

П.В. Овчинников, Д.А. Гиммельберг,
П.П. Савельчев

Применение эвристических алгоритмов при решении задач планирования производства на предприятиях дискретного машиностроения

DOI: <http://doi.org/10.34981/Lab-67.2020.innovconf.10-ovchinnikov>

Распределительные задачи являются одними из наиболее актуальных для машиностроительных предприятий, характеризующихся конечным набором операций производственного процесса [1]. Конечность перечня операций и их дискретный характер позволяют применять различные алгоритмы распределения ресурсов между операциями с целью минимизации общей величины затрат либо максимизации эффекта. Также появляется возможность оптимального распределения операций во времени, их перестановки, управления временными резервами [2].

В силу высокой размерности реальных производственно-распределительных задач для их решения зачастую целесообразно применять эвристические алгоритмы [3]. В ходе моделирования производственных процессов одного из ведущих предприятий российской машиностроительной отрасли была предпринята попытка применения комбинации эвристических алгоритмов [4].

Задача моделирования и оптимизации производственного процесса распалась на две подзадачи:

1. На первом этапе осуществлялась разработка эвристического алгоритма для формирования расписания работы станочного оборудования, расположенного в цехе механической обработки. Алгоритм требовалось составить таким образом, чтобы обеспечить минимальное отклонение фактического выпуска сборочных единиц от плана выпуска данного цеха.

2. На втором этапе решалась задача оптимизации последовательности операций сборочного производства и составления плана распределения персонала между операциями сборочного производства, обеспечивающего заданный объём производства за фиксированный период времени.

Цех механической обработки предприятия осуществляет обработку заданной номенклатуры деталей. Каждая деталь, пройдя заданную последовательность этапов обработки, преобразуется в сборочную единицу, которая затем поступает в сборочный цех. Потребность сборочного цеха в сборочных единицах определяет план цеха механической обработки. План представляет собой набор маршрутных карт (далее – МК), включающих в себя: наименование сборочной единицы, количество по плану, момент времени, в который требуется поступление соответствующей сборочной

единицы в сборочный цех. Деталь в процессе обработки проходит последовательность рабочих центров (далее – РЦ), объединенных в группы по функциональному признаку. Блок-схема алгоритма решения задачи представлена на рисунке 1.

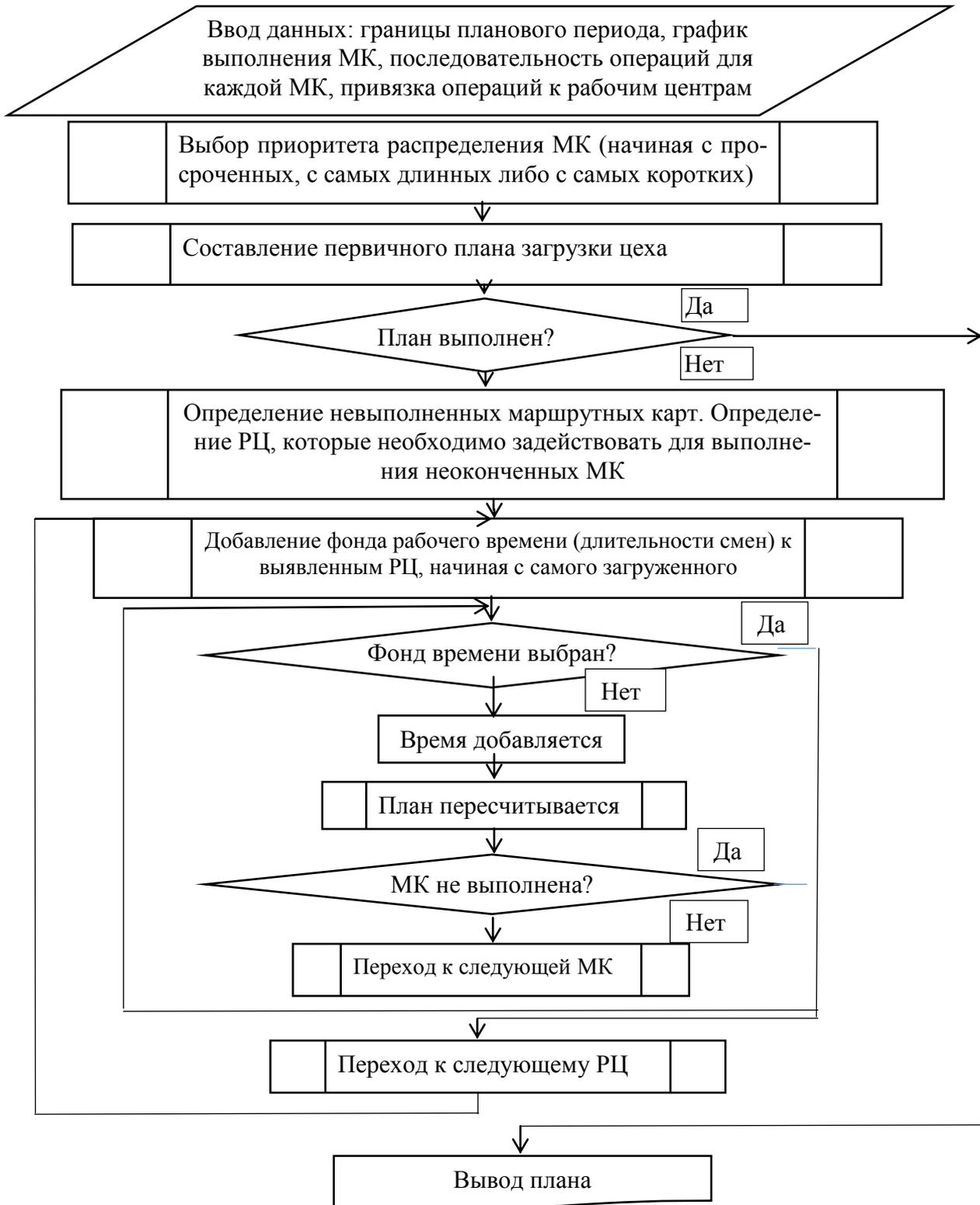


Рис. 1. Алгоритм составления плана работы цеха механической обработки

Сборочное производство рассматриваемого предприятия состоит из определенного количества постов, которые последовательно проходит сборочная единица. Время пребывания сборочной единицы на каждом сборочном посту (такт) является константой. Сборка каждой единицы продукции представляет собой последовательность операций. Операции зафиксированы за определенными постами и характеризуются трудоемкостью. Время выполнения каждой операции находится в прямой зависимости от трудоемкости и в обратной зависимости от количества выполняющих ее работников. Оно может быть уменьшено путем увеличения количества работников для данной операции.

При решении второй задачи приняты следующие принципы:

1. Фиксируется последовательность выполнения операций, в том числе – однозначное закрепление операций на постах.

2. Фиксируется число квалификационных групп работников (бригад), принимается допущение о равной квалификации работников внутри квалификационных групп.

3. Максимальная продолжительность операций на одном посту (такт) рассчитывается, исходя из плана выпуска и объема рабочего времени в заданном периоде.

4. Внутри поста производится перераспределение трудовых ресурсов за счет изменения длительности операций и их смещения таким образом, чтобы длительность операций в каждой технологической цепочке не превышала длительность такта.

Общий алгоритм решения задачи приведен на рисунке 2.

Данная задача решалась в два этапа:

- производилось «сжатие» по времени путей внутри такта (уменьшение длительности операций за счет увеличения количества занятых на операциях работников);

- осуществлялось перераспределение работников между операциями с целью выравнивания интенсивности задействования работников каждой категории (бригады).

Поиск критических путей осуществлялся при помощи метода имитации отжига [5]. Выравнивание интенсивностей выполнения операций в рамках поста осуществлялось методом оптимизации ресурсов на сетевых графиках (методом «затраты-время»).

Полученные результаты:

1. При работе механического цеха количество невыполненных маршрутных карт уменьшилось на 38%.

2. В процессе оптимизации распределения персонала снижена продолжительность такта (времени пребывания секции на посту на 14% в среднем.

3. Снижена величина колебаний времени такта.

4. Уменьшена общая продолжительность периода времени на сборку единицы продукции (время прохождения всех постов) на 15%.

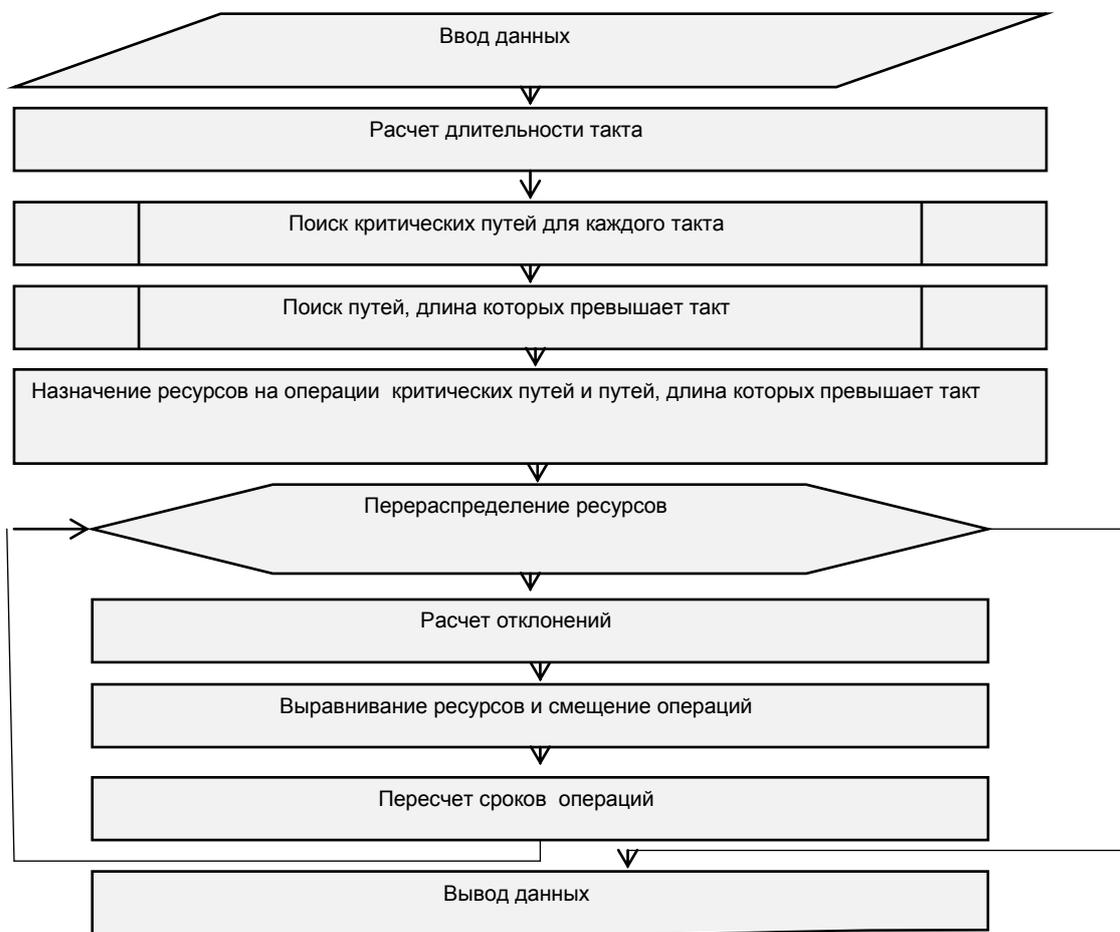


Рис 2. Алгоритм решения задачи распределения персонала сборочного производства

Литература

1. Мауэргауз Ю.Е. «Продвинутое» планирование и расписания (AP&S) в производстве и цепочках поставок. – М.: Экономика, 2012. – 574 с.
2. Сычев В.А., Сычева Г.И. Современные подходы к организации и управлению промышленным производством. // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. 2019. № 2. – С. 4-14.
3. Гладков Л.А., Курейчик В.В, Курейчик В.М. и др. / Биоинспирированные методы в оптимизации: монография. – М.: Физматлит, 2009. -384 с.
4. Овчинников П.В., Гиммельберг Д.А., Савельчев П.П. // Алгоритм формирования расписания работы цеха механической обработки машиностроительного предприятия. Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. 2020. Т. 13. № 3. – С. 73-78.
5. Мохов В. А., Бородулина Е. Н. К вопросу о параметрической оптимизации роевых алгоритмов // Изв. ЮФУ. Техн. науки. 2014. № 4 (153). – С. 230–234.