

НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ ДОПОЛНЕНИЯ ОРГРАФА ПРОЕКТА ФИКТИВНЫМИ ДУГАМИ

А.В. Докучаев¹, А.П. Котенко²

¹Самарский государственный технический университет,

²Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Структурными и количественными моделями сложных технических процессов и систем часто выступают сетевые модели с графическим представлением в виде ациклических орграфов «работа-дуга» (элементарным операциям ставятся в соответствие дуги орграфа) [1-4]. В докладе предложены методы построения сетевой модели для наиболее эффективного решения описываемых ею задач. Минимизируется число добавляемых в орграф проекта «фиктивных» дуг, необходимых для согласования технологической последовательности работ. Указываются условия, при которых без «фиктивных» работ построение орграфа проекта по заданному списку технологического предшествования работ невозможно.

Сетевые модели применяются для оптимизации планирования и управления сложными разветвленными комплексами работ с большим числом исполнителей и ограниченных ресурсах (моделирование сложных технических систем, планирование эксперимента, управление разработками программного обеспечения и др.) [1-4]. Основная цель сетевого планирования – минимизация времени выполнения проекта при заданном ресурсном обеспечении.

Рассмотрим задачу сетевого планирования и управления связным проектом $P = \{a(i) : 1 \leq i \leq k\}$ из работ $a(i)$ с фиксированными предшественниками $s(a(i)) \subset P$.

Здесь $s(a(i))$ – собственное (возможно, пустое) подмножество работ проекта P , требующих завершения до начала выполнения работы $a(i)$. Эта задача относится к задачам поиска экстремального пути на орграфе и сводится к построению сетевой модели в виде орграфа взаимосвязанных событий (операций, работ и т.п.).

Изначально сетевой проект задан списком технологического предшествования проектных работ $S = \{s(a(i)) : 1 \leq i \leq k\}$. По данному списку невозможно сразу построить орграф проекта. Поэтому вначале применяется алгоритм сокращения опосредованных событий модели для построения списка $S_1 = \{s_1(a(i)) : 1 \leq i \leq k\}$ непосредственного предшествования проектных работ [2], оформленного матрицей непосредственного предшествования $A(S_1)$. Далее, для соблюдения технологического порядка появления событий проекта при необходимости добавляется минимальное число $r \geq 0$ фиктивных дуг орграфа проекта, соответствующих работам с нулевым временем выполнения. [3,4]

Анализ задачи позволил получить необходимые условия дополнения орграфа проекта минимально возможным числом r фиктивных дуг: наличие в матрице отношения непосредственного предшествования $A(S_1)$ проектных работ блочно-диагональных подматриц с блоками, целиком состоящими как из единиц, так и нулей. [1]

Полученное необходимое условие позволило на основе Excel и Java разработать программное обеспечение для построения орграфа проекта по исходной таблице S технологического предшествования проектных работ. С его помощью произведён ряд вычислительных экспериментов для проверки адекватности предлагаемых моделей при минимальном числе $r \rightarrow \min$ добавляемых элементов в сетевых моделях «работа-дуга».

Отметим актуальность оптимального построения орграфов проектов при разработке архитектуры управляющих программ реального времени, визуализации функциональной структуры информационных систем и т.п.

Литература

1. Докучаев А.В., Котенко А.П. Свойства графов задач сетевого планирования и управления // Вестн. Самарского гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки, №5(21), 2010. – С.204–211.

2. Докучаев А.В., Котенко А.П. Построение графа задачи оптимизации сетевого планирования и управления // Информационные, измерительные и управляющие системы (ИИУС-2010): Материалы международной научно-технической конференции (17-21.05.2010). Самарский гос. техн. ун-т. – Самара, 2010. – С.291-294.

3. Докучаев А.В., Котенко А.П. Построение графа задачи оптимизации сетевого планирования // Сб. Математическое моделирование и краевые задачи: Тр. VII Всероссийской научной конференции с международным участием. Ч.2: Моделирование и оптимизация динамических систем и систем с распределёнными параметрами. – Самара: Самарский гос. техн. ун-т, 2010. – С.86-90.

4. Докучаев А.В. Введение фиктивных дуг в процессе построения сетевых моделей сложных технических систем // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015), Том 2: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2015. – С.234-237.