

Методы календарного планирования и составления расписаний непрерывных производств

Р.А. Шайдуллин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Московский физико-технический институт (государственный университет)

<sup>2</sup> ЗАО «Хоневелл»

В настоящий момент на промышленных предприятиях с непрерывным производством актуальной является задача календарного планирования и составления расписаний (задача КПП). Задача КПП состоит в определении последовательности технологических операций с детализацией по времени от часов до суток.

Современные системы планирования используют методы продвинутого планирования и составления расписаний (Advanced Planning and Scheduling, APS) отличительными особенностями которых являются [1]:

- использование математических методов поиска оптимальных решений;
- представление о планировании как о динамическом процессе;
- анализ производственной информации с целью поддержки принимаемых решений, при котором устанавливается критерий качества решения и методы достижения высоких значений этих критериев.
- учет производственных ограничений, таких как мощность производства, непосредственно в процессе планирования.

Для решения задач КПП применяются точные и эвристические методы решения. К точным методам относятся методы математического программирования, например, модели линейного и нелинейного программирования с частью целочисленных переменных (MILP и MINLP) [2],[3]. Проблемой этих методов является размерность моделей, так как требуется длительное время для нахождения решения, если размерность значительна.

Имитационное моделирование рассматривается как немаловажный этап в процессе принятия управленческих решений на промышленных предприятиях, так как методы имитационного моделирования могут применяться к довольно сложным системам управления [4],[5]. Имитационные модели производства могут применяться для решения задач календарного планирования, однако сами по себе модели не способны находить решения. То есть необходимы алгоритмы поиска календарного плана и расписания, работающие на имитационных моделях, иначе поиск осуществляется вручную пользователем, что может быть затруднительно из-за большого количества управляющих воздействий.

Кроме точных методов решения задачи, существует также ряд эвристических подходов. В основном это методы локального поиска, жадные алгоритмы, генетические алгоритмы и методы решающих правил [6]-[9]. Недостатком такого подхода является нахождение неоптимального решения.

Наиболее перспективным, по мнению автора, является комплексный подход к задаче КПП, объединяющий имитационное моделирование, математическое программирование и эвристические алгоритмы [10].

#### Литература

1. *Мауэргауз Ю.Е.* «Продвинутое» планирование и расписания (AP&S) в производстве и цепочках поставок. – М.: Экономика, 2012. – 574 с.
2. *Floudas C. A., Lin X.* Mixed Integer Linear Programming in Process Scheduling: Modeling, Algorithms, and Applications // *Annals of Operations Research*. – 2005. – V. 139, – P. 131–162.
3. *Grossmann I.E. [at al.]* Discrete optimization methods and their role in the integration of planning and scheduling // *AIChE Symposium Series*. – 2002. – V. 98, N 326. – P. 150–168.
4. *Медведев С. Н., Аксенов К. А.* Анализ применимости имитационного и мультиагентного моделирования в задачах планирования машиностроительного производства // *Современные проблемы науки и образования*. – 2012. – №5. – С. 101-106.
5. *Xinyu Li [at al.]* An agent-based approach for integrated process planning and scheduling // *Expert Systems with Applications*. – 2010. – V.37(2). – P. 1256-1264.
6. *Лукиянов А. Г.* Разработка и исследование эвристических алгоритмов для решения задачи планирования производства сложных изделий // *ОНВ*. – 2012. – №2(110). – С. 48-51.
7. *Pozivil J., Zdansky M.* Alternatives to MILP for scheduling of batch operations // *Acta Montanistica Slovaca*. – 2001. – V.6(1). – P. 27-33.
8. *Леванова Т.В., Долгушева Ю.В.* Разработка алгоритмов муравьиной колонии для двухкритериальной задачи планирования производства // *Научно-технический вестник Поволжья*, – 2012. – №6. – С. 293-297.
9. *Гарколь Н.С., Гунер М. В.* Применение генетических алгоритмов в решении задач планирования производства и реализации продукции // *Вестн. Том. гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика*. – 2012. – №2. – С. 72-79.
10. *Хохлов А.С., Коннов А.И., Шайдуллин Р.А.* Комплексный подход к планированию непрерывного производства // *Автоматизация в промышленности*. – 2015. – №4. – С. 36-40.