

ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ О МНОГИХ СТАНКАХ

И.Г. Яр-Мухамедов

*Институт машиноведения и автоматике НАН КР
ул. Скрябина, 23, 720055, г. Бишкек, Кыргызстан. aldar@email.su*

Рассмотрены подходы к решению задачи о многих станках. Показана ситуация, когда невозможно применение известных правил и алгоритмов к решению задачи. Обоснована необходимость формулирования новых правил.

Ключевые слова: задача о многих станках; алгоритм Джонсона; правила запуска деталей в обработку.

APPROACHES TO RESOLVING THE MULTI-STAGE PRODUCTION SCHEDULES

I.G. Yar-Mukhamedov

*The Institute of machine science and automation of the national Academy of Sciences
of the Kyrgyz Republic, 23 Scryabin st., Bishkek, 720055, Kyrgyzstan. aldar@email.su*

A collection of production items and some machines or stages are given. The setup plus work time is set for each item to pass through each stage. The subjects under consideration are: the scope of effective use of Johnson's decision rule and its generalization; the need for qualitatively new approaches to solving the problem

Keywords: multi-stage scheduling problem; Johnson's rule; alternative approach.

Введение

Задача, сформулированная Р. Беллманом и решенная для некоторых случаев С. Джонсоном [1] состоит в том, что для партии деталей, подлежащих обработке на станочной линии, заданы времена обработки, включая подготовительно-заключительное время, и требуется определить порядок запуска деталей в обработку таким образом, чтобы суммарное время обработки всей партии было минимальным. С. Джонсон разработал правило и алгоритм, которые позволяли находить оптимальные решения для линии из двух станков, дал им аналитическое обоснование. Для линии из трех станков общего решения найти не удалось и он ограничился одним частным случаем.

Эта, казалось бы, простая задача привлекала внимание многих исследователей. Предлагались различные эвристические правила и алгоритмы.

Но более или менее общего и теоретически обоснованного метода пока нет.

1. Методология исследования / теоретические основы

Декомпозиционный подход в решении задачи о многих станках состоит в разбиении исходной задачи на ряд задач меньшей размерности и применении к ним алгоритмов, сходных с алгоритмом С. Джонсона. Недостаток этого подхода в непроработанности, отсутствии критериев разбиения и выбора правил для применения на каждом из этапов решения задачи. Попытки в этом направлении наиболее многочисленны, но отсутствие значимых результатов не позволяет останавливаться на них более подробно.

Редуционисткий подход заключается в преобразовании исходной задачи в задачу о двух станках [2]. Преобразование осуществляется над исходными данными и заключается в вычислении суммарных времен ожидания начала обработки и суммарных времен ожидания окончания обработки для каждой из деталей на всей станочной линии. В наглядной форме преобразование может быть представлено в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Иллюстрация результатов свертки данных

№№ деталей	Данные исходной задачи о многих станках, указаны времена обработки на станках					→	Результат редукации	
	1	2	3	4	5		ВОН	ВОК
1	4	3	6	6	2		40	40
2	3	4	3	2	4		32	32
3	1	6	3	2	3		30	30
4	4	1	2	3	3		26	26
5	6	1	4	1	6		36	36
6	1	3	4	1	2		22	22
7	5	4	1	4	5		38	38

Сокращения ВОН и ВОК использованы для обозначения суммарных времен ожидания начала и окончания обработки деталей. В таблице размещены данные о деталях, подлежащих последовательной обработке на пяти станках. Число деталей в партии равно семи. В данном примере времена обработки являются равномерно распределенными случайными величинами на интервале от единицы до шести.

К редуцированным данным могут быть применены правила и алгоритм С. Джонсона. При этом вместо времени обработки на первом станке рассматривается показатель ВОН, а времени обработки на втором – ВОК.

Вместе с тем анализ особенностей задачи о многих станках показывает, что известные правила упорядочения деталей не могут быть, в об-

щем случае, универсальными и эффективными. Если станков в линии больше двух, становится значимым фактор взаимовлияний времен обработки деталей, приводящий к изменению значения критериального показателя. Причем эти взаимовлияния не обусловлены, по крайней мере непосредственно, соотношениями времен ожидания начала и окончания обработки. В таблице 1 как раз и представлен пример, для которого времена ожиданий для деталей равны и правила С. Джонсона неприменимы.

Не смотря на равенство времен ожидания наблюдается явная дифференциация решений по степени оптимальности. На рисунке представлено распределение количества решений в зависимости от значения критерия.

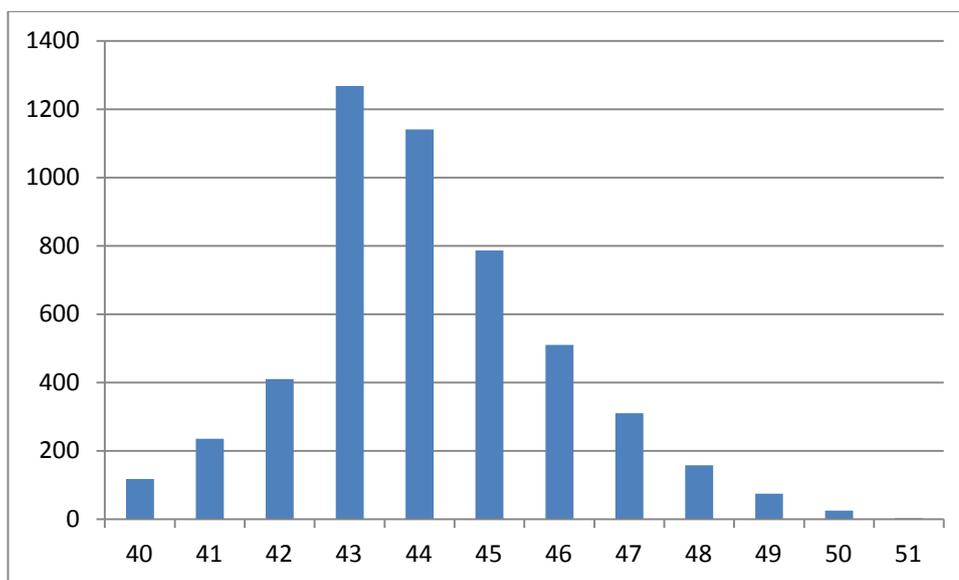


Рисунок – Частоты встречаемости решений (по вертикальной оси) в зависимости от времени обработки партии (по горизонтальной оси)

Разброс времен обработки партии в зависимости от порядка запуска деталей в обработку является существенным и должен учитываться при поиске решения. В таблице 2 показаны несколько из оптимальных решений.

Таблица 2 – Часть оптимальных решений предложенного примера

№ решения	Порядок запуска деталей в решении							Время обработки партии
	1	2	3	4	5	6	7	
1	2	5	3	6	7	4	1	40
2	2	5	6	3	4	7	1	40
3	3	2	5	4	6	7	1	40
4	3	2	5	7	1	6	4	40

Отметим, что ситуации двух и многих станков существенно различаются в части наличия и возможностей поиска оптимальных решений в случае равенства времен начала и окончания обработки деталей.

2. Результаты и их обсуждение

Правила и алгоритм С. Джонсона неэффективны или неприменимы в ситуациях большого количества станков либо наличия большого количества деталей с равными временами ожидания начала и окончания обработки. Для подобных ситуаций требуется разработать иные подходы поиска оптимальных последовательностей запуска деталей в обработку.

Библиографические ссылки

1. S.M. Johnson. Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included // P-402 (RAND Corporation Paper series). Santa Monica: RAND Corp., May 1953. 12 p. URL: <https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/papers/2008/P402.pdf>
2. Яр-Мухамедов И. Г. Редукция задачи о многих станках // Инновации в технологиях и образовании: сборник статей участников XIII Международной научно-практической конференции, Белово, 26 марта 2020 года. Белово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2020. С. 85–87.