

Афонясов Виктор Алексеевич
Ленинградский инженерно-строительный институт

ФОРМИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПОТОКОВ

Наиболее общим классом поточной организации работ являются параллельные потоки, когда отдельные виды работ выполняются двумя и более бригадами.

Методика формирования и расчета параллельно-поточных методов организации работ носит более общий характер по отношению к методике формирования и расчета индивидуально-поточных методов. Она включает в себя методику расчета индивидуально-поточных методов организации работ [1,2,6,7,8] и базируется на ней. Наряду с этим методика формирования и расчета параллельно-поточных методов организации работ включает в себя решение ряда специфических для нее вопросов, и прежде всего - определения состава и числа однотипных бригад, а также последовательности их загрузки и маршрутов движения бригад.

Определение состава и числа однотипных бригад в параллельных потоках осуществляется, как правило, после и на основе расчета индивидуальных потоков. При этом возможны следующие принципы формирования параллельно-поточной организации работ [3,5]: - включение однотипных бригад в самостоятельные индивидуальные потоки до возможности укрупнения каждого индивидуального потока полным набором бригад всех видов и усиление этих потоков оставшимися бригадами;

- выявление и первоочередное включение однотипных бригад в выполнение наиболее продолжительных видов работ в количестве, достаточном для достижения средней продолжительности (или менее средней - вплоть до минимально возможной) с целью достижения требуемой продолжительности комплекса работ;

- выявление и первоочередное включение однотипных бригад в выполнение видов работ, требующих минимальных дополнительных ресурсов для сокращения продолжительности комплекса работ;

- включение в единый параллельный поток всех наличных однотипных бригад, если их число не превосходит количества частных фронтов работ (Распространенный на практике вариант организации параллельных потоков).

Определение последовательности загрузки бригад и маршрутов их движения может носить случайный характер (что хуже) или осуществляться непосредственно в ходе расчета параллельно-поточных методов организации

работ (что лучше). При этом опыт проведения расчетов показывает, что более рационально начинать расчет параллельно-поточных методов организации работ с потока с критическими работами, выявленными с учетом ресурсных и фронтальных связей и осуществлять его на матрицах [5].

Определение последовательности загрузки бригад может производиться при выдерживании ряда принципов:

первоочередной загрузки наиболее мощных бригад среди однотипных, а при загрузке бригад равной мощности - имеющих наименьший порядковый номер;

первоочередной загрузки бригад, обеспечивающих наименьший срок выполнения последующих работ, а при загрузке бригад, обеспечивающих одинаковый срок выполнения соответствующих работ, - имеющих наименьший порядковый номер;

первоочередной загрузки бригад, находящихся наиболее длительное время в ожидании, а при загрузке бригад с одинаковым сроком пребывания в очереди - имеющих наименьший порядковый номер;

загрузки бригад в наперед заданной случайной последовательности, что обеспечивает включение в параллельный поток всех наличных бригад, если их число не превышает числа частных фронтов работ (широко применяемый на практике принцип, не гарантирующий однозначности и эффективности результатов расчета).

Определение маршрутов движения бригад вызвано тем обстоятельством, что при параллельно-поточной организации работ каждая из однотипных бригад движется по своим частным фронтам, то есть ее маршрут всегда отличен от маршрута другой или других однотипных бригад. К тому же при параллельно-поточной организации работ несравненно более часто, чем при индивидуально-поточной, имеет место возможность и возникает необходимость отказа от единой очередности освоения частных фронтов работ разнотипными бригадами и перехода к разным очередностям освоения, то есть разным маршрутам движения бригад.

Однако переход от нормальной загрузки бригад к выборочной далеко не всегда гарантирует сокращение продолжительности работ. При переходе от нормальной к выборочной загрузке имеют место случаи не только сокращения продолжительности комплекса работ, но и увеличения ее (факт отрицательный).

Заранее определить последствия перехода от нормальной к выборочной загрузке той или иной бригады нельзя (за исключением перехода от нормальной к выборочной загрузке бригад последнего вида работ, что всегда полезно). Поэтому при формировании параллельно-поточной организации работ расчеты должны производиться там, где это возможно, как при нормальной, так и выборочной загрузке бригад.

После формирования и расчета конкурентноспособных вариантов параллельно-поточного метода организации с критическими работами, выявленными с учетом ресурсных и фронтальных связей (МКР с РФС), необходимо в интересах поиска варианта организации работ с наиболее высокими технико-экономическими показателями произвести расчет и формирование других методов организации работ с теми же вариантами состава и числе бригад, после довательностями загрузки и маршрутов движения бригад.

Рекомендуется [5] формирование параллельно-поточных методов организации работ с непрерывным:

- использованием ресурсов (МНИР);
- освоением фронтов работ (МНОФ);
- выполнением критических работ, выявленных с учетом ресурсных, фронтальных, прямых начальных и обратных конечных ранговых связей (МКР и РФПНОКРС); с учетом ресурсных, фронтальных, обратных начальных и прямых конечных ранговых связей (МКР и РФОНПКРС); с учетом прямых и начальных обратных и конечных ранговых связей (МКР с ПОНКРС), то есть формирование параллельно-поточного метода организации работ по турам.

После формирования и расчета перечисленных методов и вариантов организации работ осуществляется их сравнение по тем или иным критериям, в частности - дифференциальным, объединяемым (с учетом их значимости) в интегральной по методике, приведенной в [4]. Вариант параллельно-поточной организации работ, обладающий наиболее высоким интегральным критерием, принимается к производству работ. Если более высокое значение критерия соответствует одновременно нескольким вариантам организации работ, то либо пересматривается значение дифференциальных критериев, либо вводится в систему дифференциальных критериев дополнительный с соответствующим коэффициентом значимости.

Для иллюстрации и конкретизации ряда положений методики формирования и расчета основных разновидностей параллельно-поточных методов организации работ рассмотрим следующий пример расчета.

П р и м е р. Пусть даны (табл. I) продолжительности выполнения работ четырех видов (А, Б, В и Г) на четырех фронтах (I, II, III и IV). Требуется сформировать такую организацию работ, при которой продолжительность общего комплекса не превышает 40 ед. вр. и достигаются высокие технико-экономические показатели строительства.

Р е ш е н и е. Поиск требуемого ответа был начат с формирования, расчета и оптимизации потоков при индивидуально-поточной организации работ. Однако проведенные расчеты [I] показали, что при индивидуально-поточной организации найти удовлетворительное решение не удалось. Поэтому у руководителей были запрошены и получены дополнительные ресурсы в виде однотипных бригад А2 (с мощностью в I,5 раза меньшей, чем

мощность бригады А1) и Г2 (с мощностью, равной мощности бригады Г1). Включение в поток однотипных бригад А2 и Г2 превратило его из индивидуального в параллельный, а различие в мощности бригад А1 и А2 потребовало формирования матрицы возможных продолжительностей работ (таблица 1).

На основе матрицы возможных продолжительностей работ произведен расчет параллельного потока с критическими работами, выявленными с учетом ресурсных и фронтальных связей, при первоочередной (при равных возможностях) нормальной и выборочной загрузках наиболее мощных однотипных бригад, а при равной мощности - бригад с меньшим индексом. Однако в данном случае переход от принципа нормальной загрузки к принципу выборочной не привел к изменениям сроков работ, поэтому результаты расчета как по одному, так и другому принципам приведены в одной таблице № 2.

В данной и последующих матрицах в строкографах (клетках) матрицы приведены продолжительности работ (в центре), ранние сроки выполнения работ (в верхней части) и поздние (в нижней части). При этом цифру, характеризующую срок начала работы, следует понимать как начало отсчета. Так, например, начало отсчета первого рабочего дня - ноль, седьмого рабочего дня - шесть и т.п.

Если в соответствующем методе организации имеют место однозначные сроки выполнения работ, то они приведены в верхней части строкографов.

Результаты расчета прочих методов и вариантов организации работ приведены на матрицах в табл 3 и 4.

Таким образом, на основе исходных данных сформированы и рассчитаны варианты организации работ, различающиеся параметрами и технико-экономическими показателями.

Анализ приведенных данных показывает, что наименьшую продолжительность комплекса работ обеспечивают в данном случае 1 и 3 варианты организации работ.

Таблица 1

Матрицы с исходными данными и возможными продолжительностями работ

ОФР		МАТРИЦЫ									
		с исходными данными				с возможными продолжительностями работ					
		А	Б	В	Г	А1	А2	Б	В	Г1	Г2
	I	4	2	7	4	4	6	2	7	4	4
	II	8	5	4	5	8	12	5	4	5	5
	III	10	2	9	7	10	15	2	9	7	7
	IV	6	3	1	6	6	9	3	1	6	6
	Σ	28	12	21	22	А1 = 1,5 А2; Б; В; Г1 = Г2					
Исходные фронтальные работы	I	4	2	7	4	4	6	2	7	4	4
	II	8	5	4	5	8	12	5	4	5	5
	III	10	2	9	7	10	15	2	9	7	7
	IV	6	3	1	6	6	9	3	1	6	6

Таблица 2

Матрица с результатами расчета параллельного потока с критическими работами, выявленными с учетом ресурсных и фронтальных связей, при первоочередной нормальной и выборочной загрузках левых одностипных бригад (1-й вариант организации работ)

ОФР		Частные потоки, продолжительности и сроки работ															
		А1			А2		Б		В		Г1		Г2				
Частные фронты работ	I	0	4	4	0	4	2	6	6	7	13	13	4	17	0		
		4		8		8		10	10		17	21		25			
	II		0		0	12	12	12	5	17	17	21	26		0		
					0	12	12	12		17	17	4	21	25	5	30	
III	4	10	14			17	2	19	21	30	30	7	37		0		
	9		19			19		21	21	30	30		37				
IV		0		12	9	21	21	3	24	30	1	31			31	37	
				18		27	27		39	30		31	0		31	6	37

Таблица 3

Матрица с результатами расчета параллельного потока с непрерывным использованием ресурсов при первоочередной загрузке левых одностипных бригад (2-й вариант организации работ)

ОФР		Частные потоки, продолжительности и сроки работ															
		А1			А2		Б		В		Г1		Г2				
Частные фронты работ	I	0	4	4	0	12	2	14	14	7	21	25	4	29	0		
	II		0		0	12	14	5	19	21	25	29	5	34	0		
III	4	10	14			19	2	21	25	9	34	34	7	41	0		
IV		0		12	9	21	21	3	24	34	1	35			36	6	41
													0				

Таблица 4

Матрица с результатами расчета параллельного потока с непрерывным освоением фронтов работ при первоочередной загрузке левых одностилльных бригад (3-й вариант организации работ)

ФФР		Частные потоки, продолжительности и сроки работ										
		А1		А2		Б		В		Г1		Г2
Частные фронты работ	I	0	4	0	4	6	6	13	13	17	0	
	II	0	0	12	12	17	17	21	21	26	0	
	III	9	19	0	19	21	21	30	30	37	0	
	IV	0	18	27	27	30	30	31	0	31	37	6

Анализ полученных результатов показывает, что в данном случае наименьшую продолжительность (37 ед. времени) обеспечили I-й и 3-й варианты организации работ. Однако у них имеют место простои ресурсов. Если важно обеспечить непрерывность использования всех видов ресурсов, то нужно принять к производству 2-й вариант организации работ. Однако у него имеет место простой фронтов работ и соответственно большая продолжительность строительства объектов.

Окончательное решение следует принимать в результате всестороннего сравнения вариантов и выбора наиболее соответствующего конкретным условиям производству работ [4].

В заключение освещения методики формирования и расчета параллельно-поточных методов организации работ необходимо отметить, что в изложенном виде она уже содержит элементы оптимизации в частности, по критерию достижения минимальной продолжительности выполнения комплексов работ.

Действительно, в процессе расчета рассматриваются и сравниваются между собой весьма различные по характеру и технико-экономическим показателям варианты организации работ и к производству принимается наиболее рациональный.

Однако этим возможности оптимизации не исчерпываются. При параллельно-поточной организации работ, как и при индивидуально-поточной, изменение очередности освоения частных фронтов работ в неритмичных потоках приводит, как правило, к изменению продолжительности выполнения всего комплекса работ и прочих параметров потока. Поэтому необходим поиск

оптимальных очередностей освоения частных потоков, обеспечивающих минимальную продолжительность выполнения комплекса работ.

Проведенные исследования показали, что в основу поиска оптимальных (по критерию минимума продолжительности) очередностей освоения частных фронтов работ в неритмичных параллельных потоках могут быть положены алгоритмы направленного перебора, которые используются при индивидуаль-но-поточной организации работ.

Однако возможны и иные подходы. Так, например, представляет несомненный интерес предложенный в 1986 г. А.В.Афанасьевым принцип назначения дополнительных однотипных бригад именно на выполнение тех работ, которые в потоках с непрерывным использованием ресурсов ограничивают возможность более раннего начала последующих видов работ; в потоках с непрерывным освоением фронтов работ — более раннего начала последующих фронтальных комплексов работ; в потоках с критическими работами задерживают на сколько-нибудь существенный промежуток времени начало последующей по виду или фронту работы.

Спецификой оптимизации (по критерию достижения минимальной продолжительности комплекса работ) параллельных потоков за счет изменения очередностей освоения частных фронтов работ является влияние исходной очередности на конечные результаты. При этом использование в качестве исходной очередности оптимальной, выявленной при оптимизации индивидуальных потоков, не всегда приводит к лучшим результатам. Поэтому в настоящее время перед исследователями стоит проблема выбора исходной очередности освоения частных фронтов работ, обеспечивающей при формировании, расчете и оптимизации неритмичных параллельных потоков наиболее высокие технико-экономические показатели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев В.А.: Алгоритмы формирования, расчета и оптимизации методов организации работ. Д.ЛИСИ, 1980, 96с.
2. Афанасьев В.А., Величкин В.Э.: Определение очередности освоения частных фронтов работ, применительно к различным методам организации работ // Математические методы решения экономических задач. М.: наука, сб. 9, 1980, с.23-42.
3. Афанасьев В.А.: Поточная организация строительства в условиях научно-технической революции. Technische Hochschule Leipzig Wissenschaftliche Zeitschrift Jahrgang 9/1985. Heft 4, Seite 221-226.
4. Афанасьев В.А.: Оценка качества организации работ. Д.: ЛИСИ, 1984, 47с.
5. Афанасьев В.А., Афанасьев А.В.: Параллельно-поточная организация строительства. Д.: ЛИСИ, 1985, 96с.

6. Afanasew W.A., Mrozowicz J., Śniadecki Z.: Kompleksowa ocena potokowych metod organizacji robót, XXVII Konferencja naukowa, 1981
7. Czaplinski K., Mrozowicz J.: Realizacja obiektów budowlanych. Podstawy teoretyczne.
8. Rowiński L.: Organizacja procesów budowlanych. PWN, Warszawa 1979 s.205
9. Rowiński L., Mikoś J.: Ekonomia budownictwa. PWN, Warszawa 1987 s.408

ORGANIZOWANIE, OBLICZENIA I OPTYMALIZACJA RÓWNOLEGŁYCH CIĄGÓW PRODUKCYJNYCH

S t r e s z c z e n i e

Rozpatruje się podstawowe zagadnienia metodyki projektowania, obliczania i optymalizacji równoległych ciągów produkcji budowlanej zorganizowanej metodą pracy równomiernej, oparte na metodyce projektowania ciągów indywidualnych włączających ustalenia dotyczące składów i liczb brygad jednoimiennych.

Praktyczne użytkowanie zaprezentowanej teorii przedstawiono na konkretnym przykładzie. Podano 9 pozycji bibliografii.

ФОРМИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПОТОКОВ

Рассматриваются основные вопросы методики формирования, расчета и оптимизации параллельных потоков, базирующейся на методике формирования, расчета и оптимизации индивидуальных потоков, но включающей в себя дополнительное определение состава и числа однотипных бригад, а также последовательности их загрузки и маршрутов движения бригад.

Предлагаемые рекомендации иллюстрируются и конкретизируются путем решения примера.

Библ. 9 наименований.

ORGANISATION, CALCULATIONS AND OPTIMALISATION OF PARALLEL PRODUCTION LINES

S u m m a r y

In the paper are discussed fundamental problems of: design, calculation, and optimisation methods of parallel building production lines organised by the method of steady work, based on the design methodics of individual lines enclosing the assumptions concerning composition and numbers of uniform gang.

Practical use of the theory is presented on a real example. 9 bibliographical items are listed.

Wpłynęło do Redakcji 20.03.1988 r.