

УДК [69.059.7:725.4]:658.512

## О МЕТОДИКЕ ПОТОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ганиев К.Б.

д.т.н. проф. (СамГАСУ).

Ходжаева Ш.Н.

докторант (ТАСУ).

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17903521>

**Аннотация.** В статье предложена методика решения задачи поточной организации работ при реконструкции на основе матричного алгоритма. Изложен метод сокращения продолжительности выполнения работ поточным методом. Рассчитываются организационные разрывы, критическое сближение и общая продолжительность реконструкции объекта.

**Ключевые слова:** Реконструкция, поточная организация, методика, организационные разрывы, критическое сближение, общая продолжительность реконструкции объекта.

### Введение

В последние годы в инвестиционной политике государства повышено внимание строительной отрасли и тому подтверждение Указ Президента Республики Узбекистан УП№158 от 11 сентября 2023 г. «О Стратегии «Узбекистан–2030», где отмечено, что поддержание высоких темпов экономического роста тесно связано с реформами, реализуемыми в строительной сфере. В то же время в строительной отрасли существуют нерешенные проблемы. На наш взгляд, важнейшими из них являются проблемы организации производства при реконструкции промышленных предприятий и учет специфических особенностей реконструкции, которые отражаются на конечных результатах деятельности строительных организаций, при осуществлении обновления основных фондов промышленности. Имеются частичные исследования по разработке теории поточной организации реконструкции [3, 4], что явилось толчком для разработки этого вопроса и повышения эффективности функционирования строительных организаций, повышения их конкурентоспособности в новых условиях хозяйствования.

### Основная часть

Для решения задачи методом поточной организации реконструкции полученные исходные данные заносятся в исходную расчетную матрицу (см. рис.1) в следующем порядке:

- в верхнюю часть матрицы заносятся отдельные виды строительно-монтажных работ в соответствующих условиях их выполнения (см. классификацию видов реконструкции и условий производства работ);
- в левом крайнем столбце матрицы перечисляются участки (захватки);
- в последнем столбце матрицы указываются сумма продолжительностей работ на отдельных захватках ( $\sum_1^m t_{pi}$ ), а также сумма организационных перерывов (разрывов) на одной захватке  $\sum_1^m t_{pi} / \sum_1^n t_{pi} + \sum_1^m t_{орг}$ , а также сумма по всем захваткам;

- в последней строке матрицы записываются суммарные объемы частных потоков ( $\sum_1^m t_{pi}$ );

- центральная часть матрицы заполняется продолжительностью работ (ритмами бригад) подсчитанных на основе трудоёмкости работ и поправочных коэффициентов, полученных в результате исследований работ при новом строительстве, расширении и реконструкции промышленного предприятия.

Последовательность расчета неритмичного потока заключается в следующем:

- 1) отыскании минимальных разрывов между бригадами и критического сближения;
- 2) нахождении плотности графика работ;
- 3) определение общей продолжительности всех реконструктивных работ на участках (захватках).

Теперь рассмотрим предлагаемые нами этапы расчета, поточной организации неритмичных потоков при реконструкции, суть которых заключается в следующем.

Этап 1. Определяется продолжительность выполнения отдельных видов работ (процессов) бригадами на захватках, которые заносятся в исходную таблицу (см. табл.1);

Этап 2. Определяется продолжительность выполнения отдельных видов работ  $t_{pi}$  на всех захватках;

Этап 3. Рассчитываются организационные и технологические перерывы (разрывы) между работами;

Этап 4. Определяется минимальная продолжительность всех рассматриваемых работ на всех захватках;

Этап 5. Рассчитывается сумма продолжительностей выполнения работ ( $\sum t_{pi}$ ) на захватках с организационными и без организационных перерывов ( $\sum t_{pi} / \sum t_{pi} + \sum t_{орг}$ ), а также их сумма на всех захватках (см. табл.3);

Этап 6. Устанавливается очередность выполнения работ и определение перерывов (пустующих захваток) между работами бригад;

Этап 7. Проводится оптимизация путем расчета продолжительностей работ до ведущего процесса и после ведущего процесса.

Этап 8. Осуществляется оптимизация матрицы по времени выполнения работ (процессов) на захватках;

На рис.1 представлена матрица для расчета поточной организации работ при реконструкции объекта.

Участки (захватки)	Работы (процессы)					$T_{зах} = \frac{\sum t_p^s}{\sum t_p^s + \sum t_{орг}^s}$
	1	2	3	....	n	
I						
II						
III						
IV						
÷ m						

$\sum_{i=1}^m t_{pi}$						
-----------------------	--	--	--	--	--	--

Рис.1. Матрица для расчета поточной организации работ при реконструкции объекта

Каждая клетка в матрице имеет начало работы  $t_{pi}^H$ , продолжительность работы  $t_{pi}$  и окончание работы  $t_{pi}^0$ . (см.рис.2).

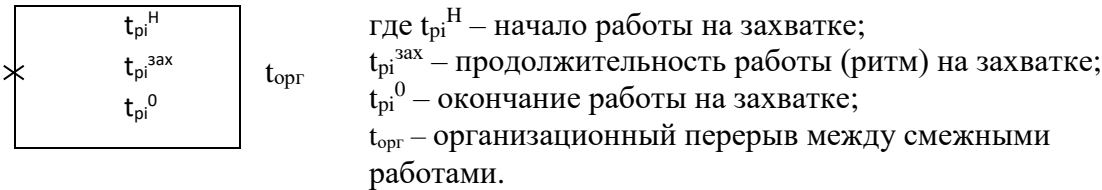


Рис.2. Схема определения сроков начала и окончания работ на захватке

Для того, чтобы начать расчеты на первом этапе необходимо таблицу 1 заполнить продолжительностями работ, которые выполняются бригадами на каждой захватке.

Таблица 1

Участки (захватки)	Исходные данные Работы (процессы)				
	1	2	3	4	5
I	1	2	2	2	1,5
II	1,5	2	2,5	3	2
III	1	2	2	3	1,5
IV	1,5	2	2,5	4	2

На втором этапе по данным таблицы 1 определим продолжительность выполнения работ на захватках  $\Sigma t_{pi}$ . Для нахождения продолжительности работы 1 на IV<sup>x</sup> захватках просуммируем продолжительности 1, 1,5, 1 и 1,5 получим  $t_{p1}^{I-IV} = 1 + 1,5 + 1 + 1,5 = 5$  дн., 2<sup>ой</sup> работы 2+2+2+2 или  $t_{p2}^{I-IV} = 8$  дн., работы 3 -  $t_{p3}^{I-IV} = 2 + 2,5 + 2 + 2,5 = 9$  дн., работы 4 -  $t_{p4}^{I-IV} = 2 + 2 + 2 + 3 = 12$  дн. и работы 5 -  $t_{p5}^{I-IV} = 7$  дн. Эти данные необходимо занести в таблицу 2.

Расчет продолжительности работы начинается с нуля. Для нахождения продолжительности работы  $t_{p1}^{I-IV}$  необходимо в первой клетке 0+1=1, во второй клетке конец работы  $t_{p1}^I$  будет началом работы  $t_{p1}^{II}$ . К нему прибавляется продолжительность работы  $t_{p2}$ , т.е. 1+1,5=2,5 дн. Цифра 2,5 будет началом работы  $t_{p3}$  и продолжительностью работы 1 день, т.е. 3,5 дня и продолжительность работы  $t_{p4}$  определится как 5 дн. (3,5+1,5). Аналогично рассматриваются для второй  $t_{p2}^I, t_{p2}^{II}, t_{p2}^{III}, t_{p2}^{IV}$ , третьей, четвертой и пятой работам и все выполненные расчеты заносятся в таблицу 2.

Таблица 2

N работ N захваток	1	2	3	4	5	$\frac{\sum t_{Pi}}{\sum t_{Pi} + \sum t_{opr}}$
I	0 1 1	1 2 3	3 2 5	5,5 2 7,5	12,5 1,5 14	$\frac{9,0}{14}$
II	1 1,5 2,5	3 2 5	5 2,5 7,5	7,5 3 10,5	14 2 16	$\frac{11}{15}$
III	2,5 1 3,5	5 2 7	7,5 2 9,5	10,5 3 13,5	16,0 1,5 17,5	$\frac{9,5}{15}$
IV	3,5 1,5 5	7 2 9	9,5 2,5 12	13,5 4 17,5	17,5 2 19,5	$\frac{12}{16}$
$\sum t_{Pi}$	5	8	9	12	7	$\frac{41}{60}$

Рассчитаем плотность графика по формуле:

$$\frac{\sum t_{Pi}}{\sum t_{Pi} + \sum t_{opr}} = \frac{41}{60} = 0,683$$

Например, разрыв на III захватке между 1-й и 2-й работами составит 1,5 дня. Для определения общей продолжительности выполнения всей совокупности работ по любому направлению движения работ необходимо в потоке суммировать все продолжительности работ и пересекаемые разрывы.

Обычно удобнее считать по внешнему контуру  $T_{\max} = 1+0+2+0+2+0,5+2+5+1,5+2+1,5+2=19,5$  дней. Проверку следует проводить путем подсчета по внутреннему контуру.

Для определения общей продолжительности можно не записывать и не определять разрывы на всех захватках, достаточно их определить для I захватки. В этом случае следует сложить все продолжительности работ на I захватке, добавить по I захватке все величины разрывов и продолжительности выполнения процессов последней бригады, получим  $T_{\max} = 1+2+2+0,5+2+5+1,5+2+1,5+2=19,5$  дня.

На третьем этапе рассчитываются организационные и технологические перерывы (разрывы). Разрывы между концом предыдущей работы и началом последующей на каждом участке в табл.3 приведены рядом со знаком “х”.

Для выполнения этих расчетов поочередно сравниваются работы 1 и 2, 2 и 3, 3 и 4, 4 и 5. Рассмотрим 1<sup>ю</sup> и 2<sup>ю</sup> работы. Для того, чтобы начать работу  $t_{p2}^I$  на первой захватке в верхнем левом углу проставляем число 1, т.е. после окончания работы  $t_{p1}^I$  на первой

захватке можно начать  $t_{p2}^I$  и тогда критическое сближение между работами равно 0 ( $1-1=0$ ), на второй захватке имеем разрыв равной 0,5 дн. ( $3-2,5$ ), на третьей захватке между работами  $t_{p2}^{III}$  и  $t_{p1}^{III}$  составит 1,5 дн. ( $5-3,5$ ), и на IV захватке разрыв между работами, составляет 2 дн. ( $7-5$ ). Для нахождения критического сближения между работами вступает в силу другое правило. Для нахождения начала третьей работы движемся сверху вниз до того момента, когда сближение между работами будет равно 0 ( $5-5$ ), а это произошло между третьей работой и второй на II захватке. Начало работы  $t_{p3}^{II}$  равно 5 дням, и если прибавить 2,5 дня, получим продолжительность работы  $t_{p3}^{II}$  равная 7,5 дням. Отсюда, видно, что начало работы  $t_{p3}^{II}$  будет концом работы  $t_{p3}^I$  и если отнять от 7,5 дн. – 2,5 дн. = 5 дн., то получим начало работы  $t_{p3}$  (см.табл.2). Теперь определим продолжительности и их организационные разрывы для работ 2 и 3 на III и IV захватках. Из наших расчетов видно, что конец работы  $t_{p3}$  равен 12 дням. Эта цифра автоматически переходит на начало III захватки и в этом случае организационный разрыв между работами 2 и 3 составит 0,5 день ( $7,5-7$ ), а на IV захватке составит 1,5 дня ( $13,5-12$ ) (см.табл.). Аналогично найдены организационные разрывы между работами 3 и 4, 4 и 5 (см.табл.2).

Рассмотрим 4 этап. Для каждой пары смежных работ подсчитаем все возможные варианты продолжительности и определим максимальную продолжительность  $t_{pmax}$ .

Вычитая из  $t_{pmax}$ , варианты меньшей продолжительности выполнения реконструктивных работ по каждой захватке получим  $t_{pразр}$  – разрывы во времени между концом предыдущей работы и началом последующей работы. Для определения общей продолжительности выполнения всех работ по любому направлению движения работ в потоке надо суммировать все продолжительности работ и пересекаемые разрывы.

Выполним дальнейшие расчеты для нашего примера в табл.3. Расчеты в табл.3 (выполнены согласно предлагаемым этапам 4-8) свидетельствуют о том, что общая продолжительность выполнения реконструктивных работ составляет 18 дней или сокращение составило 1,5 дня, т.е. почти на 8%. Оптимизация может быть и частичной, т.е. не все разрывы могут приниматься равными 0 и всё таки возможно сокращение сроков выполнения совокупности реконструктивных работ.

Таблица 3

	1	2	3	4	Перерыв	5	$\frac{\sum t_{pi}}{\sum t_{pi} + \sum t_{opr}}$
I	0 1 1	1 2 3	3 2 5	5 2 7	1 x5	12 1,5 13,5	$\frac{9,5}{13,5}$
III	1 1 2	3 2 5	5 2 7	7 3 10	1 x2,5	13,5 1,5 14	$\frac{10,5}{13}$

II	2 1,5 3,5	5 x1,5 2 7	7 - 2,5 9,5	10 x0,5 3 13	1 x 2 16	14 2 14
IV	3,5 1,5 5	7 x2 2 9	9,5 x0,5 2,5 12	13 x1 4 17	1 x1 2 18	13 14,5 18
t <sub>pi</sub>	5	8	9	12		7
						45 55

Эффективность принятой организации работ характеризуется также плотностью графика потока.

Показатель плотности графика – это отношение суммы продолжительности выполнения реконструктивных работ  $\sum_1^n t_{pi}$  к сумме продолжительности этих работ и имеющихся разрывов  $\sum_1^n t_{pi} + \sum_1^i t_{p.раз.}$  [2]. Откуда, имеем:

$$K_{пл} = \sum_1^n t_{pi} : \left( \sum_1^n t_{pi} + \sum_1^i t_{p.раз.} \right)$$

В рассмотренном примере это отношение или коэффициент плотности графика будет равно  $K_{пл} = \frac{45}{55} = 0,82$ .

**Вывод**

Выполненные расчеты свидетельствуют о том, что предлагаемая методика раскрывает существующие потери и повышает эффективность поточной организации при реконструкции промышленного предприятия.

**Список использованной литературы**

1. Ганиев К.Б., Ходжаева Ш.Н. О методе поточной организации строительства при реконструкции. // «Проблемы архитектуры и строительства» научно-технический журнал. Самарканд – 2025. №1, 345-347 с.
2. Организация и планирование строительного производства. Учебник / Под общ. ред. проф. Е.И. Вареника и проф. И.Г. Галкина. – М.: Высшая школа, 1973. – 480 с.
3. Синенко С.А. Системотехника проектирования организации строительного производства. // В кн. «Системотехника» / Под ред. А.А. Гусакова. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2002. – 768 с.
4. Синенко С.А. Поточные методы строительства. с. 135 – 136. // В кн. «Системотехника строительства. Энциклопедический словарь. / Под ред. А.А. Гусакова. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 320 с.