сутки	10-15



Автомашина (мойка и заправка)	сутки	300-600
Трактор	сутки	300-600
Автокран	смена	12,5-15
Компрессорная станция	шт.	5-10
Приготовление бетона в бетономесителе	м <sup>3</sup>	210-400
<i>Поливка:</i> бетона	м <sup>3</sup>	300
опалубки	м <sup>3</sup>	50
кирпича	тыс.шт.	220
железобетона	м <sup>3</sup>	200-400
<i>Приготовление раствора:</i> известкового	м <sup>3</sup>	250-300
цементного		
глиняного		
Гашение извести	т	2500-3500
Производство штукатурных работ при готовом растворе	м <sup>2</sup>	2-8
Устройство щебеночной подготовки под полы с поливкой водой	м <sup>3</sup>	650-700
Устройство теплых рулонных кровель по ж/б плитам	м <sup>2</sup>	9-11
Малярные работы	м <sup>2</sup>	0,5-1
<i>Посадка:</i> деревьев	шт.	60-100
кустов		16-30
саженцев деревьев		20-30
Поливка газонов	м <sup>2</sup>	10

*Например, согласно календарному плану основной цикл работ состоит из монтажа колон и балок, покрытия, стеновых панелей, устройства рулонной кровли, устройства подготовки под полы, штукатурных и малярных работ. Наибольшее потребление воды требуется для выполнения подготовки под полы (бетонные работы), штукатурных и малярных работ, озеленения. Выполняется сравнительный расчет по этим видам работ.*

*Результаты расчета расхода воды  $q_i^{cp}$  вносятся в табл. 11.3.*

Таблица 11.3

Определение расхода воды  $q_i^{cp}$

Наименование работ	Ед. изм.	Общий объем V	Продолжительность выполнения T	Кол-во смен t	Объем в смену V <sub>i</sub>	Норма расхода воды на ед. изм. q	Расход воды в смену q <sub>i</sub> <sup>ср</sup>
Расход воды на период выполнения подготовки под полы							
Промывка гравия, щебня в установках	м³	864	1	1	864	500-1000	648 000
Приготовление бетонной смеси	м³	1728	3	2	288	210-400	86 400
Поливка бетона	м³	1728	7	1	247	300	74 100
Мойка и заправка автомашин	сут.	3	3	1	1	300-600	450
						Итого:	808 950
Расход воды на период выполнения штукатурных и малярных работ							
Штукатурные работы при готовом растворе	м²	1638	5	1	327,6	2-8	1 638
Малярные работы	м²	1638	3	1	546	0,5-1	409,5
Посадка деревьев	шт.	10	1	1	10	60-100	800
Посадка кустарников	шт.	45	1	1	45	16-30	1 125
Мойка и заправка автомашин	сут.	5	5	1	1	300-600	450
						Итого:	4 422,5

Из табл. 11.03 видно, что наибольший расход воды происходит в период выполнения подготовки под полы и составляет 808 950 л, в которые входят расход воды на производственные нужды (808 500 л) и транспортное хозяйство (450 л). Далее рассчитываем расход воды на производственные нужды:

$$Q_{\text{пр.}} = 1,2 \frac{808\,950 \cdot 1,6 + 450 \cdot 2,0}{8 \cdot 3600} = 54 \text{ л/с}$$

**1.2. Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды** определяется по формуле:

$$Q_{\text{быт}} = Q_{\text{хоз.}} + Q_{\text{душ}}, \quad (11.4)$$

где  $Q_{\text{хоз.}}$  – расход воды на умывание, принятие пищи и др. бытовые нужды, л/с;

$Q_{\text{душ}}$  – расход воды на принятие душа, л/с.

Расход воды на умывание, принятие пищи и др. бытовые нужды определяется по формуле:

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{N_{\text{общ.}} \cdot a \cdot k_1}{t_1 \cdot 3600}, \quad (11.5)$$

где  $N_{\text{общ.}}$  – расчетное число работников в смену;

$a$  – норма расхода воды на одного человека при наличии канализации 20-25 л, при отсутствии – 10-15 л;

$k_1$  – коэффициент неравномерности потребления воды (табл. 11.1);

$t_1$  – время потребления воды ( $t_1 = 8$  ч.);

Расход воды на душевые определяется по формуле:

$$Q_{\text{душ}} = \frac{N_{\text{общ}} \cdot b \cdot k_2}{t_2 \cdot 3600}, \quad (11.6)$$

где  $b$  – норма водопотребления на 1 человека, пользующегося душем (80 л);  
 $k_2$  – коэффициент, учитывающий число моющихся от наибольшего числа работающих в смену (0,3-0,4);

$t_2$  – время работы душевой установки в часах ( $t_2 = 0,75$ ).

**1.3. Потребность в воде на противопожарные цели** определяется в соответствии с СП 12.1.004 из расчета одновременного действия двух гидрантов с расходом воды на каждый по 5 л/с в зависимости от площади стройплощадки.

Расход воды на противопожарные цели принимается:

- для объектов с площадью до 10 га – 10 л/с;
- для объектов с площадью от 10 до 50 га – 20 л/с;
- для объектов более 50 га – 20 л + 5 л на каждые 25 га сверх 50.

Если расход воды на противопожарные цели  $Q_{\text{пож.}} \geq Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{быт.}}$ , то принимается  $Q = Q_{\text{пож.}}$ .

**2. Необходимый диаметр временного водопровода  $D$**  определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \cdot 1000}{\pi \cdot v}}, \quad (11.7)$$

где  $Q$  – суммарный расход воды на бытовые, производственные и противопожарные нужды, л/с;

$v$  – скорость движения воды по трубопроводу, м/с (2 м/с).

Полученное значение диаметра водопровода округляется до ближайшего большего сечения по ГОСТ на соответствующие трубы. Для водопровода применяются стальные водопроводные трубы в соответствии с ГОСТ 3262-75 и трубы напорные из полиэтилена согласно ГОСТ Р 70628.2-2023. Диаметр наружного и противопожарного провода принимают не менее 100 мм.

*Например, на стройплощадке будет прокладываться одна линия водопровода, по расчету  $D=88$  мм, по ГОСТу выбираем диаметр 90 мм, но минимальное значение для водопровода 100 мм. Следовательно, необходимый диаметр временного водопровода  $D$  принимается равным 100 мм.*

**3. Размещение временного водопровода.** Привязка временного водопровода состоит в обозначении мест подключения трассы временного водопровода к потребителям. Временный водопровод к магистральному подключается только в колодце магистрального водопровода.

Для отвода ливневых и условно чистых производственных вод устраиваются открытые водостоки.

## **Практическая работа № 12. Расчет потребности в электроэнергии**

Электроэнергия в строительстве расходуется на силовые потребители, технологические процессы, внутреннее освещение временных зданий, наружное освещение мест производства работ, складов, подъездных путей и территории строительства.

#### Последовательность выполнения расчетов:

##### 1. Определение потребителей электроэнергии.

Из календарного плана и графика движения машин и механизмов выбирают период, в который машины и механизмы работают с наибольшим расходом электроэнергии. По этим потребителям с учетом количества одновременно работающих бригад определяют суммарную потребность мощность.

Подсчет площадей, подлежащих освещению, производят по стройгенплану.

Результаты вносятся в табл. 12.1.

Таблица 12.1

Расчет потребности в электроэнергии

Потребители	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед. изм., кВт	Суммарная мощность, кВт
1. Силовые потребители				
Подъемник мачтовый	шт.	1	1,8...7,4	4,6
Штукатурная станция	шт.	1	22	22
....				
			Итого:	26,6
2. Технологические потребители				
Вибраторы для уплотнения бетонной смеси	шт.	6	0,4	2,4
...				
			Итого:	2,4
3. Освещение внутреннее				
Бытовые помещения	100м <sup>2</sup>	0,5	0,7...1,5	0,5
...				
			Итого:	0,5
4. Освещение наружное				
Монтажная зона	1000м <sup>2</sup>	2,8	2,4	6,72
Открытые склады	1000м <sup>2</sup>	0,85	0,8-1,2	0,85
...				
			Итого:	7,57

2. Потребная электроэнергия и мощность трансформатора рассчитываются по формуле:

$$P_m = a \cdot \left( \frac{K_1 \cdot \sum P_c}{\cos \varphi_1} + \frac{K_2 \cdot \sum P_m}{\cos \varphi_2} + K_3 \cdot \sum P_{во} + K_4 \cdot \sum P_{но} \right), \quad (12.1)$$

где  $a$  – коэффициент, учитывающий потери в сети, в зависимости от напряжения,  $a = 1,05-1,1$ ;

$\sum P_c$  – сумма номинальных мощностей всех силовых установок при условии возможного совпадения во время их эксплуатации, кВт, принимаются по каталогам и справочникам (прил.10);

$\sum P_m$  – сумма номинальных мощностей аппаратов, участвующих технологических процессах, совпадающих во времени с работой, кВт, принимаются по каталогам, справочникам, паспортам строительных машин и механизмов (прил.10);

$\sum P_{вo}$  – общая мощность устройств внутреннего освещения, кВт (прил.10);

$\sum P_{нo}$  – общая мощность устройств наружного освещения, кВт (прил.10);

$\cos \varphi_1, \cos \varphi_2$  – соответственно коэффициенты мощности, зависящие от нагрузки силовых и технологических потребностей; принимаются по справочникам (в курсовой работе принимаются  $\cos \varphi_1 = 0,6, \cos \varphi_2 = 0,75$ );

$K_1, K_2, K_3, K_4$  – соответственно коэффициенты спроса, учитывающие несовпадение нагрузок потребителей, принимаются по справочникам (в курсовой работе принимаются  $K_1=0,5, K_2=0,4, K_3=0,8, K_4=1$ ).

**3. Выбор трансформатора** в соответствии с полученным значением мощности (прил. 11).

Источниками электроснабжения строительной площадки могут быть следующие виды устройств.

**Стационарные источники электроснабжения** (постоянные трансформаторные подстанции, понижающие напряжение с 35, 10 или 6 до 0,4 кВ (400 В).

**Передвижные подстанции** (инвентарные комплектные трансформаторные подстанции), которые посредством кабеля или воздушной линии электропередачи подключаются к источнику высокого напряжения энергосистемы (прил. 11).

Перевозят эти подстанции автотранспортом, в короткий срок устанавливают на месте и вводят в эксплуатацию.

**Временные электростанции** применяют при отсутствии или недостаточности источников и сетей снабжающих энергосистем (прил. 11).

Чаще всего временные электростанции применяются в подготовительный период строительства и в период развертывания работ.

**4. Расчет сечения одной жилы кабеля или провода для одной группы потребителей** производится по формуле:

$$q = \frac{100 \cdot P_{уч} \cdot l}{g \cdot u^2 \cdot \Delta H}, \quad (12.2)$$

где  $P_{уч}$  – расчетная мощность одной группы потребителей, ватт;

$l$  – длина кабеля от ТП к группе потребителей, м;

$g$  – удельная проводимость материала провода (для меди 57,0, для алюминия 34,5);

$u$  – номинальное напряжение, В (для силовых потребителей – 380 В, для освещения – 220 В);

$\Delta H$  – потеря напряжения, 6-8 %.

Полученные значения сечений медного и алюминиевого кабелей округляются до ближайшего большего сечения по ГОСТ на соответствующие провода.

**5. Количество прожекторов** определяется по формуле:

$$n = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}}, \quad (12.3)$$

где  $p$  – удельная мощность (при освещении прожекторами ПЗС-35  $= 0,25 \dots 0,4$  Вт/(кв.м\*лк), при ПЗС-45  $p = 0,2-0,3$  Вт/(кв.м\*лк));

$E$  – освещенность, лк, принимается по ГОСТ 12.1.046-2014;

$S$  – площадь, подлежащая освещению, кв.м;

$P_{\text{л}}$  – мощность лампы прожектора, Вт (при освещении прожекторами ПЗС-35  $P_{\text{л}} = 500$  и  $1000$  Вт, при ПЗС-45  $P_{\text{л}} = 1000$  и  $1500$  Вт).

### **Практическая работа № 13. Расчет потребности в тепле и сжатом воздухе**

#### **1. Расчет потребности в тепле.**

Так как строительство осуществляется как в летний, так и в зимний период, то существует потребность в тепле на отопление строящегося здания и временных зданий и на технологические нужды.

Расчет потребности в тепле для технологических целей производится по действующим нормам с учетом принятой технологии производства работ. **В практической работе не выполняется.**

Расход тепла в кДж/ч на отопление строящегося здания и обогрев временных зданий определяется по формулам:

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2; \quad (13.1)$$

$$Q_1 = q \cdot V_1 \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot K_1 \cdot K_2; \quad (13.2)$$

$$Q_2 = q \cdot V_2 \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot K_1 \cdot K_2; \quad (13.3)$$

где  $q$  – удельная тепловая характеристика зданий, кДж/м<sup>3</sup> ч. Град (для жилых и общественных зданий – 2,14; для временных – 3,36);

$V_1$  – объем отапливаемой части строящегося здания по наружному обмеру, м<sup>3</sup>;

$V_2$  – объем временных зданий по наружному обмеру, м<sup>3</sup>;

$t_{\text{в}}$  – расчетная внутренняя температура, град. (18<sup>0</sup>С);

$t_{\text{н}}$  – расчетная наружная температура, град. (в зависимости от региона размещения строительной площадки);

$K_1$  – коэффициент, учитывающий потери тепла в сети ( $K_1 = 1,15$ );

$K_2$  – коэффициент, предусматривающий добавку на неучтенные расходы

тепла ( $K_2=1,1$ ).

Источниками временного теплоснабжения является существующая теплосеть котельных или ТЭЦ.

## 2. Расчет потребности в сжатом воздухе.

Сжатый воздух на строительной площадке необходим для обеспечения работы перфорационного инструмента и для пневмотранспорта бетона и раствора.

В строительстве потребность в сжатом воздухе удовлетворяется передвижными компрессорами, оборудованными комплектами гибких шлангов.

Из календарного плана и графика движения машин и механизмов выбирают период, в который механизмы и инструменты работают с наибольшим расходом сжатого воздуха. По этим потребителям с учетом количества одновременно работающих бригад определяют суммарную потребность в сжатом воздухе.

**1. Мощность потребной компрессорной установки** рассчитывается по формуле:

$$Q = 1,1 \cdot \Sigma (k \cdot q \cdot n), \quad (13.4)$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий потери воздуха в трубопроводах (от неплотности соединений и от охлаждения в зимнее время), а также расход воздуха на продувку;

$k$  – коэффициент, учитывающий одновременность работы однородных механизмов (табл. 13.1);

$q$  – расход сжатого воздуха соответствующими механизмами, м<sup>3</sup>/мин. (табл. 13.2);

$n$  – число однородных механизмов.

Таблица 13.1

Коэффициенты одновременности работ

Число одновременно работающих механизмов	2	3	4	5	6	8	10	15
Значение коэффициента одновременности $k$	1.0	0,9	0,85	0,82	0,8	0,75	0,7	0,6

Таблица 13.2

## Расход сжатого воздуха пневматическими инструментами

Наименование инструментов и механизмов	Расход, м <sup>3</sup> /мин
1	2
Отбойные молотки	1,0
Бурильные молотки	1,8-3,0
Пневматические вибраторы	0,9
Пневмотрамбовки	1,0
Пневматический бетонолом	1,6
Цемент-пушка	5,0
Покрасочные агрегаты	0,2-0,3
Установка для очистки от пыли	1,0

Все расчеты вносятся в табл. 13.3.

Таблица 13.3

## Расход воздуха приборами

Наименование инструмента	Ед. изм.	Кол- во, <i>n</i>	Расход воздуха на ед. изм., <i>q</i>	Расход воздуха на весь объем, <i>q · n</i>	Коэффи- циенты одновре- менности работ <i>k</i>	$\Sigma k \cdot q \cdot n$
Отбойный молоток	шт.	1	1,0	1,0	1,0	1,0
Наружный пневматический вибратор	шт.	6	0,9	5,4	0,8	4,32
Пневматический бетонолом	шт.	2	1,6	3,2	1,0	3,2
Установка для очистки от пыли	шт.	2	1,0	2,0	1,0	2,0
Пневматическая трамбовка	шт.	6	1,0	6,0	0,8	0,48
					Итого:	11,0
					$Q =$	12,1

**2. Выбор компрессорной установки** в соответствии с полученным значением расхода воздуха (табл. 13.4) и количества установок.

Таблица 13.4

## Характеристики компрессорных станций

Тип компрессорной станции	Тип компрессора	Подача воздуха, м <sup>3</sup> /мин.	Мощность двигателя, кВт
1	2	3	4
Стационарные			
ВП2-10/9	поршневой	10	75
ВП3-20/9	поршневой	20	132
305ВП-30/9	поршневой	30	200
6ВМК-25/8	винтовой	25	200
7ВКМ-50/9	винтовой	50	400



Продолжение таблицы 13.4

1	2	3	4
Передвижные			
ПР-6М	ротационные	6,8	59
ПР-10М	ротационные	10	95,5
ПКС-5	поршневой	5	43
ПВ-10	винтовой	10	132

Например, если рассчитанный расход воздуха на весь объем работ в определенный период составил 12,1 м<sup>3</sup>/мин., то можно выбрать одну стационарную установку ВПЗ-20/9, или 2 передвижные установки: одну из ПР-10М или ПВ-10 и одну ПКС-5.

### **Практическая работа № 14. Разработка строительного генерального плана**

**Исходными документами** для расчета всех элементов стройгенплана являются: календарный план строительства; генеральный план застройки в горизонталях с нанесенными существующими зданиями и сооружениями, сетями, коммуникациями и дорогами; данные технико-экономических изысканий; данные о снабжении строительства необходимыми материально-техническими ресурсами; рассчитанные площади складов, исходя из потребности в конструкциях, деталях и материалах на тот период, на который составляется стройгенплан; расчетные площади временных зданий и сооружений; расчеты по водо-, тепло-, энергоснабжению.

#### **Порядок проектирования стройгенпланов**

В виду тесной зависимости между элементами СГП, а также многообразие в геологическом, природно-климатическом и других строительства не позволяют следовать строгой последовательности проектирования СГП. Рекомендуются придерживаться следующего порядка проектирования строительного генерального плана:

1) на топографическом плане обозначаются границы территории строительства (строительной площадки) в масштабе 1:100, 1:200, 1:250, 1:500 в зависимости от площади площадки.;

2) наносят существующие и проектируемые постоянные здания, сооружения и установки, включая транспортные коммуникации и инженерные сети;

3) размещают основные монтажные краны, строительные машины и устройства, площадки для укрупненной сборки и складирование строительных конструкций и технологического оборудование;

4) определяют зоны грузоподъемных механизмов (рабочую, опасную зону), зону падения груза со здания.

5) разрабатывается схема перевозок строительных грузов и технологического оборудования с обоснованием параметров и конструкций дорог;

б) определяется потребность во временных зданиях и сооружениях подсобного производственного назначения (растворобетонные узлы, площадки укрупнительной сборки, закрытые склады и др.) и для санитарно-бытового обслуживания работающих на строительной площадке.

7) определяют места размещения временных подсобно-вспомогательных и обслуживающих зданий, сооружений, установок и их комплексов, а также временных устройств, коммуникаций и сетей с указанием точек подключения их к действующим системам;

8) рассчитывается потребность обеспечения строительного производства водой, электроэнергией и другими видами энергоресурсов.

9) проектируется охранное освещение строительной площадки и рабочее освещение мест производства работ в темное время суток.

10) определяется размещение первичных средства пожаротушения

11) детально прорабатываются вопросы охраны труда, техники безопасности, противопожарные мероприятия, ограждения стройплощадки и др.

12) определяют технико-экономические показатели СГП.

13) Приведенная последовательность в некоторой степени условна, так как в процессе разработки СГП возможно возвращение к некоторым предшествующим этапам после детальной проработки последующих в целях их уточнения и корректировки. Кроме того, желательно графическую часть разрабатывать параллельно с обоснованием отдельных организационно-технологических решений: это позволяет избежать “накладок”, необоснованных решений, более полно учесть все исходные данные и условия.

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

- ГОСТ 21.204-2020 «Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта»;

- ГОСТ 21.205-2016 «Система проектной документации для строительства. Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений»;

- ГОСТ 21.206-2012 «Система проектной документации для строительства. Условные обозначения трубопроводов»;

- ГОСТ 21.501-2018 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»;

- ГОСТ 21.210-2014 «Система проектной документации для строительства. Условные графические изображения электрооборудования и проводок на планах»;

- Условные знаки для топографических планов.

Пример стройгенплана приведен в приложении 12.

### **Практическая работа № 15. Мероприятия по охране труда и безопасности**

Охрана труда и безопасность в строительстве – это комплекс мер, направленных на обеспечение безопасных условий труда и защиты здоровья работников при проведении строительных работ.

Существуют несколько нормативно-правовых документов, регулирующих систему охраны труда в строительстве:

- Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 883н «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте»;
- Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 882н «Об утверждении Правил по охране труда при производстве дорожных строительных и ремонтно-строительных работ»;
- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».

***В практической работе необходимо проанализировать выполняемые на площадке работы, выбрать три технологии СМР и разработать мероприятия по технике безопасности на строительной площадке в соответствии с действующими нормами и правилами.***

### **Практическая работа № 16. Мероприятия по охране окружающей среды**

При проектировании стройгенплана необходимо предусматривать мероприятия по охране окружающей среды: сохранение почвенного слоя, соблюдение требований к запыленности и загазованности воздуха, очистку бытовых и производственных стоков и другие.

Современные требования к разработке стройгенплана предписывают:

- оборудовать выезды со строительных площадок пунктами очистки или мойки колёс автотранспорта;
- закрыть фасады зданий и сооружений, выходящих на улицы, магистрали и площади, навесным декоративно-сетчатым ограждением;
- освободить строительную площадку от посторонних зданий, строений и сооружений (в соответствии с проектом организации строительства) до начала строительства;
- и другие мероприятия.

***В практической работе необходимо проанализировать выполняемые на площадке работы, определить виды и источники загрязнения окружающей среды и разработать мероприятия по их предотвращению или снижению негативного воздействия на окружающую территорию в соответствии с действующими нормами и правилами.***

## САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА (САМОПОДГОТОВКА)

Для самостоятельного изучения обучающимися учебного материала по дисциплине «Организация и управление технологическими процессами на объекте капитального строительства» предусмотрены следующие темы:

1. Организация технологических процессов на объекте капитального строительства.
2. Организация работ подготовительного периода.
3. Организация строительно-монтажных работ на ОКС.
4. Геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации зданий и сооружений.
5. Учёт и контроль технологических процессов на объекте капитального строительства.

Примерные контрольные вопросы для проведения аттестации по итогам изучения дисциплины:

### ***Вопросы для оценки результата освоения "Знать":***

- 1) Сущность, понятия и принципы организации строительного производства.
- 2) Участники строительства.
- 3) Строительная продукция.
- 4) Строительные процессы, их классификация.
- 5) Организация труда, численный и квалификационный состав бригад, звеньев.
- 6) Организация рабочего места.
- 7) Понятия: фронт работ, захватка, делянка.
- 8) Техническое и тарифное нормирование.
- 9) Понятия: производительность труда, выработка, норма времени, трудоемкость.
- 10) Методы строительства.
- 11) Понятие потока в строительстве и их виды.
- 12) Параметры строительных потоков.
- 13) Основные принципы проектирования строительных потоков.
- 14) Инженерные изыскания в строительстве.
- 15) Этапы и стадии проектирования в строительстве.
- 16) Проектная и рабочая документация.
- 17) Исходные данные для разработки ППР.
- 18) Состав и содержание ППР.
- 19) Порядок разработки, согласования и утверждения ППР.
- 20) Техничко-экономическая оценка ППР.
- 21) Исходные данные для разработки календарного плана.
- 22) Последовательность проектирования календарных планов.
- 23) Техничко-экономические показатели календарного плана.
- 24) Понятие и содержание стройгенплана.

- 25) Порядок разработки стройгенплана площадки.
- 26) Назначение, виды и структура технологических карт и карт трудовых процессов.
- 27) Требования нормативных технических документов к производству строительно-монтажных, в том числе отделочных работ, и их безопасности на объекте капитального строительства.
- 28) Транспортирование строительных грузов.
- 29) Виды строительно-монтажных работ.
- 30) Последовательность строительно-монтажных работ.
- 31) Понятие особо опасных, технически сложных и уникальных объектов.
- 32) Требования к строительным организациям, производящим работы на особо опасных, технически сложных и уникальных объектах.
- 33) Особенности производства СМР на опасных, технически сложных и уникальных объектах капитального строительства.
- 34) Основные виды деформаций зданий и сооружений.
- 35) ) Точность и периодичность наблюдений за деформацией зданий и сооружений.
- 36) Понятие об исполнительной документации в строительстве.
- 37) Качество строительной продукции как объект управления.
- 38) Понятие и система качества ИСО; технические условия и национальные стандарты на принимаемые работы.
- 39) Организация контроля качества строительно-монтажных работ.
- 40) Требования нормативной технической и проектной документации к составу и качеству производства строительных работ на объекте капитального строительства.

***Вопросы для оценки результата освоения "Уметь":***

- 1) Осуществлять выбор строительной площадки.
- 2) Осуществлять предпроектную подготовку строительного производства.
- 3) Выполнять корректировку календарных планов работ на объекте.
- 4) Разрабатывать технологические карты на различные виды строительно-монтажных работ.
- 5) Выполнять внеплощадочные работы.
- 6) Выполнять внутриплощадочные работы.
- 7) Выполнять освоение строительной площадки.
- 8) Обеспечивать безопасность при выполнении подготовительных работ на строительной площадке.
- 9) Выполнять инженерную подготовку строительной площадки.
- 10) Выполнять подключение временных коммуникаций стройплощадки к существующим инженерным сетям.
- 11) Выполнять разбивочные работы.
- 12) Выполнять исполнительную геодезическую съемку.
- 13) Выполнять геодезические наблюдения за деформациями и осадками зданий и сооружений, движениями земной поверхности и опасными природными процессами.

- 14) Рассчитывать и выполнять построение графика ритмичного поточного строительства (циклограммы).
- 15) Рассчитывать неритмичные потоки матричным методом.
- 16) Определять трудоемкость и продолжительность выполнения работ на объекте и составление объектного календарного графика производства работ.
- 17) Составлять графики движения рабочих и потребности в кадрах строителей основных категорий.
- 18) Составлять графики движения основных строительных машин и механизмов, транспортных средств.
- 19) Составлять ведомости потребности в строительных конструкциях, изделиях, материалах и оборудовании.
- 20) Размещать машины и механизмы на строительной площадке и определять опасные зоны строительной площадки.
- 21) Определять запасы материалов, складских площадей и погрузочных фронтов.
- 22) Рассчитывать потребности во временных сооружениях на стройплощадке.
- 23) Рассчитывать потребности в воде на строительной площадке.
- 24) Рассчитывать потребности в электроэнергии, тепле, сжатом воздухе на строительной площадке.
- 25) Разрабатывать строительный генеральный план.
- 26) Разрабатывать раздел ППР «Охрана труда и защита окружающей среды».

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

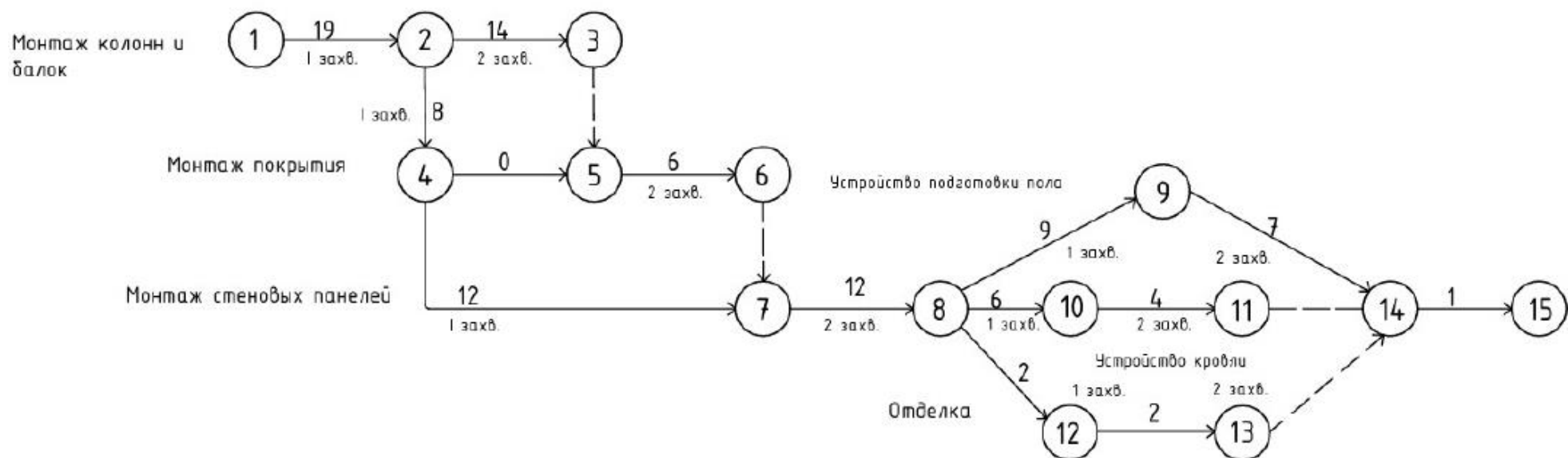
1. **Горбанева, Е. П.** Организация, планирование и управление в строительстве: учеб. пособие / Е.П. Горбанева ; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2016. – 117 с.
2. **Кульбикаян, Р. В.** Технологические процессы в строительстве: учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графической работы / Р. В. Кульбикаян, О. В. Писковец ; Рост. гос. ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д, 2025. – 30 с.
3. **Пекарь, Г. С.** Организация строительного производства: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Организация, управление и планирование строительного производства»: в 2 ч. / Г.С. Пекарь, О.В. Машкин, О.А. Бессонова; ФГАОУ ВО УФУ. – Екатеринбург, 2019. – Ч. 1. – 45 с.
4. **Плешко, М. В.** Организация, управление и планирование строительства: учеб. пособие / М. В. Плешко; ФГБОУ ВО РГУПС. - Ростов н/Д: [б. и.], 2017. – 133 с.
5. **Плешко, М. В.** Организация, управление и планирование в строительстве: учебно-методическое пособие для практических занятий и выполнения расчетно-графической работы для студентов специальности «Строительство» / М.В. Плешко; ФГБОУ ВО РГУПС.– Ростов н/Д, 2017. – 53 с.
6. **Сысоев, О. Е.** Разработка проекта производства строительного-монтажных работ (сетевой график, строительный генеральный план, карта технологического процесса, карта трудового процесса) : учеб. пособие к курсовому и дипломному проектированию / О. Е. Сысоев, Е. О. Сысоев, А. Л. Попов ; под общ. ред. О. Е. Сысоева. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2014. – 86 с. – ISBN 978-5-7765-1100-4.
7. **СП 48.13330.2019.** Организация строительства. СНиП 12-01-2004. – М.: Минстрой РФ, 2019.
8. **СНиП 1.04.03-85\*.** Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий зданий и сооружений. – Взамен СН 440-79 ; введ. 1991-01-01. – М.: АПП ЦИТП, 1991.
9. Пособие по определению продолжительности строительства предприятий, зданий и сооружений (к СНиП 1.04.03-85) / ЦНИИОМТП Госстроя СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 88с.

Пример календарного графика возведения подземной части здания

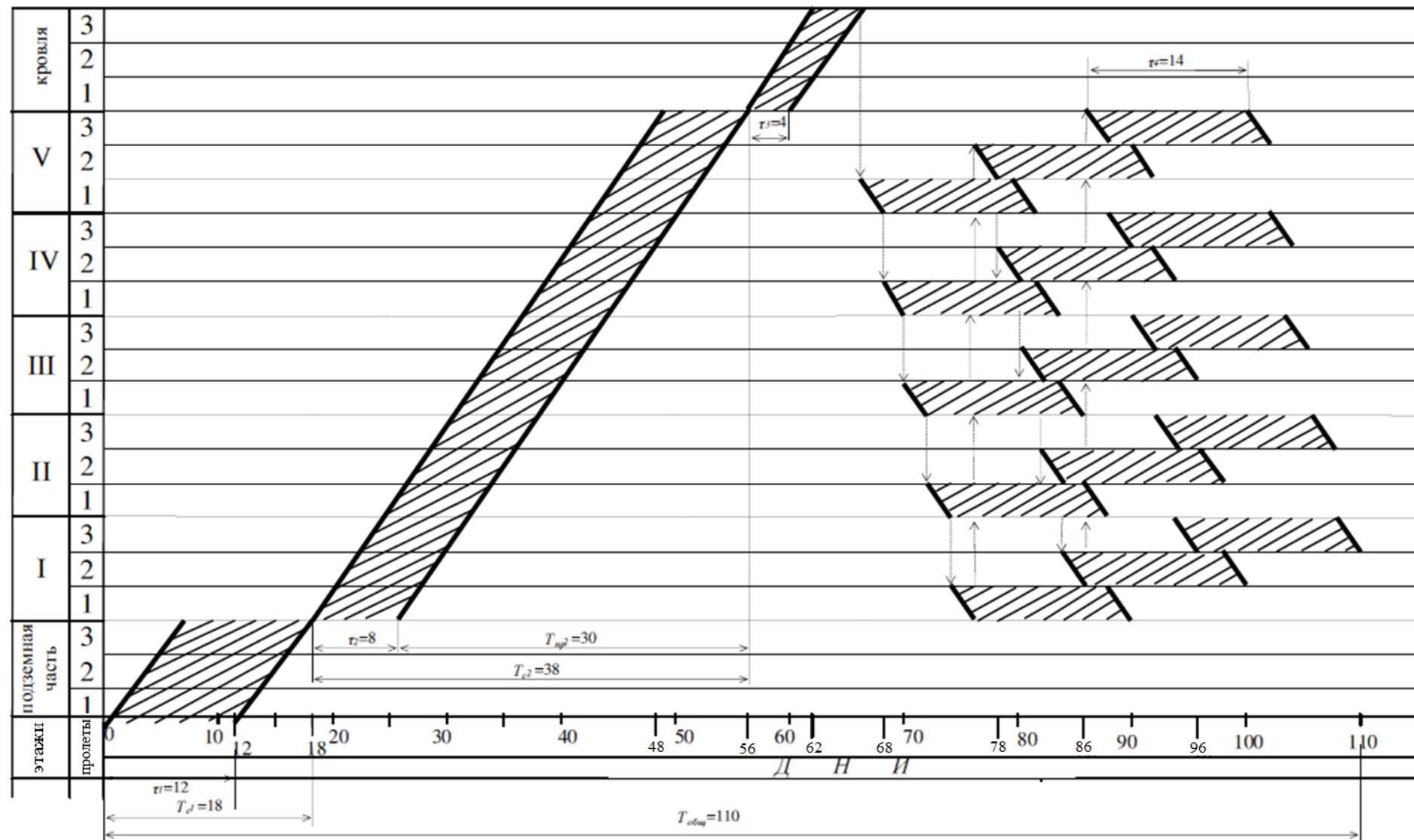
Наименование работ	Объем работ		Затраты труда в чел-днях	Требуемые машины		Продолжительность в днях	Число смен	Численность рабочих в смену	Состав бригады	Периоды (дни, месяцы)																													
	ед. измерений	количество		Наименование	Число маш-смен					сентябрь																													
										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Рытье котлована экскаватором	1000 м³	0,85	6	ЭО-3323	6	3	2	1	машинист-5р	2																													
Зачистка дна котлована и устройство основания	м³	57,6	18	--	--	3	1	6	землекопы 2р-6чел.				6																										
Монтаж фундаментов и стен подвала	шт	1500	96	КС-45717	24	12	2	4	машинист; монтажники: 4р-1чел.,3р-2чел.,2р-1чел.							10																							
Устройство железобетонного пояса	м³	180	35	-//-	4	4	1	9	комплексная бригада																10														
Монтаж железобетонных плит перекрытий	шт.	270	61	-//-	12	6	2	5	машинист; монтажники: 4р-1чел.3р-2чел.2р-2чел.																			12											
Прокладка наружных инженерных сетей	п.м.	220	20	--	--	6	1	3	сварщики 4р-3чел.																3														
Гидроизоляция фундамента	100 м²	25	6	--	--	3	1	2	изолировщики 3р-1чел.2р-1чел																			2											
Обратная засыпка пазух и уплотнение грунта	м²	86	6	ДЗ-42	2	2	1	3	машинист 4р-1чел. землекоп 3р-2чел																											3			
ИТОГО			248		48																																		



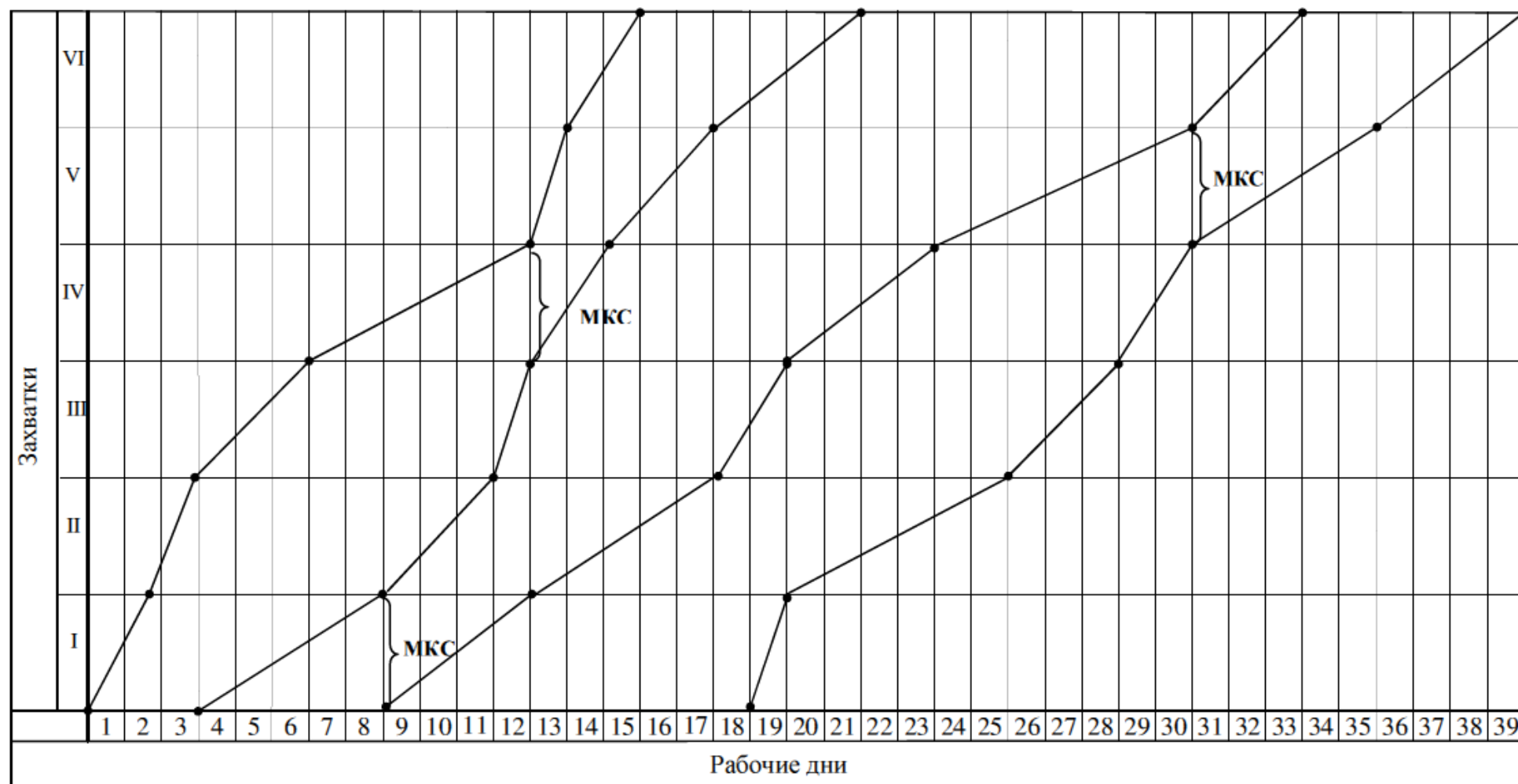
Пример сетевого графика производства работ основного цикла



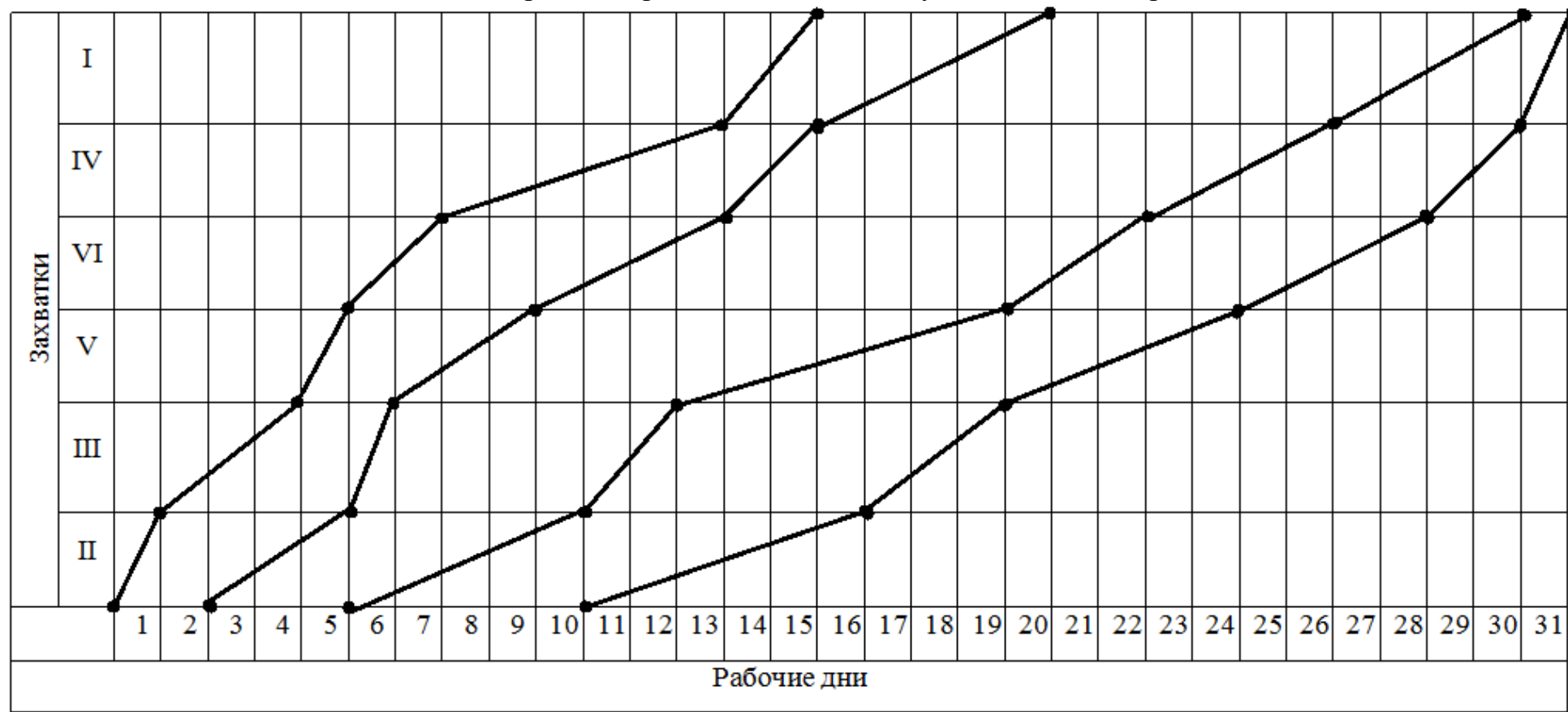
Циклограмма ритмичного потока возведения производственного здания швейной фабрики



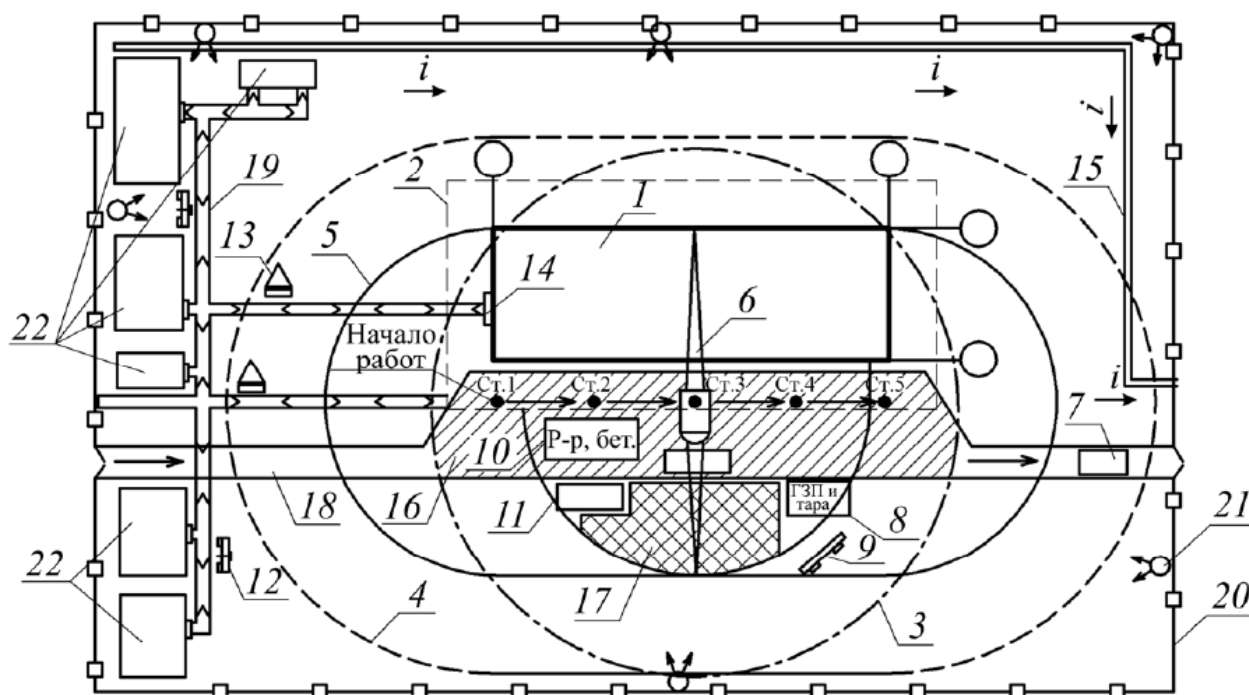
Циклограмма неритмичного потока



Циклограмма неритмичного потока с учетом новой матрицы



## Границы зон при работе стрелового крана (крана-манипулятора)



1 – возводимое здание; 2 – граница опасной зоны вблизи строящегося здания; 3 – граница зоны, опасной для нахождения людей во время перемещения, установки и закрепления элементов и конструкций на одной стоянке; 4 – то же, с учетом всех стоянок; 5 – граница зоны обслуживания краном; 6 – стреловой кран; 7 – зона мойки автомобилей; 8 – площадка для грузозахватных приспособлений и тары; 9 – стенд со схемами строповки и таблицами масс грузов; 10 – площадка для приема раствора и бетона; 11 – площадка мусорных контейнеров; 12 – стенд с противопожарным инвентарем; 13 – знак и надпись, предупреждающие о работе крана; 14 – навес над входом в здание; 15 – водоотводная канава; 16 – опасная зона дороги; 17 – зона складирования конструкций; 18 – временная автомобильная дорога; 19 – пешеходная дорожка; 20 – ограждение строительной площадки; 21 – прожектор; 22 – временные здания; Ст. 1–Ст. 5 – обозначение стоянок самоходного крана

## Расчет объемов материалов (изделий) с учетом варианта студента

Вид материала	Ед.изм.	Расчет объемов материалов (изделий) с учетом варианта студента	Продолжительность расходования данного материала
1	2	3	4
Цемент насыпью	т	$(V_{\text{бетона}} * 1/7) * 1300$	Календарный план (полы)
Цемент в мешках	т		
Песок	м <sup>3</sup>	$V_{\text{бетона}} * 2/7$	Календарный план (полы)
Гравий	м <sup>3</sup>	$V_{\text{бетона}} * 4/7$	
Щебень	м <sup>3</sup>	$V_{\text{бетона}} * 4/7$	
Известь комовая	т	номер варианта * 0,1	3 раб.дня
Гипс	т	номер варианта * 0,1 + 0,4	2 раб.дня
Кирпич глиняный	1000 шт.	высота большего проема * ширина проема / 16,25	4 раб.дня
Кирпич пустотелый	1000 шт.		
Кирпич силикатный	1000 шт.		
Шлакобетонные блоки	1000 шт.		
Облицовочная плитка	1000 шт.	номер варианта * 0,01 + 1,5	2 раб.дня
Рубероид	рулон	площадь кровли / площадь одного рулона (15 м <sup>2</sup> )	Календарный план (кровля)
Ж/б колонны, балки	м <sup>3</sup>	по ведомости объемов СМР	Календарный план
Ж/б плиты перекрытий (покрытий)	м <sup>3</sup>	по ведомости объемов СМР	Календарный план
Ж/б трубы	м <sup>3</sup>	номер варианта + 10	3 раб.дня
Стеновые крупные блоки	м <sup>3</sup>	по ведомости объемов СМР	Календарный план (стеновые панели)
Ступени ж/б	м <sup>3</sup>	номер варианта * 0,2 + 3	1 раб.день
Сталь угловая	т	номер варианта * 0,1 + 0,3	6 раб.дней
Сталь листовая	т	номер варианта * 0,2 + 0,5	11 раб.дней
Сталь кровельная	шт.	площадь кровли / площадь одного листа (10,5 м <sup>2</sup> )	Календарный план (кровля)
Полотна дверные	шт.	по ведомости объемов СМР	Календарный план
Коробки дверные	шт.		
Блоки оконные	шт.	по ведомости объемов СМР	Календарный план
Радиаторы отопления	шт.	из расчета 1 шт. на 20 кв.м площади здания	5 раб.дней
Арматура	т	$V_{\text{бетона}} * 0,1$	Календарный план (полы)
Шайбы, гвозди, винты	кг	номер варианта + 90	Календарный план (весь срок строительства)
Кабель электрический	бухта	номер варианта * 0,7 + 3	9 раб.дней
Провода разные электрические	кг	номер варианта + 40	7 раб.дней
Лампы накаливания	кг	номер варианта + 5	2 раб.дня

Нормы складирования материалов на 1 м<sup>2</sup> площади

Вид материала	Ед. изм.	Норма складирования на 1 м <sup>2</sup> площади	Способ хранения
1	2	4	6
Цемент насыпью	т	2,1-2,8	насыпь в силосе
Цемент в мешках	т	1,3	закрытый в штабеле
Песок	м <sup>3</sup>	3-4	открытый в штабелях (контейнерах)
Гравий	м <sup>3</sup>	3-4	открытый в штабелях (контейнерах)
Щебень	м <sup>3</sup>	3-4	открытый в штабелях (контейнерах)
Известь комовая	т	2,0	закрытый, навалом
Гипс	т	2,5	закрытый
Кирпич глиняный	1000 шт.	0,96	открытый
Кирпич пустотелый	1000 шт.	0,65-0,7	открытый
Кирпич силикатный	1000 шт.	0,2	открытый штабель в 2 яруса
Шлакобетонные блоки	1000 шт.	0,64	открытый на поддонах
Облицовочная плитка	1000 шт.	78-80	под навесом
Рубероид	рулон	8-10	под навесом штабелем
Железобетонные колонны, балки	м <sup>3</sup>	0,65-0,8	открытый в штабелях
Железобетонные плиты перекрытий, покрытий	м <sup>3</sup>	0,8-1,2	открытый в штабелях
Стеновые крупные блоки	м <sup>3</sup>	2	открытый в штабелях
Железобетонные трубы	м <sup>3</sup>	0,3-0,4	открытый в штабелях
Ступени железобетонные	шт.	6	открытый в штабелях
Полотна дверные	шт.	4-6	под навесом
Коробки дверные	шт.	6-8	под навесом
Блоки оконные	шт.	5-6	под навесом
Сталь угловая	т	0,5-0,6	под навесом
Сталь листовая	т	2	открытый или под навесом
Сталь кровельная	шт.	30	закрытый в штабелях
Радиаторы отопления	шт.	8	под навесом в штабеле
Арматура	т	0,7-0,85	открытый
Шайбы, гвозди, винты	кг	120	закрытый в ящиках
Кабель электрический	букта	0,5	открытый в барабане
Провода разные электрические	кг	6	закрытый на стеллажах
Лампы накаливания	кг	15	закрытый на стеллажах

## Виды материалов, подлежащих складированию на приобъетных складах

[illegible]



## Продолжение приложения 9

Вид матери- ала	Варианты																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Ж/б ко- лонны, балки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ж/б плиты по- крытий	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ж/б трубы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Стеновые крупные блоки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ступени ж/б	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Блоки оконные	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Полотна дверные	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Коробки дверные	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Сталь угловая	+			+			+				+			+	+			+			+				+	+
Сталь листовая		+			+			+		+		+				+			+			+	+			
Сталь кровель- ная			+			+			+				+				+			+				+		

Вид матери- ала	Варианты																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Арматура	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Радиа- торы отопле- ния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Шайбы, гвозди, винты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Кабель электри- ческий		+			+			+				+				+			+				+			
Провода разные электри- ческие	+		+	+		+	+		+	+	+		+	+	+		+	+		+	+	+		+	+	+
Лампы накалива- ния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Нормативные данные для определения требуемой мощности трансформатора

<i>Мощности некоторых механизмов и сварочных аппаратов</i>	
Наименование механизма	Мощность электродвигателя, кВт
Башенный кран КБ-100	40
КБ-301, КБ-302	34
КБ-401	58
КБ-160	59,2
иные	40-180
Растворомешалка	1,7-2,8
Бетононасос	16,8
Растворонасос	3,2
Мачтовый подъемник	2,8
Бетономешалка	28
Мозаично-шлифовальная машина	2,2
Машина для наклейки наплавленного рубероида	1,1
Сварочные трансформаторы СТО-24	54
ТД-300	20
ТДП-1	12
Электросверло, электроточило, циркулярная пила и т.п.	0,6

<i>Электрическая мощность на производство строительных работ</i>	
Наименование работ	Требуемая электрическая мощность на единицу работ, кВт
Электропрогрев бетона, на 1м <sup>3</sup>	4,0-6,7
Электропрогрев грунта, на 1м <sup>3</sup>	35-45
Штукатурная станция	10,0
Малярная станция	43

<i>Требуемая электрическая мощность на внутреннее освещение</i>	
Наименование помещения	Нормативная электрическая мощность на 100 м <sup>2</sup> (кВт)
Канторы	1,0-1,5
Столовые	0,8-1,0
Бытовые помещения	1,0-1,2

<i>Мощность на наружное освещение</i>	
Наименование мест освещения	Нормативная мощность (кВт)
Охранное освещение дорог, на 1 км <sup>2</sup>	1,0-1,5
Освещение дорог, на 1 км	2,0-2,5
Открытые склады, на 1000 м <sup>2</sup>	0,8-1,2
Монтажная зона, на 1000 м <sup>2</sup>	2,4
Зона каменных работ, на 1000 м <sup>2</sup>	0,6-0,8
Зона бетонных и ж/б работ, на 1000 м <sup>2</sup>	1,0-1,2
Зона земляных работ, на 1000 м <sup>2</sup>	0,5-0,8
Зона свайных работ, на 1000 м <sup>2</sup>	0,3

## Характеристика силовых трансформаторов

Тип трансформатора	Мощность, кВт	Вес трансформатора, кг		Основные размеры, мм			
		с маслом	выемная часть	масло кг	длина	ширина	высота
ТМ-20/6	20	385	175	105	980	780	1065
ТМ-30/6	30	465	190	155	1050	800	1195
ТМ-50/6	50	580	260	170	180	800	1190
ТМ-100/6	100	830	385	230	1370	845	1335
ТМ-180/6	180	1250	575	354	1490	950	1485
ТМ-320/6	320	1730	900	480	1710	1040	1715
ТМ-20/10	20	525	250	195	1375	670	1320
ТМ-30/10	30	540	270	195	1375	670	1320
ТМ-50/10	50	700	350	265	1500	650	1405
ТМ-100/10	100	1150	525	375	1650	805	1550
ТМ-180/10	180	1450	630	430	1560	1000	1615
ТМ-320/10	320	1750	930	520	1710	1040	1915

*Примечание:* Т – трехфазный, М – масляный; числитель – мощность, кВт; знаменатель – максимальное напряжение, кВ.

## Характеристики комплектных трансформаторных подстанций стационарного типа

Наименование (тип)	Мощность, кВт
СКТП-100-10/6/0,4	20, 50, 100
КТП-100-10	100
КТП-160	160
СКТП-180-10/6/0,4	180
КТП-250	250
СКТП-560	560
СКТП-750	750

