

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ГИБКОГО ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Пономаренко М. В.¹

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Андреев Ю. С.¹

¹Университет ИТМО

mvponomarenko@itmo.ru

Введение

Актуальность исследования обусловлена ключевыми проблемами отечественного приборостроительного производства, а именно высокой импортозависимостью (до 80% по критически важным комплектующим), низкой эффективностью производства и дефицитом кадров [1]. Сложность и трудоемкость технологической подготовки производства (ТПП) является нерешенной проблемой, так как существующие методы автоматизации имеют ограничения и характеризуются превалированием ручного ввода данных. [2] Отсутствует методология получения объективных и достоверных данных для систем оперативного управления производством в условиях гибкого распределенного производства. Целью исследования является повышение производительности и снижение трудоемкости ТПП на основе разработки алгоритмического и программного обеспечения автоматизированного проектирования оптимальных технологических маршрутов изготовления деталей приборов [3].

Основная часть

Предлагается метод автоматизированного проектирования технологических маршрутов механической обработки, который отличается от существующих статических подходов интеграцией процедур проектирования маршрута с динамическим анализом доступности ресурсов в режиме реального времени. Это позволяет формировать маршруты, адаптивные к текущему состоянию распределенной производственной системы. Суть метода заключается в переходе от жесткого закрепления оборудования за операцией к использованию набора правил (фильтров), параметры которых включают точность, доступность и технологические возможности оборудования [4]. Разработаны алгоритмы многокритериального выбора технологического маршрута, базирующиеся на принципах реконфигурируемости, что позволяет обеспечить оптимизацию производства по критериям минимальной себестоимости, максимальной гибкости и минимального срока изготовления изделий в условиях неопределенности спроса. Создана математическая модель динамического распределения ресурсов, учитывающая не только технические характеристики оборудования, но и логистические параметры распределенных производственных площадок, которые могут иметь различное географическое положение, стоимость логистики, с учетом текущей и прогнозируемой загрузки ресурсов, что минимизирует временные потери в цепи создания стоимости на этапах ТПП.

Выводы

Разработанный метод, а также программная реализация позволяют сократить время технологической подготовки производства на 25-40% и снизить трудоемкость работ инженера-технолога на 30-50% за счет автоматизации рутинных операций. Повышение среднего коэффициента загрузки производственного оборудования на 15-25% достигается благодаря применению алгоритмов динамического планирования. Результаты внедрены при разработке новой версии САУП «Гольфстрим» и апробированы на процессах технологической подготовки производства Университета ИТМО с использованием имитационного моделирования в среде AnyLogic.

Литература

1. Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» : [утв. Минпромторгом России] / Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. — Москва, 2021. — Разд. I : Основные вызовы и проблемы цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости». — С. 8. — URL: www.tadviser.ru (дата обращения: 09.01.2026).
2. РД 50-633–87. Методические указания. Автоматизированные системы управления. Основные положения: издание официальное: утверждено Постановлением Госстандарта СССР от 22.05.1987 № 1667: дата введения 01.01.1988. — Москва: Издательство стандартов, 1987. — 14 с. — Текст: непосредственный.
3. Ponomarenko M., Andreev Y. Developing Route Technology for Making Products in Distributed Instrument Manufacturing // Proceedings of the 2025 International Conference on Information, Control and Communication Technologies - 2026, Vol. n/d, pp. n/d
4. Пономаренко М.В., Андреев Ю.С. Разработка маршрутной технологии изготовления изделий распределенного приборостроительного производства // Известия высших учебных заведений. Приборостроение - 2025. - Т. 68. - № 12. - С. 1101-1108. doi: 10.17586/0021-3454-2025-68-12-1101-1108