

**ДВУХЭТАПНАЯ ЗАДАЧА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАКАЗОВ
ПО ЗАВОДАМ КОМПАНИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАВОДСКИХ РАБОТ
В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

Егорова Н.Г.,

кандидат технических наук, доцент,

Сотсков Ю.Н.,

доктор физико-математических наук, профессор,

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси,

Шендерова Ю.А.,

Белорусский государственный университет,

г. Минск

Рассматривается распределенная задача календарного планирования производства (на английском языке эту задачу принято называть Distributed Job Shop Scheduling Problem или сокращенно: DJSSP). Задача DJSSP является обобщением классической задачи JSSP планирования работы цехов. Задача DJSSP состоит в распределении заказов по однотипным заводам и определении оптимальной последовательности выполнения запланированных работ. При решении задач такого распределенного планирования необходимо учитывать производственные задачи на всех заводах компании и общую задачу планирования работ на множестве заводов компании. Поскольку эти задачи взаимосвязаны, разработка эффективных методов календарного планирования для заводов компаний представляет сложную задачу. В последние годы планирование работ на одном заводе по-прежнему широко изучается, а объемно-календарное планирование работ на множестве заводов компании изучается сравнительно редко.

Задача DJSSP рассматривается как двухэтапная задача оптимального планирования производственных работ в заводских цехах (это второй этап решения задачи DJSSP) после распределения поступивших заказов по заводам, принадлежащим одной компании (первый этап решения задачи DJSSP). На втором этапе решения задачи DJSSP требуется определить оптимальные последовательности производственных операций на основе ранее выбранного распределения заказов между однотипными заводами.

Предполагается, что при составлении расписания работ в заводском цеху для каждой запланированной работы известны только нижняя и верхняя границы возможной длительности выполнения этой работы. Для практических приложений задач DJSSP целесообразно рассматривать два критерия оптимальности решений. Первый критерий (минимизацию длины расписания) следует рассматривать для подзадачи первого этапа решения задачи DJSSP, который связан с оптималь-

ным распределением заказов по однотипным заводам компании. Второй критерий (критерий $\sum w_i C_i$) целесообразно рассматривать для задачи второго этапа решения общей задачи DJSSP. Второй этап связан с построением оптимального расписания выполнения заказов на конкретном заводе компании, поскольку для завода более важной является прибыль, а не продолжительность построенного расписания [1].

В соответствии с введенной трехпозиционной формой $\alpha|\beta|\gamma$ классификации задач теории расписаний позиция α характеризует обслуживающую систему и определяет число станков, позиция β определяет характеристики выполняемых работ, а в позиции γ указывается целевая функция, которая определяет оптимальность искомого расписания выполнения запланированных работ. Ранее в публикациях по задаче DJSSP не использовалось трехпозиционное обозначение этой задачи, поэтому обозначим такую систему обслуживания как DfJ (сокращение английского названия обслуживающей системы Distributed Job-shop, где буква f определяет число заводов компании).

Получаем, таким образом, обозначение $DfJm \mid p_i^L \leq p_i \leq p_i^U \mid \sum_{i=1}^f \sum w_i C_i$ для задачи DJSSP, которую предлагается исследовать. Буква m в обозначении $DfJm \mid p_i^L \leq p_i \leq p_i^U \mid \sum_{i=1}^f \sum w_i C_i$ определяет максимальное число машин (станков), которые имеются на одном из заводов. Критерий $\sum_{i=1}^f \sum w_i C_i$ определяет максимизацию общей прибыли компании, которая складывается из прибылей всех ее заводов. Из неравенств $p_i^L \leq p_i \leq p_i^U$ следует, что для каждой работы $J_i \in G$, которые требуется распределить между f заводами на момент решения задачи $DfJm \mid p_i^L \leq p_i \leq p_i^U \mid \sum_{i=1}^f \sum w_i C_i$ известна только нижняя и верхняя граница возможной продолжительности выполнения этой работы.

При поиске оптимального порядка выполнения работ на втором этапе решения задачи DJSSP в условиях неопределенности числовых параметров предлагается строить перестановки с наибольшим периметром многогранника оптимальности [1] как наиболее устойчивые к изменению числовых параметров.

Для задачи $1 \mid p_i^L \leq p_i \leq p_i^U \mid \sum w_i C_i$, возникающей на втором этапе решения общей задачи DJSSP после распределения поступивших заказов на заводы компании в [1–2], разработан алгоритм построения такой перестановки. Проведен вычислительный эксперимент на персональном компьютере для оценки качества предложенного алгоритма. В дальнейшем планируется исследовать обобщения алгоритмов оптимизации с декомпозицией исходной DJSSP задачи на подзадачи.

Литература

1. Сотсков Ю.Н., Егорова Н.Г., Матвейчук Н.М. Алгоритмы планирования рабочего времени в условиях неопределенности // Информатика. – 2020. – Т. 17, № 2 – С. 86–102.
2. Егорова Н.Г., Сотсков Ю.Н. Применение перестановок обслуживания требований с наибольшим периметром многогранника оптимальности для планирования рабочего времени // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития. Материалы XXIV международной научной конференции. – Минск, 19–20 октября 2023 г.: в 3 т. / НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь; редкол. Н.Г. Берченко [и др.]. – Минск, 2023. – Т. 3 – С. 165–166.

