

УДК 658.512.4

К ЗАДАЧЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ДИСКРЕТНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

А. М. ПАХОМОВ

Научный руководитель В. В. КОНКИНА, канд. техн. наук, доц.

Тамбовский государственный технический университет

Тамбов, Россия

Анализ предметной области. Создание систем календарного планирования производственных процессов является актуальной задачей, имеющей важное прикладное значение. При этом задача календарного планирования в дискретных производствах остается одной из наиболее сложных в управленческой сфере. Производственная среда характеризуется высокой динамикой: поступают новые заказы, происходят сбои оборудования, корректируются приоритеты. Классические методы, представляющие собой построение единственного расписания, оказываются недостаточно гибкими, т. к. при изменении условий план перестает быть актуальным и требует полного перерасчета, что влечет значительные временные затраты. Существующие автоматизированные системы также не решают эту проблему в полной мере. MES-системы строят единственное расписание на основе эвристик. APS-системы позволяют генерировать несколько сценариев, однако многокритериальность в них реализована через сведение целей к одному агрегированному критерию с весовыми коэффициентами. Таким образом, существующие решения не обеспечивают полноценной поддержки принятия решений в условиях множественности противоречивых критериев.

Близкая по тематике задача календарного планирования с учетом временных потерь рассматривалась в работе М. Н. Краснянского применительно к гибким химико-технологическим схемам [1, 2]. Однако, в отличие от данного исследования, в ней используется единственный критерий и не рассматривается построение множества Парето-оптимальных решений.

Объект исследования. Объектом исследования являются дискретные производственные системы с частичной технологической гибкостью, в которых на разных операциях задействовано разное количество рабочих мест с неодинаковой производительностью. Такая структура характерна для области машиностроения и приборостроения, в которой применение взаимозаменяемого оборудования позволяет перераспределять загрузку.

Предмет исследования. Предметом исследования является процесс многокритериальной оптимизации календарного планирования. Рассматриваются два противоречивых критерия: минимизация максимального опоздания относительно сроков отгрузки и минимизация суммарного простоя оборудования. Для сокращения опозданий потребуется ускорение обработки срочных заказов. Это, в свою очередь, нарушает равномерную загрузку оборудования и увеличивает

время переналадок. При этом обеспечение равномерной загрузки может приводить к задержке срочных заказов. Данное противоречие исключает наличие единственного оптимального решения и требует многокритериального подхода.

Цель. Целью работы является разработка подхода к календарному планированию. Для достижения данной цели возможно построение множества Парето-оптимальных расписаний, позволяющего лицу, принимающему решения, исследовать доступные компромиссы и выбирать вариант с учетом текущей ситуации и неформализуемых факторов. Для этого предлагается использовать генетический алгоритм, адаптированный к специфике задачи.

Постановка задачи. Рассматриваемая производственная система характеризуется наличием множества заказов, каждый из которых представляет собой последовательность технологических операций, выполняемых в строго определенном порядке. В системе имеется конечное множество единиц оборудования. На каждой операции может быть задействовано разное количество рабочих мест с неодинаковой производительностью. Таким образом, время выполнения операции зависит от того, на какое конкретное рабочее место она будет назначена.

При составлении расписания необходимо одновременно решать две взаимосвязанные задачи: производить выбор для каждой операции конкретного рабочего места из доступных и определять порядок выполнения операций на каждом рабочем месте с соблюдением технологической последовательности и недопустимости конфликтов за оборудование.

В качестве критериев оптимизации выбраны два показателя. Первый критерий направлен на обеспечение своевременности выполнения заказов и представляет собой максимальное опоздание относительно установленных сроков отгрузки. Второй критерий характеризует эффективность использования оборудования и определяется как суммарное время простоя всех рабочих мест за период производства.

Целевые функции должны минимизироваться при соблюдении следующих ограничений: технологическая последовательность операций внутри каждого заказа не может быть нарушена; на каждом рабочем месте в каждый момент времени может выполняться не более одной операции; время начала любой операции не может быть меньше времени завершения предыдущей операции на том же рабочем месте с учётом времени переналадки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Краснянский, М. Н.** Оптимальное проектирование и календарное планирование гибких химико-технологических схем с учетом надежности функционирования процессов и оборудования : дис. ... канд. техн. наук : 05.17.08 / Краснянский Михаил Николаевич. – Тамбов, 1995. – 175 с.
2. **Краснянский, М. Н.** Методология прогнозирования и обеспечения надежности функционирования технических систем многоассортиментных химических производств / М. Н. Краснянский, Е. Н. Малыгин, С. В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16, № 1. – С. 6–15.