

УДК 658.5:519.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЗКИХ МЕСТ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н. П. СКРЫЛЕВ, Н. А. СЫСОЕВ

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

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Узкое место в производственном технологическом процессе – это оборудование, которое ограничивает общую производительность производства. Проще говоря, это «узкий» участок, который задействован в выполнении большого количества операций, и если он не в состоянии обработать требуемые объемы, то ограничивает объем всего производственного процесса. Понимание, где возникают задержки, позволяет сосредоточиться на улучшении этих областей для повышения общей производительности производственной системы.

Для расшита узкого места есть несколько возможностей, которые заключаются в модернизации оборудования и повышении его производительности, в разработке специальных приспособлений, позволяющих сократить время выполнения технологической операции, и в расширении производственной базы путем установки нового оборудования или подключения к этой операции другого, уже установленного оборудования.

Выявление узких мест помогает избежать потерь времени и ресурсов, что позволяет снижать затраты и увеличивать прибыль предприятия. Их анализ дает возможность более точно планировать производственные процессы и управлять ожидаемыми объемами производства. Однако поиск узкого места в сложном многономенклатурном серийном производстве является весьма непростой задачей, требующей тщательного анализа всего производственного процесса и применения нелинейных методов оптимизации, использование которых при высокой размерности оптимизационной задачи выливается в значительные затраты времени [1–3].

На кафедре АСУ Белорусско-Российского университета создана программная система, предназначенная для повышения эффективности производства путем оптимизации загрузки оборудования. Одним из ее значимых элементов является алгоритм поиска узкого места в производственном процессе.

В процессе разработки программной системы установлено, что узкое место требуется искать либо на всем производстве в целом, либо на его участке с однородной по функциям группой оборудования. Алгоритм состоит из пяти шагов, на каждом из которых решается задача линейного программирования в своей постановке. На первом шаге решается задача по поиску максимального объема продукции для соответствующего участка оборудования или всего производства в целом. В качестве управляемых параметров используется загрузка каждой отдельной единицы оборудования, ограничениями являются фонды времени по каждой единице оборудования, а в качестве целевой функции выступает

приведенный объем производства, который максимизируется.

На втором шаге целевой функцией задачи линейного программирования является коэффициент увеличения фондов времени оборудования, который минимизируется при тех же управляемых параметрах и ограничениях по объему производства, увеличенному на единицу по сравнению со значением, найденным на первом шаге алгоритма. В результате решения задачи алгоритм находит оборудование, загрузка которого превышает 100 % по сравнению с их первоначальными фондами времени.

На третьем шаге решается задача, аналогичная задаче первого шага по поиску максимального объема производства, но с ограничениями по фондам времени для всего оборудования, кроме найденного на втором шаге. На этом шаге находится предел объема производства при условии расшitia узкого места для анализируемого участка оборудования.

На четвертом шаге решается задача по минимизации загрузки для оборудования, найденного на втором шаге алгоритма. Управляемые параметры те же, а в качестве ограничения берется объем производства, найденный на третьем шаге алгоритма. В результате будет найдено оборудование, которое превышает 100 % загрузки по сравнению с первоначальным уровнем фондов времени.

На последнем шаге повторяется решение задачи четвертого шага, но в качестве целевой функции берется сумма загрузки только для там же найденного оборудования при тех же ограничениях по фондам времени и объему производства. В результате выполненных шагов будет получено оборудование, представляющее собой узкое место и значение объема производства, которое может быть получено при полном расштии найденного узкого места.

При анализе производственных участков, состоящих из малого количества оборудования, на некоторых шагах алгоритма реализованные оптимизационные задачи могут не иметь решения. Такие ситуации свидетельствуют об отсутствии узкого места и преждевременном завершении алгоритма.

Описанный алгоритм показал свою эффективность при решении производственных задач любой сложности для многономенклатурного производства как для всего производства в целом, так и для малых производственных участков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пузанова, Т. В.** Особенности проектирования организации производства промышленного предприятия / Т. В. Пузанова, В. А. Широченко // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2025. – № 2 (87). – С. 109–118.
2. **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.
3. **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.