

УДК 658.5:519.8

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н. П. СКРЫЛЕВ, В. А. НЕДЮХИН

Научный руководитель В. А. ШИРОЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Для проведения анализа эффективности производства необходимо решить оптимизационную задачу по определению максимального объема производства, который может быть выпущен за определенный период времени, например месяц. При этом осуществляется распределение технологических операций по всему оборудованию, которое упомянуто в технологии изготовления всех элементов создаваемых изделий. В результате для реального производства будет получено решение по загрузке нескольких сотен единиц оборудования [1, 2].

Анализ результатов в такой размерности достаточно сложен и возникает желание рассматривать не все производство целиком, а разделять его на некоторые обозримые части. Первое, что приходит в голову исследователю-практику, – рассмотреть производство, разделенное на территориальные участки, выделенные административным делением. Территориальный принцип заключается в том, что в отдельный участок включается оборудование, расположенное близко друг от друга и выполняющее, как правило, однородные технологические операции.

Рассмотрение производства по территориальным участкам кажется весьма логичным, однако это может привести к существенным погрешностям в анализе и к совершенно некорректным выводам, а следовательно, и к неправильным управленческим решениям.

Проблема заключается в том, что несмотря на то, что оборудование на участке, близкое по своим технологическим возможностям, однако это не исключает того, что на другом участке не будет находиться оборудование, включаемое в качестве альтернативного в выполнение технологических операций, закрепленных за участком. Если анализ функционирования такого территориального участка будет проводиться только для собственного оборудования, то его загрузка будет выше, чем могла бы быть с учетом оборудования с другого участка.

Таким образом, проведение анализа эффективности производства по территориальным участкам в большинстве случаев некорректно и чревато ошибочными управленческими решениями. В связи с этим возникает вопрос, каким же образом можно снизить размерность задачи проектирования организации производства, не потеряв корректности анализа. Для ответа на этот вопрос проведено исследование по определению связей между технологическим оборудованием в производственном процессе. Источником таких связей является

технология по изготовлению всех элементов конструкции и их сборки в единое изделие.

Разработан специальный алгоритм анализа множества операций, которые могут выполняться за каждым отдельным оборудованием, и разделения его на кластеры по данному признаку. Таким образом, будет получено множество кластеров, каждый из которых выполняет только свойственные для него операции. Это и есть функциональный участок, который связывает найденное множество оборудования, на котором выполняются выделенные технологические операции, и никакие другие на данном оборудовании выполняться ни при каких условиях не будут. Такой участок будет найден за один цикл анализа связей: тип операции $\rightarrow$ множество станков $\rightarrow$ множество операций $\rightarrow$ множество станков.

Функциональные участки, как правило, разделены на части, в которых объединены независимые группы с взаимозамещаемым (или так называемым альтернативным) оборудованием. Объединение оборудования в единый функциональный участок осуществляется на основе типа операции, а внутри его станки функционируют обособлено, выполняя технологические операции по изготовлению различных деталей. Таким образом, функциональные участки состоят из независимых групп оборудования, функционирующих в производственном процессе совместно, помогая и/или замещая друг друга.

В выделенных группах загрузка оборудования существенно различается и «узкое место» определяется наиболее загруженным из них. Чем больше групп, тем больше обособленного оборудования, выполняющего строго заданные технологические операции. Чем меньше групп, тем больше альтернативного оборудования, тем более эффективно оно используется, т. к. его загрузка распределяется более широко.

Такое разделение оборудования по функциональным участкам и группам может быть весьма полезно для оценки эффективности использования производственного оборудования. Программная система, реализующая описанный алгоритм, создана на кафедре АСУ Белорусско-Российского университета и показала свою высокую эффективность. Такой подход разделения всего технологического процесса на независимые части позволил автоматизировано получить полный анализ всех узких мест производства и разработать стратегию совершенствования производства для повышения его эффективности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Широченко, В. А.** Анализ эффективности промышленного производства на основе решения двойственной задачи линейного программирования / В. А. Широченко, Н. П. Скрылев, В. А. Недюхин // Вестник Полоцкого государственного университета. – 2025. – № 1 (44). – С. 32–38.
2. **Широченко, В. А.** Особенности оптимизации промышленного производства на основе математического программирования / В. А. Широченко, Н. П. Скрылев, В. А. Недюхин // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2025. – № 2 (62). – С. 65–76.