

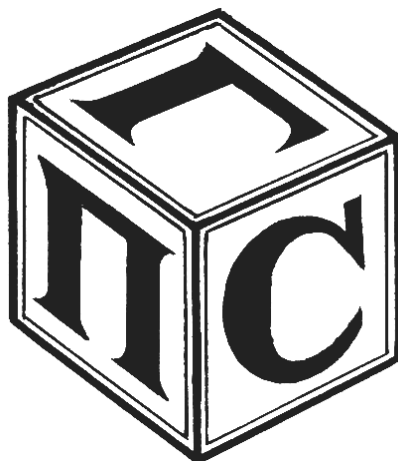
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

**ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Методические указания к практическим занятиям  
для студентов специальности 1-70 02 01  
«Промышленное и гражданское строительство»*

*Проектирование потоков*



Могилев 2009

УДК 69.05  
ББК 38.6  
О 69

Рекомендовано к опубликованию  
учебно-методическим управлением  
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Одобрено кафедрой «Промышленное и гражданское строительство» «20»  
февраля 2009 г., протокол № 8

Составители: канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова;  
канд. техн. наук, доц. И. Л. Опанасюк

Рецензент д-р техн. наук, доц. С. Д. Семенюк

В методических указаниях изложены на конкретных примерах основные  
теоретические положения по проектированию и расчету строительных потоков.

Учебное издание

## ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ответственный за выпуск	Е. Е. Корбут
Технический редактор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	И.А. Алексюс

Подписано в печать . Формат 60x84 /16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл.- печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 50 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«Белорусско-Российский университет»  
ЛИ № 02330/375 от 29.06.2004 г.  
212000, г. Могилев, пр. Мира, 43

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский  
университет», 2009

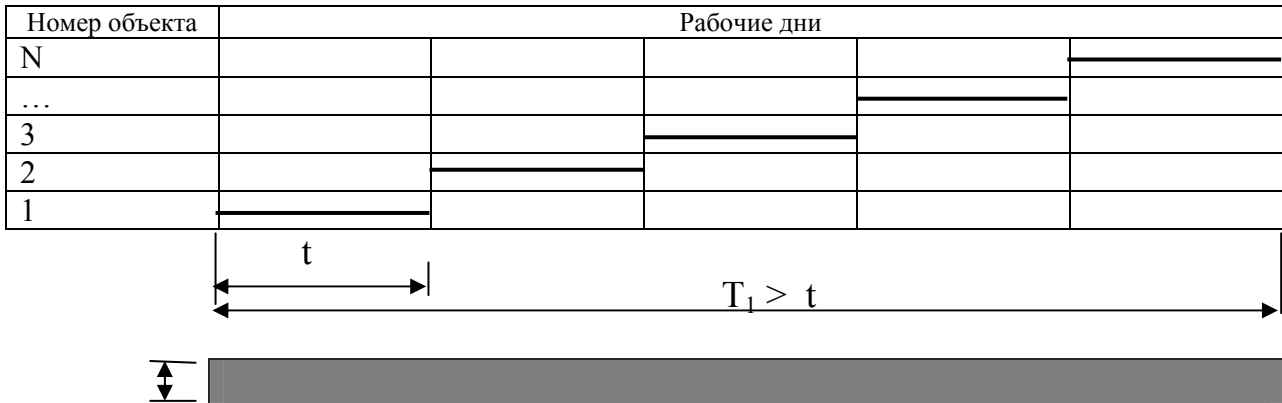
## Содержание

1 Общие положения.....	4
1.1 Задачи.....	6
2 Классификация строительных потоков и их параметры.....	6
2.1 Классификация строительных потоков.....	6
2.2 Параметры строительных потоков.....	8
3 Основные закономерности, технологическая увязка и расчет параметров ритмичных потоков.....	9
3.1 Основные закономерности.....	9
3.2 Расчет параметров ритмичного потока.....	9
3.3 Организация потока с постоянным не единым, но кратным ритмом работы бригад (кратноритмичный поток).....	11
3.3.1 Уравновешивание кратноритмичных специализированных потоков по ускоренному ритму.....	12
3.3.2 Уравновешивание кратноритмичных специализированных потоков по замедленному ритму.....	12
3.4 Организация неритмичного потока с однородным изменением ритма.....	13
3.5 Расчет неритмичного потока с однородным изменением ритма с использованием матриц.....	15
3.6 Организация неритмичного потока с неоднородным изменением ритма.....	17
3.7 Расчет неритмичного потока с неоднородным изменением ритма с использованием матриц.....	18
Контрольные вопросы.....	21
Список литературы.....	21
Приложение А.....	22
Приложение Б.....	24

# 1 Общие положения

Строительные процессы могут выполняться последовательным, параллельным или поточно-расчлененным методами. Допустим, что требуется возвести  $N$  одинаковых объектов (монолитных конструкций).

Изобразим линейный график **последовательного** строительства этих объектов (рисунок 1).



$$R_1 = r$$

$T$  – общий срок строительства;  $t$  – продолжительность строительства объекта;  $r$  – потребность в ресурсах при строительстве одного объекта;  $R$  – общая потребность в ресурсах

Рисунок 1 - Линейный график строительства  $N$  одинаковых объектов последовательным методом

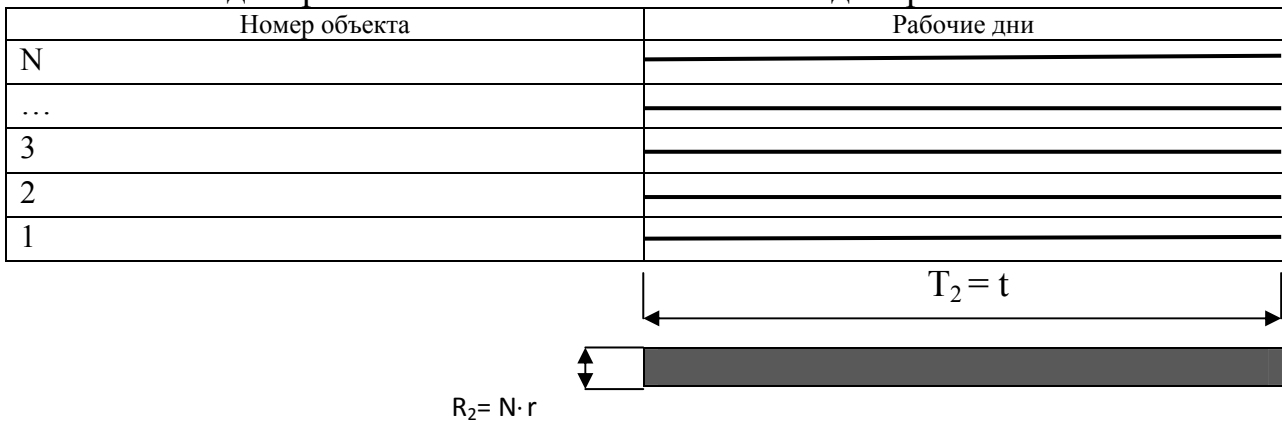
Такой метод применяется при строительстве небольших объектов.

Недостатки этого метода:

- большая продолжительность строительства;
- отсутствие технологической специализации рабочих;
- минимальная потребность в материально-технических ресурсах.

Основным достоинством этого метода является то, что этот метод применяется при строительстве объектов с ограниченным сроком строительства. Вся бригада отвечает за качество конечной строительной продукции.

При **параллельном** методе (рисунок 2) строительство всех объектов начинается одновременно и заканчивается также одновременно.



$$R_2 = N \cdot r$$

Рисунок 2 - Линейный график строительства  $N$  одинаковых объектов параллельным методом

Параллельный метод характеризуется самыми короткими сроками производства работ и максимальным потреблением материально-технических ресурсов.

Недостатки этого метода:

- отсутствие узкой технологической специализации рабочих;
- высокая загрузка предприятий стройиндустрии;
- максимальная потребность в материально-технических ресурсах.

Достоинство метода – минимальная продолжительность строительства.

При **поточно-расчлененном** методе (рисунок 3) комплексный процесс возведения объекта делится на составляющие простые процессы:

- установка опалубки ( ————— )
- монтаж арматурных изделий ( ←————→ )
- укладка бетонной смеси( —————→ )
- распалубка конструкций ( ————— )

Организуется строительство  $N$  объектов таким образом, чтобы одноименные простые процессы выполнялись на всех объектах последовательно, а разноименные совмещённо.

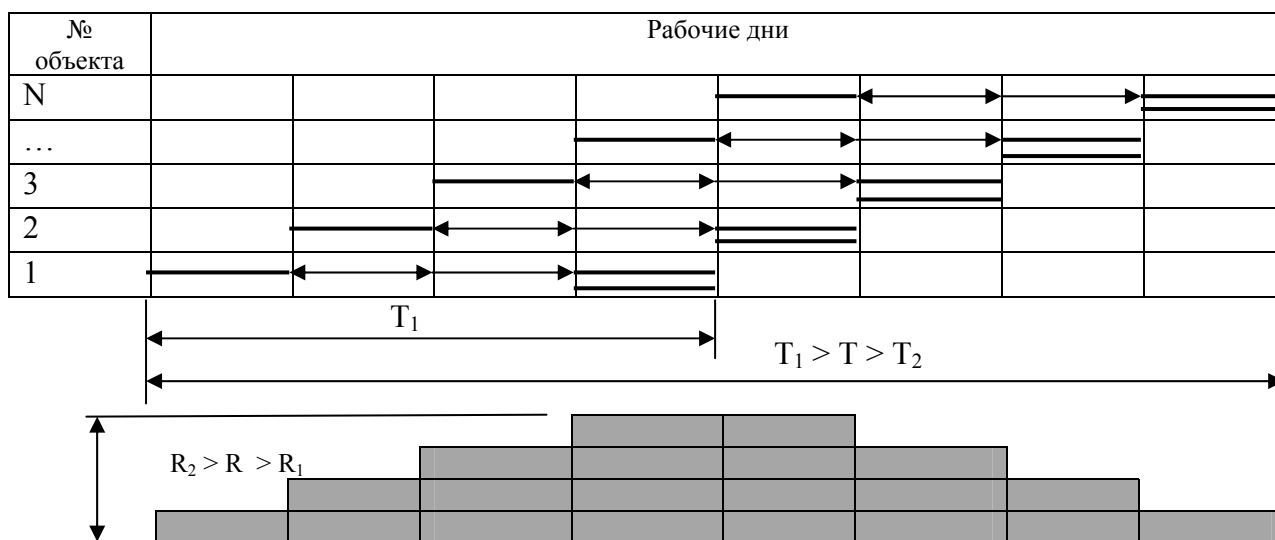


Рисунок 3 – Линейный график строительства  $N$  одинаковых объектов поточно-расчлененным методом

Достоинства метода:

- рабочие одной квалификации выполняют одни и те же процессы в течение длительного времени, что положительно влияет на производительность труда и качество выполнения работ;
- равномерно поставляются и потребляются материально-технические ресурсы;
- ритмично работают строительные организации;
- сокращаются сроки производства работ по сравнению с последовательным методом производства работ.

Для создания строительного потока необходимо выполнить следующие условия:

- расчленение сложного комплексного процесса на простые составляющие процессы;
- разделение труда исполнителей и закрепление за ними соответствующих простых процессов;
- создание производственного ритма;
- назначение очередности работ на захватках, максимально совмещая их по времени и ресурсам.

Таким образом, сущность строительного потока заключается в том, что строительные бригады рабочих постоянного состава, оснащенные соответствующим набором инструментов и машин, выполняют одни и те же работы, максимально совмещая их во времени и пространстве на различных захватках, и ритмично выпускают готовую строительную продукцию.

## **2 Проектирование и расчет строительного потока**

Задачей проектирования строительного потока является определение таких параметров потока, которые с учетом рациональной технологии и организации работ по всем объектам обеспечивают строительство объектов в пределах нормативной продолжительности, непрерывную загрузку ресурсов (бригад, машин, механизмов) и непрерывность ведения строительномонтажных работ по каждому объекту.

Основной задачей расчета потока является установление рациональных сроков продолжительности строительства, которые обеспечили бы наиболее эффективное использование рабочих и механизмов за счет насыщения фронта работ максимальным количеством ресурсов. При этом все расчеты должны базироваться на реальном количестве ресурсов, которые могут быть выделены соответствующими строительными организациями для выполнения объема работ по потоку.

### **2.1 Классификация строительных потоков**

Строительные потоки классифицируют по их структуре и по ритмичности выполнения.

**По структуре** - частные, специализированные, объектные и комплексные

Частный поток – элементарный строительный поток, который представляет собой выполнение одного строительного процесса на ряде захваток. Продукция частного потока – работы или элементы конструкций зданий.

Специализированный поток – совокупность технологически связанных частных потоков, объединенных единой системой параметров и схемой потока. Его продукцией является законченный конструктивный элемент или комплекс работ.

Объектный поток – совокупность технологически и организационно связанных специализированных потоков, совместной продукцией которых

являются построенные отдельные здания (сооружения), либо группа однородных зданий.

Комплексный поток – совокупность организационно связанных объектных потоков, совместной продукцией которых являются промышленное предприятие, жилой массив.

**По ритмичности** – ритмичные и неритмичные потоки.

Ритмичные потоки – это потоки, в которых продолжительность выполнения работ на отдельных захватках одинакова. Ритмичными могут быть частные, специализированные и объектные потоки.

Неритмичные потоки – это потоки, в которых продолжительность выполнения работ на отдельных захватках различна. Неритмичными могут быть все виды потоков.

## 2.2 Параметры строительных потоков

**Параметры строительных потоков** подразделяются на пространственные, технологические (организационные) и временные.

### **Пространственные параметры**

*Захватка  $m$*  – часть здания или его конструктивный элемент, в пределах которого развиваются и увязываются между собой частные потоки, входящие в состав специализированного потока.

*Участок* – часть возводимого здания, в пределах которого развиваются взаимосвязанные специализированные потоки, входящие в состав объектного потока.

*Делянка* – фронт работы одной бригады.

*Ярус* – участок условного деления объекта по вертикали.

### **Технологические параметры**

*Число потоков  $n$*  – количество частных потоков (бригад) в составе специализированного потока.

*Объем работ  $V$*  – количество выполняемой работы в физических единицах измерения.

*Трудоемкость  $Q$*  – затраты труда на выполнение работы в человеко-днях.

*Интенсивность  $I$*  – количество продукции, выпускаемое строительным потоком за единицу времени.

### **Временные параметры**

*Ритм потока  $t$*  – продолжительность работы бригады на одной захватке.

*Шаг потока  $k$*  – промежуток времени между началом работ двух смежных частных потоков.

*Период развертывания  $T_r$*  – время, в течение которого в поток включаются все потоки.

*Период выпуска продукции  $T_{пр}$*  – время, в течение которого выпускается готовая строительная продукция.

*Технологический (организационный) перерыв  $t_{пер}$*  – промежуток времени между окончанием предыдущего и началом последнего потока.

### 3 Основные закономерности, технологическая увязка и расчет параметров ритмичных потоков

#### 3.1 Основные закономерности

1 Работу на каждой последующей захватке начинают с интервалом, равным шагу потока.

2 На одной захватке может работать одна бригада (звено).

3 Размер каждой захватки остается неизменным для всех видов работ, выполняемых на захватках.

4 После выполнения всего комплекса работ на одной захватке работы на последующих захватках заканчивают не позднее чем через интервал, равный шагу потока.

#### 3.2 Расчет параметров ритмичного потока

Используя временные параметры и обозначения, продолжительность ритмичного потока можно выразить следующими формулами:

$$T = T_1 + T_2 ;$$

$$T_1 = (n - 1) \cdot t;$$

$$T_2 = m \cdot k$$

В ритмичном потоке  $t = k$ . Тогда  $T = (n-1) \cdot t + m \cdot t = (n + m - 1) \cdot t$

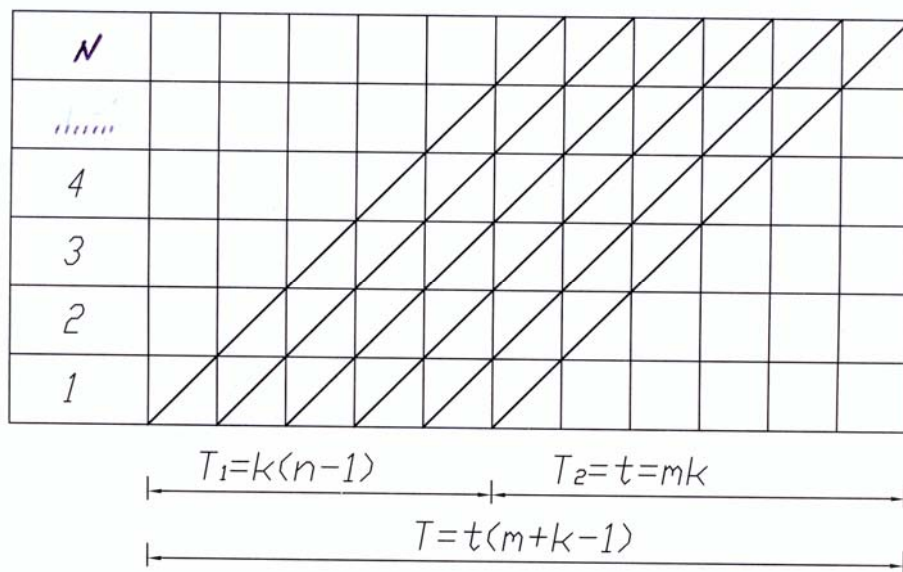


Рисунок 4 – Циклограмма строительного потока

Так, при заданной общей продолжительности строительства  $T$  и известном количестве бригад  $n$  и захваток  $m$  величина шага потока

$$t = \frac{T}{m+n-1}.$$

Количество бригад при заданном  $T$  и принятых  $t$  и  $m$

$$n = \frac{T}{t} + 1 - m.$$

Количество захваток

$$m = \frac{T}{t} + 1 - n.$$

Если технологический или организационный перерывы не учтены в продолжительности шага потока, то их значения включают в расчетную формулу общей продолжительности потока:

$$T = (m+n-1) \cdot t + \sum t_{\text{пер}}.$$

Ритмичный поток можно изобразить с помощью линейного графика и циклограммы.

**Пример:** Составить график производства работ (линейный и циклограмму) и определить общую продолжительность выполнения работ, включенных в специализированный поток.

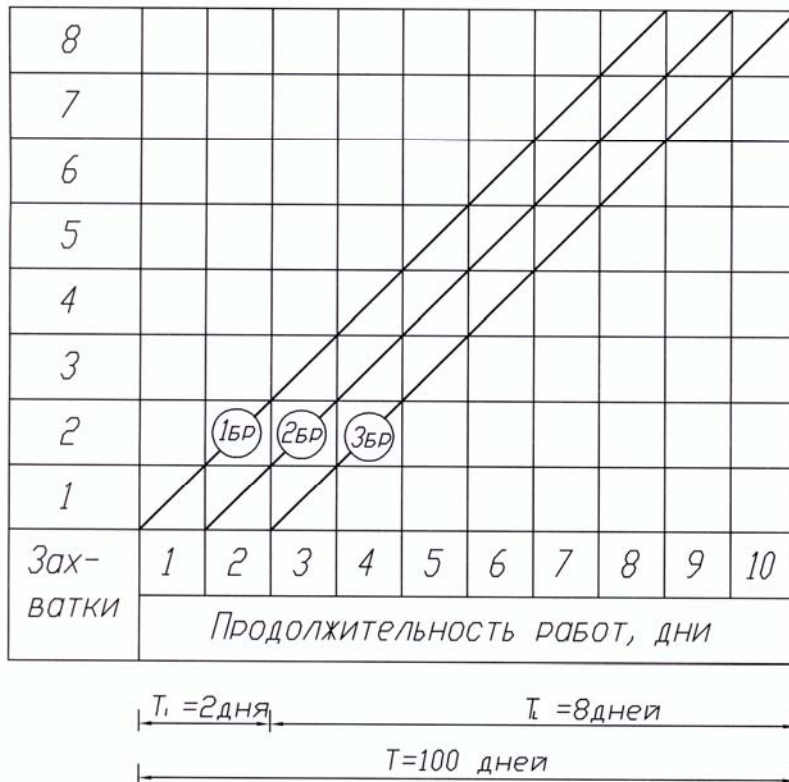
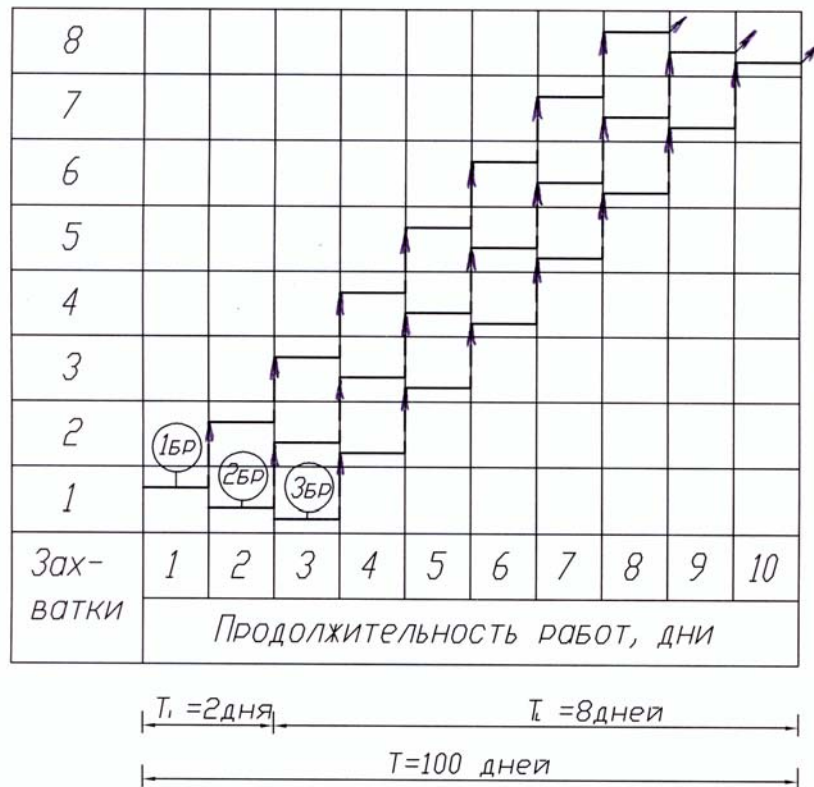
*Исходные данные:* количество бригад  $n = 3$ , объемы работ на захватках одинаковые; число захваток  $m = 8$ ; ритмы работы бригад  $t = k = 1$  день.

*Решение:*

$$T = (n+m-1) \cdot t;$$

$$T = (8+3-1) \cdot 1 = 10 \text{ дн.}$$

Строим линейный график и циклограмму равноритмичного специализированного потока (рисунок 5).



а – линейный график; б – циклограмма

Рисунок 5 – Линейный график и циклограмма специализированного равномерного потока

### 3.3 Организация потока с постоянным не единым, но кратным ритмом работы бригад (кратноритмичный поток)

Составить график производства работ (линейный и циклограмму) и определить общий срок строительства пяти монолитных фундаментов.

*Исходные данные:*

1 Состав работ:

- 1 – установка опалубки;
- 2 – монтаж арматурных изделий;
- 3 – укладка бетонной смеси;
- 4 – распалубка конструкций.

2 Объемы работ на захватках одинаковые.

3 Технологический перерыв между укладкой бетонной смеси и распалубкой конструкций принять равным 2 дням.

4 Число захваток  $m = 5$ .

5 Ритмы работы бригад:  $t_1 = 1$ ;  $t_2 = 1$ ;  $t_3 = 3$ ;  $t_4 = 1$  дн.

Изначально произведем графическое построение специализированного потока в форме циклограммы (рисунок 6), что даст возможность определить основные временные параметры потока в соответствии с исходными данными. После уравнивания потока можно будет сравнить полученную общую продолжительность потока с начальной.



Рисунок 6 – Циклограмма специализированного кратноритмичного потока до уравнивания

**3.3.1 Уравнивание кратноритмичных специализированных потоков по ускоренному ритму.** Для определения процесса с максимальным ритмом определим общее потребное количество бригад:

$$N = \frac{t_{\max}}{t_{\min}} = \frac{3}{1} = 3.$$

Общее число бригад  $n^1 = 6(1,2,3a,3б,3в,4)$

Период развертывания потока

$$T_p = t_{\min}(n^1 - 1) + t_{\text{пер}} = 1 \cdot (6 - 1) + 2 = 7.$$

Общая продолжительность потока после уравнивания определится по формуле

$$T_o = t_{\min}(m + n^1 - 1) + t_{\text{пер}} = 1 \cdot (5 + 6 - 1) + 2 = 12 \text{ дн.}$$

Строим графики производства работ (рисунок 7).

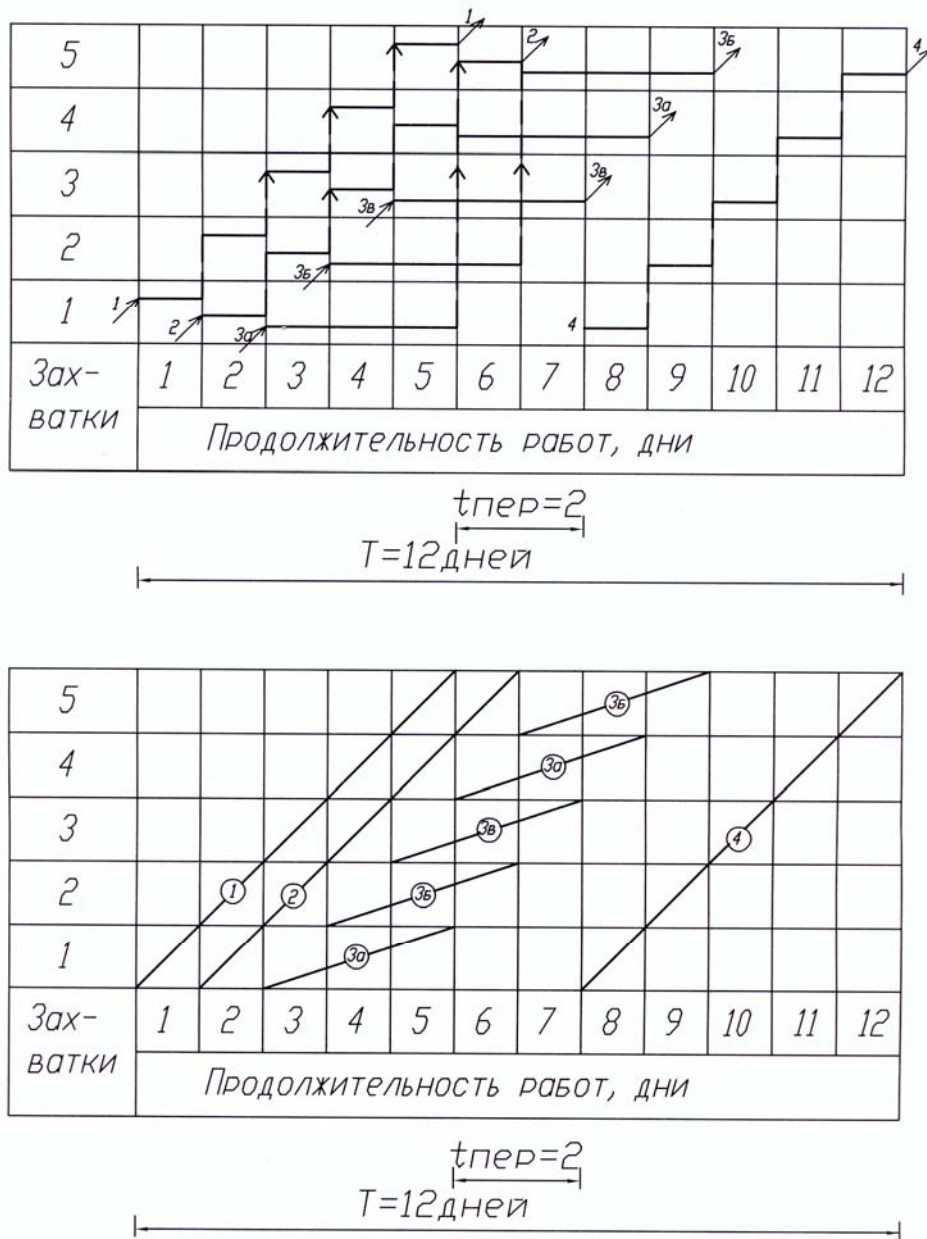


Рисунок 7 – Линейный график (а) и циклограмма (б) специализированного потока при уравнивании его по ускоренному ритму

*Уравнивание кратноритмичных специализированных потоков по замедленному ритму.* Уравнивание по замедленному ритму достигается следующими путями:

- путем введения различной сменности для выполнения различных работ;
- путем вывода бригад на резервные объекты;
- путем введения различной системы захваток.

Строим графики производства работ (рисунок 8):

При выполнении первого, второго и четвертого процессов бригады после выполнения установленного объема работ на соответствующих захватках высвобождаются на 2 дня для работы на других объектах.

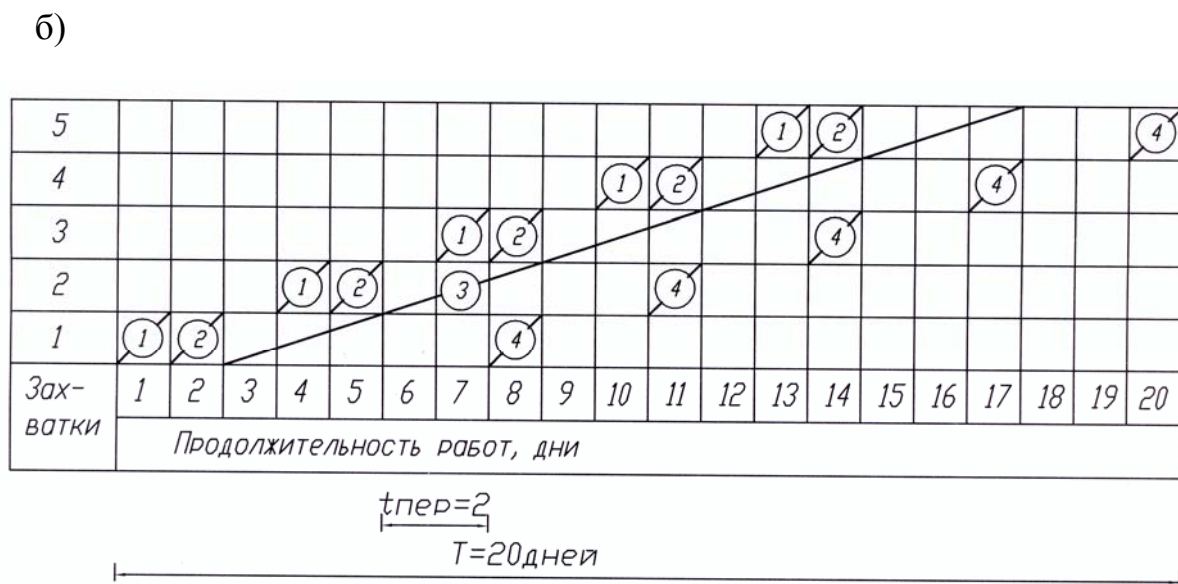
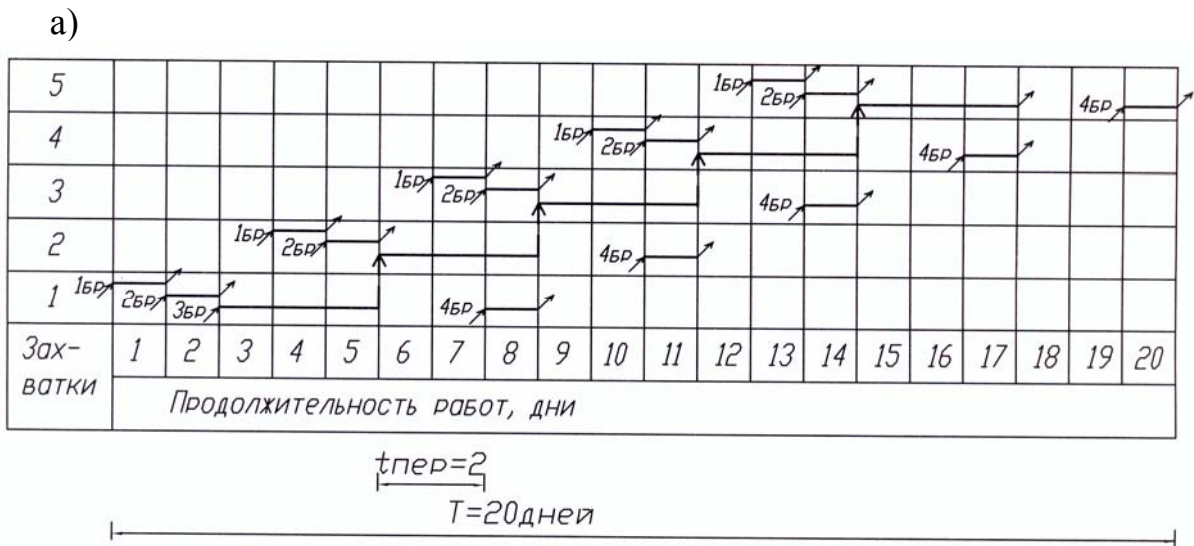


Рисунок 8 – Линейный график (а) и циклограмма (б) специализированного кратноритмичного потока при уравнивании его по замедленному ритму

### 3.4 Организация неритмичного потока с однородным изменением ритма

Для неритмичного потока с однородным изменением ритма необходимо определить такие сроки начала работы бригад потока, чтобы на одной и той же захватке одновременно не работали две разные бригады, что является основным условием потока, и одновременно не было необоснованного разрыва во времени между началом работы последующих бригад на одной и той же захватке. Расчет таких сроков может быть выполнен как графическим, так и аналитическим способами.

**Пример** - Расчет параметров неритмичного потока с однородным изменением ритма (таблица 1).

Таблица 1 – Исходные данные и расчет параметров

Бригада	Наименование параметров	Захватка			
		1	2	3	4
1	Ритмы работы бригад, дн.	2	4	2	1
2		2	4	2	1
3		2	4	2	1
4		2	4	2	1
1	Сроки окончания работы бригад по захваткам, дн.	2	6	8	9
2		6	10	12	13
3		10	14	16	17
4		14	18	20	21

Расчет выполняем следующим образом.

1 Просматриваем ритмы бригад, из них выбираем наибольший (в данном случае наибольшее значение имеет ритм работ на второй захватке, который равен 4).

2 Далее определяем сроки окончания работ первой бригады по захваткам и записываем их в первой строке второй части таблицы. Расчет выполняем путем последовательного сложения ритмов работ по захваткам.

3 Потом определяем сроки окончания работ всех бригад по захваткам и записываем их во второй части таблицы.

4 Срок окончания работ каждой последующей бригады на первой захватке определяем сложением срока окончания работы предшествующей бригады с величиной наибольшего ритма (в данном случае эта величина равна 4. Так, для второй бригады этот срок будет равен  $2+4 = 6$ ; для третьей бригады -  $6+4 = 10$ ; для четвертой бригады -  $10+4 = 14$ ).

5 На остальных захватках сроки окончания можно определить таким же способом, прибавляя по нарастающим итогам к рассчитанному сроку окончания работ каждой бригады на первой захватке ритм работы бригады на последующих захватках.

а)

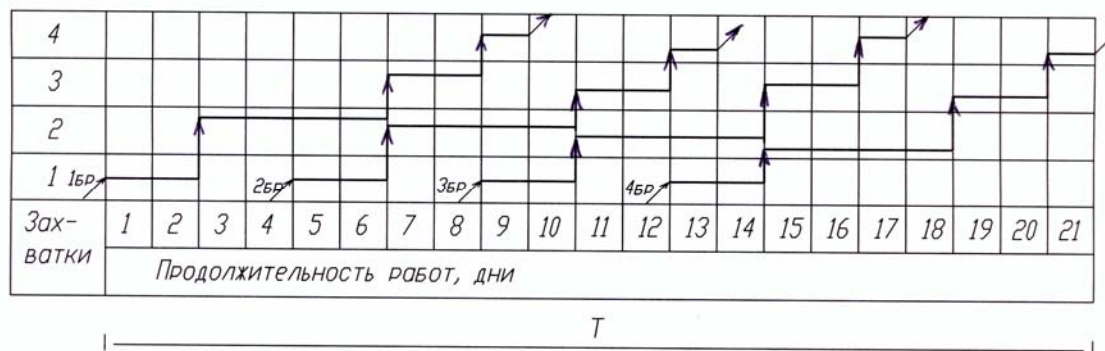
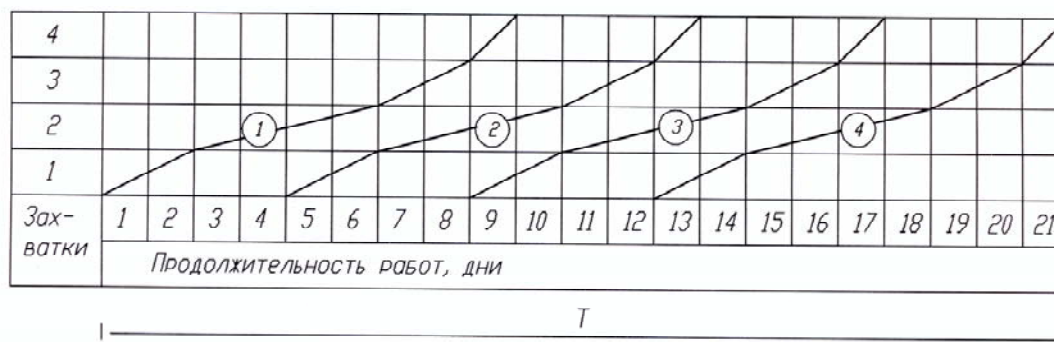


Рисунок 9 – Линейный график (а) и циклограмма (б) специализированного неритмичного потока с однородным изменением ритма

б)



Окончание рисунка 9

### 3.5 Расчет неритмичного потока с однородным изменением ритма с использованием матриц

Матрица – это прямоугольная таблица с пересекающимися строками и столбцами. В местах их пересечения (т.е. в клетках) записывают исходную информацию, над которыми можно производить математические операции.

Расчет с помощью матриц выполняют следующим образом.

1 Вначале составляется матрица, содержащая сведения о временных параметрах всех входящих в специализированный поток частных потоков. В середину клеток матрицы записывают продолжительность работ бригад на захватках.

2 Сначала в конце каждого столбца проставляют продолжительность работы бригад  $\sum k_i$ , для чего суммируют продолжительность их работ на всех захватках.

3 Затем в верхний левый угол первой клетки заносят время начала работы первой бригады на первой захватке (за начало отсчета принимают нуль), а в нижний правый угол - окончание работы бригады, которое равно времени начала работы плюс ее продолжительность.

4 Время окончания работы на первой захватке считается началом работы этой бригады на второй захватке, поэтому это время без изменений переносится в левый верхний угол второй клетки этого же столбца. Суммируя это время с продолжительностью работы на второй захватке, определяют время окончания работы. Это время записывают в нижний правый угол второй клетки. Таким образом, рассчитывают начала и окончания работ на всех захватках первой бригады. Дальнейший расчет по столбцам ведут в зависимости от продолжительности работы бригад.

5 Если продолжительность работы последующей бригады больше продолжительности работы предыдущей, то расчет ведут сверху вниз, а если меньше, то снизу вверх.

6 Цифра в нижнем углу последней клетки матрицы показывает общую продолжительность выполнения работ.

7 После расчета параметров потока с использованием матрицы строят циклограмму потока.

**Пример расчета.** Дана матрица с информацией неритмичного потока с однородным изменением ритма (таблица 2).

Таблица 2 – Исходные данные

Захватка	Бригада			
	1	2	3	4
I	1	2	1	3
II	1	2	1	3
III	1	2	1	3
IV	1	2	1	3

Общая продолжительность работы второй бригады больше продолжительности работ первой бригады (8 больше чем 4), поэтому расчет начал и окончаний второй бригады на захватках начинаем сверху вниз, т.е. с момента, когда освободится первая захватка.

Для этого из нижнего угла первой клетки первого столбца время, характеризующее окончание работ на первой захватке, переносим в левый верхний угол первой клетки второго столбца. Далее расчет аналогичен предыдущему.

Так как продолжительность работы третьей бригады меньше продолжительности работы второй бригады (4 меньше чем 8), то расчет начал и окончаний работ третьей бригады ведем снизу вверх. Для этого вначале в левый угол последней клетки третьего столбца переносим время окончания работ второй бригады на последней захватке. Одновременно это время переносим в правый нижний угол вышележащей клетки, где это время соответствует окончанию работы третьей бригады на предыдущей захватке. Начало работы бригады на этой захватке определяем как разность между этим временем и продолжительностью работы бригады на захватке. Аналогично заполняем все клетки матрицы (таблица 3). Общая продолжительность выполнения работ равна 19 дням.

Таблица 3 – Расчет неритмичного потока с однородным изменением ритма с использованием матрицы

Захватка	Номер бригады				$\sum \kappa_j$	$\sum t_{ПЕР j}$	$\sum \kappa_j + \sum t_{ПЕР j}$
	2	3	4	5			
I	0	1	6	7	7	3	10
	1	0	2	3	1	0	3
	1	3	7	10			
II	1	3	7	10	7	5	12
	1	1	2	2	1	2	3
	2	5	8	13			
III	2	5	8	13	7	7	14
	1	2	2	1	1	4	3
	3	7	9	16			
IV	3	7	9	16	7	9	16
	1	3	2	0	1	6	3
	4	9	10	19			
$\sum \kappa_i$	4	8	4	12	28	3	31

После расчета параметров потока с использованием матрицы, для наглядности этого примера построим циклограмму потока (рисунок 10).



Рисунок 10 - Циклограмма неритмичного потока с однородным изменением ритма, рассчитанного с использованием матрицы

### 3.6 Организация неритмичного потока с неоднородным изменением ритма

В таком потоке ритм работы каждой бригады по захваткам может иметь самые различные значения. В связи с этим непрерывность работы каждой отдельной бригады потока, кроме первой, может быть обеспечена, главным образом, за счет изменения сроков начала работ последующей бригады с учетом сроков окончания работ предшествующей.

Рассмотрим порядок и методику расчета на примере работы трех бригад на четырех захватках. Исходные данные и результаты расчета приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет неритмичного потока с неоднородным изменением ритма

Бригада	Наименование параметров	Захватка				Продолжительность работы без учета разрыва	Часть таблицы
		1	2	3	4		
1	Ритмы работы бригад, дн	2	7	3	2	14	1
2		5	2	4	2	13	
3		3	3	3	2	11	
1	Сроки окончания работы бригад по захваткам, дн	1-2	3-9	10-12	13-14		2
2		3-7	10-11	13-16	17-18		
3		10-12	13-15	17-19	20-21		
2	Величина разрыва в работе бригад между захватками	2	1	0	1	4	3
3		0	1	0	2	3	

После расчета параметров потока с использованием матрицы, для наглядности построим линейный график и циклограмму потока (рисунок 11).

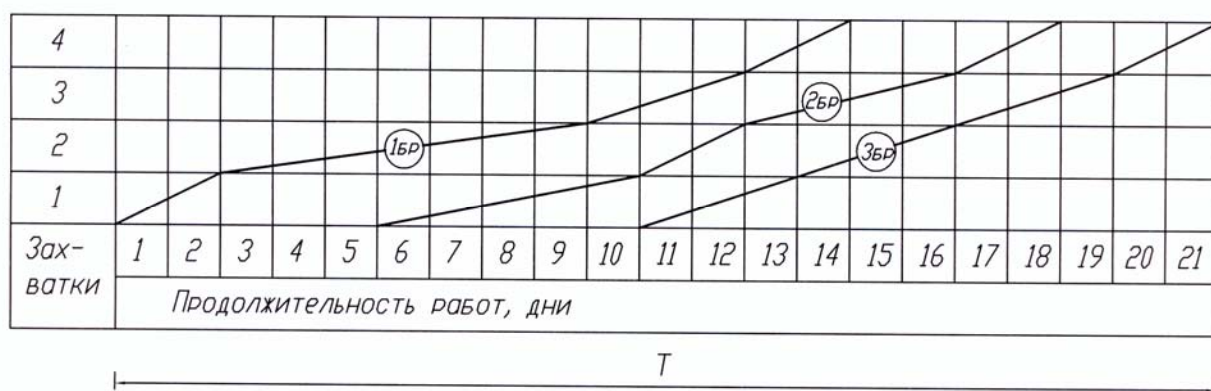
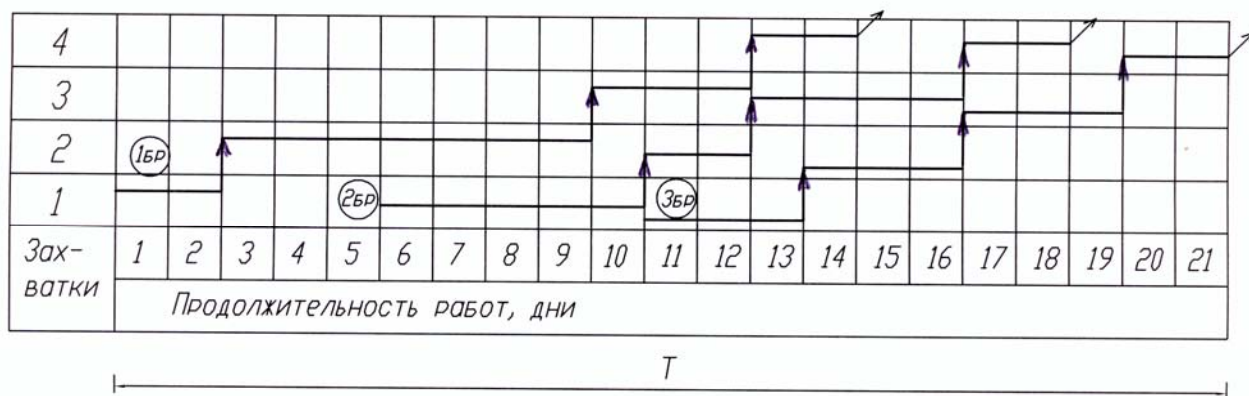


Рисунок 11 – Линейный график (а) и циклограмма (б) специализированного неритмичного потока с неоднородным изменением ритма

### 3.7 Расчет неритмичного потока с неоднородным изменением ритма с использованием матриц

1 На первом этапе расчета определяют места критических сближений каждой пары смежных бригад (частных потоков) (рисунок 12). Для этого находят наибольшую продолжительность выполнения работ на захватках этими двумя бригадами путем суммирования продолжительности их работ на захватках при условии, что критическое сближение находится вначале на первой, далее на второй и т. д. захватках. Результаты суммирования записываем в последнюю нижнюю строку матрицы в виде столбцов.

2 После определения мест критических сближений расчет начинают с тех клеток матрицы (таблица 6), на которых установлено критическое сближение.

3 В конце каждого столбца проставляют продолжительность работы бригад  $\sum k_i$ , для чего суммируют продолжительность их работ на всех захватках.

4 Затем в верхний левый угол первой клетки заносят время начала работы первой бригады на первой захватке (за начало отсчета принимают нуль), а в

нижний правый угол - окончание работы бригады, которое равно времени начала работы плюс ее продолжительность.

5 Время окончания работы на первой захватке считается началом работы этой бригады на второй захватке, поэтому это время без изменений переносится в левый верхний угол второй клетки этого же столбца. Суммируя это время с продолжительностью работы на второй захватке, определяют время окончания работы. Это время записывают в нижний правый угол второй клетки. Таким образом, рассчитывают начала и окончания работ на всех захватках первой бригады. Дальнейший расчет по столбцам ведут в зависимости от продолжительности работы бригад и мест критических сближений.

6 Если продолжительность работы последующей бригады больше продолжительности работы предыдущей и место критического сближения находится на первой захватке, то расчет ведут сверху вниз, а если место критического сближения находится в другой клетке, то расчет начинают с нее.

7 Цифра в нижнем углу последней клетки матрицы (таблица 6) показывает общую продолжительность выполнения работ.

8 Оценку качества запроектированных потоков производят с использованием различных критериев, к которым относятся: продолжительность потока, степень совмещения работ, уровень равномерности строительного потока.

Продолжительность потока зависит от общей трудоемкости работ, численного состава бригад, а для неритмичного потока - также от очередности включения в работу захваток, на которых функционирует поток. В неритмичных потоках разница между продолжительностью выполнения работ при различных вариантах очередностей включения в работу захваток достигает 15-20 %.

Степень совмещения работ на всех захватках, т. е. степень использования фронта работ бригадами, оценивают коэффициентом  $C$ :

$$C = \frac{\sum k_j}{\sum k_j + \sum t_{\text{ПЕР},j}},$$

где  $\sum k_j$  - суммарное значение продолжительности работы всех бригад на захватках, дн.;

$\sum t_{\text{ПЕР},j}$  - суммарное значение продолжительности организационных перерывов между работами бригад, дн.

9 Далее строят циклограмму неритмичного потока по рассчитанной матрице (рисунок 13).

**Пример** - Дана матрица с информацией неритмичного потока с неоднородным изменением ритма

Таблица 5 – Исходные данные

Захватка	Бригада			
	1	2	3	4
I	2	1	2	2
II	1	1	1	1
III	1	2	2	1
IV	2	1	1	3

Определяем места критических сближений каждой пары смежных бригад (рисунок 12).

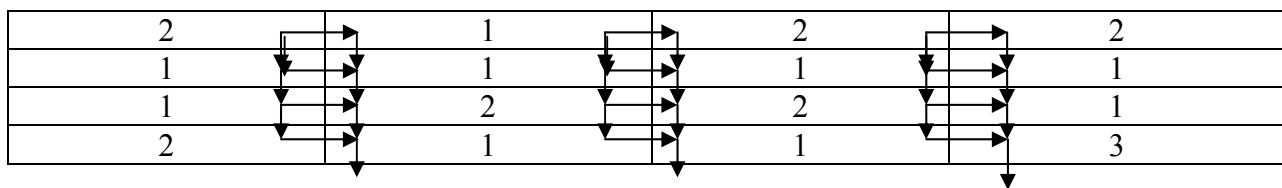


Рисунок 12 - Определение мест критических сближений работы смежных бригад

Таблица 6 – Расчет неритмичного потока с неоднородным изменением ритма с использованием матрицы

Захватка	Номер бригады				$\sum k_j$	$\sum t_{ПЕР j}$	$\sum k_j + \sum t_{ПЕР j}$
	2	3	4	5			
I	0	2	3	5	7	0	7
	2	1	1	0	2	0	2
	2		3		5		7
II	2	3	5	7	4	2	6
	1	0	1	1	1	1	1
	3		4		6		8
III	3	4	6	8	6	0	6
	1	0	2	0	2	0	1
	4		6		8		9
IV	4	6	8	9	7	1	8
	2	0	1	1	0	3	
	6		7		9		12
$\sum k_i$	6	5	6	7	24	3	27
$\sum t_{ПЕР j}$	0		2	1			
	7		7	9			
	7		6	8			
	7		7	9			
	7		6	9			

$$C = \frac{\sum k_j}{\sum k_j + \sum t_{ПЕР.j}} = \frac{24}{27} = 0,889.$$

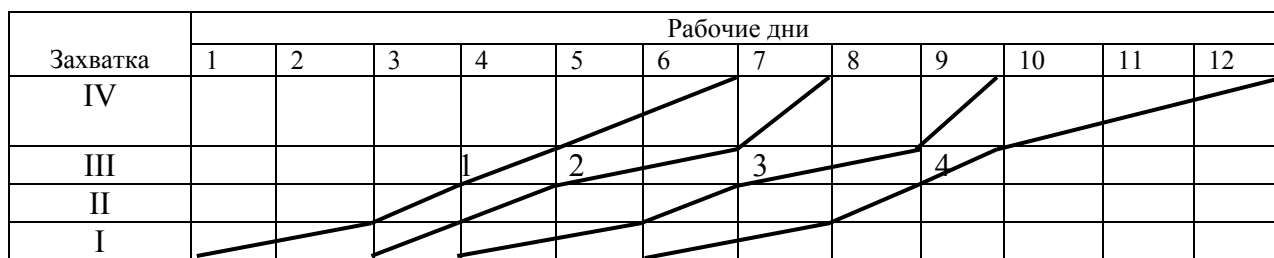


Рисунок 13 – Циклограмма неритмичного потока с неоднородным изменением ритма

### *Контрольные вопросы*

- 1 Назовите параметры потоков.
- 2 Как классифицируются потоки?
- 3 Назовите основные закономерности и представьте расчет параметров потоков?
- 4 Как графически изображаются потоки.
- 5 Какова методика расчета параметров неритмичных потоков с однородным изменением ритма?
- 6 Какова методика расчета параметров неритмичных потоков с однородным изменением ритма с помощью матриц?
- 7 Какова методика расчета параметров неритмичных потоков с неоднородным изменением ритма?
- 8 Какова методика расчета параметров неритмичных потоков с неоднородным изменением ритма с помощью матриц?

### **Список литературы**

- 1 **Дикман, Л. Г.** Организация строительного производства: учебник для строит. вузов / Л. Г. Дикман – М. : АСВ, 2003. – 512 с.
- 2 **Цай, Т. Н.** Организация строительного производства: учебник для строит. вузов / Т. Н. Цай, П. Г. Грабовой, В. А. Большаков – М. : АСВ, 1999. – 432 с.

**Приложение А**  
**(рекомендуемое)**

**Варианты заданий для индивидуальной работы студентов на практических занятиях по теме «Расчет неритмичного потока с однородным изменением ритма»**

Таблица А.1 – Варианты заданий

Вариант	Общее число захваток m	Процесс n	Ритм работы бригад на захватках t, дн.						
			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	1	1	3	4	5	1		
		2	1	3	4	5	1		
		3	1	3	4	5	1		
		4	1	3	4	5	1		
		5	1	3	4	5	1		
2	6	1	2	3	5	1	6	2	
		2	2	3	5	1	6	2	
		3	2	3	5	1	6	2	
		4	2	3	5	1	6	2	
		5	2	3	5	1	6	2	
		6	2	3	5	1	6	2	
3	4	1	3	4	1	5			
		2	3	4	1	5			
		3	3	4	1	5			
		4	3	4	1	5			
4	5	1	2	1	7	10	1		
		2	2	1	7	10	1		
		3	2	1	7	10	1		
		4	2	1	7	10	1		
		5	2	1	7	10	1		
5	6	1	5	3	6	11	9	1	
		2	5	3	6	11	9	1	
		3	5	3	6	11	9	1	
		4	5	3	6	11	9	1	
		5	5	3	6	11	9	1	
		6	5	3	6	11	9	1	
6	6	1	2	5	4	6	3	2	
		2	2	5	4	6	3	2	
		3	2	5	4	6	3	2	
		4	2	5	4	6	3	2	
		5	2	5	4	6	3	2	
		6	2	5	4	6	3	2	
7	5	1	1	1	3	5	9		
		2	1	1	3	5	9		
		3	1	1	3	5	9		
		4	1	1	3	5	9		
		5	1	1	3	5	9		

## Окончание таблицы А.1

8	7	1	1	3	5	4	2	1	8
		2	1	3	5	4	2	1	8
		3	1	3	5	4	2	1	8
		4	1	3	5	4	2	1	8
		5	1	3	5	4	2	1	8
		6	1	3	5	4	2	1	8
		7	1	3	5	4	2	1	8
9	4	1	2	5	6	1			
		2	2	5	6	1			
		3	2	5	6	1			
		4	2	5	6	1			
10	5	1	3	1	4	2	3		
		2	3	1	4	2	3		
		3	3	1	4	2	3		
		4	3	1	4	2	3		
		5	3	1	4	2	3		
11	6	1	6	7	9	1	4	2	
		2	6	7	9	1	4	2	
		3	6	7	9	1	4	2	
		4	6	7	9	1	4	2	
		5	6	7	9	1	4	2	
		6	6	7	9	1	4	2	
12	7	1	2	3	5	8	4	10	3
		2	2	3	5	8	4	10	3
		3	2	3	5	8	4	10	3
		4	2	3	5	8	4	10	3
		5	2	3	5	8	4	10	3
		6	2	3	5	8	4	10	3
		7	2	3	5	8	4	10	3
13	7	1	4	2	1	3	5	2	3
		2	4	2	1	3	5	2	3
		3	4	2	1	3	5	2	3
		4	4	2	1	3	5	2	3
		5	4	2	1	3	5	2	3
		6	4	2	1	3	5	2	3
		7	4	2	1	3	5	2	3
14	5	1	5	3	2	4	6		
		2	5	3	2	4	6		
		3	5	3	2	4	6		
		4	5	3	2	4	6		
		5	5	3	2	4	6		
15	4	1	2	4	4	7			
		2	2	4	4	7			
		3	2	4	4	7			
		4	2	4	4	7			
16	4	1	3	2	6	4			
		2	3	2	6	4			
		3	3	2	6	4			
		4	3	2	6	4			

**Приложение Б**  
**(рекомендуемое)**

**Варианты заданий для индивидуальной работы студентов на  
практических занятиях по теме «Расчет неритмичного потока с  
неоднородным изменением ритма»**

Таблица Б.1 – Варианты заданий

Вариант	Общее число захваток m	Процесс n	Ритм работы бригад на захватках, дн (t)						
			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	1	1	2	1	1			
		2	3	3	4	1			
		3	4	5	5	2			
		4	6	7	1	2			
2	5	1	2	1	5	4	2		
		2	3	2	4	3	2		
		3	4	2	7	2	5		
		4	5	3	8	1	5		
		5	6	3	10	7	1		
3	6	1	3	2	1	1	2	10	
		2	3	1	5	2	3	2	
		3	5	4	4	4	1	5	
		4	5	5	9	6	2	6	
		5	6	1	7	1	3	1	
		6	1	7	1	1	1	8	
4	7	1	4	3	6	2	5	6	7
		2	4	3	3	2	1	8	2
		3	5	5	4	5	1	4	6
		4	5	6	5	5	2	3	4
		5	1	4	1	9	1	6	4
		6	2	8	2	1	3	7	7
		7	2	1	7	4	3	5	8
5	6	1	5	6	1	2	2	4	
		2	6	2	3	3	2	4	
		3	1	4	5	4	3	2	
		4	5	1	4	6	3	2	
		5	1	4	7	5	4	1	
		6	2	1	8	3	2	5	
6	5	1	4	1	5	6	3		
		2	4	1	5	1	2		
		3	2	2	4	1	2		
		4	2	3	4	1	2		
		5	3	3	4	6	4		
7	5	1	5	4	9	7	3		
		2	2	3	4	7	3		
		3	2	3	4	5	2		
		4	1	2	3	5	2		
		5	3	2	5	2	2		