

М.Н. Арбузов (6 курс, каф. ЭММ), Ю.В. Шнитин, к.э.н., доц.

АЛГОРИТМ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРУЗКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ КАЛЕНДАРНЫХ ГРАФИКОВ РАБОТЫ ПРЕДМЕТНО-ЗАМКНУТЫХ УЧАСТКОВ

Существующие на сегодня точные математические методы составления календарных расписаний (КР) не могут быть применены в реальных производственных условиях из-за большого объема вычислительных операций. Так, например, для 3-х предметов и 4-х станков задача содержит порядка 550 переменных и 1165 уравнений. На практике же число этих параметров увеличиваются примерно на несколько порядков, что существенно сужает оперативность вычислений и делает проблематичным использование названных методов.

Упростить и реализовать задачу составления КР можно используя эвристические методы, содержащие логические правила и функции приоритета. Однако известные эвристические методы и алгоритмы не позволяют составлять КР с достаточно концентрированной загрузкой технологического оборудования, определяемой как соотношение машиноемкости производственной программы к реальному времени выполнения работ. Концентрация загрузки на отдельных рабочих местах позволяет мастерам участков более оперативно маневрировать трудовыми ресурсами и иметь реальную возможность выполнять большее количество заказов в текущем горизонте управления.

Разработанный авторами алгоритм концентрации загрузки технологического оборудования (КЗТО) основан на логике взаимодействия любых видов технологических маршрутов, которые удалось систематизировать по четырем последовательно убывающим рангам: циклические (4), разнонаправленные (3), последовательные (2) и единичные (1). Для упрощения алгоритма коды видов оборудования ранжируются по типовому технологическому маршруту. В свою очередь, технологические маршруты для каждой партии предметов (МПП) взаимодействуют между собой в системе характеристик: времени цикла изготовления партии предметов (τ), амплитуды динамики технологических маршрутов изготовления партии предметов – количества кодов задействованного разнотипного оборудования (\mathbf{b}), числа разнонаправленных назначений кодов оборудования (\mathbf{v}), количества запусков партии предметов (\mathbf{q}). В самой системе характеристик по разработанной процедуре пересчета длительности совокупного цикла изготовления партий предметов одного и того же типоразмера (ППЦ) при $\mathbf{q} > 1$ предусмотрена предварительная переоценка τ : применительно к четвертому рангу пересчет выполняется с “размещением” операций последующих запусков партий предметов в промежутке между циклическими операциями первого запуска, а для всех остальных – по схеме последовательного вида движения партий предметов.

До начала переоценки τ циклический маршрут делится на две части, где 1-я часть – совокупность продолжительностей операций до начала операции, закрывающей цикл, 2-я часть – совокупность продолжительностей операций от начала операции, закрывающей цикл, до окончания технологического маршрута. Затем в каждой части выявляются главные операции и проводятся вычисления по формуле:

$$T_{\text{ци}} = \sum_{\beta \in M'_{oi}} t_{i\beta} + (\mathbf{q}_i * \max t_{i\beta}) + \sum_{\beta \in M''_{oi}} t_{i\beta}, \quad (1)$$

где β – номер технологической операции; $t_{i\beta}$ – трудоемкость выполнения технологической операции; $\max t_{i\beta}$ – трудоемкость выполнения главной технологической операции изготовления партии предметов; M'_{oi} – множество технологических операций до начала главной опе-

рации; M_{oi} – множество технологических операций от окончания главной операции конечного запуска до завершения технологического маршрута.

Далее проверяется условие так называемого "контакта" завершающей цикл операции первого запуска и открывающей цикл операции последнего запуска. В полном смысле слова, контакт между операциями будет иметь место в том случае, если межоперационное время приравнивается к нулю. Если он присутствует, то процедура ППЦ справедлива, иначе вычисления проводятся по формуле (1) только для одной части. Если же технологический маршрут содержит вложенные циклы между открывающей и закрывающей операциями, то в первую очередь вычисляется самый удаленный вложенный цикл, а все продолжительности операций до и после него рассчитываются по последовательной цепочке. Следует заметить, что завершающая цикл операция первого запуска всегда уступает свое место "конфликтным" из других маршрутов. Для технологических маршрутов 3-го и 2-го рангов расчет выполняется по формуле (1) только по последовательной цепочке. Для 1-го ранга в формуле (1) первое и третье слагаемое обращаются в ноль. Перед составлением КР в каждом ранге проводится бальная оценка по системе приведенных выше характеристик и упорядочение всех маршрутов по набранным баллам в убывающей последовательности.

При составлении КР за первичную точку отсчета с учетом q , принимается время совокупного цикла технологического маршрута, набравшего максимальный балл в наивысшем ранге. Следующий за ним МПП другого типоразмера может "конфликтовать" своими операциями по одновременно запрашиваемому оборудованию. Это происходит тогда, когда окончание установленной операции больше начала "конфликтной" операции или начало зафиксированной операции меньше (или тождественно) начала "конфликтной" операции, а окончание "конфликтной" операции больше начала зафиксированной операции.

Следовательно, при разрешении "конфликта" свое место уступают операции: начинающаяся после простоя оборудования, минимально изменяющая (или не изменяющая) первоначальную границу времени в совокупности предыдущих маршрутов, завершающая цикл или последняя в технологическом маршруте. К уступившей свое место операции добавляется время пролеживания, определяемое как разность между ее началами до и после разрешения "конфликта", а затем принимается новая граница времени, если оно было изменено.

Во всех случаях, если на каком-либо виде оборудования имеет место непрерывная последовательность операций, то ее следует принимать за одну операцию, т. е. начало каждой последующей будет иметь "контакт" с окончанием предыдущей. Алгоритм КЗТО предусматривает гибкое назначение технологических операций на станки-дублиеры, число которых для конкретной партии предметов выбирается исходя из баланса времен простоя технологического оборудования и пролеживания партии предметов.

Календарные графики, построенные с помощью алгоритма-аналога (рис. 1), разработанного на кафедре ЭММ, и алгоритма КЗТО (рис. 2), представлены ниже. его предпочтительности в условиях программной интерпретации.

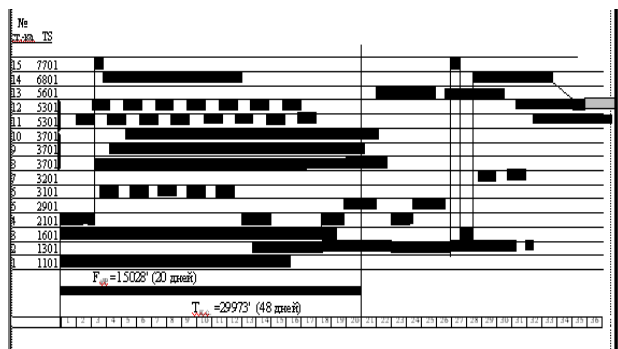


Рис.1.

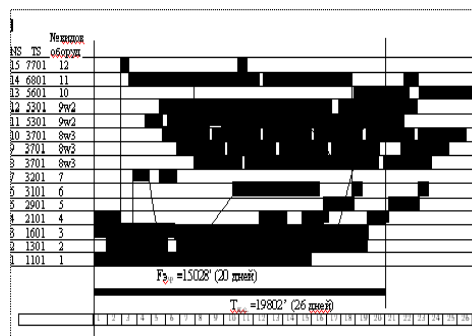


Рис.2.

Алгоритм КЗТО позволил получить в горизонте управления загрузку оборудования с коэффициентом концентрации, равным 0,82, тогда как алгоритм-аналог – смоделировал загрузку всего лишь с коэффициентом концентрации, равным 0,57. К тому же длительность `совокупного цикла изготовления производственной программы ($T_{цс}$), полученная с использованием алгоритма КЗТО, на 34 % меньше $T_{цс}$, смоделированного алгоритмом-аналогом.

Это позволяет говорить о больших резервных возможностях алгоритма КЗТО и его предпочтительности в условиях программной интерпретации.