

УДК 658.51

doi:10.18720/SPBPU/2/id24-176

Славянов Андрей Станиславович,
доцент кафедры, д-р экон. наук

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ПРОЕКТИРОВАНИИ
ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРЕДПРИЯТИЙ,
ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

Россия, Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана, aslavianov@mail.ru

Аннотация. Нестабильность внешней среды создает угрозы нормальному функционированию технического комплекса предприятия, который должен в сложившихся условиях обладать максимальной гибкостью и устойчивостью. Проведена декомпозиция технического комплекса на две подсистемы — технологическую и инфраструктурную. Разработаны предложения к оптимизации состава элементов инфраструктурной подсистемы в зависимости от состояния внешней среды. Предложена модель гибкого технологического комплекса с использованием роботизированной транспортной системы.

Ключевые слова: производственно-технический комплекс, блочно-модульный подход, логистический сбой, технологический комплекс, техническая инфраструктура, нестабильность, поточное производство, гибкие производственные системы.

Andrey S. Slavyanov,
Doctor of Economics, Associate Professor of the Department

A SYSTEMATIC APPROACH TO THE DESIGN OF A TECHNICAL COMPLEX OF ENTERPRISES OPERATING IN CONDITIONS OF LOGISTICS UNCERTAINTY

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia,
aslavianov@mail.ru

Abstract. The instability of the external environment creates threats to the normal functioning of the technical complex of the enterprise, which in the current conditions must have maximum flexibility and stability. The technical complex was decomposed into two subsystems — technological and infrastructural. Proposals have been developed to optimize the composition of elements of the infrastructure subsystem depending on the state of the external environment. A model of a flexible technological complex using a robotic transport system is proposed.

Keywords: production and technical complex, block-modular approach, logistics failure, technological complex, technical infrastructure, instability, continuous production, flexible production systems.

Введение

Высокотехнологичный комплекс отраслей российской экономики в течение последнего десятилетия испытывают нарастающее внешнее финансовое давление и ограничения в обеспечении материально-техническими ресурсами, в изменения в структуре спроса вынуждают предприятия увеличивать выпуск продукции, расширяя свою производственную базу [2]. Снижение уровня международной кооперации, сокращение импорта и другие факторы предъявляют новые требования к организации производственных процессов [3], что в свою очередь, делают актуальной проблему выработки подходов к проектированию технических комплексов предприятия.

Под техническим комплексом принято понимать совокупность технологически связанных между собой объектов техники и структур, обеспечивающие их нормальное функционирование [6] по разным направлениям, в число которых входят утилизация и переработка опасных отходов; производство всех видов энергии; транспортировка и хранение различных грузов; производство продукции и др. Данное исследование направлено на разработку подходов к проектированию производственно-технических комплексов, выпускающих машиностроительную продукцию различного назначения.

Текущее состояние экономики и внешней среды, характеризующееся высоким уровнем нестабильности, предъявляет к производственным системам особые требования к конкурентоспособности, которая характеризуется возможностью предприятия удерживать свою рыночную долю

и выпускать достаточное количество продукции в условиях значительных колебаний потребительского спроса и логистических сбоев [7]. Иными словами, система должна обладать максимальной гибкостью, под которой будем понимать способность ее технического комплекса оперативно изменять объемы производства, перестраиваться на выпуск новой продукции, менять технологию в зависимости от требований заказчиков и условий поставки материалов и комплектующих. Решение проблем гибкости и устойчивости предприятий в условиях внешних вызовов придает данному исследованию особую актуальность и значимость.

1. Постановка задачи

1.1. Описание предметной области

Технический комплекс предприятия представляет собой систему, в ходе анализа которой предлагается провести ее декомпозицию [9] на две подсистемы:

- базовую — технологический комплекс, который реализует миссию системы и является ее ядром;
- техническая инфраструктура, которая обеспечивает устойчивость всей системы.

В условиях стабильности производственные технические комплексы проектировались по технологическому, предметному или групповому принципу в зависимости от типа производства — серийного, единичного или массового.

Предметный принцип проектирования технического комплекса предусматривает расстановку оборудования в соответствии с последовательности технологических операций, в результате чего появляется возможность организации поточного производства на основе транспортера - конвейера. Такой подход характерен для крупносерийного и массового выпуска продукции и позволяет применять методы организации поточного производства, которые дают возможность многократно повышать производительность всех ресурсов предприятия.

Технологический принцип подразумевает компоновку оборудования в участки по назначению операций — литейный, кузнечно-прессовый, токарный, фрезерный, лакокрасочный и др. Такой подход затрудняет использование методов поточного производства, но повышает устойчивость всей системы, поскольку выбытие из строя единицы технологического оборудования не приводит к остановке всего производственного процесса.

Группировка элементов технологического комплекса предприятия может также основываться на конструктивном сходстве выпускаемых изделий; на возможности обработки совокупности элементарных поверхностей деталей определенной номенклатуры; по общности применяемой технологической оснастки и др. [4].

Наиболее эффективным методом функционирования технологической системы является поточное производство, организация которого позволяет существенно снижать затраты времени и других ресурсов на выпуск крупных партий деталей, однако спроектированная на изготовление определенного изделия линия не сможет быстро перестроиться на выпуск новой продукции.

1.2. Определение проблемы

Проблема заключается в том, что наиболее производительный вариант компоновки системы — поточная линия, использующая в качестве транспортера конвейер, по своим свойствам является самым жестким в плане перестройки технологии участком производства. Это связано с тем, что оборудование установлено и жестко закреплено на специальных фундаментах и в местах, к которым подведены коммуникации и добавление в линию нового устройства при смене технологии или исключение из техпроцесса какой-либо операции не представляется возможным без существенных материальных и временных затрат.

2. Моделирование системы

2.1. Моделирование технологического комплекса

Решить проблему представляется возможным, используя матричную схему компоновки элементов технологического комплекса производственной системы (рис. 1).

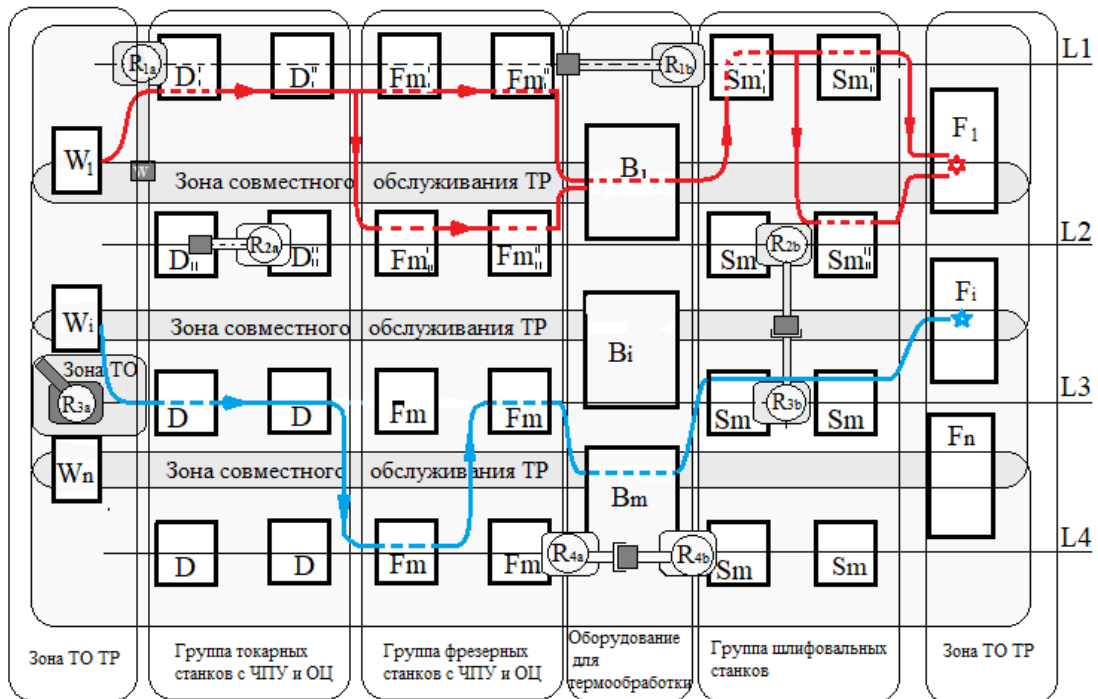


Рис. 1. Функциональная модель технологического комплекса с использованием роботизированной транспортной системы

На схеме представлен группы оборудования, оснащенные столами-спутниками, которые позиционируют заготовку, фиксируют и перемещают ее в рабочую зону станка. Перемещение заготовки осуществляется транспортными роботами (ТР), которые имеют возможность передавать предметы не только с одного рабочего места на другое, но и осуществлять перемещение заготовки между рядами. Важно, чтобы зоны обслуживания транспортных роботов, перемещающихся по разным рядам, не перекрывались. Это дает возможность не только запараллелить операции ($Sm1''$ и $Sm2''$), но и обойти вышедшее из строя оборудование [8].

2.2. Моделирование технической инфраструктуры

Если гибкость производственной системы обеспечивает ее технологический комплекс, то за устойчивость отвечает инфраструктура предприятия, которая должна по возможности максимально демпфировать негативное воздействие внешней среды.

Особую опасность для технологического комплекса представляют последствия логистической неопределенности — срывы поставок оборудования, инструментов, оборудования и запасных частей для его ремонта и обслуживания. Введенные внешние ограничения вынудили зарубежные компании и сервисные фирмы, которые формировали инфраструктуру предприятия, уйти с российского рынка, что существенно повысило риски функционирования всего производственно-технического комплекса. Ключевыми подсистемами инфраструктуры предприятия являются службы, обеспечивающие нормальное протекание технологического процесса, в котором происходит изменение формы и состояния предмета труда.

Проектирование инфраструктуры технического комплекса предприятия может базироваться на блочно-модульном подходе [1]. Декомпозиция системы инфраструктуры технического комплекса позволяет выделить следующие блоки, обеспечивающие производственные процессы:

- ремонтно-профилактический (РПБ);
- технологической оснастки и инструментов (ИБ);
- транспортный (ТБ);
- складской (СБ);
- энергетический (ЭБ).

В свою очередь, блоки состоят из нескольких модулей, которые добавляются в систему при ее проектировании в соответствии с прогнозом состояния внешней среды и с техническим заданием заказчика [2].

Ремонтно-профилактический блок обеспечивает нормальную работу технологического и другого оборудования посредством проведения планово-предупредительных регламентных работ и аварийных ремонтов.

В блок входят модули ремонта оборудования (МРО), диагностики и программирования (МДП), модуль регламентного технического обслуживания (МТО), цех изготовления запасных частей (МИЗ) и склад.

Блок технологической оснастки и инструмента обеспечивает производственный процесс новой и восстановленной оснасткой и инструментом и включает в себя модули ремонта и восстановления инструмента и оснастки (МРВИ), изготовления инструмента и техоснастки (МИТОИ), инструментальный склад (ЦИС).

Транспортный блок обеспечивает перемещение различных грузов внутри цеха (ВЦТ), между цехами внутри предприятия (ВЗТ), доставку грузов на предприятие и поставщикам — внешний автотранспорт (ВАТ) и авторемонтный участок (АРУ), где ремонтируются электрокары, автомобили и другой транспорт.

Энергетическая инфраструктура предприятия включает в себя модули электроснабжения (МЭ), тепло и паро-снабжения (МТ), очистки и кондиционирования воздуха (МОКВ), очистные сооружения (ОС), водоснабжения (МВ), энергоремонтный цех (ЭЦ) и др. В условиях стабильности предприятие может отказаться от большей части подразделений энергетической инфраструктуры, передав их функции на аутсорсинг сторонним организациям.

Блок складской инфраструктуры включает в себя склады готовой продукции, материалов, покупных комплектующих изделий, склады специального хранения, в которых предъявляются особые требования к безопасности, температурному режиму, влажности и др. В условиях стабильности предприятие может арендовать склады у сторонних фирм.

На рисунке 2 представлена функциональная модель технической инфраструктуры предприятия.

В модели (рис. 2) выделяется критическая инфраструктура предприятия, которая напрямую обеспечивает технологический процесс средствами труда — оборудованием, технологической оснасткой и инструментом. В случае выхода из строя вследствие износа, аварии или других причин техоснастки, станка, инструмента, технологический процесс останавливается и специальные службы должны оперативно устранить последствия и причину внештатной ситуации. Решением подобных проблем заняты ремонтное и инструментальное подразделения предприятия. В условиях стабильности число модулей в блоках критической инфраструктуры можно свести до минимума, передав их функции на аутсорсинг сторонним организациям. Это позволит оптимизировать расходы предприятия на содержание собственных производственных площадей и персонала, занятых обслуживанием техники различных производителей.



Рис. 2. Функциональная модель технической инфраструктуры предприятия.

В таблице 1 показано, как изменяется комплект модулей в блоках в зависимости от состояния внешней среды.

Таблица 1

Комплект модулей в блоках в зависимости от состояния внешней среды

Наименование блока	Прогнозируемое состояние внешней среды		
	Нейтрально стабильное	Умеренно нестабильное	Агрессивно-нестабильное
	Модули		
РПБ	Склад ЗИП	Склад ЗИП, МТО	Склад ЗИП, МДП, МРО, МТО, МИЗ.
БТИ	ЦИС	ЦИС, МРВИ	ЦИС, МРВИ, МИТОИ
ТБ	ВЦТ, ВЗТ	ВЦТ, ВЗТ, ВАТ	ВЦТ, ВЗТ, ВАТ, АРУ
СБ	СГП, СМ	СГП, СМ, СК	СГП, СМ, СК, ССХ
ЭБ	МОКВ, МЭ, ОС	МОКВ, МЭ, ОС, МВ, МТ	МОКВ, МЭ, ОС, МВ, МТ, ЭЦ

В нейтрально стабильном состоянии внешней среды имеет смысл передать функции обеспечения предприятия энергией, коммунальными услугами, автотранспортом, ремонтом сторонним специализированным организациям, состав которых можно менять в соответствии с заключенными контрактами.

В случае обострения международных экономических отношений возникают угрозы логистических сбоев и технический комплекс предприятия должен обладать возможностью продолжать функционировать в новых условиях. Инфраструктура технического комплекса должна максимально снизить последствия введенных ограничений и обеспечить автономное функционирование системы в условиях нестабильности внешней среды.

Заключение

В работе был проведен системный анализ производственного технического комплекса производственного назначения в различных состояниях, в том числе и в условиях нестабильности внешней среды. Изменения конъюнктуры рынка, значительный износ оборудования, введенные ограничения на поставку продукции высокотехнологичного сектора экономики и уход с российского рынка зарубежных партнеров показывают необходимость в выработке новых подходов к проектированию производственно-технических систем.

Использование системного подхода в проектировании дает возможность выбрать оптимальный вариант сочетания обеспечивающих инфраструктурных модулей и реализовать требования, предъявляемым к производственно-техническим комплексам, функционирующим в условиях логистической неопределенности — гибкость и устойчивость.

Список литературы

1. Антонова М. В., Бородулин Д. С. и др. Блочно-модульный принцип конструирования платформенных инерциальных блоков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2015. – Т. 15, № 4. – С. 101–110.
2. Бобков А.Н., Славянов А.С. Особенности организации производственного процесса и инструментального хозяйства в условиях нестабильности // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2023. – № 7. – С. 15–19.
3. Бобков А.Н., Славянов А.С., Хрусталева Е.Ю. Подходы к организации инструментальной инфраструктуры на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения в условиях нестабильности // Научный журнал КубГАУ. – 2023. – № 191 (07). – С. 296–301.
4. Бухалков М.И., Кузьмин М.А., Павлов В.В. Особенности проектирования и организации группового производства в машиностроении // Организатор производства. – 2010. – № 4. – С. 27–32.

5. Голов Р.С., Пушкарева М.Б. и др. Принципы и особенности формирования современной производственной инфраструктуры на машиностроительных предприятиях // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2016. – С. 135–143.

6. Попкова Н.В. Философия техносферы. – М., 2014. – 344 с.

7. Славянов А.С. Подходы к оценке ущерба от простоев, вызванных сбоями в логистических цепочках // Инновации в менеджменте. – 2023. – № 1 (35). – С. 58–64.

8. Славянов А.С. Подходы к организации гибкого поточного производства // Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: сборник научных трудов XII международного конгресса по контроллингу, 19 мая 2023 г., г. Смоленск, Россия / Под научной редакцией д.э.н., профессора С. Г. Фалько / НП «Объединение контроллеров». – М.: НП «Объединение контроллеров», 2023. – С. 213–219.

9. Федоров И. Г. Принципы декомпозиции модели процесса // Прикладная информатика. – 2016. – Т. 11, № 5 (65). – С. 19–29.