

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕСТАНОВОК ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ С НАИБОЛЬШИМ ПЕРИМЕТРОМ МНОГОГРАННИКА ОПТИМАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ

**Егорова Н.Г.,**

*кандидат технических наук, доцент,*

**Сотсков Ю.Н.,**

*доктор физико-математических наук, профессор,*

*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, г. Минск*

Рассматривается задача составления расписаний, близких к оптимальным, при планировании работ для одного исполнителя. Поскольку для человека заранее сложно определить точное время выполнения планируемых работ, то на этапе составления расписания предполагается, что для каждой запланированной работы известны лишь нижняя и верхняя границы длительности ее выполнения. В качестве критерия оптимальности искомого расписания рассматривается минимизация суммы взвешенных моментов завершения множества работ, поскольку такую задачу можно интерпретировать как задачу максимизации суммарной прибыли исполнителя [1].

Предполагается, что множество запланированных на день работ не меняется в процессе их выполнения (не поступают новые работы и не отменяется выполнение ранее запланированных работ). Такую задачу можно сформулировать как задачу  $1 | p_i^L \leq p_i \leq p_i^U | \sum w_i C_i$  составления оптимального расписания для одного прибора с интервальными длительностями обслуживания требований и критерием минимизации суммы взвешенных моментов завершения обслуживания заданных требований. В качестве эвристического решения задачи  $1 | p_i^L \leq p_i \leq p_i^U | \sum w_i C_i$  в [2] использовалась эффективная перестановка  $\pi_k$  с максимальным значением  $PerOB(\pi_k)$  относительного периметра многогранника оптимальности. В [2] доказаны свойства многогранника оптимальности  $OB(\pi_k, T)$  и разработан метод динамического программирования для построения эффективной перестановки на основе введенных понятий блоков работ и нефиксированных работ в блоке. Для решения задачи планирования на более длительный период в [1] использовались построенные с помощью приведенного в [2] алгоритма эффективные перестановки. Проведенные вычислительные эксперименты показали эффективность такого подхода при составлении расписаний для тайм-менеджмента [1].

В [3] были усовершенствованы предложенные в [2] алгоритмы построения эффективной перестановки выполнения выбранных работ, что позволило существенно сократить время построения эффективной перестановки. Доказано, что величина периметра многогранника оптимальности  $OB(\pi_k, T)$  зависит только от первой, второй, предпоследней и последней работы в блоке [1,2]. Поэтому при наличии в блоке более четырех нефиксированных работ время построения эффективной перестановки существенно сокращается.

Проведены вычислительные эксперименты с целью определения эффективности применения приведенного в [3] алгоритма при решении задачи составления расписаний для тайм-менеджмента. Цель экспериментов – сравнение времени построения перестановки выполнения запланированных на заданный период работ на основе построенных эффективных перестановок при условии, что вместо метода динамического программирования, описанного в [2], используется модернизированный метод динамического программирования, описанный в [3]. План вычислительного эксперимента и схема формирования множества работ для выполнения были такими же, что и в статье [1]. Серии задач в вычислительном эксперименте отличались одна от другой как количеством фиксированных в блоке работ, так и количеством блоков работ. Использовались примеры тестовых задач с двумя, тремя и четырьмя блоками, которые содержали от 50 до 70 нефиксированных работ в блоках.

Поскольку различия между алгоритмами связаны с количеством подмножеств множества нефиксированных в блоках работ, которые могут быть зафиксированы в каждой вершине дерева решений, то различия времени реализации алгоритмов могут быть только в том случае, когда в вершине дерева решений рассматривается не менее пяти нефиксированных в блоке работ. Соглас-

но плану вычислительного эксперимента, для каждой задачи с 30-дневным горизонтом планирования генерировалось 300 работ, и каждый день поступало на выполнение 10 новых работ. Поскольку вновь поступившие 10 работ для выполнения случайно выбирались из 300 сгенерированных работ, то при общем количестве менее 50 нефиксированных в блоке работ вероятность появления более пяти нефиксированных работ в подзадаче дневного планирования была незначительной. Как следствие – среднее время решения таких задач модернизированным алгоритмом практически не улучшалась, что и подтвердилось в вычислительном эксперименте.

Если общее количество нефиксированных в блоке работ превышало 70, то алгоритм, описанный в [2], не справлялся с построением эффективного расписания для дневных подзадач в допустимые сроки (в проведенном эксперименте время решения некоторых подзадач превышало 15 мин.). Время решения указанных задач при применении модернизированного алгоритма, описанного в [2], изменялось незначительно.

#### *Литература*

1. Сотсков, Ю.Н. Алгоритмы планирования рабочего времени в условиях неопределенности / Ю.Н. Сотсков, Н.Г. Егорова, Н.М. Матвейчук // Информатика. – 2020. – Т. 17. – № 2 – С. 86–102.
2. Lai, T.-C. The optimality box in uncertain data for minimizing the sum of the weighted job completion times / T.-C. Lai, Y.N. Sotskov, N.G. Egorova, F. Werner // International Journal of Production Research. – 2018. – Vol. 56, No. 19. – P. 6336–6362.
3. Егорова, Н.Г. Алгоритмы планирования рабочего времени в условиях неопределенности длительностей выполняемых работ / Н.Г. Егорова, Ю.Н. Сотсков // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития / Материалы XXII Междунар. науч. конф. – Минск, 21–22 октября 2021 г.: в 3 т. / НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь; редкол. Н.Г. Берченко [и др.]. – Минск, 2021. – Т. 3 – С. 141–142.

