

## ОПТИМИЗАЦИЯ СБОРОЧНО-УКЛАДОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Ю. М. ЭТИН

*Белорусский государственный университет транспорта*

В. В. ШАПОШНИКОВ

*Белорусская железная дорога*

Укладка верхнего строения пути новых железных дорог и вторых путей является одним из самых сложных комплексов строительных работ как по количеству разнородных процессов, так и по существующим между ними связям. Значительные трудности сопряжены с транспортными операциями на большие расстояния. При решении возникающих в ходе строительства линий задач большое значение приобретает системный подход, предохраняющий от чрезмерной локализации отдельных составляющих этого комплекса и нарушения связей между ними. Важно, чтобы решению ресурсных задач предшествовало программирование организации путевых работ, т. е. рациональное развертывание их во времени и пространстве.

Сборочно-укладочный процесс должен вестись непрерывно в пределах участка, сдаваемого во временную эксплуатацию. После завершения работ на нем цикл повторяется на очередном участке строительства. Согласно общей цикличности должна функционировать и приобъектная звеносборочная база, регулирующая ход всего сборочно-укладочного процесса. В начале цикла запас  $p_{ск}$  звеньев на складе базы максимален, а в конце, когда за время  $t_{уп}$  уложат путь на протяжении  $L_{ул}$ , он становится нулевым. При описании этого процесса аналитически протяженность фронта укладки оказывается зависящим от многих факторов: удельного веса станционных путей, монтируемых звеньями из общего склада; наличия в главном пути участков, на которых не применяют нормальных звеньев, а также времени  $t_{уп}$  и времени задельной работы на складе  $t_{ск}$ , расчетной вместимости склада  $p_{ск}$ , выработки на сборке и монтаже рельсошпальной решетки. Ввести в расчет можно только два первых фактора как осредненные параметры сооружаемой линии. Остальные же являются типичными управляемыми переменными в многомерной математической модели, представляющей собой одно уравнение с несколькими неизвестными. Решить его, задаваясь ориентировочными обобщенными значениями факторов, невозможно, поскольку нас интересует не любое, а максимальное значение  $L_{ул}$ , которое может быть достигнуто в данных условиях и обеспечивает эффективность по безусловному критерию — максимальной производительности труда. Рассматриваемая задача типична для организации строительного производства и убедительно раскрывает трудности, встающие перед руководителем, не располагающим аппаратом, который бы смог быстро и надежно завершить оптимизацию. Для решения задачи необходимо исследовать внешние ограничения, накладывающиеся на рассматриваемый процесс.

С одной стороны, средний темп монтажа рельсошпальной решетки должен быть известным образом согласован с темпом балластировки пути на песок. В начале цикла опережение по фронту, включающее максимум резервных захваток, которые обеспечивают независимое выполнение ряда смежных линейных работ, должно составлять от 2 до 10 км, а в конце необходимо выдержать обусловленный требованиями техники безопасности запас по нагону. Кроме того, следует принять во внимание, что балластировку пути на песчаный балласт рекомендуется выполнять в теплое время года и что рассредоточенные по фронту балластировки очаги работ, предусмотренные технологией, занимают участок определенной протяженности, в результате чего работы на нем выполняют некоторое время  $t_{пр}$ . Учитывая все упомянутые связи, можно получить зависимость ограниченных значений  $L_{ул}$  от  $Q_{пр}$  и ряда других факторов, среди которых главную роль играет резерв времени для разворачивания балластировочных работ.

С другой стороны, время оборота материального поезда, курсирующего между звеносборочной базой и местом, где идет укладка рельсошпальной решетки, из-за роста протяженности уложенного пути с каждым выездом увеличивается. Существует второе важное ограничение, выражаемое при неизменных значениях средней скорости движения материального поезда, а также параметров погрузочного и укладочного процессов, нисходящей зависимостью  $L_{ул}$  от  $Q_{пр}$ . В точке пересечения ограничений всегда имеем  $L_{ул}^{макс}$ , соответствующий определенной величине выработки  $Q_{пр}^{отт}$ . Очевидно, основной сборочно-укладочный процесс, о связях которого упоминалось выше, должен обеспечить те же значения линейной и объемной выработки, что позволяет определить неизвестные факторы: выработку на сборке, вместимость склада, время задельной работы базы. Для этого необходимо дополнительно знать: продолжительность теплого сезона в районе и длительность производства балластировки на песок на определенном участке; среднюю скорость движения материального поезда; параметры погрузочного процесса; режим использования времени путеукладчиком; частоту расположения на линии раздельных пунктов; продолжительность укладки стрелочных переводов на главном пути станционных горловин; типы применяемых в них стре-

лочных переводов. Полнота информации даст возможность найти оптимальное решение, а руководитель производства получит возможность оценить происходящие процессы, выявить имеющиеся связи, и целенаправленно регулировать их в желаемой направлении. При такой постановке решения задачи практически исключается непроизвольный разрыв между функциональной и ресурсной частями производственного процесса.

Предельную дальность действий приобъектной базы можно установить и на основе технико-экономического расчета. Чем дальше действует база, тем меньше все виды постоянных затрат, приходящиеся на одно звено, но возрастают транспортные затраты, обусловленные ростом дальности возки на укладку. Суммарные затраты дадут минимум при условии, что приняты во внимание все основные статьи приведенных затрат, связанные с получением конечной для рассматриваемого процесса продукции (уложенного и подготовленного к пропуску рабочих поездов участка пути), и установлен критерий оптимизации, отвечающий конкретному смыслу рассматриваемого процесса. Это потребует, прежде всего, рассмотрения в совокупности приведенных затрат по изготовлению звеньев рельсошпальной решетки, их погрузке и транспортировке к месту укладки, укладке и выправке пути, устройству и передислокации временных поселков.

УДК 625.1.0022

## РАСЧЕТ ЧИСЛА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ю. М. ЭТИН

*Белорусский государственный университет транспорта*

Железнодорожное строительство осуществляют, как правило, поточным методом на широком фронте силами многих специализированных подразделений. Определение требуемого количества подразделений относится к числу важнейших задач, решаемых многократно. Потребность в механизированных комплексах и других производственных подразделениях устанавливают исходя из объемов работ и директивных сроков. Точное аналитическое решение такой задачи является сложным, и ресурсы чаще рассчитывают приближенно, а полученные результаты последовательно корректируют при составлении детального графика потока.

Исходное число подразделений для какого-либо вида работ ориентировочно определяют делением трудоемкости этого процесса на планируемую его продолжительность. Анализ показывает, что такой расчет не учитывает увязку смежных процессов в потоке и потому часто приводит к неточным и заниженным результатам. Погрешность расчета особенно заметна при планировании поточно-скоростного строительства, когда фронт работ насыщают ресурсами почти до предела, и они очень нежелательны, поскольку вынуждают многократно перестраивать графики потоков, чем затрудняют разработку проектно-плановых решений и снижают оперативность планирования. Применительно к железнодорожному строительству возможно использование изложенной здесь методики приближенного расчета потребности в ресурсах, отличающейся более высокой точностью.

В связи с параллельной работой многих ресурсов линейные процессы приближенно можно рассчитывать как элементы кратноритмичных строительных потоков. Здесь следует использовать закономерности, свойственные либо отдельному процессу в таком потоке, либо потоку в целом, в зависимости от постановки задачи.

Закономерности отдельного  $i$ -го процесса легко определяются из циклограммы потока. Полагают, что подразделения включаются в поток последовательно через интервалы времени, каждый из которых составляет  $t_i / N_i$ , а законченные участки сдаются равномерно через такие же интервалы. Общая продолжительность сооружения участков с момента готовности первого из них

$$b_i = \frac{t_i}{N_i} (n_i - 1), \quad (1)$$

где  $N_i$  — количество занятых ресурсов;  $n_i$  — число равновеликих по объемам участков фронта;  $t_i$  — длительность работы ресурса на одном участке.

Продолжительность всего процесса

$$T_i = t_i + \frac{t_i}{N_i} (n_i - 1). \quad (2)$$

Отсюда находим потребное количество ресурсов

$$N_i = t_i (n_i - 1) (T_i - t_i). \quad (3)$$