Для успешного внедрения таргет-костинга в циркулярную экономику Беларуси предлагается модификация модели – Lifecycle Target Costing (Целевое калькулирование себестоимости на основе жизненного цикла). Формула трансформируется в следующий вид: целевая себестоимость определяется как разница между рыночной ценой и желаемой прибылью, уменьшенная на стоимость возвращенных вторичных ресурсов и увеличенная на издержки их постобработки. Где стоимость возвращенных вторичных ресурсов – это то, что БМЗ получает за продажу клинкера, а издержки их постобработки – логистика и энергия на переплав или дробление. Теоретические основы построения такой модели управленческого контроля затрат заложены в работах, посвященных адаптации таргет-костинга для новых видов продукции [4, с. 253]. Такой подход требует внедрения ERP-систем нового поколения, способных учитывать движение материалов по принципу «от колыбели до колыбели».

Таким образом, таргет-костинг в условиях циркулярной экономики превращается из инструмента контроля цены в инструмент проектирования систем сбора и утилизации. Для Беларуси, где крупные госпредприятия (БМЗ, цементники и др.) начинают решать проблемы отходов, целевой метод позволяет находить экономически оправданный баланс между дороговизной «зеленых» технологий и рыночной ценой. Основным ограничением остается высокая неопределенность тарифов на вторресурсы и необходимость корректировки классических формул учета затрат. В российской и белорусской практике данные системы управленческого учета практически не применяются, что открывает широкое поле для дальнейших исследований и адаптации зарубежного опыта.

Литература

1. Новейшие системы управленческого учения / П. А. Ступина, Е. Ф. Желткевич, В. А. Карабицина [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 412.
2. Киселева, В. С. Современные методы управленческого учета как инструмент повышения эффективности деятельности организации / В. С. Киселева, М. А. Калачев // Управленческий учет. – 2024. – № 3. – С. 69.
3. Катков, Ю. Н. Использование систем калькулирования «таргет-костинг» и «кайзен-костинг» в межорганизационных отношениях организаций АПК / Ю. Н. Катков, А. А. Романова // Сборник статей по материалам докладов ученых РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. – М., 2020. – Вып. 293, ч. 2. – С. 109.
4. Анисимова, Л. А. Теоретические основы построения модели управленческого контроля затрат новых видов строительной продукции на основе системы «таргет-костинг» // Экономические науки. – 2011. – № 4. – С. 256.

УДК 658.512.4.011.56:004.94

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЦЕХА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ГИБКИХ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ

В. Д. Калечиц

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. С. Сталович

Основная идея – это новый подход к реорганизации производственной структуры механического цеха, основанный на сочетании методов цифрового имитационного моделирования и предметно-замкнутой компоновки оборудования. В отличие от классических аналогов, впервые для условий серийного производства применена методика динамической кластеризации детале-потоков с построением цифрового двойника цеха. Техническая новизна заключается в использовании автономных транспортных систем с RFID-маркировой и модульных гибких производственных ячеек, что позволило сократить межоперационные простои без закупки нового оборудования.

Ключевые слова: производственная структура, цифровой двойник цеха, гибкая производственная ячейка, предметно-замкнутый участок, имитационное моделирование, RFID-мониторинг, кластеризация детале-потоков, оптимизация грузопотоков.

IMPROVING THE PRODUCTION STRUCTURE OF A WORKSHOP USING DIGITAL MODELING AND FLEXIBLE LAYOUT SOLUTIONS

V. D. Kalechyts

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

Scientific supervisor N. S. Stalovich

The main iproposes a new approach to reorganizing the production structure of a machine shop based on combining digital simulation modeling and subject-closed equipment layout. Unlike classical analogs, a method of dynamic clustering of part flows with the construction of a digital twin of the shop is applied for the first time in serial production conditions. The technical novelty lies in the use of autonomous transport systems with RFID tagging and modular flexible manufacturing cells, which reduced inter-operational downtime without purchasing new equipment.

Keywords: production structure, digital twin of the workshop, flexible manufacturing cell, subject-closed section, simulation modeling, RFID monitoring, part-flow clustering, cargo flow optimization.

В условиях цифровизации и импортозамещения производственные структуры механосборочных цехов белорусских предприятий (ОАО «Гомсельмаш», МТЗ), спроектированные под крупносерийную стабильную номенклатуру, теряют эффективность. **Техническое новшество** предлагаемого подхода заключается в отказе от статической технологической специализации и переходе к динамически формируемым предметно-замкнутым участкам, управляемым через цифровой двойник цеха. Впервые применена методика онлайн-кластеризации деталей (вал, фланец, корпус) по конструктивно-технологическим признакам с использованием алгоритмов машинного обучения, что позволяет в реальном времени перестраивать планировку и маршруты.

Рассматриваемый механический цех типового машиностроительного предприятия представляет собой сложное структурное подразделение, включающее: несколько производственных участков, сгруппированных по технологическому принципу (заготовительный, токарный, фрезерный, сверлильный, шлифовальный, термический, сборочный); вспомогательные службы (заточное отделение, ремонтная база, инструментально-раздаточная кладовая, отдел технического контроля, складские зоны для заготовок, деталей и готовой продукции); а также административно-бытовые помещения. Общая площадь цеха составляет от 2000 до 5000 м^2, количество единиц технологического оборудования – от 50 до 150 станков различных типов. Преобладающая форма специализации – технологическая, что при номенклатуре в 50–100 типов деталей (валы, фланцы, корпуса, зубчатые колеса) и серийном характере производства порождает протяженные, пересекающиеся грузопотоки, высокий объем незавершенного производства и значительные межоперационные пролеживания. В структуре цеха выделяются участки обработки деталей различных классов точности, причем более 60 % оборудования является универсальным или специализированным (токарно-винторезные, фрезерные консольные, вертикально-сверлильные станки), а доля станков с ЧПУ не превышает 15–20 %, что ограничивает гибкость производства. Пространственная планировка, как правило, линейная или по типам станков, без учета прямоточности материальных потоков, что приводит к возвратным движениям партий деталей и увеличивает производственный цикл в 1,5–2 раза по сравнению с теоретически достижимым.

Практическая новизна состоит в разработке и апробации комплекса беззатратных решений: перегруппировка существующего оборудования в гибкие производственные ячейки (ГПЯ) на основе имитационного моделирования грузопотоков; внедрение RFID-меток и сис-

темы адресного хранения, исключающей возвратные маршруты; создание «цифрового двойника» планировки цеха для тестирования сценариев реорганизации без остановки производства.

Сравнительные показатели эффективности до и после цифровой реорганизации цеха

Показатель	До изменений	После изменений	Примечание (техническая новизна)
Загрузка фрезерного участка	98 %	85 %	Выравнивание за счет переназначения операций в ГПЯ
Загрузка токарных станков	65 %	82 %	Автоматическая балансировка через MES-систему
Потери времени на транспортировку на деталь	2,5 ч	1,2 ч	Применение RFID-логистики и AGV-тележек
Расстояние транспортировки (вал)	350 м	120 м	Ликвидация возвратных потоков имитационным моделированием
Длительность производственного цикла (валы)	5 смен	3,5 смены	За счет параллельно-последовательной работы ГПЯ
Высвобождение производствен-ных площадей	–	12 %	Уплотнение компоновки на основе цифрового двойника
Сокращение НЗП	–	15–18 %	Точно вовремя + адресное RFID-хранение

Примечание. Разработано автором на основе источников [1, с. 320; 3, с. 127].

Приведенные в таблице данные позволяют выявить системные диспропорции в действующей производственной структуре механического цеха и количественно обосновать направления ее совершенствования. Прежде всего обращает на себя внимание значительный разрыв в загрузке технологических групп оборудования: фрезерный участок работает на пределе своих возможностей (98 %), что делает его «узким местом» всей производственной системы, в то время как токарные станки загружены лишь на 65 %. Такая несбалансированность типична для цехов с технологической специализацией, где оборудование группируется по типам, а не по последовательности обработки конкретных деталей. Следствием этого являются высокие потери времени на межоперационную транспортировку – 2,5 ч на одну деталь, что свидетельствует о протяженных и нередко возвратных маршрутах движения предметов труда. В то же время сам факт выделения трех устойчивых номенклатурных групп деталей (из общего объема около 50 типов) создает объективную предпосылку для перехода от технологической к предметно-замкнутой структуре участков.

Технические новшества, реализованные в проекте

Цифровой двойник цеха – в программном комплексе AnyLogic воссоздана существующая планировка, проведена имитация грузопотоков, оптимизирована расстановка станков без физического перемещения.

Гибкие производственные ячейки – оборудование перегруппировано в модули, обрабатывающие конструктивно-сходные детали (вал, фланец) с возможностью быстрой переналадки (< 15 мин против 45 мин по базовому варианту).

RFID-мониторинг движения деталей – установлены считыватели на переходах; система в реальном времени корректирует маршруты при возникновении простоев, сокращая межоперационное пролеживание на 40 %.

Алгоритм динамической кластеризации (на базе k-means) – автоматически группирует входящую номенклатуру в 3–4 предметных потока, что позволяет перестраивать структуру участков при изменении заказа.

Практическая новизна подтверждена результатами пилотного внедрения в механическом цехе (номенклатура 50 деталей): Сокращение пути движения деталей на 40 % (с 350 до 120 м) без закупки нового оборудования; снижение длительности цикла по группе «валы» с

5 до 3,5 смен (на 30 %); уменьшение объема незавершенного производства на 15–18 %, что дало финансовый эффект более 80 тыс. руб. в год за счет высвобождения оборотных средств; высвобождение 12 % производственных площадей позволило разместить дополнительный склад комплектующих.

Таким образом, предложенный комплекс технологических и организационных решений (цифровой двойник, ГПЯ, RFID-логистика, динамическая кластеризация) обеспечивает системное улучшение ключевых показателей производственной структуры цеха. Техническая новизна – в отказе от статического зонирования и внедрении адаптивной, перестраиваемой под номенклатуру компоновки. Практическая новизна – в создании воспроизводимой методики реорганизации без капитальных затрат, применимой на любом серийном производстве с шириной номенклатуры до 200 типов деталей.

Литература

1. Фатхутдинов, Р. А. Организация производства : учебник / Р. А. Фатхутдинов. – 4-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 544 с.
2. Новицкий, Н. И. Организация производства на предприятии / Н. И. Новицкий, А. А. Горюшкин. – М. : КноРус, 2023. – 350 с.
3. Стивенсон, В. Дж. Управление производством / В. Дж. Стивенсон. – М. : БИНОМ, 2022. – 927 с.
4. Кожевников, Е. А. Экономика и управление производством / Е. А. Кожевников. – Минск : Выш. шк., 2024. – 415 с.
5. Организация и управление производством. – 2025. – № 4. – URL: https:// www.oup-journal.ru/archive/2025/4.
6. Колосов, А. В. Цифровые двойники в управлении производственными системами / А. В. Колосов // Автоматизация и производство. – 2024. – № 7. – С. 22–29.

УДК 005.95/.96:621

ПРОЦЕССНАЯ МОДЕЛЬ МЕНЕДЖМЕНТА ПЕРСОНАЛА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

В. Д. Калечиц, А. П. Попова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. В. Шваякова

Рассмотрена роль процессного подхода в управлении трудовыми ресурсами организации. Проанализированы современные потребности предприятий в таблицах.

Ключевые слова: процессный подход, трудовые ресурсы, экономические организации, эффективность, тенденции, процессы.

THE PROCESS MODEL OF PERSONNEL MANAGEMENT IN THE MANAGEMENT SYSTEM OF MECHANICAL ENGINEERING ENTERPRISES

V. D. Kalechits, A. P. Popova

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

Scientific supervisor O. V. Shvayakova

This paper examines the role of the process approach to managing the organization's labor resources. The modern needs of enterprises are analyzed in tables.

Keywords: process approach, labor resources, economic organizations, efficiency, trends, processes.