

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра менеджмента

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических занятий
по дисциплине **«Организация и планирование
строительного производства»**

*для студентов специальности
1-25 01 10 «Коммерческая деятельность»,
специализации 1-25 01 10 15 «Коммерческая деятельность в строительстве»*

дневной и заочной форм обучения

Методические указания разработаны в соответствии с образовательным стандартом действующими учебными планами, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь для студентов специальности 1-25 01 10 «Коммерческая деятельность», специализации 1-25 01 10 15 «Коммерческая деятельность в строительстве» и содержат необходимые материалы для выполнения практических работ по дисциплине «Организация и планирование строительного производства».

Составители: Н.В. Носко, ст. преподаватель
Т.В. Кривицкая, ст. преподаватель
М.В. Назарук, ассистент
Т.В. Филиппова, ассистент

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В соответствии с учебными планами студенты выполняют практические работы, которые являются неотъемлемой частью учебного процесса.

Настоящие методические указания имеют целью расширить и углубить теоретические знания студентов, привить им необходимые навыки для решения наиболее часто встречающихся задач на практике по вопросам организации и планирования строительного производства.

Они призваны оказать помощь преподавателям данного курса при проведении ими практических занятий по соответствующим разделам дисциплины.

Практическая работа №1

Тема: Методы организации строительного производства.

Общие принципы проектирования потока.

Цель: получить и закрепить теоретические знания об основных методах организации строительства, их преимуществах, а также ознакомиться с принципами проектирования потока, его классификацией.

Задание 1

1. Изучить методы организации строительства.
2. Указать преимущества и недостатки каждого из методов.
3. Ознакомиться с принципами проектирования потоков.

Строительство нескольких одинаковых зданий, таких как жилые дома в микрорайонах, можно вести последовательным, параллельным или поточным методами строительства.

При **последовательном методе** общий срок строительства всех зданий равен суммарному сроку строительства этих зданий. Расход ресурсов минимальный. Каждый вид ресурсов потребляется кратковременно с определенными циклами и периодичностью. Возможны перерывы (даже длительные) в работе бригад, машин и механизмов, поставки и потребления материалов и конструкций.

При **параллельном методе** срок строительства минимальный и равен сроку строительства одного здания. Потребление ресурсов в единицу времени возрастает в несколько раз. При этом вид ресурсов меняется в зависимости от периода строительства.

Современный характер строительства, масштабы и необходимость в скорейшем его завершении исключают применение на практике этих методов.

В настоящее время строительство ведется **поточным методом**, обеспечивающим ритмичную сдачу объектов в эксплуатацию, постоянную загрузженность без перерывов рабочих бригад, машин и механизмов, поставку и расходование строительных материалов и конструкций. Поточный метод, сохраняя соответствующие преимущества последовательного и параллельного способов, позволяет избежать их недостатков.

Для организации поточного строительства зданий необходимо:

1. Разделить производственный процесс строительства зданий на составляющие циклы.
2. Разделить эти процессы между исполнителями.
3. Определить производственный режим и продолжительность выполнения одного цикла.
4. Установить очередность выполнения работ так, чтобы максимально совместить выполнение разноименных процессов во времени и пространстве и последовательного выполнения одноименных процессов.

5. Рассчитать параметры потока с учетом обеспечения его стабильности, интенсивности и равномерности, а также последовательность перехода бригад с одного здания (захватки) на другое с учетом производственного режима.

Задание 2

1. Рассмотреть виды потоков.

2. Изучить параметры специализированного потока

По виду конечной продукции потоки разделяют на:

1. **Частный поток** – элементарный строительный поток, представляющий собой один или несколько процессов, выполняемых одним коллективом (бригадой, звеном). Продукцией частного потока могут быть: земляные работы, кладка стен, штукатурные и малярные работы.

2. **Специализированный поток** – состоит из ряда частных потоков, объединенных единой системой параметров потока. Специализированные потоки – основные структурные элементы потока. Их продукцией служат законченные виды работ, конструкционные элементы или части здания (подземная часть здания, кровля, отделочные работы, электромонтажные работы, сантехнические работы и т.д.).

3. **Объектный поток** – совокупность специальных потоков, состав которых обеспечивает выполнение всего комплекса работ по сооружению соответствующего объекта строительства. Продукцией этих потоков являются полностью законченные здания (сооружения), группы зданий (сооружений).

4. **Комплексный поток** состоит из объектных потоков одновременно законченных строительством отдельных зданий и сооружений, входящих в состав промышленного предприятия, жилого квартала и т.д. Продукцией комплексного потока являются здания, сданные в эксплуатацию, промышленные объекты, законченные жилые кварталы и т.д.

По характеру временного развития специализированные потоки подразделяются на:

1. **Равноритмичный** – поток, в котором все составляющие потоки имеют единый ритм, т.е. одинаковую продолжительность выполнения работ на всех захватках.

2. **Кратноритмичный** – поток, в котором все составляющие потоки имеют неравные, но кратные ритмы.

3. **Разноритмичный** – поток, в котором составляющие потоки не имеют постоянного ритма вследствие неодинаковости зданий и сооружений и неравенства темпов составных составляющих потоков.

Параметры специализированного потока:

1. Временные параметры:

- ритм потока (t) – продолжительность выполнения на одной захватке отдельного строительного процесса одной бригадой или звеном;

- шаг потока (k) – промежуток времени между началом двух смежных строительных процессов на одной захватке;

- период развертывание (τ) – промежуток времени между началами работы первой и последней бригады на захватке;

- $T_{\text{пр}}$ – период выпуска готовой продукции;

- $T_{\text{пер}}$ – организационный или технологический перерыв между строительными процессами на захватке;

- T_0 – общая продолжительность специализированного потока.

2. Организационные параметры:

• n – количество отдельных частных потоков (процессов, работ), входящих в специализированный поток.

3. Пространственные параметры:

• N – количество захваток. **Захватка** – часть здания, сооружения или их конструкций с повторяющимися комплексами строительных работ (процессами), в пределах которых развиваются и увязываются между собой все частные потоки, входящие в состав рассматриваемого специализированного строительного потока.

Основные взаимосвязи:

$$T_o = \tau + T_{пр}, \quad (1.1)$$

$$\tau = k^*(n - 1) + \sum T_{пер}, \quad (1.2)$$

$$T_{пр} = t * N. \quad (1.3)$$

Практическая работа №2

Тема: Организация равномерного специализированного потока.

Цель: приобрести практические навыки в организации специализированного потока с одинаковым ритмом работы бригад и представлении его в пространстве и времени.

Задание 1

Рассмотреть принцип решения типовой задачи.

Условие: Специализированный поток «кровельные работы» включает в себя следующие частные:

1. Устройство пароизоляции.
2. Устройство гидроизоляции.
3. Устройство цементной стяжки.
4. Наклейка рубероида.

Продолжительность каждой из вышеуказанных работ составляет 2 дня. Имеется перерыв между третьим и четвертым процессом, равный 3 дням. Количество захваток – 5. Определить общую продолжительность специализированного потока и изобразить его в пространстве и во времени.

Решение:

Этап 1: Определим период развертывания, время выпуска готовой продукции, а также общую продолжительность кровельных работ по формулам 1.1-1.3.

Так как продолжительность всех работ, входящих в специализированный поток, одинакова, то шаг потока принимается равным ритму потока, то есть 2.

$$\tau = 2 * (4 - 1) + 3 = 9 \text{ дней.}$$

$$T_{пр} = 2 * 5 = 10 \text{ дней.}$$

$$T_o = 9 + 10 = 19 \text{ дней.}$$

Этап 2: Построение линейного графика Ганта (представление специализированного потока во времени, рис. 2.1).

По оси абсцисс откладывается время в днях, по оси ординат – бригады. Название работающих бригад состоит из цифры и буквы русского алфавита, где цифра обозначает порядковый номер работы, а буква – номер бригады по порядку, специализирующейся на выполнении данного вида работ (например: 2в – третья по счету бригада, специализирующаяся на выполнении второго процесса). Римскими цифрами подписывается порядковый номер захватки, над отрезком, который соответствует длительности выполнения отдельного процесса.

Построение графика начинается с представления всего комплекса работ на первой захватке с учетом перерывов. Окончание выполнения последнего процесса на последней захватке должно соответствовать общей продолжительности специализированного потока.

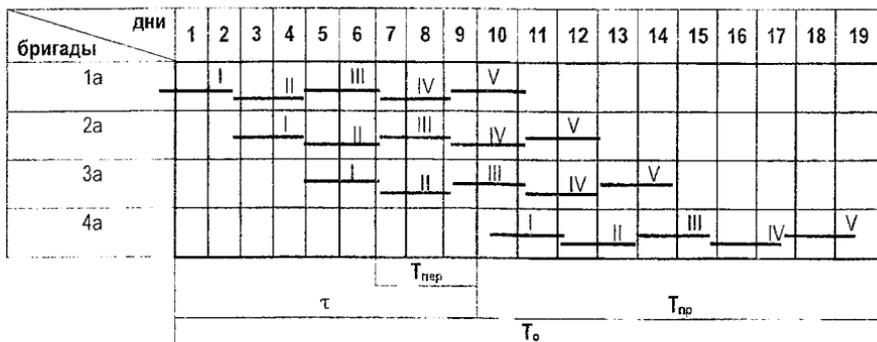


Рисунок 2.1 – Линейный график

Этап 3: Построение циклограммы (рис. 2.2).

Циклограмма – графоаналитическая модель организационно-технологического процесса возведения предприятия, здания, сооружения, отображающая периодичность (цикличность) развития строительных потоков во времени и пространстве. По оси абсцисс откладывается время в днях, по оси ординат – захватки.

Построение графика начинается с изображения выполнения всех частных потоков на первой захватке с учетом установленных перерывов. Ход и сроки выполнения каждой работы отображают на сетке графика наклонной линией, начало которой соответствует моменту начала, а конец – моменту окончания отдельного процесса. Над каждым выполнением подписывается бригада, ответственная за данный процесс.

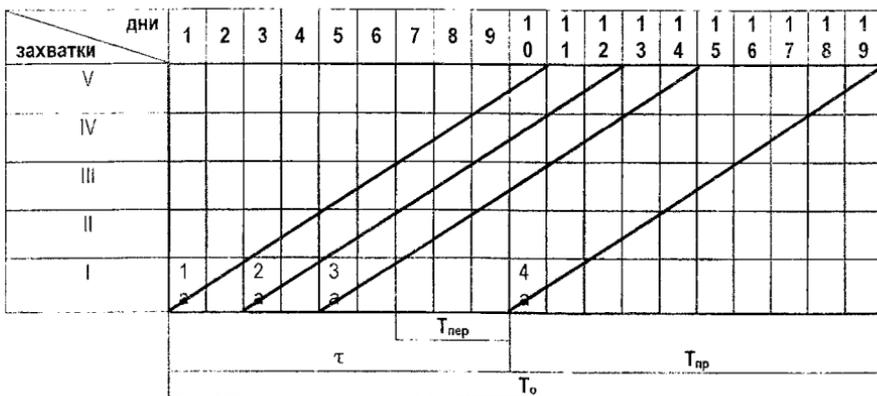


Рисунок 2.2 – Циклограмма

Задание 2

Определить продолжительность специализированного потока и изобразить его в пространстве и во времени согласно следующим данным:

а) ритм потока – 3 дня, количество частных потоков – 4, количество захваток – 3, перерыв между 2-й и 3-й работой составляет 1 день, между 3-й и 4-й – 2 дня.

б) ритм потока – 2 дня, количество частных потоков – 3, количество захваток – 5, перерыв между 1-й и 2-й работой составляет 4 дня.

Практическая работа №3

Тема: Организация кратноритмичного специализированного потока.

Цель: приобрести практические навыки в организации кратноритмичного специализированного потока и представлении его в пространстве и времени.

Задание 1

Рассмотреть принцип решения типовой задачи.

Условие: Специализированный поток «бетонирование с применением опалубки» включает в себя следующие работы:

1. Устройство опалубки ($t_1 = 2$ дня).
2. Установка арматуры ($t_2 = 1$ дня).
3. Бетонирование ($t_3 = 3$ дня).
4. Снятие опалубки ($t_4 = 2$ дня).

Имеется технологический перерыв между третьим и четвертым процессом, равный 2 дням. Количество захваток – 5. Определить период развертывания, время выпуска готовой продукции, общую продолжительность специализированного потока и изобразить его в пространстве и во времени.

Решение:

Этап 1: Определим период развертывания, время выпуска готовой продукции, а также общую продолжительность кровельных работ по формулам 1.1-1.3.

Для расчета периода развертывания нужно учесть следующее:

- шаг потока приравнивается к минимальному ритму, то есть в нашем случае к 1;
- на работах, где ритм больше минимального, вводятся дополнительные бригады, число которых рассчитывается по формуле:

$$n_i = t_i / t_{\min}, \quad (3.1)$$

где n_i – количество бригад, необходимое для выполнения i -го процесса;

t_i – продолжительность i -го процесса;

t_{\min} – минимальный ритм потока;

- в формулу 1.3 вместо n подставляется сумма всех бригад на специализированном потоке.

Назначим бригады каждому из процессов:

1-й процесс: $n_1 = 2/1 = 2$ бригады (1а, 1б).

2-й процесс: 2а.

3-й процесс: $n_3 = 3/1 = 3$ бригады (3а, 3б, 3в).

4-й процесс: $n_4 = 2/1 = 2$ бригады (4а, 4б).

Итого бригад: 8.

Таким образом: $\tau = 1 * (8 - 1) + 2 = 9$ дней.

При расчете продолжительности выпуска готовой продукции $t = t_{\min}$.

$T_{\text{оп}} = 1 * 5 = 5$ дней. $T_0 = 9 + 5 = 14$ дней.

Этап 2: Построение линейного графика Ганта (рис. 3.1). В процессе построения линейного графика необходимо учитывать, что ввод параллельных бригад на работах, где ритм кратен минимальному, осуществляется с отставанием от предыдущей бригады на этом же процессе, равным минимальному ритму.

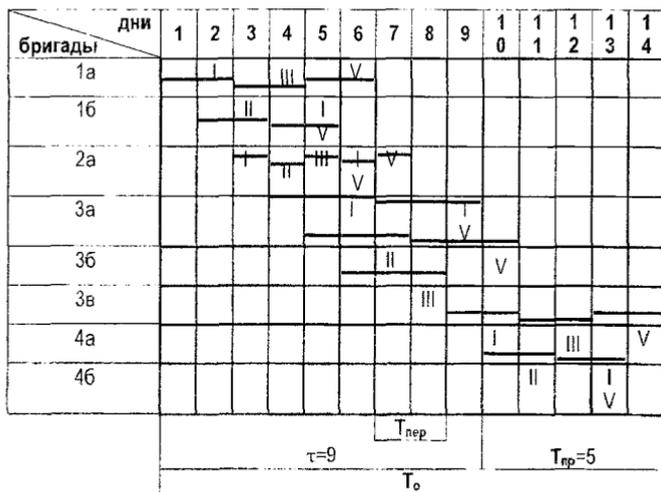


Рисунок 3.1 – Линейный график

Этап 3: Построение циклограммы (рис. 3.2).

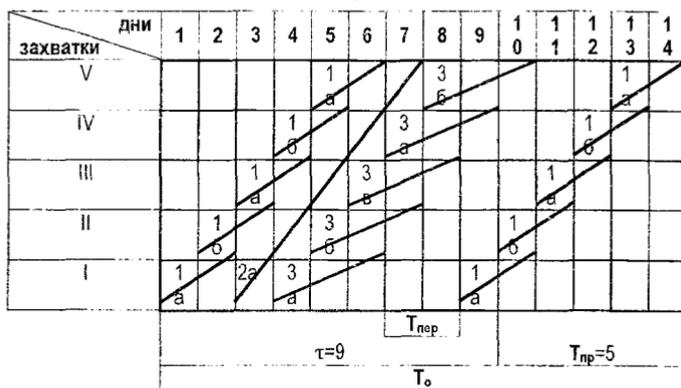


Рисунок 3.2 – Циклограмма

Задание 2

Определить продолжительность специализированного потока и изобразить его в пространстве и во времени согласно следующим данным:

а) $t_1=4$, $t_2=2$, $t_3=2$, $t_4=4$, количество захваток – 3, перерыв между 2-й и 3-й работой составляет 1 день, между 3-й и 4-й – 3 дня;

б) $t_1=2$, $t_2=1$, $t_3=4$, $t_4=1$, $t_5=3$, количество захваток – 5, перерыв между 1-й и 2-й работой составляет 2 дня, между 4-й и 5-й – 1 день.

Практическая работа №4

Тема: Организация разноритмичного специализированного потока.

Цель: приобрести практические навыки в определении продолжительности специализированного потока, включающего в себя разные по продолжительности частные потоки, а также представлении его в пространстве и времени.

Задание 1

Рассмотреть принцип решения типовой задачи.

1	2	1	2
2	3	2	4
2	4	3	5
1	2	1	2

Условие: Разноритмичный специализированный поток представлен в виде матрицы, где в столбцах представлены частные потоки, в строках – захватки, а на пересечении – продолжительность выполнения потока на той или иной захватке.

Определить общую продолжительность специализированного потока, построить линейный график и циклограмму.

Решение:

Этап 1: Решение матрицы (рис. 4.1).

Решение матрицы начинается с определения начал и окончаний работ, выполняемых бригадами на отдельных захватках. Отдельному процессу назначается одна бригада, то есть в нашем случае бригад – 4, продолжительность их работы на каждой из захваток представлена в столбцах. Начало работы первой бригады на первой захватке начинается с нуля, который записывается в левом верхнем углу первого квадрата. Окончание данной работы на первой захватке, которое записывается в правом нижнем углу этого же квадрата, составит 2 дня (0+2). Далее последовательно рассчитывается первый столбец исходя из предположения, что первая бригада переходит на следующую захватку сразу после окончания работы на предыдущей, другими словами окончание первой работы на первой захватке – начало данной работы на второй захватке и т.д.

Так как речь идет о поточном методе строительства, то ко второй работе на первой захватке (второй квадрат в первой строке) вторая бригада приступает сразу после завершения первой работы на этой захватке. Далее расчет второго столбца осуществляется аналогично первому.

Следующий шаг, сравнение начала второй работы с окончанием первой на каждой из захваток (записывается справа от продолжительности работы). Так как все полученные разницы (0;0;+1;+4) неотрицательные, то можно перейти к расчету третьего столбца и сравнения начала третьей работы с окончанием второй на каждой из 4-х захваток.

Отрицательные разницы говорят о необходимости установления перерыва между 2-й и 3-й работой, продолжительность которого принимается равной максимальному по модулю отрицательному числу, в нашем случае: $T_{пер\ 2,3} = |-4| = 4$. Таким образом, новое начало третьего процесса на первой захватке составит $3+4=7$ дней, которое записывается в правом верхнем углу. Новое же окончание записывается в левом нижнем углу. Третий столбец снова пересчитывается аналогично ранее указанной методике.

Последний шаг – расчет четвертого столбца и сравнение начала четвертой работы с окончанием третьей на каждой из захваток, в случае наличия отрицательных разниц вводится перерыв.

Согласно полученным расчетам, $T_0 = 21$.

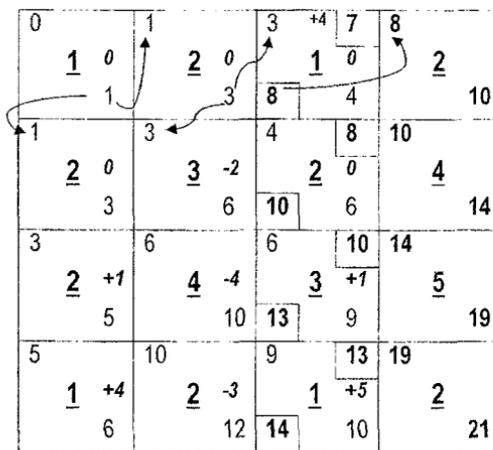


Рисунок 4.1 – Решение матрицы

Этап 2: Построение линейного графика Ганта (рис. 4.2).

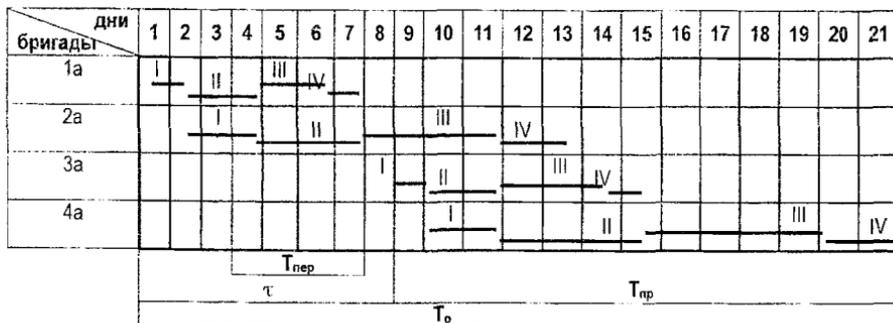


Рисунок 4.2 – Линейный график

Этап 3: Построение циклограммы (рис. 4.3).

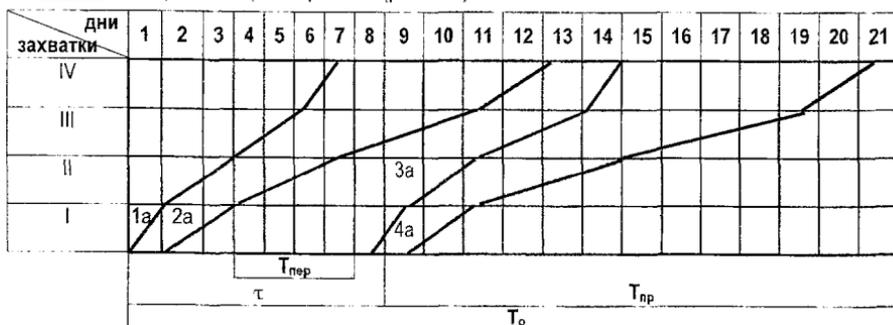


Рисунок 4.3 – Циклограмма

Задание 2

Определить продолжительность специализированного потока и изобразить его в пространстве и во времени согласно следующим данным:

а)

1	2	4	3	1
2	3	2	4	2
1	5	1	3	5

б)

2	1	3	1	2
1	4	2	5	4
3	2	4	2	5
2	5	1	3	1

Практическая работа №5

Тема: Сетевое моделирование. Расчет временных параметров сетевой модели.

Цель: закрепить теоретические знания об основных понятиях сетевого моделирования, а также приобрести практические навыки в расчете временных параметров сетевого графика секторным методом.

Задание 1

Изучить основные понятия сетевого моделирования.

Сетевая модель – это представленная в графическом виде модель, намеченная к реализации проекта, в основу которого положена теория графов.

Граф – это геометрическая фигура, состоящая из конечного или бесконечного множества точек, соединенных линиями.

Сетевой график – граф, который отражает работы проекта, связи между ними, состояния проекта, то есть это сетевая модель с рассчитанными временными параметрами.

Элементы сетевой модели:

- $t-s-n$ → – действительная работа. Над ней указывается: t – продолжительность работы, s – количество смен, n – количество рабочих в смене.
- t → – ожидание, то есть процесс, требующий только затрат времени.
- > – фиктивная работа (показывает зависимость начала одного процесса от окончания другого).
- ① – событие – это факт начала или окончания одной или нескольких работ.
- Путь – это непрерывная последовательность работ, ожиданий и зависимостей сетевой модели. Самый продолжительный путь сетевого графика от исходного события к завершающему называется **критическим**.

Задание 2

Рассмотреть принцип расчета временных параметров сетевого графика секторным методом.

Для расчета на графике каждое событие делится на четыре сектора (рис. 5.1).

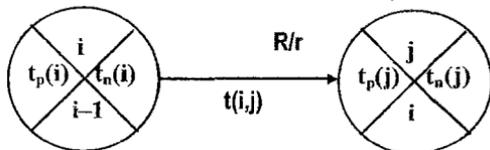


Рисунок 5.1 – Временные параметры сетевого графика

В верхнем секторе указывается номер данного события, в нижнем секторе номер предыдущего события. $t(i,j)$ – продолжительность работы с начальным событием i и j конечным.

Ранний срок $t_p(j)$ свершения события j – это самый ранний момент, к которому завершаются все работы, предшествующие этому событию.

Правило вычисления: $t_p(j) = \max\{t_p(i) + t(i,j)\}$, где максимум берется по всем событиям i , непосредственно предшествующим событию j (соединены стрелками).

Поздний срок $t_n(i)$ свершения события i – это такой предельный момент, после которого остается ровно столько времени, сколько необходимо для выполнения всех работ, следующих за этим событием.

Правило вычисления: $t_n(j) = \min\{t_n(i) - t(i,j)\}$, где минимум берется по всем событиям j , непосредственно следующим за событием i .

Полный резерв времени работы (R) – это разность между поздним и ранним сроками начала (или окончания) работы. Это тот запас времени, который может быть использован на данной работе без ущерба для конечного срока всего комплекса, но при использовании которого последующие работы выполняются в свои поздние допустимые сроки, т.е. лишаются резерва времени.

$$R(i,j) = t_n(j) - t_p(i) - t(i,j) \quad (5.1)$$

Частный резерв времени работы (r), называемый иногда свободным сдвигом, возникает в случае сложных событий, т.е. когда срок свершения события определяется окончанием самого продолжительного из путей. Работы, входящие в то же событие, но лежащие на менее продолжительных путях, оканчиваются раньше, чем свершается их конечное событие. Вследствие этого их окончание не влияет на окончание последующих работ. Такие работы могут быть сдвинуты во времени к моменту начала последующих работ, и эта передвижка никак не отразится на сроках выполнения последних. Величина возможного сдвига будет представлять собой частный резерв времени работы. При этом последующие работы могут выполняться в свои наиболее ранние сроки и не лишаются резерва времени. Частный резерв времени работы применительно к четырехсекторному методу расчета определяется:

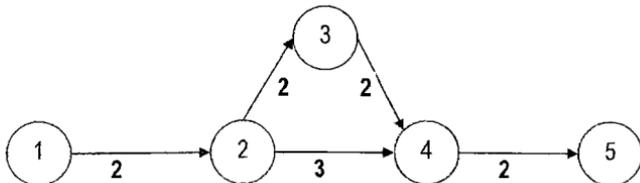
$$r(i,j) = t_p(j) - t_p(i) - t(i,j) \quad (5.2)$$

На критическом пути резервы равны нулю.

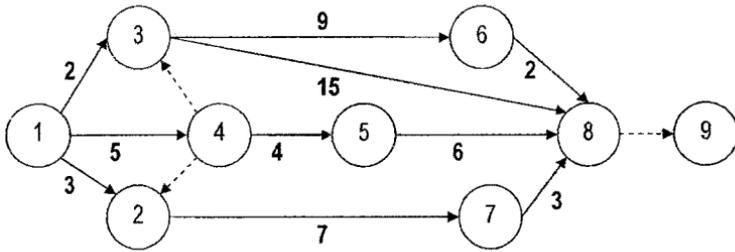
Задание 3

Рассчитать временные параметры сетевого графика.

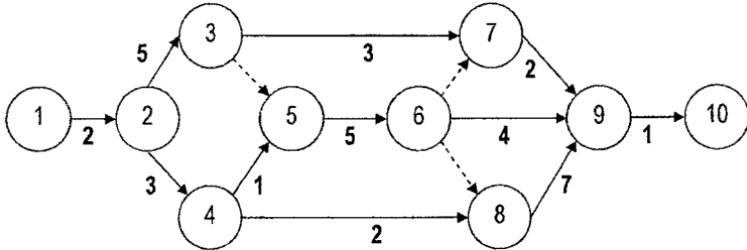
а)



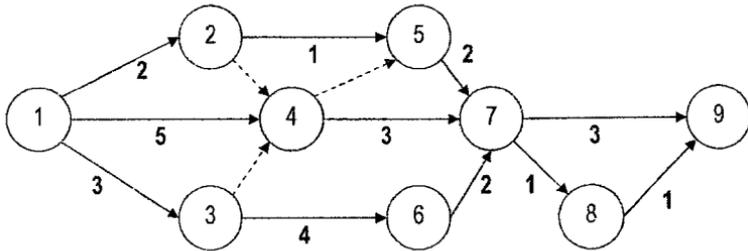
б)



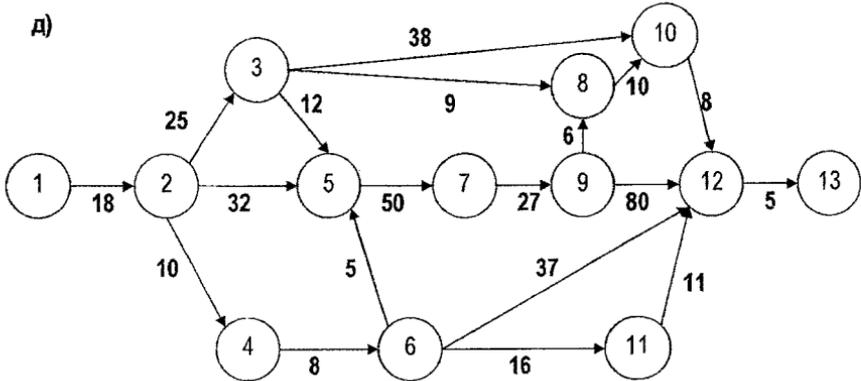
в)



г)



д)



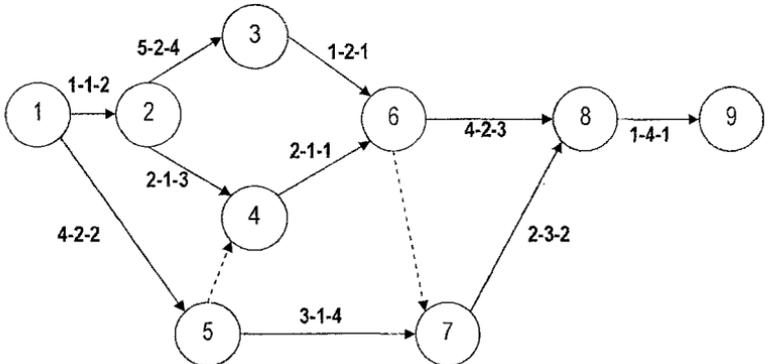
Практическая работа №6

Тема: Построение графика движения рабочих.

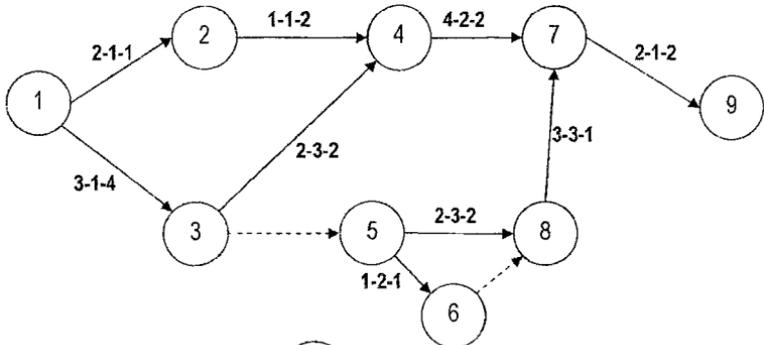
Цель: приобрести практические навыки в построении графика движения рабочих.

Задание 1

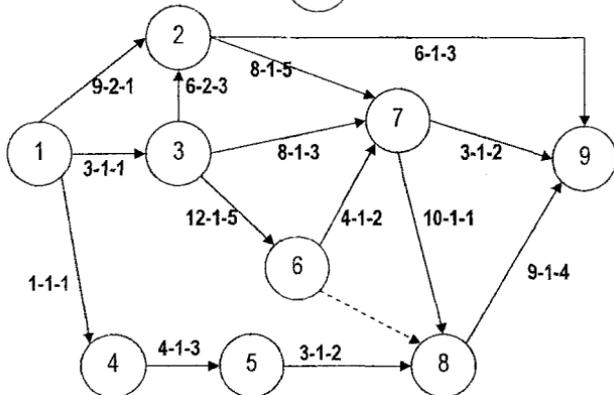
Рассчитать параметры сетевого графика и построить график движения рабочих.
а) (выполняется вместе с преподавателем)



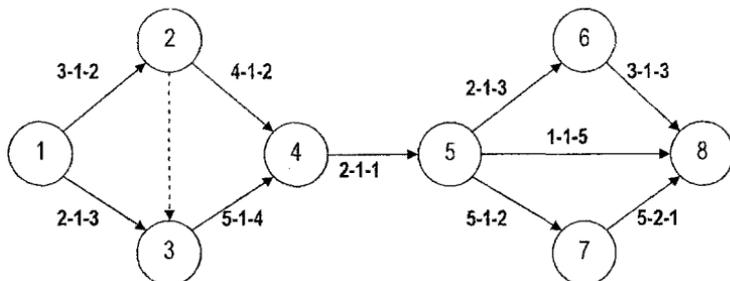
б)



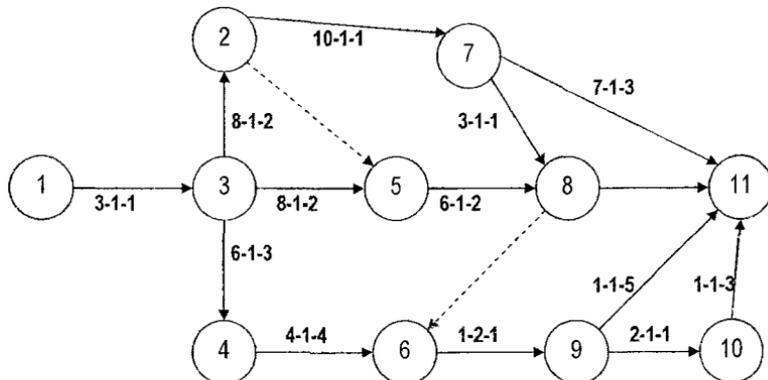
в)



г)



д)



Примечание: Решение задачи осуществляется в следующей последовательности:

1. Рассчитываются параметры сетевой модели (ранние и поздние сроки, резервы, указывается критический путь).
2. Рассчитанный сетевой график изображается таким образом, чтобы события с более ранними сроками располагались левее, с более поздними – правее, а с одинаковыми – друг под другом.
3. Ниже под сетевым графиком располагается график движения рабочих. У данного графика по оси абсцисс располагают календарную шкалу (в днях), а по оси ординат откладывают общую численность рабочих в каждый день с учетом сменности.

Практическая работа №7

Тема: Оптимизация сетевой модели.

Цель: приобрести практические навыки в оптимизации сетевой модели по ресурсам и по времени.

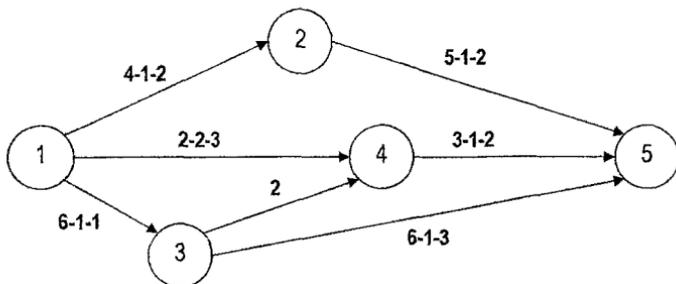
Задание 1

1. Изучить основные этапы оптимизации сетевой модели по ресурсам.
2. Выполнить оптимизацию сетевого графика по ресурсам при условии, что $N_{\max}=7$ (выполняется с преподавателем).

Оптимизация по ресурсам выполняется в случае превышения расчетного количества ресурсов над мощностью строительной организации, либо в случае, если профиль эпюры является неравномерным.

Этапы оптимизации по ресурсам:

1. Расчет параметров модели.
2. Привязка сетевого графика к календарю.
3. Построение графика движения рабочих.
4. Определение мест превышения ресурсов над требуемым уровнем.
5. Поиск работы, выполняемой в период превышения заданных ресурсов, на которой имеется частный резерв времени, и уменьшение количества рабочих на ней за счет увеличения продолжительности выполнения данной работы исходя из условия сохранения трудоемкости.



Задание 2

1. Изучить основные этапы оптимизации сетевой модели по времени.
2. Выполнить оптимизацию сетевого графика по времени (условие из задания 1 практ. работа №7), зная, что $T_{кр}=10$ (выполняется с преподавателем).

Оптимизация по времени выполняется в случае превышения полученного критического пути над установленными сроками.

Этапы оптимизации по времени:

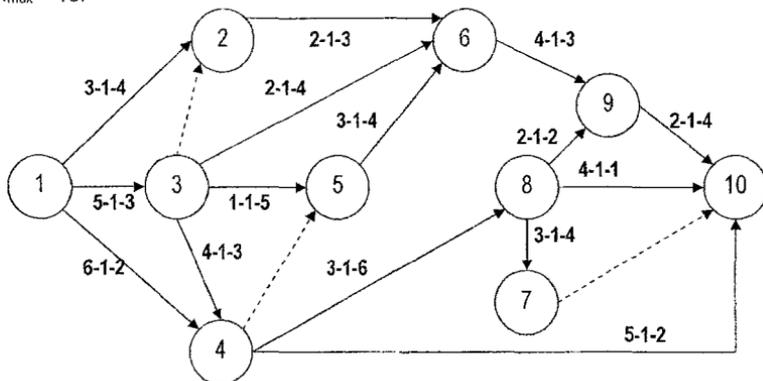
1. Расчет ранних сроков сетевой модели секторным методом.
2. В правый сектор конечного события записывается нормативная продолжительность работ и выполняется расчет поздних сроков.
3. Расчет резервов времени.
4. Определение критического пути (работы с максимальным по модулю общим резервом), а также работы подкритических путей (отрицательные резервы).
5. Выбор работы для оптимизации и уменьшение продолжительности за счет увеличения количества используемых ресурсов на данной работе.
6. Перерасчет параметров модели с новыми данными по работе.

Задание 3

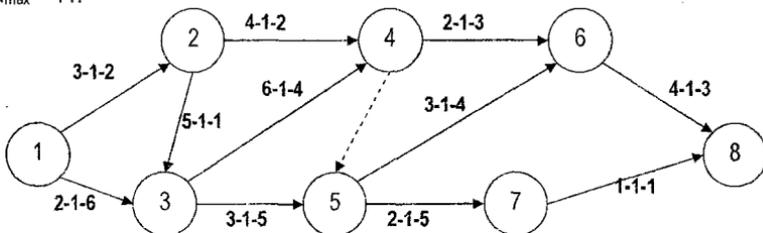
Выполнить оптимизацию по ресурсам согласно условию.

- a) $N_{max} = 6$; условие: практ. работа №6, задание 1, г.

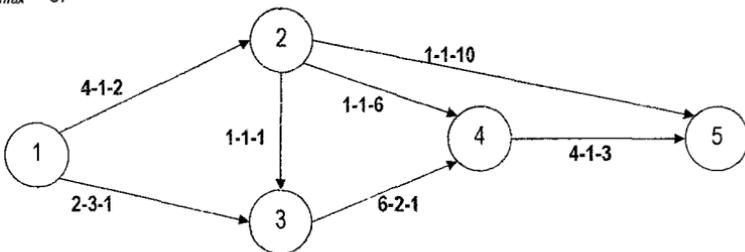
б) $N_{\max} = 13$.



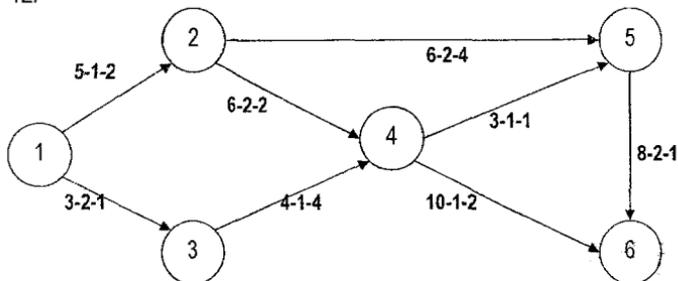
в) $N_{\max} = 11$.



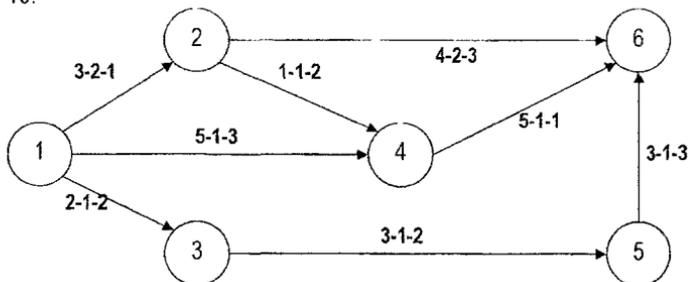
г) $N_{\max} = 5$.



д) $N_{\max} = 12$.



е) $N_{\max} = 10$.



Задание 4

Выполнить оптимизацию по времени согласно условию.

- $T_{кр} = 19$, условие: практ. работа №7, задание 3, в.
- $T_{кр} = 12$, условие: практ. работа №7, задание 3, г.
- $T_{кр} = 20$, условие: практ. работа №7, задание 3, д.
- $T_{кр} = 9$, условие: практ. работа №7, задание 3, е.

Практическая работа №8

Тема: Проектирование стройгенплана.

Цель: закрепить теоретические знания об основных правилах, этапах построения стройгенплана, а также приобрести практические навыки в области проектирования стройгенплана.

Задание 1

- Изучить теоретические основы построения стройгенплана.
- Построить стройгенплан согласно исходным данным (предоставляются преподавателем), представленным в практической работе, на миллиметровой бумаге.

1. Общие положения

Одним из важнейших документов в составе проекта организации строительства и производства работ является строительный генеральный план (рис.8.3 приложение 1). Масштаб стройгенплана – 1:300.

Проектирование стройгенплана производится в несколько этапов:

- подбор и размещение основных монтажных механизмов и определение зоны их действия;
- проектирование временных дорог и путей, расчет и размещение приобъектных складов;
- расчет и размещение мобильных (инвентарных) временных зданий и сооружений;
- расчет потребности строительства в воде и различных видах электроэнергии, проектирование временных коммуникаций.

2. Размещение монтажных кранов.

2.2. Определение расчетных параметров и подбор крана.

Выбор крана для строительства объекта осуществляется по трем основным параметрам: грузоподъемности, вылету стрелы и высоте подъема груза (конструкций, монтажного элемента).

Практически невозможно подобрать кран, у которого все параметры соответствовали бы заданным значениям. Обычно близок к расчетным один из параметров крана, а остальные принимаются с определенной избыточностью.

1. Требуемая грузоподъемность крана $Q_{тр., т}$, для основной стрелы на максимальном вылете определяется по формуле:

$$Q_{тр.} = q_3 + q_с, \quad (8.1)$$

где q_3 – масса самого тяжелого монтируемого элемента, т;

$q_с$ – масса грузозахватного приспособления, т (для плиты перекрытия и покрытия используются траверсы массой, равной 0,396–0,528 т).

За самый тяжелый элемент принимается плита перекрытия и покрытия, а её масса рассчитывается исходя из следующих параметров:

- длины плиты, м;
- ширины плиты, м;
- высоты плиты (условно все плиты высотой по $h = 0,22$ м);
- плотности бетона (тяжелый бетон $\rho = 2,5$ т/м³).

$$q_3 = V * \rho * 0,53, \quad (8.2)$$

где 0,53 – коэффициент, учитывающий пустотность и ребристость плит;

V – объем плиты, который находится за произведение длины, ширины и высоты плиты, м³.

2. Требуемый вылет стрелы крана $L_{тр., м}$, условно устанавливается исходя из ширины здания ($B_{зд}$) при минимальном расстоянии от наружной кромки здания до оси передвижения крана относительно строящегося здания равном условно 4-5 м ($L_{мин}$).

$$L_{тр} = B_{зд} + L_{мин}, \quad (8.3)$$

3. Требуемая высота подъема груза (крюка крана) $H_{тр., м}$, для основной стрелы при максимальном вылете устанавливается по массе наиболее тяжелой конструкции (плита перекрытия и покрытия, рис. 8.1) и определяется по формуле:

$$H_{тр} = h + h_3 + h_3 + h_т, \quad (8.4)$$

где h – превышение проектного уровня установки конструкции (плиты покрытия) над уровнем стоянки крана (высота строящегося здания), м;

h_3 – запас по высоте, равный 0,5-1 м;

h_3 – монтажная высота самого тяжелого элемента, м (для плиты перекрытия и покрытия $h_3 = 0,22$ м);

$h_т$ – расчетная высота грузозахватного приспособления, м (для плиты перекрытия и покрытия $h_т = 0,3-1,6$ м).

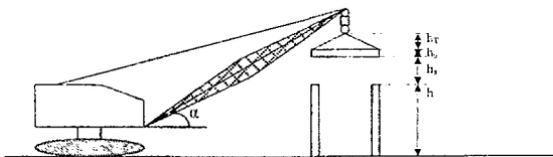


Рисунок 8.1 – Схема монтажа конструкции краном

Пример расчета выбора крана по основным параметрам:

1. Грузоподъемность для основной стрелы на максимальном вылете (для плиты перекрытия длиной 6 м):

$$Q_{тр} = 5,7 * 1,2 * 0,22 * 2,5 * 0,53 + 0,528 = 3,02 \text{ т.}$$

2. Высота подъема крюка для основной стрелы при максимальном вылете:

$$H_{тр} = 12,11 + 1 + 0,22 + 1,6 = 14,93 \text{ м.}$$

3. Требуемый вылет стрелы крана:

$$L_{гр} = 12,6 + 5 = 17,6 \text{ м.}$$

По вышеуказанным параметрам подходит башенный кран – КБ-160 с длиной основной стрелы 20 м, высотой подъема крюка (для основной стрелы) $\max = 36$ м, грузоподъемностью (для основной стрелы) $\max = 8$ т, колеей крана = 6 м, базой крана = 6 м и радиусом поворота = 4,2 м (приложение 7).

2.3. Привязка монтажных кранов.

Поперечная привязка. Установка монтажных кранов у зданий и сооружений производится исходя из необходимости соблюдения безопасного расстояния между краном и строящимся зданием. Ось подкрановых путей, а следовательно, и ось передвижения кранов относительно строящегося здания определяется по формуле:

$$B = R_{пов} + l_{безоп}, \quad (8.5)$$

где B – поперечная привязка, минимальное расстояние от оси подкрановых путей до наружной стены здания, м;

$R_{пов}$ – радиус поворотной платформы (или другой выступающей части крана), м; рассчитывается по формуле как $R_{пов} = 0,70711 \cdot \text{база крана}$;

$l_{безоп}$ – безопасное расстояние, минимально допустимое расстояние от выступающей части крана до габарита строения, большее или равное 0,7 м.

На основании этого расчета изображают на плане ось движения крана (рис. 9.2).

Продольная привязка подкрановых путей башенных кранов. Она заключается в определении крайних стоянок крана. Для этого производят засечки на оси передвижения крана из крайних углов внешнего габарита здания со стороны противоположной башенному крану, раоствором циркуля, соответствующему максимальному рабочему вылету стрелы крана.

По найденным крайним стоянкам крана определяют длину подкрановых путей:

$$L_{пп} = l_{кр} + N_{кр} + 2 \cdot l_{торм} + 2 \cdot l_{туп}, \quad (8.6)$$

или приближенно:

$$L_{пп} \geq l_{кр} + N_{кр} + 4, \quad (8.7)$$

где $L_{пп}$ – длина подкрановых путей, м;

$l_{кр}$ – расстояние между крайними стоянками крана, м, (по чертежу);

$N_{кр}$ – база крана, определяемая по приложению 10, м.

$l_{торм}$ – величина тормозного пути крана, принимаемая не менее 1,5 м;

$l_{туп}$ – расстояние от конца рельса до тупиков, равное 0,5 м.

Предположим, что длина подкрановых путей будет равна:

$$L_{пп} = 16,2 + 6 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,5 = 26,2 \text{ м.}$$

Определенную длину подкрановых путей нужно корректировать в сторону увеличения с учетом кратности длины полузвена, равного 6,25 м.

Минимально допустимая длина подкрановых путей с учетом требования норм составляет два звена (25 м). Таким образом, принятая длина путей должна удовлетворять следующему условию:

$$L_{пп} = 6,25 \cdot n_{зв} \geq 25 \text{ м}, \quad (8.8)$$

где 6,25 – длина одного полузвена подкрановых путей, м;

$n_{зв}$ – количество полузвеньев.

Так как $26,2 > 25$, то, с учетом корректировки, длина подкрановых путей будет равна $5 + 6,25 = 31,25$ м.

Привязка подкранового пути к зданию осуществляется с учетом ширины колеи крана с обозначением на стройгенплане крайних стоянок башенного крана (рис. 8.2).



Рисунок 8.2 – Обозначение и привязка к зданию подкрановых путей

2.4. Определение зон влияния крана.

При работе грузоподъемного крана на строительстве отдельного здания можно выделить три самостоятельных зоны:

1. Монтажная зона – пространство возможного падения груза при установке и закреплении элементов. Она равна контуру здания плюс 7 м при высоте здания до 20 м плюс 10 м при высоте 20 м и более. На стройгенплане зону обозначают пунктирной линией. В этой зоне можно размещать только монтажный механизм. Склаживать материалы здесь нельзя.

2. Рабочая зона – пространство, находящееся в пределах линии, которую описывает прокружностей радиусом, соответствующим максимально необходимому для работы вылету стрелы, и соединения их прямыми утолщенными линиями. Для самоходных стреловых кранов эту зону определяют так же, как и для башенного крана, т.е. радиусом, соответствующим максимальному рабочему вылету стрелы крана, но показывают иначе – по отдельным стоянкам.

3. Опасная зона – пространство возможного падения груза при его размещении с учетом вероятного рассивания при падении, определяется по формуле:

$$R_{\text{опасн}} = R_{\text{max}} + 0,5 * L_{\text{max}} + L_{\text{безоп}}, \quad (8.9)$$

где $R_{\text{опасн}}$ – опасная зона;

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

$0,5 L_{\text{max}}$ – половина длины самого длинного монтажного элемента, м;

$L_{\text{безоп}}$ – безопасное расстояние, зависит от высоты подъема монтируемого элемента.

При высоте здания до 20 м $L_{\text{безоп}} = 7$ м, более 20 м – 10 м.

3. Временные дороги

Проектирование построечных автомобильных дорог при разработке стройгенпланов ведется в следующей последовательности.

После привязки грузоподъемных кранов, размещения складов материалов, конструкций и изделий разрабатывается схема движения автомобильного транспорта и расположения дорог в плане. Она должна обеспечивать подъезд в зону действия монтажных и погрузочно-разгрузочных механизмов, складам, мастерским, бытовым помещениям и т.п. При этом предусматривается максимальное использование существующих и проектируемых дорог.

Внутриплощадочная дорога проектируется кольцевой и имеет въезд и выезд. При стесненных условиях стройплощадки, когда возможен только тупиковый проезд, предусматривается устройство разъездных и разворотных площадок.

При трассировке дорог соблюдаются минимальные расстояния: между дорогой и складской площадкой – 0,5-1 м; между дорогой и подкрановыми путями – 6,5-12,5 м (это расстояние принимают исходя из величины вылета стрелы крана и рационального взаимного размещения крана – склада – дороги); между дорогой и забором, ограждающим строительную площадку, – не менее 1,5 м.

По правилам противопожарной безопасности на площадке вокруг строящегося объекта должен быть обеспечен круговой проезд транспорта шириной не менее 6,0 м. Расстояние от пожарного проезда до строящегося здания должно быть не более 25 м и не менее 5 м.

Недопустимо размещение временных дорог над подземными сетями и в непосредственной близости к проложенным и подлежащим прокладке подземным коммуникациям, так как это ведет к засыпке и деформации дороги.

На стройгенплане отмечены соответствующими условными знаками и надписями въезды (выезды) транспорта, направление движения, развороты, разъезды, стоянки при разгрузке автомобильного транспорта, привязочные размеры дорог (ширина, расстояние между дорогой и складами, подкрановыми путями, забором и существующими зданиями).

Автомобильные дороги с двусторонним движением транспорта имеют ширину 6,0 м. На участках дорог в зоне разгрузки материалов устраивают площадки шириной 6 м и длиной 12–18 м для разъезда со встречным транспортом.

Минимальный радиус закругления на поворотах дорог $R = 12$ м. Участки дорог, находящиеся в опасной зоне, выделяются на стройгенплане двойной штриховкой.

На стройгенплане также показывают ограждение площадки забором с открывающимися внутрь воротами. Площадь занятой территории должна быть минимальной, но достаточной для организации работы и обеспечения безопасности работающих.

4. Организация складского хозяйства

Складское хозяйство, создаваемое непосредственно на строительной площадке, носит временный характер и ликвидируется с окончанием строительства объекта.

Расчет складов. Расчет потребных площадей (m^2) складских площадок для хранения основной номенклатуры материалов производится по формуле:

$$S_{\text{стр 1}} = P_{\text{скл}} * g, \quad (8.10)$$

где $P_{\text{скл}}$ – расчетный запас материалов в натуральных измерителях;

g – норма складирования материалов на $1 m^2$ /натур. изм. площади склада с учетом проходов и проездов.

Расчетный запас материалов, подлежащих хранению на складе, определяется по формуле:

$$P_{\text{скл}} = (P_{\text{общ}} / T) * T_{\text{н}} * K_1 * K_2, \quad (8.11)$$

где $P_{\text{общ}}$ – общее количество конструкций, изделий и материалов для выполнения плановых объемов СМР в натуральных измерителях;

T – период потребления материалов в днях, равен продолжительности работы, для выполнения которой требуется данный материал;

$T_{\text{н}}$ – норма запаса материала в днях, принимается 5 или 10 дней;

K_1 – коэффициент неравномерности поступления материалов, изделий и конструкций на склады, принимается равным 1,1;

K_2 – коэффициент неравномерности производственного потребления материалов, принимается равным 1,3.

Примерный расчет складских площадок при проектировании стройгенплана приведен в таблице 8.1. Принятая площадь в таблице 8.1 (гр. 10) определяется исходя из размеров в плане.

Так как материалы, которые должны храниться на складах, занимают небольшие площади, то нет необходимости для каждого вида материалов принимать отдельный склад. Такие материалы можно хранить на одном складе, но в зависимости от его функционального назначения.

Размещение и привязка складов. Основным видом складов на строительной площадке являются открытые склады. Они размещаются в зоне действия монтажного крана, обслуживающего объект, с той стороны здания, с которой установлен кран. Размещение складов с противоположной стороны здания значительно усложнит работу машиниста, который должен видеть не только детали и конструкции, но и сигналы рабочего-строповщика.

Ширина приобъектного склада не должна быть больше вылета крюка крана, принятого для монтажа конструкций и деталей.

При размещении сборных элементов и материалов на открытом складе в зоне монтажного механизма необходимо обеспечить наибольшую производительность работы крана за счет сокращения перемещений крана вдоль фронта работ и уменьшения углов поворота стрелы при подаче груза со склада (транспорта) к месту установки. Для этого одноименные конструкции, детали и материалы следует складировать по захваткам, равномерно или в нескольких местах по длине здания, за счет чего обеспечивается возведение отдельной части здания (захватки) с одной стоянки крана.

Штабеля с тяжелыми элементами следует размещать ближе к крану, а с более легкими - в глубине склада. Угол поворота стрелы крана уменьшается, если конструкции и материалы, требующиеся в большом количестве, располагаются ближе к строящемуся зданию.

Если используются самоходные стреловые краны, то сначала подбираются их рабочие стоянки. Затем площадка склада в соответствии с рабочими стоянками крана разбивается на участки складирования с таким расчетом, чтобы уложенные на отдельных участках детали могли быть поданы на сооружение краном без его передвижения.

После решения вопросов по складированию сборных конструкций и основных материалов выбирают места для размещения закрытого склада и навесов. Эти склады следует располагать вне зоны действия крана. Под такие склады отводится место со стороны торцов здания.

Привязка складов производится вдоль временных дорог. В местах разгрузки транспортных средств на дорогах предусматриваются местные уширения. Ширина такой зоны должна быть не менее 3,5 м и не более 6 м. Между бровкой дороги и складом соблюдается минимальное расстояние от 0,5 до 1,0 м.

Таблица 8.1 – Расчет складских площадок

Наименование конструкций, изделий, материалов	T, дн.	R _{общ.} , натур. измер.	T _{изм.} , дн.	K ₁	K ₂	R _{склп.} натур. изм.	g, 1м ² /нат. изм.	S _{стр.} , м ²	Прин. S, м ²	Размер, м×м	Количество зданий
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Открытые склады											
Сборные железобетонные конструкции:											
- плиты перекрытия, покрытия	37	160×5,7×1,5×0,22	5	1,1	1,3	58,158	2	116,32	198	6×33	1
Кирпич	37	200,313	5	1,1	1,3	38,709	2	77,42			

Продолжение таблицы 8.1

Закрытые склады											
Столярно-плотничные изделия	5	328+285	5	1,1	1,3	875,8	0,06	52,55	56	7×8	1
Гипс	42	2,269	5	1,1	1,3	0,386	0,7	0,27			
Память	5	0,804	5	1,1	1,3	1,150	0,3	0,34			
Стекло, плитка	24	655,27+1164,7	5	1,1	1,3	542,2	0,003	1,63			
Лаки, краски, олифа	17	0,016+0,0719	5	1,1	1,3	0,037	1,7	0,06			
Навесы											
Рубероид, толь	6	2,114	5	1,1	1,3	2,519	1,3	3,28	9	3×3	1

5. Проектирование временных зданий и сооружений

Временными зданиями называют надземные специально-вспомогательные и обслуживающие объекты, необходимые для обеспечения производства строительно-монтажных работ.

Расчет временных зданий. Потребность строительства во временных зданиях служебно-общественного и санитарного назначения производится исходя из максимальной численности работающих в наиболее многочисленную смену, соотношений категорий работающих и нормативных показателей площадей.

Расчет требуемых площадей временных зданий различного назначения (за исключением складов) выполняется по формуле:

$$S_{\text{тр}} = S_n \cdot N, \quad (8.12)$$

где N – количество работающих (или их отдельных категорий), чел.;

S_n – нормативный показатель площади зданий, м²/чел.

Все результаты заносятся в таблицу 8.2 (пример расчета).

Так как временные здания занимают малые площади, то их можно совмещать друг с другом. Допускается совмещение следующих служб: умывальные с гардеробом; умывальные с душем (см. пример, таблица 8.2); гардеробные с душем; гардеробные с сушилкой.

Таблица 8.2 – Расчет потребных площадей указанных групп временных зданий

Номенклатура временных зданий	Расчетная численность работающих N, чел.	Нормативный показатель $S_{\text{зд}}$, м ² /чел.	Расчет потребной площади $S_{\text{пр}}$, м ²	Принятая S, м ²	Тип здания, его шифр или номер проекта	Габаритные размеры	Количество зданий, шт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Контора	2	4	8	27	К-4	3×9	1
2. Гардеробная	22	0,95	20,9	54	7160-2	3×9	2
3. Душевая мужская, умывальная мужская	11	0,43	4,73	27	Д-6	3×9	1
	13	0,05	0,65 1 кран на 15 чел				
4. Душевая женская, умывальная женская	5	0,43	2,15	27	Д-6	3×9	1
	6	0,05	0,3 1 кран на 15 чел				

Продолжение таблицы 8.2

5. Уборная мужская	13	0,07	0,91 Очков 1 на 25 чел	1,56	Д-09-К	1,3×1,2	1
6. Уборная женская	6	0,1	0,6 Очков 1 на 20 чел	1,56	Д-09-К	1,3×1,2	1
7. Столовая	14	0,6	8,4 пос. мест 1 на 4 чел	18	ИЗК-1.2	3×6	1
8. Сушилка	16	0,2	3,2	9	-	3×3	1

Размещение и привязка временных зданий объектам строительства.

Административные здания – конторы, диспетчерские и здания санитарно-бытового назначения – гардеробные, душевые, помещения для сушки одежды и обуви т.п. располагаются вне опасных зон действия механизмов и транспорта вблизи входов на строительную площадку, с тем чтобы рабочие могли попасть в раздевалку, а после работы – на улицу, минуя рабочую зону. Эти помещения размещают на расстоянии не менее 50 м и с наветренной стороны господствующих ветров по отношению к установкам, выделяющим пыль, вредные газы.

Гардеробные, душевые, умывальные, помещения для сушки одежды и обуви, столовые находятся от рабочих мест не далее 500 м (оптимальное расстояние около 100 м).

Санузлы размещаются с учетом розы ветров. Оптимальное расстояние от туалетов до рабочих мест около 50 м. Расстояние от туалетов до рабочих мест в наиболее удаленных частях зданий не превышает 100 м.

Для сокращения расходов по подключению к коммуникациям и эксплуатационных затрат временные здания блокируются.

На стройгенплане показаны: габариты помещений, привязка в плане, подключение их к коммуникациям (канализация, водоснабжение, электроснабжение), обеспеченность подходов и подъездов (при необходимости).

В экспликации временных зданий указывается номер временного сооружения, количество, размер в плане.

Так как все работы выполняются в одну смену, расчёт количества прожекторов для строительных площадок не производится. В качестве охранного освещения условно принимается два прожектора, и размещаются они на стройгенплане по углам строительной площадки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сборник базовых цен на проектирование общестроительных работ: СБЦ 20-2008. – 2008.
2. Организация строительного производства: СНиП 3.01.01.85. – М.: Стройиздат, 1985.
3. СТ БГУ – 01– 2002. Стандарт университета. Оформление материалов курсовых и дипломных проектов (работ), отчетов по практике. Общие требования и правила оформления. – Брест, 2002.
4. Нормы продолжительности строительства: СНиП 1.04.03.–85. – М.: Стройиздат, 1987.
5. Плиты покрытий и перекрытий железобетонные для зданий и сооружений. Технические условия: СТБ 1383-2003.
6. Справочно-методическое пособие по разработке стройгенпланов и календарных графиков в составе ППР, 2002.
7. Нормы продолжительности строительства зданий и сооружений. Основные положения: ТКП 45-1.03-122-2008 (02250). – 2009.
8. Стаценко, А.С. Технология и организация строительного производства: учеб. пособие / А.С. Стаценко, А.И. Тамкович. – 2-е изд., испр. – Мн.: Выш. шк., 2002. – 367 с.
9. Трушкевич, А.И. Организация проектирования и строительства: учеб. пособие / А.И. Трушкевич. – Мн.: Выш. шк., 2003. – 416 с.

Пояснения к стройгенплану на рис. 8.3.

- 1 – строительный объект;
- 2 – открытый склад;
- 3 – закрытый склад;
- 4 – навес;
- 5 – временные здания и сооружения.

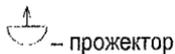
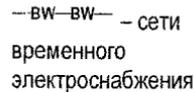
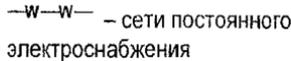
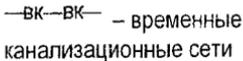
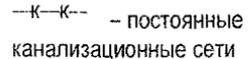
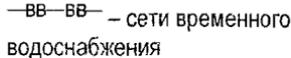
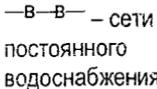
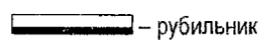
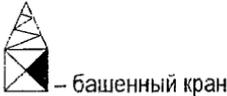
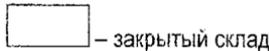
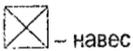
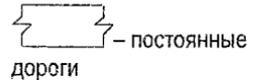
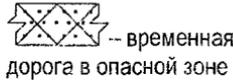
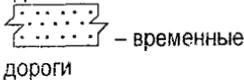
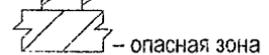
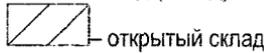
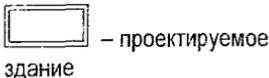
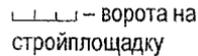
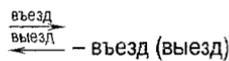
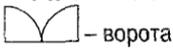
Примечание: на рис. 8.3 изображены основные элементы стройгенплана, без привязки к конкретным размерам и нанесению инженерных сетей.

Кроме самого стройгенплана, на чертеже должны присутствовать экспликация зданий и легенда.

Экспликация зданий

Наименование здания	Количество	Размер в плане
1	2	3

Условные обозначения:



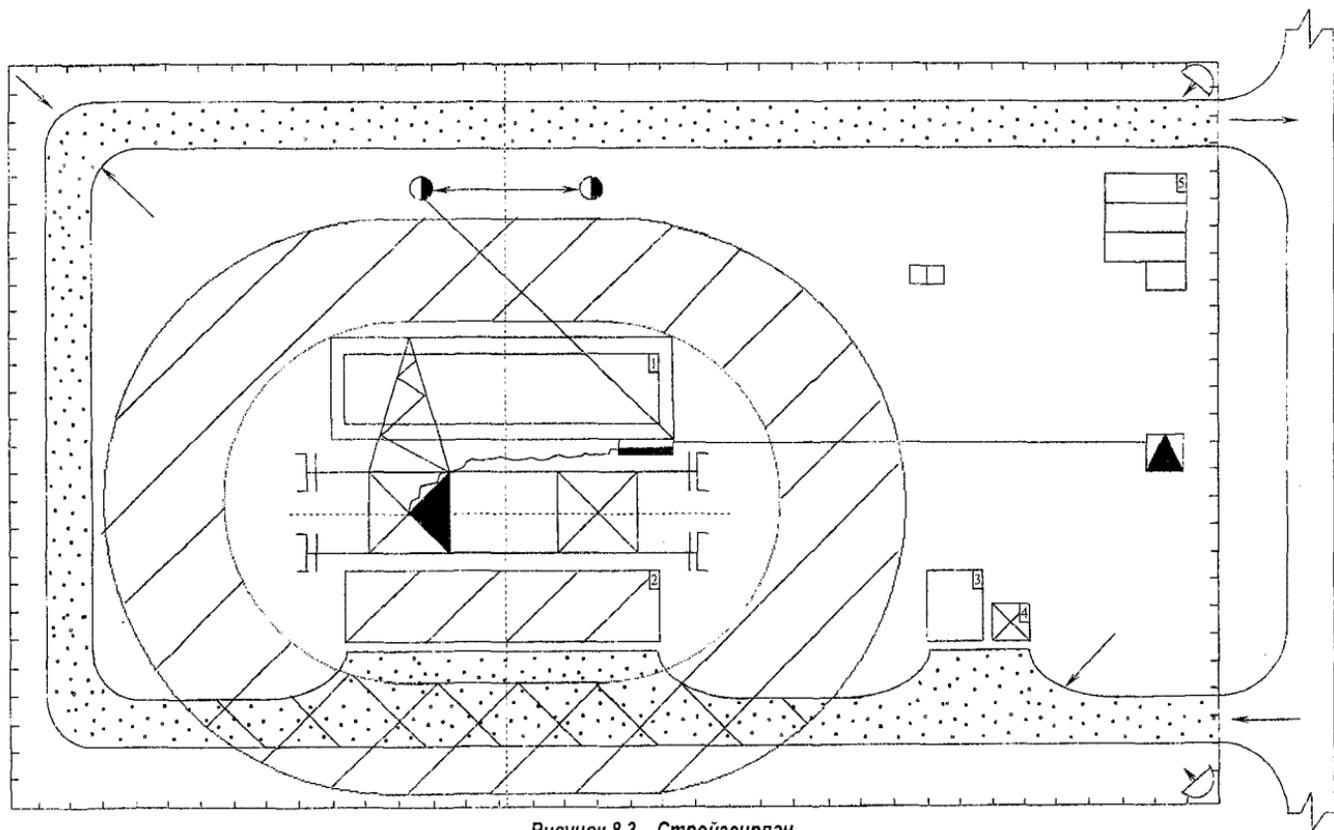


Рисунок 8.3 – Стройгенплан

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составители:
Носко Наталья Викторовна
Кривицкая Тамара Васильевна
Назарук Мария Владимировна
Филиппова Татьяна Викторовна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических занятий
по дисциплине «**Организация и планирование
строительного производства**»

*для студентов специальности
1-25 01 10 «Коммерческая деятельность»,
специализации 1-25 01 10 15 «Коммерческая деятельность в строительстве»
дневной и заочной форм обучения*

Ответственный за выпуск: Носко Н.В.
Редактор: Боровикова Е.А.
Компьютерная верстка: Горун Л.Н.
Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати **04.12.2012** г. Бумага «Снегурочка». Формат 60x84 ¹/₁₆.
Гарнитура Arial Narrow. Усл. печ. л. 1,63. Уч. изд. л. 1,75.
Заказ № **1314**. Тираж **30** экз. Отпечатано на ризографе Учреждения образования
«Брестский государственный технический университет»
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.