

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования  
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

---

Кафедра экономического анализа и управления недвижимостью

## **ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Методические указания для проведения практических занятий со студентами  
специальностей 270102 «Промышленное и гражданское строительство» и  
270115 «Экспертиза и управление недвижимостью»

Часть I

Поточные методы в строительстве

Расчеты элементов строительного генерального плана

Нижегород – 2008

УДК 69.05:658.5.012.2

Организация строительного производства: Методические указания для проведения практических занятий со студентами специальностей 270102 «Промышленное и гражданское строительство» и 270115 «Экспертиза и управление недвижимостью». Часть I. Поточные методы в строительстве. Расчеты элементов строительного генерального плана. – Н. Новгород: Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 2008. – 35 с.

Составители: В.Н. Фомин, Д.В. Хавин, С.В. Горбунов, В.В. Ноздрин

В методических указаниях рассмотрены вопросы применения поточных методов в строительном производстве, приведены примеры расчётов элементов строительного генерального плана.

Указания предназначены студентам специальностей 270102 «Промышленное и гражданское строительство» и 270115 «Экспертиза и управление недвижимостью» для проведения практических занятий по дисциплинам «Организация строительства» и «Организация строительного производства».

## СОДЕРЖАНИЕ

ЗАДАНИЕ № 1. Организация ритмичных потоков с кратным ритмом работы бригад .....	4
ЗАДАНИЕ № 2. Организация неритмичных потоков .....	7
ЗАДАНИЕ № 3. Матричный способ расчёта ритмичных потоков .....	10
ЗАДАНИЕ № 4. Матричный способ расчёта неритмичных потоков .....	12
ЗАДАНИЕ № 5. Оптимизация неритмичных потоков с целью сокращения сроков строительства .....	14
ЗАДАНИЕ № 6. Определение площадей складов .....	17
ЗАДАНИЕ № 7. Определение потребности во временных зданиях и сооружениях .....	19
ЗАДАНИЕ № 8. Определение потребности строительства в воде .....	20
ЗАДАНИЕ № 9. Расчёт мощности трансформаторной подстанции .....	22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Исходные данные для задания № 1 .....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Исходные данные для задания № 2 .....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Исходные данные для задания № 3 .....	28
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Исходные данные для задания № 4 .....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Исходные данные для задания № 6 .....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Исходные данные для заданий № 7 и № 8 .....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Исходные данные для задания № 9 .....	34

## ЗАДАНИЕ № 1

### Организация ритмичных потоков с кратным ритмом работы бригад

Исходные данные. Состав работ и количество исполнителей:

земляные работы –  $R_1 = 4$  чел.,  $K_1 = 2$  дн.;

устройство песчаного основания –  $R_2 = 6$  чел.,  $K_2 = 1$  дн.;

установка бортового камня –  $R_3 = 6$  чел.,  $K_3 = 1$  дн.;

устройство бетонной подготовки –  $R_4 = 8$  чел.,  $K_4 = 2$  дн.;

асфальтирование покрытия –  $R_5 = 8$  чел.,  $K_5 = 1$  дн.

Объемы работ на захватках принимаются одинаковыми.

Технологический перерыв  $\tau$  между устройством бетонной подготовки и асфальтированием покрытия принят равным 6 дням.

Варианты заданий приведены в приложении А.

В рассматриваемом примере приводится решение первого варианта приложения А.

Шаг потока ( $t$ ) принимаем равным наименьшему ритму работы бригад, т. е.  $t = K_2 = K_3 = K_5 = 1$  день.

Общая продолжительность работы всех бригад на одной захватке определяется как сумма  $K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5$ .

В данном случае  $\sum_{i=1}^a K_i = 7$  дней, где  $a$  – число процессов, включённых в поток. Отсюда находим количество бригад, участвующих в выполнении работ.

$$n_{бр} = \frac{\sum_{i=1}^a K_i}{t} \quad (1)$$

$$n_{бр} = \frac{7}{1} = 7 \text{ бригад.}$$

Используя общую формулу потока

$$T_0 = T_1 + (N - 1) \cdot t + \sum_{i=1}^e \tau_i + \sum_{i=1}^z t_{опз\ i} \quad (2)$$

найдем, что общая продолжительность специализированного потока  $T_0 = 7 + (12 - 1) \cdot 1 + 6 = 24$  дня.

Циклограмма потока строится в осях координат (рис. 1): по оси ординат откладываем необходимое количество захваток, а по оси абсцисс – продолжительность работ в днях. Принимаем необходимый масштаб времени, по оси абсцисс откладываем 24 дня и строим циклограмму специализированного потока:

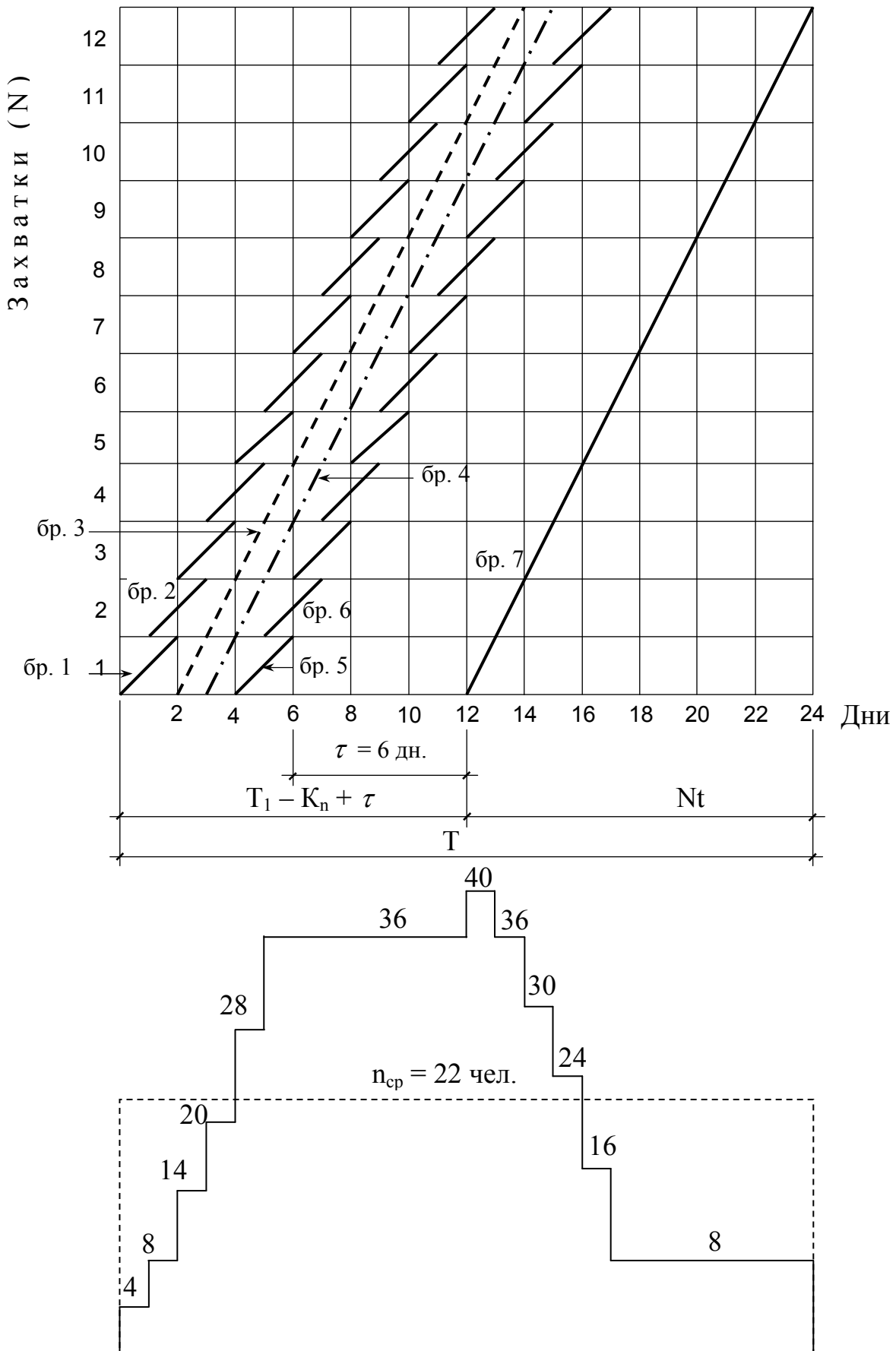


Рис. 1. Циклограмма специализированного потока и график потребности рабочих

В осях координат проводим линию хода работ сначала для первого частного потока, а после освобождения первой захватки – для второго. Аналогично строятся циклограммы работ остальных бригад.

После построения циклограммы специализированного потока строится диаграмма потребности рабочей силы. В рассматриваемом примере в первый день на первой захватке работает бригада № 1 в составе 4 человек. На второй день в выполнение земляных работ на второй захватке включается бригада № 2 также в количестве 4 человек. Таким образом, в специализированный поток включаются всё новые бригады частных потоков. Вследствие этого одновременная численность работающих на объекте возрастает до 40 человек. Период, пока в специализированный поток не включились все 40 человек, носит название периода развёртывания потока.

Время, в течение которого на объекте находится наибольшее (максимальное) количество исполнителей, носит название периода установившегося потока -  $T_y$ . В нашем примере  $T_y$  равен 1 дню.

После периода установившегося потока из специализированного потока начинают исключаться частные потоки, т. е. специализированный поток свёртывается. Период, когда в специализированном потоке уменьшается количество исполнителей, носит название периода свёртывания потока.

На основе диаграммы потребности рабочей силы определяется среднее количество исполнителей в специализированном потоке по формуле:

$$n_{cp} = \frac{t_i \sum_{i=1}^b R_i}{T_0}. \quad (3)$$

где  $t_i$  – продолжительность частного потока с наименьшим ритмом, в днях;

$R_i$  – количество исполнителей в бригаде, выполняющих работы в частном потоке.

В рассматриваемом примере

$$n_{cp} = \frac{12(4 + 4 + 6 + 6 + 8 + 8 + 8)}{24} = 22 \text{ чел.}$$

Определив среднее количество исполнителей в специализированном потоке, рассчитываем показатель равномерности потока по количеству рабочих  $\alpha_1$ .

$$\alpha_1 = \frac{N}{N + n_{cp} - 1 + \sum_{i=1}^e \tau_i}. \quad (4)$$

Подставив соответствующие значения, получим

$$\alpha_1 = \frac{12}{12 + 7 - 1 + 6} = 0,5.$$

Затем определяем показатель равномерности потока по времени  $\alpha_2$ .

$$\alpha_2 = \frac{N - n_{\text{бр}} + 1 + \sum_{i=1}^e \tau_i}{N + n_{\text{бр}} - 1 + \sum_{i=1}^e \tau_i}. \quad (5)$$

Подставив соответствующие значения, получим

$$\alpha_2 = \frac{12 - 7 + 1 + 6}{12 + 7 - 1 + 6} = 0,5.$$

Чем больше  $\alpha_1$ , тем равномернее поток. В пределе  $\alpha_1$  стремится к 1. Для установившихся потоков  $\alpha_1 = 0,5$ .

Показатель равномерности потока по времени  $\alpha_2$  показывает степень поточности. При значении  $\alpha_2 \leq 0,5$  периода установившегося потока нет.

## ЗАДАНИЕ № 2

### Организация неритмичных потоков

Исходные данные:

Общее число захваток – N.

Состав работ и количество исполнителей:

отрывка котлована под подвал и фундаменты –  $R_1 = 4$  чел.;

монтаж фундаментов стен и подвала –  $R_2 = 8$  чел.;

монтаж перекрытий над подвалом –  $R_3 = 6$  чел.

Работы ведутся в одну смену при постоянном составе бригад.

Трудоёмкость работ по отдельным захваткам различна.

Ритм работы бригад на захватках для различных вариантов приведён в приложении Б.

Рассматриваем решение первого варианта приложения Б.

Задача может быть решена аналитическим или графическим способом.

#### 2.1. Аналитический способ

Исходя из условия поточного выполнения работ, на одной захватке может работать только одна бригада. Поэтому при организации неритмичных потоков в процессе работ предусматриваются организационные перерывы между работой смежных бригад, или так называемые пустующие захватки. Наличие пустующих захваток является характерным для неритмичных потоков. Сначала строим циклограмму работы первой бригады (рис. 2). Затем определяем интервал времени «с», между началами работ смежных бригад № 1 и № 2 на первой захватке.

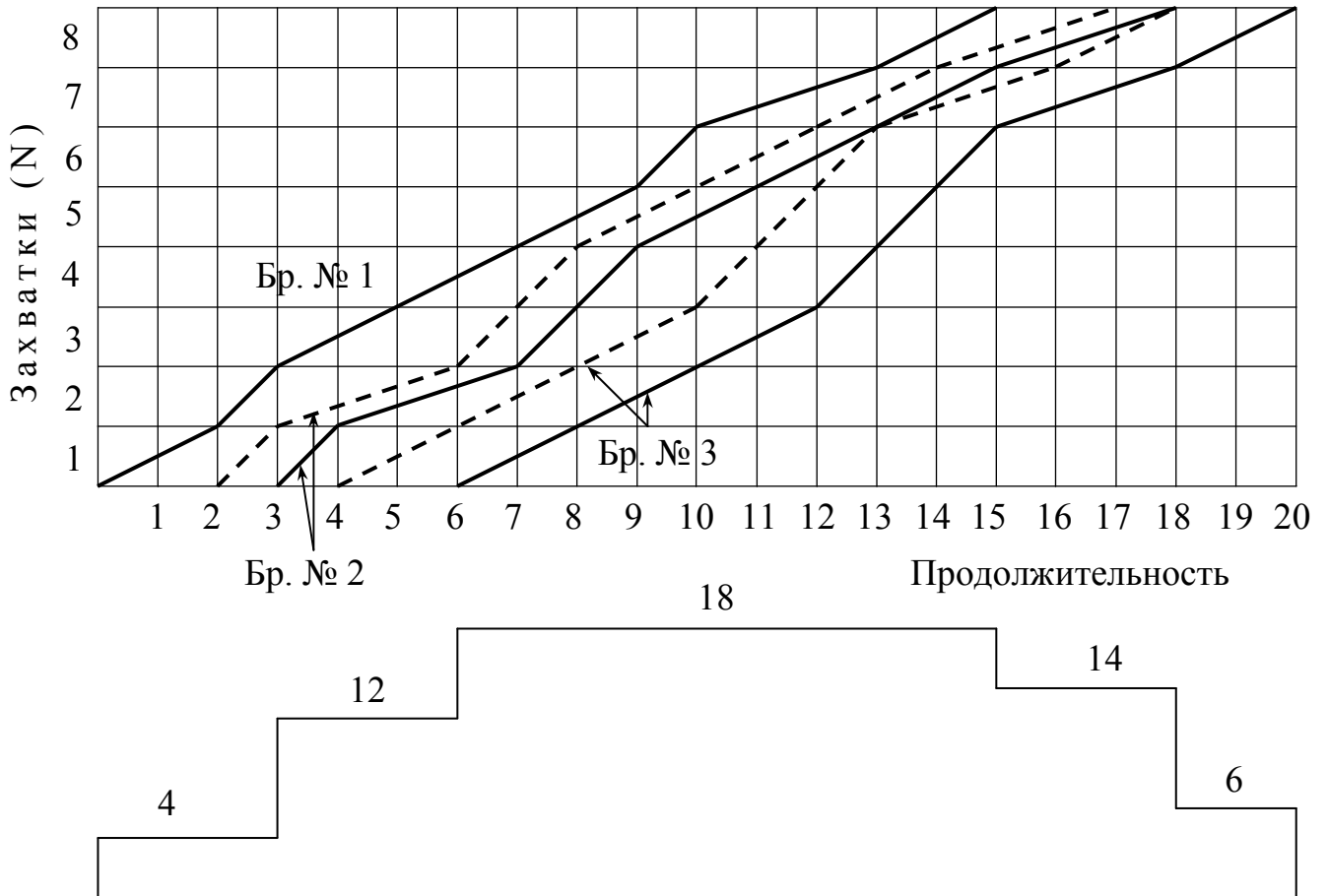


Рис. 2. Циклограмма неритмичного потока и график потребности рабочих

Для этого записываем продолжительность работы бригады № 1 нарастающим итогом, начиная с захватки № 2, т. е. составляем ряд чисел:

$$\sum_2^2 k_1; \sum_2^3 k_1; \sum_2^4 k_1; \sum_2^5 k_1; \sum_2^6 k_1; \sum_2^7 k_1; \sum_2^8 k_1.$$

Таким же образом составляем ряд чисел, начиная с захватки № 1, для бригады № 2.

Получившиеся два ряда чисел записываем друг под другом и вычитаем числа второго ряда из чисел первого. Для рассматриваемого варианта это выглядит следующим образом:

Ряд чисел для бригады № 1: 1; 3; 5; 7; 8; 11; 13

Ряд чисел для бригады № 2: 1; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 15

Разность «а»: 0; -1; 0; +1; 0; +1; +1; -15

Наибольшее положительное значение разности показывает величину организационного перерыва между окончанием и началом работы смежных бригад № 1 и № 2. Интервал между началами работы смежных бригад определится по формуле:

$$c = a_{\max} + k_{\text{пред}}, \quad (6)$$



где  $a_{\max}$  – наибольшее положительное значение разности чисел рядов;  
 $K_{\text{пред}}$  – ритм работы предшествующей бригады на первой захватке.

В рассматриваемом примере наибольшая разность равна одному дню, поэтому  $c_1 = 1 + 2 = 3$  дня.

Откладываем на оси времени полученный интервал, равный 3 дням, от начала координат и находим точку начала работы второй бригады. Затем строим циклограмму работы второй бригады.

Аналогичным способом увязываем работу бригад № 2 и № 3. Нарастающий ряд чисел продолжительности работы для бригады № 2 записываем, начиная с захватки № 2, а для бригады № 3 с захватки № 1.

Ряд чисел для бригады № 2: 3; 4; 5; 7; 9; 11; 14

Ряд чисел для бригады № 3: 2; 4; 6; 7; 8; 9; 12; 14

Разность «а»: +1; 0; -1; 0; +1; +2; +2; -14

Тогда  $c_2 = 2 + 1 = 3$  дня.

Откладываем 3 дня от начала работы бригады № 2 и строим циклограмму работы бригады № 3. В результате получаем циклограмму неритмичного специализированного потока.

На основе циклограммы потока строим диаграмму потребности рабочих.

Общая продолжительность неритмичного специализированного потока определяется по формуле:

$$T_o = \sum_{i=1}^{b-1} K_i + \sum_{i=1}^{b-1} a_{\max_i} + T_{\text{бр.п.}}, \quad (7)$$

где  $\sum_{i=1}^{b-1} K_i$  – суммарная продолжительность работы всех бригад, за исключением последней, на первой захватке;

$\sum_{i=1}^{b-1} a_{\max_i}$  – сумма максимальных разностей между числами рядов смежных

бригад;

$T_{\text{бр.п.}}$  – продолжительность работы последней бригады на всех захватках.

В данном примере  $T_o = (2 + 1) + (1 + 2) + 14 = 20$  дней.

Из диаграммы потребности рабочих определим показатель равномерности потока по времени

$$\alpha_2 = \frac{T_o - (T_P + T_C)}{T_o}, \quad (8)$$

где  $T_P$  – период развёртывания потока;

$T_C$  – период свёртывания потока.

Подставив соответствующие значения, получим  $\alpha_2 = \frac{20 - (6 + 5)}{20} = 0,45$ .

## 2.2. Графический способ

При графическом способе (рисунок 2) сначала строим циклограмму работы бригады № 1. Затем строим пунктиром предварительную циклограмму работы бригады № 2, планируя начало работы бригады № 2 сразу же после окончания работы бригады № 1 на первой захватке.

После построения циклограммы работы бригады № 2 производим анализ совместной работы бригад и приходим к выводу, что три промежутка времени бригады № 1 и № 2 работают одновременно на одних и тех же захватках (захватки № 5, 7, 8), это противоречит принципу поточного строительства. Наибольшая продолжительность времени совместной работы бригад на вышеуказанных захватках  $a = 1$  дню. Следовательно, сдвигаем начало работы бригады № 2 вправо на 1 день и наносим окончательное её положение сплошной линией.

Затем пунктиром наносим предварительную циклограмму работы бригады № 3, начиная её на 5-й день, когда бригада № 2 освободит первую захватку. Устанавливаем, что при этом четыре промежутка времени бригады № 2 и № 3 на захватках № 2, 6, 7 и 8 работают совместно, это недопустимо. Наибольшая продолжительность времени совместной работы бригад  $a = 2$  дня. Сдвигаем начало работы бригады № 3 вправо на 2 дня и наносим окончательное положение циклограммы работы этой бригады сплошной линией.

## ЗАДАНИЕ № 3

### Матричный способ расчёта ритмичных потоков

Исходные данные:

Общее число захваток –  $N$ .

Потоком охвачены следующие работы:

- земляные работы;
- устройство песчаного основания;
- установка бортового камня;
- устройство бетонной подготовки.

Работы ведутся в одну смену при постоянном составе бригад.

Трудоёмкость работ на отдельных захватках одинакова.

Ритм работы бригад на захватках для различных вариантов приведён в приложении В.

Рассматриваем решение первого варианта приложения В.

Исходные данные записываются в клеточную матрицу (рис. 3). В строках матрицы указываются захватки, а в столбцах – процессы. В центре каждой клетки, представляющей захватку, проставляется продолжительность выполнения соответствующего процесса на захватке. Под клеточной матрицей указывается суммарная продолжительность каждого процесса на всех захватках.

		Процессы								
		1		2		3		4		
Захватки	I	0		1		7		9		
		1	—	3	×	3	2	—	4	
			1		4		9		13	
II	1		4		9		13			
	1	×	2	3	×	2	2	×	2	4
		2		7		11		17		
III	2		7		11		17			
	1	×	4	3	×	1	2	×	4	4
		3		10		13		21		
IV	3		10		13		21			
	1	×	6	3	—	2	×	6	4	
		4		13		15		25		
		4	<	12	>	8	<	16		

Рис. 3. Матричный способ расчёта ритмичных потоков

Расчёт ведут по столбцам: для первого процесса всегда сверху вниз, а для последующих в зависимости от суммарной продолжительности процессов на захватках. Если суммарная продолжительность следующего процесса больше предыдущего, то расчёт ведут также сверху вниз, а если меньше – снизу вверх.

В каждой клетке кроме продолжительности (ритма работы бригады) проставляют два значения: в левом верхнем углу – время начала процесса на захватке, в правом нижнем углу – время его окончания.

Время начала первого процесса на первой захватке всегда принимается равным 0 (аналогично началу координат при построении циклограммы поточного строительства). Суммируя время начала процесса с его продолжительностью, определяют время окончания процесса на данной захватке, которое записывают в правом нижнем углу клетки.

В рассматриваемом примере время окончания первого процесса на первой захватке, равное 1, может считаться началом этого процесса на следующей захватке. Поэтому цифру 1 из нижнего правого угла верхней клетки переносим без изменений в верхний левый (накрест лежащий) угол следующей нижней

клетки и определяем вышеуказанным способом его окончание на второй захватке. Подобная процедура повторяется на всех захватках до завершения данного процесса. Затем переходим ко второму процессу. Так как его общая продолжительность в рассматриваемом примере больше продолжительности первого ( $12 > 4$ ), то расчёт ведем опять сверху вниз. Поскольку второй процесс на первой захватке можно начать сразу же после окончания на ней первого процесса, то цифру 1 из нижнего угла левой клетки переносим в верхний угол правой клетки в качестве начала второго процесса. Далее расчёт ведём аналогично первому процессу. В результате получаем, что второй процесс будет закончен на 13-й день. Переходя к третьему процессу, устанавливаем, что его общая продолжительность меньше продолжительности второго ( $8 < 12$ ). Следовательно, второй и третий процессы нужно увязывать, начиная с последней захватки, и вести расчёт снизу вверх. Поэтому цифру 13 из нижнего угла левой клетки (второй столбец) переносим в верхний угол правой клетки (третий столбец). Одновременно цифру 13 переносим в нижний правый угол вышележащей клетки, где она показывает окончание третьего процесса на третьей захватке. Начало его на этой же захватке определится как разность между окончанием процесса и его продолжительностью ( $13 - 2 = 11$ ). Двигаясь вверх по этому столбцу, в таком же порядке проставляем в каждой клетке сначала окончание, а затем начало выполнения процесса на соответствующей захватке.

Затем заполняем все клетки четвёртого столбца (сверху вниз).

Цифра (25) в нижнем углу последней клетки показывает общую продолжительность выполнения всей совокупности частных потоков. Разность между началами смежных процессов в клетках показывает величину интервалов между ними. Например, интервал между началами первого и второго процессов на первой захватке составляет 1 день, между вторым и третьим – 6 дней ( $7 - 1 = 6$ ), между третьим и четвёртым – 2 дня ( $9 - 7 = 2$ ).

Из рис. 3 можно получить данные о величине организационных перерывов между окончанием предшествующего процесса на одной из захваток и началом на ней следующего. Для этого необходимо определить разность значений накрест лежащих углов двух смежных частных потоков. Например, перерыв между началом выполнения третьего процесса на первой захватке и окончанием на ней второго процесса составит 3 дня ( $7 - 4 = 3$ ). Организационные перерывы отмечены крестиками.

#### **ЗАДАНИЕ № 4**

### **Матричный способ расчёта неритмичных потоков**

Исходные данные:

Общее число захваток – N.

Специализированными потоками охвачены следующие работы:

- подземная часть здания;
- надземная часть здания;

- санитарно-технические работы;
- отделочные работы.

Работы ведутся в одну смену при постоянном составе бригад.

Трудоёмкость работ на отдельных захватках различна.

Ритм работы бригад на захватках приведён в приложении Г.

Рассматриваем решение первого варианта приложения Г.

Исходные данные записываются в клеточную матрицу (рис. 4). Расчёт продолжительности строительства при неритмичном потоке сводится к нахождению такого совмещения выполняемых работ, при котором организационные перерывы в работе смежных бригад на захватках будут минимальными и в тоже время должны обеспечивать беспрепятственное развитие частных потоков на всех захватках. Захватка, на которой следующий процесс начинается без всякой задержки при беспрепятственном развитии его на всех других захватках, определит место критического сближения двух смежных частных потоков. Если уменьшить или увеличить это сближение, то в первом случае последующий процесс начнётся раньше, чем будет закончен на данной захватке предыдущий процесс; во втором – неоправданно увеличится общий срок строительства.

		Процессы			
		1	2	3	4
Захватки	I	0	2	6	12
		2	4	2	4
		2	6	8	14
	II	2	6	8	14
	3	1	2	4	
	5	8	12	15	
III	5	8	12	15	
	1	2	2	3	
	6	10	15	17	
IV	6	10	15	17	
	1	3	1	4	
	7	11	16	21	

Рис. 4. Матричный способ расчёта неритмичного потока

Расчёт потока ведут с использованием изложенного в задании № 3 алгоритма расчета ритмичных потоков, учитывая некоторые особенности.

В неритмичных потоках проверка увязки с предшествующим потоком является обязательной на каждой захватке. Начало любого процесса на любой захватке, указанное в верхнем левом углу клетки не может быть по своей величине меньше окончания предшествующего процесса на этой захватке, записанного в нижнем углу соседней левой клетки. По ходу расчёта необходимо делать поправки или пытаться найти захватку, с которой следует начать расчёт, руководствуясь следующим правилом:

по каждой паре смежных процессов сопоставляется время их выполнения в диагональных клетках при движении сверху вниз. Если все сроки правого столбца по диагонали будут больше или равны срокам левого столбца, то расчёт следует начинать сверху, а если меньше, то снизу.

Расчёт первого частного потока ведётся всегда сверху вниз. Сравнивая продолжительности процессов в диагональных клетках для первого и второго столбцов, имеем:  $4 > 3$ ,  $2 > 1$ ,  $2 > 1$ . Следовательно, эти два процесса увязываются по первой захватке. То же получается для второго и третьего процессов ( $2 = 2$ ;  $4 > 2$ ;  $3 > 1$ ). Сопоставляя третий и четвёртый процессы, отмечаем, что сначала сроки правого столбца меньше левого ( $2 < 4$ ;  $1 < 3$ ), а затем больше ( $2 > 1$ ). Тогда увязку следует производить по третьей захватке, где и будет место критического сближения. При большом числе захваток возможно неоднократное чередование значений «больше» ( $>$ ), «меньше» ( $<$ ). В таких случаях рекомендуется сначала выполнить предварительный расчёт сверху вниз, начиная с первой захватки. Затем проводится анализ с целью определения захватки с наибольшим превышением окончания предшествующего процесса над началом последующего. Приняв данную захватку за место критического сближения частных потоков, нужно откорректировать расчёт, ведя его вверх и вниз от вышеуказанной захватки.

## **ЗАДАНИЕ № 5**

### **Оптимизация неритмичных потоков с целью сокращения сроков строительства**

Исходные данные:

Результат расчёта неритмичного потока, выполненный в задании № 4.

При организации неритмичных объектных потоков, когда в роли захваток выступают здания (объекты), важно установить оптимальную очередность их возведения, обеспечивающую кратчайший срок строительства.

Количество возможных вариантов, устанавливающих очерёдность возведения объектов, среди которых находится оптимальный, зависит от числа объектов и определяется числом перестановок ( $K!$ ). Если в нашем примере 4 объекта и нужно решить, при какой очерёдности при прочих равных условиях будет обеспечен кратчайший срок их возведения, то возможно рассмотрение  $4!$

перестановок, т. е.  $4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 24$  вариантов. Из этого следует, что путь полного перебора является громоздким и трудоёмким.

В рассматриваемой методике описываются более простые способы, основанные на использовании матричного алгоритма. На рис. 5 приведён расчёт неритмичного потока, выполненный в предыдущем задании № 4, с введением двух дополнительных граф.

	Процессы				$\sum t_{пред}$ $\sum t_{посл}$	$t_n - t_1$		
	1	2	3	4				
Объекты	I	0	2	6	12	$\frac{6}{2}$	0	
		2	4	2	4			2
		2	6	8	14			
	II	2	6	8	14			$\frac{5}{1}$
	3	1	2	4	2	1		
	5	8	12	15				
III	5	8	12	15	$\frac{3}{2}$	+1		
	1	2	2	2			3	2
	6	10	15	17				
IV	6	10	15	17			$\frac{2}{4}$	+3
	1	3	1	4	1	4		
	7	11	16	21				
	7	9	10	9				

Рис. 5. Исходная матрица для оптимизации неритмичного потока

На основании суммарной продолжительности каждого процесса на всех объектах находим поток наибольшей длительности и выделяем его двойной линией (третий процесс). Этот процесс принимается за ведущий, в известной мере, определяющий срок строительства. Затем по каждой строке матрицы подсчитывается время, предшествующее ведущему процессу ( $\sum t_{предш.}$ ) и после него ( $\sum t_{посл.}$ ). Результаты заносятся в первую дополнительную графу. Если ведущим потоком является первый или последний, то  $\sum t_{предш.}$  или  $\sum t_{посл.}$  соответственно обращаются в ноль.

Помимо  $\sum t_{\text{предш.}}$  и  $\sum t_{\text{посл.}}$  рекомендуется также определять разность между продолжительностями последнего и первого процессов с записью результатов во вторую дополнительную графу матрицы с соответствующим знаком (см. рисунок 5).

На основании двух дополнительных граф составляется матрица с новой очередностью возведения объектов согласно следующему правилу:

В первую строку матрицы записывается объект с наименьшей  $\sum t_{\text{предш.}}$  (числитель) и наибольшим положительным значением разности.

В последнюю строку матрицы записывается объект с наименьшим значением  $\sum t_{\text{посл.}}$  (знаменатель) и наименьшим значением разности.

Затем заполняются вторая и предпоследняя строки матрицы с условием, чтобы  $\sum t_{\text{предш.}}$  и  $\sum t_{\text{посл.}}$  постепенно увеличивались при перемещении внутрь матрицы, а значение разности изменялось бы от максимума в первой строке до минимума в последней (см. рис. 6).

	Процессы				$\frac{\sum t_{\text{пред}}}{\sum t_{\text{посл}}}$	$t_n - t_1$	
	1	2	3	4			
Объекты	IV	0 1 1	1 1 2	4 1 2 5	6 1 4 10	$\frac{2}{4}$	+3
	III	1 1 2	2 2 4	5 3 1 8	10 2 2 12	$\frac{3}{2}$	+1
	I	2 2 4	4 4 8	8 2 10	12 2 2 14	$\frac{6}{2}$	0
	II	6 1 7	8 1 2 10	10 4 14	14 1 15	$\frac{5}{1}$	-2

min ← max

1 закономерность      2 закономерность

Рис. 6. Рациональная очередность возведения объектов



Произведённый расчёт показал, что при новой очередности возведения объектов срок строительства сократился на 6 принятых единиц времени по сравнению с первоначальным вариантом.

В случае, если изложенные выше правила распределения объектов по строкам матрицы противоречат друг другу, то рекомендуется применять их порознь, т. е. сначала построить одну матрицу, руководствуясь значениями  $\sum t_{\text{предш.}}$  и  $\sum t_{\text{посл.}}$ , а затем другую – по разностям продолжительностей последнего и первого процессов ( $t_n - t_1$ ).

Указанный метод определения очередности строительства объектов в 80 % случаев даёт сокращение сроков строительства.

Сокращение сроков строительства может быть достигнуто также за счёт совмещения процессов, когда последующий процесс начинают, не дожидаясь полного окончания предыдущего, путём деления объектов на участки.

На рис. 7 показан рассмотренный выше неритмичный поток, выполняемый совмещённо благодаря разбивке каждого объекта на два участка. Произведённый расчёт показывает, что общий срок строительства уменьшился до 13 принятых единиц времени с одновременным сокращением продолжительности возведения каждого объекта.

## ЗАДАНИЕ № 6

### Определение площадей складов

Рассматриваем решение первого варианта приложения Д.

Суточный расход материалов  $q_c$  определяется по формуле:

$$q_c = \frac{Q}{T} k_1, \quad (9)$$

где  $Q$  – общая потребность в данном виде материала;

$T$  – число дней потребления материала;

$k_1$  – коэффициент неравномерности потребления материалов и изделий, ориентировочно принимаемый равным 1,3.

$$q_c = \frac{49,8}{2} \cdot 1,3 = 32,4 \text{ м}^3.$$

Запас материала на складе  $P$  определяется по формуле:

$$P = q_c \cdot T_3 \cdot k_2, \quad (10)$$

где  $T_3$  – число дней запаса;

$k_2$  – коэффициент неравномерности поступления, для материалов, доставляемых автомобильным и железнодорожным транспортом,  $k_2 = 1,1$ .

$P = 32,4 \cdot 5 \cdot 1,1 = 178,2 \text{ м}^3$ . Если по формуле (10) запас материала на складе получается больше общей потребности в данном виде материала, то для расчёта полезной площади склада принимаем вместо  $P$  величину  $Q$ .

		Процессы					
		1	2	3	4		
Объекты и захватки	IV	a	0 0,5 0,5	0,5 0,5 1	2,5 ×1,5 3	4 ×1 6	2 2
		б	0,5 0,5 1	1 0,5 1,5	3 ×1,5 3,5	6 ×2,5 8	2
	III	a	1 0,5 1,5	1,5 1 2,5	3,5 ×1 5	8 ×3 9	1
		б	1,5 0,5 2	2,5 ×0,5 3,5	5 ×1,5 6,5	9 ×2,5 10	1
	I	a	2 1 3	3,5 ×0,5 5,5	6,5 ×1 7,5	10 ×2,5 11	1
		б	3 1 4	5,5 ×1,5 7,5	7,5 — 8,5	11 ×2,5 12	1
II	a	4 1,5 5,5	7,5 ×2 8,5	8,5 — 10,5	12 ×1,5 12,5	0,5	
	б	5,5 1,5 7	8,5 ×1,5 9,5	10,5 ×1 12,5	12,5 — 13	0,5	

Рис. 7. Сокращение срока строительства путём деления объектов на участки

Полезная площадь склада  $F$  (без проходов), занимаемая уложенным материалом, определяется по формуле:

$$F = \frac{P}{V}, \quad (11)$$

где  $V$  – количество материала, укладываемого на  $1 \text{ м}^2$  площади склада, приведённое в задании.

$$F = \frac{49,8}{1,1} = 45,3 \text{ м}^2.$$

Общая площадь склада  $S$ , включая проходы:

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (12)$$

где  $\beta$  – коэффициент использования площади склада.

$$S = \frac{45,3}{0,4} = 113,3 \text{ м}^2.$$

Таким образом, общая требуемая площадь склада для материала, приведённого в варианте 1 приложения Д, составляет 113,3 м<sup>2</sup>.

### ЗАДАНИЕ № 7

#### Определение потребности во временных зданиях и сооружениях

Рассматриваем решение первого варианта приложения Е.

При определении максимального количества рабочих в смену необходимо учитывать всех рабочих, занятых на общестроительных, санитарно-технических, электротехнических, особостроительных работах, а также на монтаже оборудования и пусконаладочных работах. К количеству рабочих, полученных из графика производства работ (см. таблицу Е.1), нужно добавить рабочих, занятых на работах неосновного производства, а именно:

- а) на обслуживании машин – 3 %;
- б) на работах, выполняемых за счёт накладных расходов – 15 %;
- в) на горизонтальном транспорте строительных материалов – 3 %;
- г) в подсобном производстве – 3 %.

Итого: 24 %.

Численность ИТР и служащих принимается из расчёта 1 человек на 20 человек рабочих.

Расчёт площадей инвентарных зданий  $S_{тр}$  производится по формуле:

$$S_{тр} = S_n N, \quad (13)$$

где  $S_n$  – нормативный показатель площади инвентарных временных зданий, принимаемый по таблице Е.2;

$N$  – количество работающих (или их отдельных категорий) в наиболее многочисленную смену или день.

В рассматриваемом примере при количестве рабочих, занятых в наиболее многочисленную смену, 146 человек, а в день – 184 человека, с учётом рабочих вспомогательного производства, количество рабочих составит:

в смену  $146 \cdot 1,24 = 181$  человек;

в день  $184 \cdot 1,24 = 228$  человек.

Принимая на 20 рабочих одного инженерно-технического работника и служащего, получим количество ИТР и служащих:

в смену  $181 : 20 = 9$  человек;

в день  $228 : 20 = 11$  человек.

Рассчитываем площади временных зданий:

1. Бытовой блок в составе:

а) гардеробная  $6 \cdot 0,1 \cdot 228 = 136,8 \text{ м}^2$ ;

б) душевая  $8,2 \cdot 0,1 \cdot 0,15 \cdot 181 = 22,3 \text{ м}^2$ .

Здесь  $0,15$  – коэффициент, учитывающий количество рабочих, пользующихся душем;

в) умывальная  $0,65 \cdot 0,1 \cdot (181 + 11) = 12,48 \text{ м}^2$ ;

г) сушилка  $2 \cdot 0,1 \cdot 228 = 45,6 \text{ м}^2$ .

2. Туалеты:

$0,7 \cdot 0,1 \cdot (181 + 11) \cdot 0,7 + 1,4 \cdot 0,1 \cdot (181 + 11) \cdot 0,3 = 17,47 \text{ м}^2$ .

Здесь  $0,7$  и  $1,4$  – нормативные показатели площади соответственно для мужчин и женщин;

$0,7$  и  $0,3$  – коэффициенты, учитывающие соотношение мужчин и женщин.

3. Помещение для обогрева рабочих и принятия пищи

Так как нормативный показатель площади для приёма пищи поглощает соответствующий показатель для обогрева рабочих, то расчёт площади вышеуказанного помещения выглядит следующим образом:

$2,5 \cdot 0,1 \cdot 181 = 45,25 \text{ м}^2$ .

4. Прорабская:  $40 \cdot 0,1 \cdot 11 = 44 \text{ м}^2$ .

Типовые временные здания можно подобрать из таблицы Н.2 [2].

## ЗАДАНИЕ № 8

### Определение потребности строительства в воде

Рассматриваем решение первого варианта приложения Е.

На основании исходных данных определяем максимальный расход воды в смену, сводя расчёт в табл. 1. Нормы расхода воды приведены в табл. Е.3.

Определяем расчётный секундный расход воды:

а) на производственные нужды  $q_{np}$

$$q_{np} = \frac{\sum^n P_{np}^{см} K_c}{3600 \times 8} K_{np}, \quad (14)$$

где  $P_{np}^{см}$  – максимальный расход воды в смену на производственные нужды, л;

$K_c$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды, для производственных нужд принимают  $1,5$ ;

$K_{np}$  – коэффициент на неучтённый расход воды, равный  $1,2$ .

$$q_{np} = \frac{2661 \times 1,5}{3600 \times 8} \times 1,2 = 0,17 \text{ л/сек};$$

Т а б л и ц а 1

## Максимальный расход воды в смену

Наименование процессов и потребителей воды	Ед. изм.	Количество в смену	Расход воды на ед. изм., л	Общий расход, л
1. Производственные нужды				
Поливка бетонной подготовки под полы	м <sup>3</sup>	26,11	100	100 · 26,11 = 2611
Кран МКГ – 25 с двигателем внутреннего сгорания	маш.	1	50	50
Итого на производственные нужды				$\sum P_{np}^{см} = 2661$
2. Хозяйственно-бытовые нужды				
Хозяйственно-питьевые нужды	работающий	190 <sup>1)</sup>	22,5	$\sum P_x^{см} = 4275$
Душевые установки	рабочий	27 <sup>2)</sup>	30	$\sum P_{\partial}^{см} = 810$
Примечания:				
1) 190 – максимальное количество работающих в смену, равно $181 + 181/20 = 190$ чел.				
2) 27 – количество рабочих, принимающих душ, принятое равным 15 % от численности рабочих, занятых в максимальную смену ( $181 \cdot 0,15 = 27$ чел.)				

б) на хозяйственно-питьевые нужды  $q_x$

$$q_x = \frac{\sum_{i=1}^n P_x^{см} K_{\partial}}{3600 \times 8} \quad (15)$$

где  $P_x^{см}$  – максимальный расход воды в смену на хозяйственно-питьевые нужды, л;

$K_{\partial}$  принимают равным 2,5 при наличии канализации, 3 – при её отсутствии.

$$q_{np} = \frac{4275 \times 2,5}{3600 \times 8} = 0,37 \text{ л/сек};$$

в) на душевые установки  $q_{\partial}$

$$q_{\partial} = \frac{P_{\partial}^{см}}{60t} \quad (16)$$

где  $P_{\partial}^{см}$  – максимальный расход воды в смену на душевые установки, л;

$t$  – время работы душевых установок, принимается равным 45 мин после окончания смены.

$$q_{\partial} = \frac{810}{60 \times 45} = 0,30 \text{ л/сек}.$$

Так как забор воды на противопожарные нужды производится из существующего постоянного водопровода, то расход воды на противопожарные нужды в расчёт не принимаем.

Определяем суммарный расход воды  $q_{сум}$ :

$$q_{сум} = q_{np} + q_x + q_{\partial} \quad (17)$$

$$q_{сум} = 0,17 + 0,37 + 0,30 = 0,84 \text{ л/сек}.$$

Определяем диаметр труб временной водопроводной сети D:

$$D = \sqrt{\frac{4q_{\text{сум}} \cdot 1000}{\pi V}}, \text{ (мм)} \quad (18)$$

где V – скорость движения воды по трубам (V = 1,5 м/сек).

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,84 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 26,7 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр трубы временного водопровода равным 32 мм (см. табл. Е.4).

## ЗАДАНИЕ № 9

### Расчёт мощности трансформаторной подстанции

Рассматриваем решение первого варианта приложения Ж.

Расход энергии на питание электродвигателей строительных машин и механизмов, технологические нужды и освещение определяется по табл. Ж.2 и Ж.3. Результаты подсчёта расхода электроэнергии заносятся в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

#### Расход электроэнергии на строительной площадке

Наименование потребителей электроэнергии	Ед. изм.	Количество	Удельная мощность на ед. изм., кВт	Общая мощность, кВт	к <sub>с</sub>	cos φ	tg φ
1	2	3	4	5	6	7	8
Силовая электроэнергия							
Кран башенный КБ-160.2	шт.	1	58	58	0,3	0,5	1,7
Сварочный аппарат	шт.	1	47	47	0,3	0,4	2,3
Итого				105			
Наружное освещение							
Наружное освещение мест производства строительномонтажных работ	м <sup>2</sup>	720	0,003	2,16	1	1	0,3
Освещение главных проходов и проездов	км	0,5	5	2,5	1	1	0,3
Итого				4,66			
Внутреннее освещение							
Внутреннее освещение административных и бытовых помещений	м <sup>2</sup>	200	0,015	3,0	0,8	1	0,3
То же, складов	м <sup>2</sup>	297	0,002	0,59	0,38	1	0,3
Итого				3,59			

Расчёт мощности комплектной трансформаторной подстанции выполняется в следующей последовательности:

1. Определяется суммарная расчётная активная нагрузка  $\sum_1^n P_M$  в кВт:

$$\sum_1^n P_M = \sum P_Y k_c, \quad (19)$$

где  $P_Y$  – установленная мощность электроприёмников (потребителей), кВт;  
 $k_c$  – коэффициент спроса, определяемый по таблице Ж.4;  
 $n$  – число электроприёмников.

$$\sum_1^n P_M = (58 + 47) \cdot 0,3 + (2,16 + 2,5) \cdot 1 + 3 \cdot 0,8 + 0,59 \cdot 0,38 = 38,8 \text{ кВт}$$

2. Определяется суммарная расчётная реактивная нагрузка  $\sum_1^n Q_M$  в кВА:

$$\sum_1^n Q_M = \sum_1^n P_M \operatorname{tg} \varphi, \quad (20)$$

$$\sum_1^n Q_M = 58 \cdot 0,3 \cdot 1,7 + 47 \cdot 0,3 \cdot 2,3 + (2,16 + 2,5) \cdot 1,3 + 3 \cdot 0,8 \cdot 0,3 + 0,59 \cdot 0,38 \cdot 0,3 = 64,2 \text{ кВА}$$

3. Определяется среднерасчётное значение  $\operatorname{tg} \varphi_0$  по формуле:

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{\sum_1^n Q_M}{\sum_1^n P_M}. \quad (21)$$

Затем, используя полученное значение  $\operatorname{tg} \varphi_0$ , определяется среднерасчётный коэффициент мощности строительной площадки  $\cos \varphi_0$ .

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{64,2}{38,8} = 1,65. \text{ Тогда } \cos \varphi_0 = 0,52.$$

4. Определяется суммарная нагрузка в кВА на строительной площадке ( $\sum S_M$ ) по формуле:

$$\sum S_M = \frac{\sum_1^n P_M}{\cos \varphi_0}. \quad (22)$$

$$\sum S_M = \frac{38,8}{0,52} = 74,62 \text{ кВА.}$$

5. Определяем требуемую мощность трансформатора в кВА ( $P_{TP}$ ) по формуле:

$$P_{TP} = \sum S_M \times K_{MH}, \quad (23)$$

где  $K_{MH}$  – коэффициент совпадения нагрузок, принимаемый равным 0,75 – 0,85.

$$P_{TP} = 74,62 \cdot 0,75 = 55,97 \text{ кВА.}$$

Таким образом, потребная мощность трансформаторной подстанции для варианта 1 приложения Ж составляет 55,97 кВА.

По [2] выбирается необходимая КТП.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фомин, В. Н. Организация строительного производства: учеб. пособие / В.Н. Фомин, Д.В. Хавин. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2006. – 115 с. – ч. 1.
2. Проектирование производства строительно-монтажных работ: Методические указания для курсового и дипломного проектирования по специальностям 270102 «Промышленное и гражданское строительство» и 270115 «Экспертиза и управление недвижимостью» / В.Н. Фомин, Д.В. Хавин, С.В. Горбунов, В.В. Ноздрин, А.Н. Целиков. – Н. Новгород, 2006. – 85 с.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Исходные данные для задания № 1

Наименование параметров	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	27	28
1. Количество захваток	12	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	11	11	11	11	11	7	7	7	12	12	12	12
2. Ритм работы бригады на земляных работах	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1
3. Ритм работы бригады на устройстве песчаного основания	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2
4. Ритм работы бригады на установке бортового камня	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1
5. Ритм работы бригады на устройстве бетонной подготовки	2	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	1
6. Ритм работы бригады на асфальтировании покрытия	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

## Исходные данные для задания № 2

Варианты	Число захваток	Номер бригады	Ритм работы бригад на захватках								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1	8	1	2	1	2	2	2	2	1	3	2
		2	1	3	1	1	2	2	2	2	3
		3	2	2	2	1	1	1	3	2	

В вариантах 2 – 28 число захваток равно 3.

Варианты	Номер бригады	Ритм работы бригад на захватках		
		1	2	3
2	1	3	4	3
	2	2	2	5
	3	4	3	4
3	1	2	3	4
	2	7	6	5
	3	4	5	6
4	1	5	6	7
	2	6	7	6
	3	7	6	5
5	1	2	3	4
	2	3	4	5
	3	4	5	6
6	1	6	5	4
	2	5	4	3
	3	4	3	2
7	1	3	2	3
	2	2	3	4
	3	3	4	5
8	1	4	5	4
	2	5	4	3
	3	4	3	2
9	1	3	2	3
	2	2	3	4
	3	3	4	5
10	1	6	5	4
	2	4	3	5
	3	3	4	2

Варианты	Номер бригады	Ритм работы бригад на захватках		
		1	2	3
11	1	4	3	4
	2	5	4	5
	3	2	2	3
12	1	4	5	6
	2	5	4	3
	3	6	7	6
13	1	5	4	3
	2	2	3	4
	3	5	4	3
14	1	7	6	5
	2	6	5	4
	3	5	4	3
15	1	4	5	6
	2	5	6	7
	3	6	7	6
16	1	3	4	5
	2	4	5	4
	3	5	4	3
17	1	4	3	2
	2	3	2	3
	3	2	3	4
18	1	3	4	5
	2	4	5	6
	3	5	6	4
19	1	3	5	4
	2	4	5	4
	3	5	4	3

Вариан- ты	Номер бригады	Ритм работы бригад на захватках		
		1	2	3
20	1	3	6	5
	2	5	4	3
	3	4	3	4
21	1	5	4	5
	2	4	2	7
	3	4	3	4
22	1	4	6	8
	2	7	6	5
	3	4	5	6
23	1	3	4	5
	2	4	3	2
	3	5	4	3
24	1	4	3	2
	2	6	5	4
	3	3	4	5
25	1	6	7	6
	2	4	5	6
	3	7	6	5
26	1	6	3	4
	2	3	6	5
	3	4	6	6
27	1	2	3	6
	2	3	4	5
	3	6	5	6
28	1	6	5	4
	2	5	6	6
	3	4	3	2

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

## Исходные данные для задания № 3

Наименование параметров	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	27	28
1. Количество захваток	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5
2. Ритм работы бригады на земляных работах	1	2	3	3	2	3	1	3	1	1	1	3	1	3	1	1	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	4
3. Ритм работы бригады на устройстве песчаного основания	3	3	2	2	4	3	2	1	3	4	3	2	4	4	3	2	2	2	4	3	3	1	4	4	2	4	3	2
4. Ритм работы бригады на установке бортового камня	2	4	3	1	1	1	4	2	3	3	4	4	3	3	1	3	1	2	3	2	4	4	1	1	3	3	1	4
5. Ритм работы бригады на устройстве бетонной подготовки	4	2	2	3	3	4	3	4	2	1	4	2	2	2	4	4	3	3	3	1	2	3	3	3	2	2	4	3
6. Ритм работы бригады на асфальтировании покрытия	-	3	1	4	1	3	2	3	3	2	2	3	1	1	1	2	4	4	4	3	3	3	3	1	1	2	2	2

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## Исходные данные для задания № 4

Вариан- ты	Номер бригады	Ритм работы бригад на захватках				
		1	2	3	4	5
1	1	2	3	1	1	
	2	4	2	2	1	
	3	2	4	3	1	
	4	2	1	2	4	
2	1	3	4	3	6	5
	2	2	2	5	4	3
	3	4	3	4	3	4
	4	2	3	4	5	4
3	1	5	6	7	6	5
	2	6	7	6	5	4
	3	7	6	5	4	3
	4	5	6	4	3	5
4	1	2	3	4	6	7
	2	3	4	5	6	7
	3	6	5	4	7	4
	4	4	5	6	7	6
5	1	5	6	7	6	5
	2	7	6	5	4	3
	3	6	7	6	5	4
	4	3	4	5	4	3
6	1	6	5	4	3	2
	2	5	4	3	2	3
	3	4	3	2	3	4
	4	4	5	4	3	2
7	1	5	4	3	2	3
	2	4	3	2	3	4
	3	3	2	3	4	5
	4	5	4	3	2	4
8	1	4	5	4	3	2
	2	5	4	3	2	3
	3	4	3	2	3	4
	4	3	4	5	6	5
9	1	3	2	3	4	3
	2	2	3	4	5	2
	3	3	4	5	6	7
	4	6	7	6	5	4

Вариан- ты	Номер бригады	Ритм работы бригад на захватках				
		1	2	3	4	5
10	1	2	3	4	5	6
	2	7	6	5	4	3
	3	4	5	6	7	6
	4	6	5	4	3	4
11	1	3	3	6	5	4
	2	2	5	4	3	5
	3	4	4	3	4	2
	4	2	4	5	4	3
12	1	5	6	6	5	4
	2	6	7	5	4	3
	3	7	6	4	3	4
	4	5	6	3	5	5
13	1	5	7	6	5	4
	2	6	6	5	4	3
	3	7	5	4	3	2
	4	3	5	4	3	4
14	1	6	4	3	2	3
	2	5	3	2	3	4
	3	4	2	3	4	5
	4	4	4	3	2	4
15	1	3	3	4	3	4
	2	2	4	5	2	3
	3	3	5	6	7	6
	4	6	6	5	4	4
16	1	4	5	3	4	3
	2	5	3	5	2	2
	3	2	4	4	3	4
	4	3	4	4	3	2
17	1	4	5	7	6	5
	2	3	4	6	7	6
	3	4	3	5	6	7
	4	5	5	4	6	5
18	1	3	2	3	6	5
	2	4	3	2	4	5
	3	5	4	3	3	4
	4	4	2	3	5	4

Вариан- ты	Номер бригады	Ритм работы бригад на захватках				
		1	2	3	4	5
19	1	4	5	6	7	5
	2	3	4	5	7	6
	3	2	3	4	6	7
	4	4	3	4	4	3
20	1	4	3	4	3	2
	2	3	2	4	3	2
	3	6	7	5	4	3
	4	4	4	6	7	6
21	1	4	5	4	2	3
	2	4	3	4	4	3
	3	3	4	5	2	2
	4	5	6	3	3	4
22	1	3	4	6	5	4
	2	2	2	4	3	5
	3	4	3	3	4	2
	4	2	3	5	4	3
23	1	5	3	4	5	6
	2	3	4	5	7	6
	3	4	5	6	6	7
	4	5	6	7	5	6
24	1	6	7	6	4	5
	2	4	7	4	6	5
	3	7	6	5	3	4
	4	7	6	4	2	3
25	1	6	5	4	3	2
	2	5	2	3	2	3
	3	4	3	7	3	4
	4	4	5	4	3	2
26	1	3	3	4	3	4
	2	2	4	6	7	3
	3	3	6	6	7	6
	4	6	6	5	4	4
27	1	2	1	2	2	2
	2	1	3	1	2	1
	3	2	2	2	3	1
	4	3	2	2	3	1
28	1	4	5	4	3	2
	2	5	4	3	3	3
	3	4	3	6	3	5
	4	3	4	5	6	4

Число захваток в варианте  
1 равно 4, в вариантах 2 – 28  
равно 5.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

## Исходные данные для задания № 6

Номер варианта	Наименование материалов и изделий	Ед. изм.	Q	T, дн.	T <sub>з</sub> , дн.	V	$\beta$	Вид склада
1	Фундаментные балки	м <sup>3</sup>	49,8	2	5	2,5	0,4	открытый
2	Асбестоцементные плиты	м <sup>2</sup>	2000	20	10	17	0,5	навес
3	Вата минеральная в плитах	м <sup>3</sup>	400	8	10	1,5	0,5	навес
4	Пакля	т	5	12	10	0,4	0,6	закрытый
5	Керамические блоки	шт.	30000	10	5	430	0,6	открытый
6	Кирпич	шт.	80000	20	5	1400	0,6	открытый
7	Краски сухие	т	8	10	12	0,7	0,6	закрытый
8	Краски тёртые	т	7	15	12	0,9	0,6	закрытый
9	Лес пиленный	м <sup>3</sup>	170	20	12	1,5	0,5	открытый
10	Линолеум	м <sup>2</sup>	7000	25	12	90	0,6	закрытый
11	Паркет	м <sup>2</sup>	3000	10	12	35	0,6	закрытый
12	Песок	м <sup>3</sup>	27	3	5	1,5	0,6	открытый
13	Рубероид	м <sup>2</sup>	10000	40	8	440	0,6	закрытый
14	Сборные бетонные блоки	м <sup>3</sup>	370	10	5	2	0,6	открытый
15	Сборные ж/б колонны	м <sup>3</sup>	40	7	5	2	0,6	открытый
16	Сборные ж/б плиты покрытия	м <sup>3</sup>	500	35	5	2	0,6	открытый
17	Сборные ж/б фермы	м <sup>3</sup>	50	15	5	2,5	0,6	открытый
18	Сталь кровельная	т	25	15	12	1,5	0,6	закрытый
19	Стальные колонны	т	70	10	8	3	0,6	открытый
20	Стальные связи	т	10	5	8	2,5	0,6	открытый
21	Стальные оконные переплёты	т	27	7	8	2,5	0,6	открытый
22	Стальные фермы	т	50	5	8	2,5	0,6	открытый
23	Стекло оконное	м <sup>2</sup>	1000	10	8	75	0,6	закрытый
24	Стеновые панели	м <sup>3</sup>	500	25	5	1	0,6	открытый
25	Толь	м <sup>2</sup>	1000	5	8	50	0,6	закрытый
26	Фанера	м <sup>2</sup>	10	7	12	25	0,6	закрытый
27	Черепица кровельная	шт.	20000	15	10	200	0,6	закрытый
28	Щиты опалубки	м <sup>2</sup>	300	10	10	15	0,5	открытый

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

## Исходные данные для заданий № 7 и № 8

Т а б л и ц а Е.1

Исходные данные для заданий № 7 и № 8

Номер варианта	Количество рабочих		Объём работ, количество машин, требующих расхода воды на производственные нужды, в смену						
	в смену	в день	кран МКГ- 25, шт.	экска- ватор, шт.	полив ка бетона , м <sup>3</sup>	увлажне ние уплотня емого грунта, м <sup>3</sup>	кирпич ная кладка, тыс.шт	штукат урные работы , м <sup>2</sup>	малярн ые работы , м <sup>2</sup>
1	146	184	1	-	26,11	-	-	-	-
2	75	100	-	1	-	20	-	100	-
3	50	75	1	-	-	30	3	-	-
4	40	70	-	1	25	-	-	-	100
5	60	80	1	-	30	-	4	-	-
6	70	95	-	1	-	25	-	200	-
7	65	85	1	-	-	35	-	-	200
8	45	65	-	1	20	-	-	300	-
9	55	85	1	-	35	-	5	-	-
10	80	105	-	1	-	40	-	-	300
11	85	110	1	-	-	50	6	-	-
12	90	120	-	1	40	-	-	150	-
13	95	115	1	-	45	-	-	-	150
14	100	130	-	1	-	45	-	250	-
15	105	125	2	-	-	55	7	-	-
16	110	140	-	2	50	-	-	-	250
17	115	135	2	-	15	-	8	-	-
18	120	145	-	2	-	15	-	350	-
19	125	150	2	-	-	10	-	-	350
20	130	155	-	2	10	-	-	400	-
21	140	165	2	-	17	-	9	-	-
22	145	160	-	2	-	17	-	-	400
23	150	175	2	-	-	7	10	-	-
24	35	60	-	2	55	-	-	450	-
25	30	55	1	-	75	-	-	-	450
26	25	45	-	2	-	60	11	-	-
27	20	35	1	-	-	65	-	500	-
28	155	180	-	2	7	-	-	-	500



Т а б л и ц а Е.2

*Нормативные показатели для определения площадей временных зданий*

Номенклатура инвентарных зданий	Ед. изм.	Нормативные показатели на 10 человек
1. Бытовые помещения		
а) гардеробная	м <sup>2</sup>	5 – 6
б) душевая с преддушевой	м <sup>2</sup>	8,2
в) умывальная	м <sup>2</sup>	0,6 – 0,65
г) сушилка	м <sup>2</sup>	2
д) туалет женский	м <sup>2</sup>	1,4
е) туалет мужской	м <sup>2</sup>	0,7
2. Помещение для обогрева рабочих	м <sup>2</sup>	1
3. Столовая	м <sup>2</sup>	2,5 – 4,5
4. Контора	м <sup>2</sup>	40

Т а б л и ц а Е.3

*Нормы расхода воды*

Наименование процесса и потребителей	Ед. изм.	Расход воды, л
<b>Производственные нужды</b>		
Заправка системы охлаждения двигателя экскаватора	1 маш.	80 – 120
То же, для крана с двигателем внутреннего сгорания	1 маш.	50 – 100
Увлажнение грунта при уплотнении	м <sup>3</sup>	150
Поливка бетона	м <sup>3</sup>	100
Кирпичная кладка при готовом растворе	1000 шт.	150 – 200
Штукатурные работы при готовом растворе	м <sup>2</sup>	7 – 8
Малярные работы	м <sup>2</sup>	0,5 – 1
<b>Хозяйственно-бытовые нужды</b>		
Хозяйственно-питьевые нужды (при отсутствии канализации)	на 1 рабочего	10 – 15
То же, с канализацией	на 1 рабочего	20 – 25
Душевые установки	на 1 рабочего, принимающего душ	30 – 40

Т а б л и ц а Е.4

*Размеры стальных водогазопроводных труб*

Диаметр условного прохода, мм	6	8	10	15	20	25	32	40	50	70	80	90	100	125
Наружный диаметр, мм	10,2	13,5	17	21,3	26,8	33,5	42,3	48,0	60,0	75,5	88,5	101,3	114,0	140,0

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

## Исходные данные для задания № 9

Т а б л и ц а Ж.1

## Исходные данные для задания № 9

Наименование потребителей электроэнергии	Ед. изм	Количество по вариантам																											
		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
Кран башенный КБ-160.2	шт.	1	2	3	1	2	3	1	3	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3	1	3	2	3	1	2	1	3	2	3
Сварочный аппарат	шт.	1	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-
Подъёмник ТП-12	шт.	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1
Растворонасос СО-30	шт.	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1
Виброрейка СО-47	шт.	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-
Наружное освещение мест производства строительно-монтажных работ	м <sup>2</sup>	720	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	730	740	750	760	770	780	790	800	810	820	830	840	850	860	870
То же, бетонных работ	м <sup>2</sup>	-	800	810	820	830	840	850	860	870	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
То же, отделочных работ	м <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	730	740	750	760	770	780	790
Освещение главных проходов и проездов	км	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Внутреннее освещение административных и бытовых помещений	м <sup>2</sup>	200	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370
То же, складов	м <sup>2</sup>	297	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190

Т а б л и ц а Ж.2

*Показатели мощности электродвигателей для машин, оборудования механизированных установок*

Наименование и марки потребителей	Мощность электродвигателей, кВт
Виброрейка СО – 47	0,6
Краны башенные передвижные КБ –160.2 (КБ – 401)	58
Подъёмник ТП – 12	3
Сварочные трансформаторы	47
Растворонасосы СО – 30	4,5

Т а б л и ц а Ж.3

*Удельные показатели мощности устройств для наружного и внутреннего освещения*

Наименование потребителей	Средняя освещённость, лк	Удельная мощность на м <sup>2</sup> площади, Вт
Территория строительства в районе производства работ	2	0,4
Главные проходы и проезды	3	5 кВт/км
Охранное освещение	0,5	1,5 кВт/км
Места производства механизированных земляных и бетонных работ	7	1
Монтаж строительных конструкций и каменная кладка	20	3
Отделочные работы	50	15
Склады	10	2
Канторские и общественные помещения	50	15

Т а б л и ц а Ж.4

*Средние значения коэффициентов спроса  $k_c$  и мощности  $\cos \varphi$  строительных площадок*

Характеристика нагрузок	$k_c$	$\cos \varphi$
Строительные краны 1 – 2 шт.	0,3	0,5
Строительные краны более 2 шт.	0,2	0,4
Электросварочные трансформаторы	0,3	0,4
Насосы, вентиляторы, компрессоры	0,6	0,75
Переносные механизмы	0,1	0,4
Наружное электрическое освещение	1	1
Внутреннее электрическое освещение (кроме складов)	0,8	1
Электрическое освещение складов	0,38	1



