

9.4. МОДЕЛЬ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Мизюн В.А., к.т.н., доцент
кафедры менеджмента организации

Тольяттинский государственный университет

В статье приведены результаты анализа и обобщения теоретико-методологических аспектов организационной науки, системных исследований, психологии управления и информатики, обоснована целесообразность их интеграции в единое проблемное поле в ходе междисциплинарных исследований применительно к вопросам повышения конкурентоспособности российских предприятий в современных условиях.

ВВЕДЕНИЕ

В эпоху глобализации и интернационализации мировой экономики товаропроизводители большинства развитых стран интегрированы в мировые хозяйственные связи, а национальные рынки формируются под активным воздействием общемировых экономических процессов и международной конкуренции. В современных условиях отечественные предприятия поставлены перед необходимостью решения жизненно важной для них проблемы – повышения конкурентоспособности. Вплоть до второй половины 1980-х гг. данная проблема формулировалась в виде задач по обеспечению конкурентоспособности продукции. Это было обусловлено ограничениями в экономическом сотрудничестве и торговле, а также автономностью финансово-кредитной сферы страны, и, как следствие, слабой вовлеченностью отечественных товаропроизводителей в процессы международной кооперации, невозможностью по этой причине сопоставлять свои конкурентные преимущества и недостатки на внешних рынках. По мере осуществления в Российской Федерации экономических реформ 1990-х гг. и создания рыночных отношений внутри страны, вовлечения ее в мировые хозяйственные связи, задачи обеспечения конкурентоспособности непосредственно увязываются с эффективностью материального производства. Это обусловлено тем, что в условиях рыночной экономики товаропроизводитель не может длительное время занимать устойчивые позиции на рынке, опираясь в своей производственно-коммерческой деятельности исключительно на конкурентоспособность товара, не учитывая при этом мировой опыт и уровень организации производства и управления, которые непосредственно влияют на издержки по изготовлению и реализации продукции¹.

При огромном разнообразии теоретико-методологических и практических подходов к решению проблемы конкурентоспособности можно выделить два основных направления научных исследований и инженерных разработок. Первое направление связано с качеством и реализацией товара на рынке (сфера маркетинга). В обобщенном виде оно изучает и оказывает косвенное влияние на удовлетворенность потребителей продукцией предприятия (доля компании на рынке, динамика ее изменения, объем продаж и т.д.). Второе направление отражает вопросы эффективности производства (рентабельность основной деятельности, объем прибыли, производительность труда и т.д.) и непосредственно влияет на конкурентные преимущества предприятия. Эффективность производства становится в настоящее время ключевым фактором выживания предприятий в конкурентной борьбе, особенно в условиях растущей специализации производства и сложности экономических систем. По этой причине рост интенсивности и эффективности производства становятся приоритетной целью совершенствования деятельности предприятий. Основными предпосылками такого роста являются инновационные изменения в технике и

организации производственной деятельности, ведущие к снижению его издержек.

Таким образом, достижение поставленной перед отечественной промышленностью цели обусловлено необходимостью разработки и внедрения современных моделей конкурентоспособного производства, эффективных методов и технологий внутрифирменного планирования и управления. При этом необходимо отметить, что важность интенсификации и увеличения эффективности производства для повышения конкурентоспособности предприятий в настоящее время осознана подавляющим большинством иностранных товаропроизводителей. Зарубежные компании еще в 1980-х гг. начали внедрение и реализацию мероприятий по повышению производительности и эффективности своей деятельности, за счет улучшения использования имеющихся в наличии производственных ресурсов путем внедрения инновационных изменений по совершенствованию управления и организации производства и обеспечения на этой основе долговременного устойчивого развития своей национальной экономики. В целом такие мероприятия представляют собой одно из наиболее характерных проявлений перестройки сферы управления в развитых странах в направлении адаптации предприятий к работе в условиях конкурентной борьбы, основанной на широком использовании достижений науки и техники [13]. Создание конкурентных преимуществ российскими компаниями требует изучения передового опыта зарубежных стран, главным образом Японии, США и стран центральной Европы. Зарубежные производители (в частности японские автомобильные и электронные компании) были первыми, кто обратил внимание на необходимость новых подходов к организации деятельности, позволяющих значительно сокращать непроизводительные издержки и способствовать тем самым продвижению товаров на внутреннем и международном рынках.

При сравнении конкурентных преимуществ отдельных товаропроизводителей принято различать производственно-экономический потенциал предприятий, отрасли и национальной экономики, и реальную эффективность производства. Производственно-экономический потенциал зависит от внешних условий хозяйственной деятельности (наличия инновационной инфраструктуры и передовых технологических разработок, трудовых, сырьевых, энергетических ресурсов и т.п.) и прежде всего от общего уровня научно-технического развития страны. Очевидна высокая эффективность проводимой правительствами развитых стран (главным образом США, Японии, Франции и Германии) комплексной политики, направленной на создание инновационных и глобальных конкурентных преимуществ, ядром которой является технологическая политика. Поддержка инновационных конкурентных преимуществ в этих странах осуществляется посредством:

- применения финансово-кредитных рычагов стимулирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- применение системы общемировых стандартов качества;
- защиты интеллектуальной собственности и авторских прав;
- реализации государственными органами части маркетинговых функций, обычно выполняемых предприятиями;
- кооперации сил государственных органов, бизнеса, университетов и военных лабораторий в процессе разработки и внедрения технологий.

Наличие институциональных условий для развития глобальных конкурентных преимуществ и их эксплуатация является относительно новой тенденцией развития национальной экономики США и некоторых западноевропейских стран (например, Англии). Она связана в большей мере с заменой производственной деятельности на научные исследования и финансово-посреднические услуги, т.е. формированием третьего (информационного) сектора мировой экономики – сферы обслуживания (С.М. Емельянов, 2001).

Эффективность деятельности предприятия определяется внутренними условиями – в первую очередь уровнем управления и организации производства. Это связано с тем, что рост интенсивности производства (производительности труда) обусловлен применением организационно-технических новшеств,

¹ По этой причине Президентом и Правительством РФ в качестве основного приоритета развития российской экономики, повышения ее конкурентоспособности определяется эффективность хозяйственной деятельности промышленных предприятий.

а основным резервом повышения его эффективности является глобальная оптимизация (балансирование) структуры используемых в производстве ресурсов, которая в конечном итоге и приводит к существенному снижению производственных издержек. Низкие издержки производства являются одним из видов конкурентных преимуществ предприятия, наряду с качеством и способами продвижения продукции на товарных рынках, поскольку издержки играют важную роль в формировании маркетинговой стратегии ценообразования. Ценовые решения неизбежно привязаны к решениям об объемах продаж, которые в большей мере связаны с производственными издержками, чем с затратами на маркетинг и управленческими расходами.

Безусловно, основой конкурентоспособности предприятия является конкурентоспособность его продукции, которая зависит от ряда составляющих ее компонентов (факторов), главным из которых является качество. Однако практика показывает, что обеспечить высокое качество продукции в условиях плохой организации производственной деятельности невозможно, так как возникающая при этом неритмичность и непропорциональность процесса производства приводит к организационно-технологическим сбоям, устранение которых требует несоразмерного увеличения интенсивности труда (применение авралов). Последнее обуславливает непроизвольное сокращение резервов времени технологических операций и, как следствие, нарушение установленных производственных регламентов и стандартов, что негативно сказывается на качестве продукции. Таким образом, для того чтобы отечественные предприятия были конкурентоспособны в борьбе с ведущими мировыми производителями, в настоящее время требуются совершенно новые подходы к организации производства и управления (в том числе управления качеством), чем те, которыми они руководствовались в прошлом, используя традиционные модели непрерывно-поточного (массового) и гибкого производства.

ТРАДИЦИОННАЯ МОДЕЛЬ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Основные идеи и принципы модели массового производства и потребления, применяемые на многих промышленных предприятиях по настоящее время, были сформулированы на рубеже XVIII-XIX вв. основателями школы научного управления Ф. Тейлором, А. Файолем, Г. Фордом, их учениками и последователями, внесшими существенный вклад в индустриальное развитие мировой экономики [47, 63]. Парадигма массового (поточного) производства основана на идее организации непрерывного потока изделий, перемещающихся в ходе производственного процесса от одной технологической операции к другой, посредством стандартизации операций и применения точных (прецизионных) станков, позволяющих изготавливать взаимозаменяемые (унифицированные) детали. В отличие от индивидуального (ремесленного) производства, такой подход к организации промышленной деятельности значительно упрощал процесс финишной сборки готовых изделий и позволял существенно сократить потери и общее время изготовления продукции. На предприятиях массового производства рабочие выполняли узкоспециальные задания одновременно, что повышало скорость и качество производственных операций, а для координации их совместной деятельности во времени и пространстве применялась процедура планирования производства (целеполагания / целеуказания / координации), которая осуществлялась инженерами в ходе оперативного управления предприятием.

Материальным воплощением идеи и принципов непрерывного потока изделий стали движущиеся сборочные линии компании Ford, которые успешно использовались на машиностроительных предприятиях в 1920-е гг., когда

гибкость производителей и предпочтения потребителей продукции не оказывали существенного влияния на эффективность производства (Henry Ford, 1926). Применять их ко всему производственному процессу на тот момент не было необходимости. Объективными экономическими причинами этого являлись благоприятные условия развивающихся монопольных рынков производителей, основная миссия которых заключалась в максимальном удовлетворении растущих потребностей населения. Последовательное изготовление однотипных изделий крупными партиями с помощью механических приспособлений и станков существенно повышало интенсивность отдельных технологических операций и производительность труда по сравнению с индивидуальным (кустарным) способом ведения хозяйственной деятельности. По этой причине улучшение модели массового производства, на протяжении всего периода ее широко использования в XX столетии, осуществлялось преимущественно в направлении совершенствовании средств и способов производства, эффективного использования машин и оборудования посредством специализации труда, стандартизации и унификации продукции, а также полной загрузки производственных мощностей с помощью сквозного директивного планирования и управления, что в условиях масштабного одно-двухпредметного производства и монопольных развивающихся рынков товаропроизводителей давало колоссальный экономический эффект. В основе данной модели организации производства лежит один из принципов экономической теории – снижение издержек производства единицы продукции, обусловленное ростом его масштабов. По мере роста размеров предприятия целый ряд факторов, таких как специализация труда и управления, эффективное использование производственных мощностей, глубокая переработка сырья посредством изготовления побочных продуктов и т.д., – начинает действовать в направлении снижения средних издержек производства. В машиностроительной отрасли действие этого принципа обеспечивало повышение производительности труда, сокращение длительности производственного цикла изготовления изделий, ускорение оборачиваемости оборотных средств за счет уменьшения размеров незавершенного производства, улучшение использования основных фондов и капитала, увеличение выпуска продукции в единицу времени с единицы оборудования или квадратного метра площади. Все это в конечном итоге приводило к улучшению качества продукции, снижению издержек производства и трудоемкости изготовления продукции, потерь от брака, к уменьшению накладных расходов на единицу продукции, благодаря ее выпуску в больших масштабах.

Исходя из современных системных представлений относительно принципов и закономерностей организации эффективного производства, можно заключить, что улучшение деятельности промышленных предприятий первоначально осуществлялось в направлении обеспечения локальной эффективности составных частей (факторов) производственных систем применительно к новым условиям механизированного производства, преследуя цель углубления специализации и интенсификации труда на отдельных производственных участках. Однако с ростом масштабов и сложности производственно-экономических систем, специализация неизбежно порождала обособленность и разобщенность действий их элементов, что в свою очередь приводило к

росту межоперационных издержек (транзакций) и отрицательным экономическим результатам.

Изоляция (обособление) элементов системы и их распад на независимые части, после которого система перестает выполнять возложенные на нее функции, как закономерность эволюционного развития системы в процессе ее жизнедеятельности сформулирована американским ученым А.Холлом (см. «прогрессирующая факторизация»). Данная закономерность соответствует классической модели организации производства. По этой причине широко распространенным является ошибочное представление о том, что чем больше и быстрее производятся детали и полуфабрикаты на локальных участках производственного процесса, тем меньше удельная себестоимость единицы готовой продукции и, следовательно, экономическая эффективность производства в целом (так называемая «отдача от масштабов»). Однако данные рассуждения верны с точки зрения локальной эффективности отдельных факторов производства, например, работы оборудования и отдельных производственных участков или операторов, то есть исходя из несистемных представлений традиционной школы организации производства, а также практики учета производственных расходов, которая заключается в исчислении только прямых затрат на создание единицы изделия или полуфабриката. Данный пофакторный подход игнорирует другие затраты – так называемые внутрисистемные транзакции, связанные с непроизводительными потерями времени и ресурсов, которые образуются на стыках производственно-технологических участков из-за простоев оборудования по причине длительных циклов производства крупных партий изделий и полуфабрикатов, а также затрат на их перемещение и складирование в больших объемах. Противоположностью прогрессирующей факторизации (обособления элементов) производственной системы является прогрессирующая систематизация, которая имеет место в рассматриваемых ниже моделях гибких и интеллектуальных производственных систем [38, 39].

Основным недостатком массового производства является несогласованная работа обособленных технологических участков в общем процессе изготовления продукции. Участки функционируют независимо друг от друга, производя и выталкивая в межоперационное пространство (на промежуточный склад) продукцию в соответствии с планом-графиком, который они получают от отдела оперативного управления производством (диспетчерской службы), игнорируя при этом состояние и текущие потребности производства в деталях и комплектующих. Процесс выталкивания изделий – результат работы по плану-графику, составленному на основе предположений о том, что понадобится следующему процессу. К сожалению, делать это последовательно практически невозможно, поскольку производственный процесс редко выполняется в соответствии с планом и графики постоянно изменяются. Когда каждый процесс выполняется по собственному графику, он работает как изолированный участок, независимо от специфики и интенсивности работы участков, расположенных ниже по движению материального потока деталей и полуфабрикатов. В каждом процессе самостоятельно устанавливаются объемы партий и темп производства исходя из собственного (локального) представления задачи выполнения плановых заданий по производству продукции и экономической эффективности, а не общесистемного

видения всего производственного процесса (глобальной оптимизации потока создания ценности). В такой ситуации предыдущие процессы будут иметь тенденцию выпускать изделия, которые не нужны последующим процессам (их потребителям) в настоящее время. Это означает выпуск одних изделий в большем количестве, чем это нужно для осуществления требуемых на данный момент технологических операций и, соответственно, нехватку других, что приводит к вынужденным простоям оборудования и потерям рабочего времени.

В массовом производстве большая часть времени, затраченного в технологическом цикле на обработку предметов труда, представляет собой потери. Чтобы получить полное представление о неэффективности традиционных производственных систем с точки зрения современной концепции эффективного (бережливого) производства необходимо составить маршрутную карту перемещения материальных ресурсов по ходу процесса, отметив на ней время прохождения каждого технологического этапа (уровня) передела. Сравнив время обработки (добавления стоимости) единичных изделий с общим временем изготовления готовой продукции (выполнения заказов), можно обнаружить, что совокупное время обработки, затрачиваемое на производство одного изделия, составляет несколько часов (минут), в то время как на прохождение этого изделия через весь производственный цикл требуется дни. Это обусловлено тем, что общее время, затрачиваемое на технологический процесс, включает временные потери из-за вынужденных простоев оборудования, непроизводительных перемещений партий и доработку дефектов изделий (внутренние транзакции). Поэтому для предотвращения затяжных сбоев в работе главного конвейера или его полной остановки в традиционной производственной системе создаются так называемые технологические заделы (избыточные материальные запасы) между различными этапами производственного процесса, которые не могут быть использованы в производстве и реализованы потребителю в виде готовой продукции в реальном масштабе времени, что приводит к замедлению оборота активов предприятия. Партии невостребованных деталей должны храниться, сортироваться и переделываться в случае обнаружения дефектов, что требует дополнительных (незапланированных) затрат труда и специального складского и транспортного оборудования. При этом дефекты остаются скрытыми в очередях запасов до тех пор, пока детали не будут, наконец использованы следующим вниз по потоку производственным участком. Именно там обнаружатся существующие проблемы с качеством деталей, однако из-за разрыва непрерывного потока изделий в пространственно-временном отношении трудно проследить их источник, что оказывает негативное влияние на поведение рабочих (исчезает мотивация к качественному выполнению работы, совершенствованию способов и средств труда).

Традиционная система мотивации Тейлора, в которой акцент делается на поощрении личной заинтересованности, предполагает материальное вознаграждение линейных руководителей и рабочих, изготовивших большое количество деталей, не зависимо от текущей производственной потребности в них (Frederick W. Taylor, 1911). На практике это вступает в противоречие с общей эффективностью работы группы, показатели производительности труда которой резко снижаются из-за несогласованности действий отдельных индивидов. Со-

временная теория мотивации предполагает использование системы вознаграждений (наказаний) как инструмента немедленного негативного (позитивного) подкрепления (факторов модификации) поведения. Теория и практика управления подтверждает, что кроме материального стимулирования есть множество нематериальных факторов, которые люди воспринимают как стимулы (например, своевременное выявление и всеобщая огласка причин и источника проблемы). В отличие от современных моделей производственных систем (например, системы производства Toyota, TPS), массовое производство в котором отсутствует непрерывный поток изделий, выполняющий функцию обратной связи между отдельными производственными участками в реальном режиме времени, не может обеспечить немедленного выявления проблем, связанных с качеством работы и, соответственно, оперативного подкрепления поведения. По этой причине рабочие немотивированны на оценку качества работы без помощи начальника; на предприятиях преобладает нерегулярная негативная обратная связь в виде системы выборочного контроля и санкций, которая порождает затяжные психологические конфликты и напряженность межличностных отношений в трудовом коллективе. В конечном итоге все это существенно снижает эффективность основной деятельности предприятия.

Визуальное наблюдение за ходом технологического процесса на предприятиях массового производства показывает, что для изготовления крупных партий изделий используется громоздкое оборудование, которое бесперебойно работает с целью снижения цены единицы изделия за счет максимальной загрузки производственных мощностей. По этой причине оборудование часто находится в неисправном состоянии из-за отсутствия регулярного профилактического обслуживания и ремонта, что приводит к дефектам, которые при огромных партиях деталей подолгу остаются незамеченными, а при их обнаружении бракованные детали не возвращаются на доработку; их просто заменяют другими деталями из наличных запасов, откладывая в сторону. Партии деталей продолжительное время находятся в межоперационном пространстве в ожидании транспортировки на следующие участки обработки. Нестыковка отдельных этапов производственно-технологического процесса приводит к скоплению огромных запасов невостребованных изделий и комплектующих, которые перемещаются автопогрузчиками с места на место при сортировке и отбраковке отдельных деталей.

Основная причина возникновения отрицательного эффекта масштаба на современном этапе эволюционного развития производственно-экономических систем связана с несогласованной работой их локальных участков, основным условием устранения которой является точная координация деятельности отдельных частей производственной системы, которая должна выполняться в определенной последовательности и ритме с помощью эффективных способов управления. По этой причине, начиная с 1950-х гг., эффективность управления становится ключевым фактором успеха при организации деятельности крупномасштабного, сложного производства в условиях динамичной конъюнктуры рынков и усиления конкуренции между товаропроизводителями индустриально развитых стран. Успешно применявшаяся ранее организационно-техническая мо-

дель непрерывно-поточного производства, основанная на последовательном выполнении технологических операций по изготовлению деталей и изделий крупными партиями (очередями) и централизованном (директивном) управлении, в соответствии с которым координация параллельных операций осуществляется посредством дискретного планирования, оказалась не в состоянии обеспечить выпуск конкурентоспособной продукции в новых экономических условиях. Последнее обусловлено тем, что развитие организационно-технических систем тесно связано с процессами специализации производства и совершенствования координации совместной деятельности различных технологических операций. При этом опыт показывает, что для многих производственных комплексов процессы специализации опережают соответствующее развитие (совершенствование) систем управления, что формулируется как закономерность отставания управления от роста сложности (углубления специализации) больших систем, которая объективно отражается в увеличении разнообразия их элементов и связей между ними.

В соответствии с основными положениями теории систем, концепция разнообразия системы, сформулированная У.Р. Эшби [41], основана на центральном понятии ограничения разнообразия возможных состояний объекта или процесса, то есть его уменьшения в сравнении с абстрактно возможным, вследствие каких-либо условий, налагаемых на систему, или внутренне присущих ей свойств. В соответствии с этой концепцией всякий закон природы есть ограничение разнообразия, поскольку из всех абстрактно мыслимых состояний системы, значений ее характеристик, форм протекания процессов в ней и т.п. он указывает область реализуемых, актуально возможных состояний, значений, форм и т.д. Для биологических и социально-экономических систем закономерность ограничения разнообразия имеет фундаментальное значение, устанавливая, что эффективное управление сложными системами неосуществимо с помощью «простых» средств. Для задач принятия решений, в том числе управленческих, наиболее важным является одно из следствий этой закономерности, которое было выделено Эшби как условие «необходимого разнообразия». Применительно к системам управления данное следствие может быть сформулировано следующим образом: разнообразие управляющей системы (системы управления) должно быть больше (или по крайней мере равно) разнообразию управляемого объекта. Этот закон достаточно широко применяется при выработке рекомендаций по совершенствованию систем управления различными экономическими системами (предприятием, объединением, отраслью и т.д.). Его использование при проектировании систем управления предприятиями помогает увидеть причины проявляющихся в них недостатков и найти пути повышения эффективности управления.

Понимание того, что промышленное предприятие является сложной системой эффективная работа, которой зависит от правильного и согласованного взаимодействия подсистем и их элементов (по аналогии с биологическими организмами), пришло лишь в конце 1970-1980-х гг. прошлого столетия, когда системные концепции, нашедшие свое применение в точных науках и технике, были заимствованы школой управления. Наиболее значимая концепция теории организации как универсальной науки, обобщающей наиболее важные фундаментальные положения естественных и социаль-

но-экономических наук, впервые была сформулирована русским ученым А.А. Богдановым в работе «Тектология: Всеобщая организационная наука» (1913). Позднее основные понятия теории организации были сформулированы и развиты в трудах выдающихся ученых, работавших в различных областях знания:

- в биологии – Л. фон Берталанфи [4, 5];
- в математике – У.Р. Эшби [41], Н. Винер [7];
- в экономике – Р.Л. Акоф [2] и др.

Работы этих ученых объединял системный подход к изучению организационных процессов, что нашло свое выражение в единых системных методах исследования и привело к нахождению общих законов, справедливых для объектов и процессов различной природы. Результаты исследований ученых заложили основы общей теории систем и послужили основой для формирования и развития современной теории и практики организации производства.

Исторический опыт развития промышленности объективно показывает что по мере совершенствования общественно-экономических отношений интересы практики требуют постоянного исследования системных закономерностей функционирования различных организаций, разработки новых подходов к созданию более эффективных моделей организации производства и управления. Причина низкой эффективности модели непрерывно-поточного производства заключается в исторически сложившемся сочетании последовательного осуществления технологических операций очередями (изготовление деталей и изделий крупными партиями) и централизованного (директивного) планирования управления производством, в соответствии с которым координация очередей операций осуществляется с помощью дискретно формируемых плановых заданий, специфические особенности и недостатки которых представлены ниже.

Последовательное осуществление операций

Последовательное осуществление операций очередями предполагает многократное (рис. 1) выполнение системой операций одного вида (А), и затем, многократное выполнение операций другого вида (В), после осуществления требуемой для этого переналадки оборудования. При этом в результате многократного последовательного осуществления операций А и В образуются партии деталей (комплексы работ и т.п.), размер которых определяется частотой выполнения операций и переналадки оборудования в заданный промежуток времени.

Способ последовательного выполнения операций применялся в ЭВМ первых поколений. Из подготовленных заданий пользователей составлялся пакет заданий и данных подлежащих обработке (подобно партиям деталей на производственном участке завода). Процессор выполнял программы обработки до их полного завершения строго в запланированном порядке. Режим последовательной пакетной (партионной) обработки имеет существенный недостаток – частые простои процессора по причине сбоев в ЭВМ (это происходит, например, если очередная программа обработки, загруженная в процессор, не обеспечена данными), а также неэффективная работа ЭВМ в целом из-за того, что отдельные программы загружают процессор на длительное время, при этом остальные остаются без обслуживания на длительное время. Требуется постоянное вмешательство

оператора (по аналогии со сбоем в работе традиционных производственных систем), поскольку данный способ (режим) работы ЭВМ не содержит системно встроенные средства разрешения конфликтных ситуаций. В ходе дальнейшего совершенствования ЭВМ данный режим работы процессора был усовершенствован так называемым режимом многопрограммной обработки данных с помощью которого осуществляется прерывание обслуживания программы, работа которой не может быть продолжена из-за отсутствия дополнительных данных, и процессор отдается в распоряжение следующей по приоритетности программе. Когда условия препятствующие продолжению обслуживания наиболее приоритетной программы отпадают, процессор возобновляет решение прерванной задачи. Подобные многократные переключения с одной задачи на другую позволяют максимально сократить непроизводительные простои процессора, однако в целом они не способны существенно повысить скорость вычислительных операций (производительность работы ЭВМ) в целом по сравнению с параллельно-последовательным и параллельным способами организации работы процессора.

Преимуществом данного способа осуществления операционной деятельности является снижение затрат по переналадке оборудования, недостатком – увеличение времени цикла изготовления партии деталей в очереди операций А и, соответственно, времени ожидания начала очереди операции В (простоя оборудования) и всех последующих операций в производственном процессе, расположенных ниже по потоку движения материальных ресурсов. Это существенно ограничивает скорость реакции производственной (операционной) системы на изменение условий внешней среды (запросы потребителей) и общую производительность. Данный способ организации производства, учитывая его специфические свойства, эффективен в условиях поточного (одно / двухпредметного) массового производства, для которого свойственна узкая номенклатура относительно несложных изделий (работ и услуг), изготавливаемых поочередно большими партиями при низкой вариации спроса.

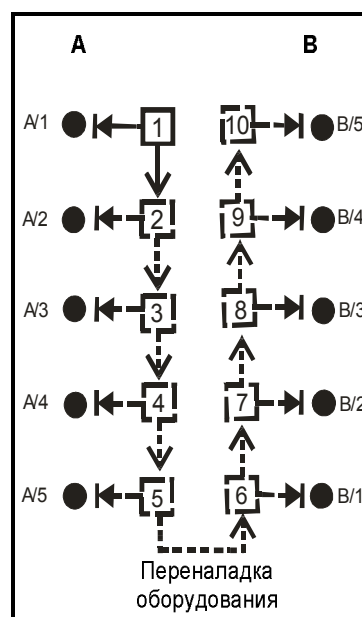


Рис. 1. Последовательный способ выполнения очередей операций А и В

Производственный процесс в общем смысле связан с периодически повторяющимися операциями (циклическими микропроцессами) по изменению физических и геометрических свойств материалов и их перемещением внутри предприятия. Технологические операции, соответствующие различным этапам производственного процесса, выполняются на современных промышленных предприятиях одновременно, поскольку это значительно сокращает общее время изготовления изделий, но, в свою очередь, требует четкой координации деятельности всех участков производственной системы во времени и пространстве. Для выполнения этой важной общесистемной функции существует другой процесс – управление операциями, который носит нематериальный (информационный) характер и сообщает каждому микропроцессу, что производить или, что делать дальше в тот или иной промежуток времени. Решение этой задачи на предприятиях массового производства обеспечивается централизованной (командной) системой оперативного планирования и управления производством.

Централизованное управление

В системе управления производством определение цели хозяйственной деятельности и средств ее достижения (целеполагание (целеуказание)) представляет собой процесс принятия решения относительно предполагаемого режима эксплуатации операционной системы предприятия с учетом текущего спроса на его продукцию в будущем, который называется планированием. Программа (план) производства продукции задает режим работы операционной системы в виде ее основных переменных (например, объема производства и требуемого для этого количества материальных ресурсов с разбивкой по периодам) и предписаний, определяющих порядок выполнения конечного набора операций, необходимых для реализации данной программы.

Управление операциями или оперативное управление представляет собой непрерывный процесс выработки системой управления (субъектом управления) управляющих воздействий (информации), которые по каналам информационных коммуникаций передаются на производственные участки (объекты управления) для обеспечения работы предприятия в заданном режиме в соответствии с действующим планом (программой) как это представлено на рис. 2.

Процесс оперативного управления осуществляется путем непрерывного наблюдения за текущим состоянием объектов управления и сравнения фактических параметров режима функционирования объектов с планом. Фактические параметры работы операционной системы фиксируются подсистемой оперативного учета (сенсорами) и в виде обратного потока информации о состоянии объектов управления (обратной связи) передаются по каналам информационных коммуникаций в систему управления для сравнения с основными параметрами производственного плана (оперативный контроль). По отклонениям управляемых характеристик операционной системы от запланированных значений осуществляется корректировка производственной программы и доведение ее результатов в виде текущих планов (сменных производственных заданий) до управляемых объектов в процессе оперативного регулирования производственной деятельности. Поскольку, как было отмечено выше, современные операционные системы содержат в своем составе несколько параллельно работающих производ-

ственных участков, система управления, помимо общего регулирования процесса производства, осуществляет согласование (координацию) деятельности его отдельных участков в процессе реализации производственной программы. В теории и практике управления эта задача осуществляется различными способами координации параллельных операций, которые накладывают отпечаток на архитектуру и свойства систем управления, реализованных на их основе.

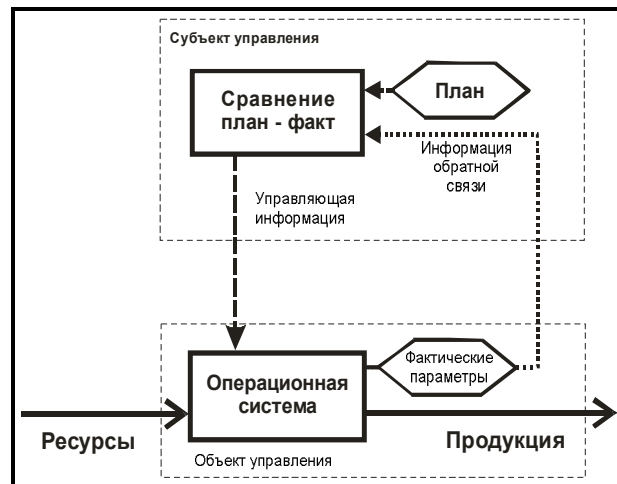


Рис. 2. Процесс оперативного управления производством

В массовом производстве это осуществляется с помощью линии непрерывной сборки изделий (конвейера) и системы планирования. С этой целью составляются календарные производственные планы-графики для всех этапов производственного процесса – как для изготовления узлов и агрегатов, так и для сборочного конвейера. Детали изготавливаются в соответствии с графиком и поступают по мере готовности от операции к операции. В централизованной системе оперативного планирования при получении внешней информации (заказов от потребителей) на определенный период (сутки, неделя и т.д.) составляется график работ с использованием автоматизированной системы календарного планирования (MRP/ERP), которая рассылает инструкции каждому производственному участку о том, что надо сделать в предстоящий плановый период. Графики производства постоянно уточняются по мере поступления дополнительной информации от потребителей продукции относительно корректировки параметров заказов, а также периодических отчетов от производственных участков о фактическом выполнении плановых заданий. Поскольку производство, как правило, не идет в точном соответствии с графиком, требуется проведение корректирующих расчетов и повторная передача инструкций производственным участкам. Очевидно, что при таком способе управления (координации работы производственных участков) не удается избежать недостатков на различных стадиях производства в условиях постоянно меняющихся запросов потребителей. Способ управления является сложным (затратным) с точки зрения вычислительных ресурсов, средств и способов коммуникации. По этой причине автоматизированные системы календарного планирования не являются эффективным инструментом координации совместной деятельности производственных участков и постоянно

требуют неформального вмешательства людей в систему. На практике линейным руководителям и производственному персоналу предприятий приходится иметь дело с более сложными информационными потоками и задачами, чем те с которыми оперирует система календарного планирования. В подавляющем большинстве случаев мастера цехов (супервайзеры) вынуждены подсчитывать фактический уровень запасов и самостоятельно корректировать на основании этой информации разработанные системой планирования графики работы.

В отечественной промышленности традиционно используется так называемый способ вертикального управления (регулирования), предполагающий формальное (механическое) выполнение программы выпуска продукции путем принудительной координации работы всех элементов производственной системы, которая осуществляется посредством направления системой управления (СУ) на производственные участки последовательных команд, определяющих вид выполняемых операций и необходимые для этого ресурсы (рис. 3). Результаты выполнения отдельных операций поступают через систему контроля и используются СУ для изменения (корректировки) состава и порядка выполнения управляющих команд программы (производственного плана), исходя из фактических результатов работы участков, их текущего состояния и наличия необходимых ресурсов (обратная связь).

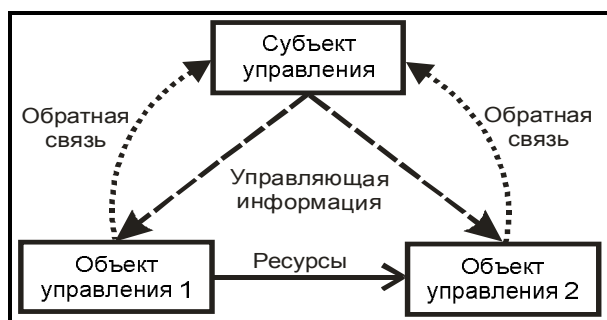


Рис. 3. Централизованная система командного управления

Этот способ, при всей его кажущейся простоте обладает рядом недостатков, существенно ограничивающих производительность операционной системы. Отличительной особенностью централизованной СУ является, то, что интеллектуальные задачи целеполагания и координации совместной деятельности отдельных элементов операционной системы предприятия всецело реализуются средствами управляющей системы (субъектом управления), тогда как подчиненные ей объекты управления (производственные участки), как правило, лишены интеллектуальных ресурсов (или управляющая система игнорирует располагаемый ими интеллектуальный потенциал). По этой причине объекты управления не могут анализировать текущую внутрисистемную ситуацию, самостоятельно выстраивать цели, определять свое поведение и характер взаимодействия с другими объектами операционной системы. Основным назначением (результатом функционирования) объектов управления является точное исполнение регламентированных процедур в ответ на получаемые от управляющей системы сигналы-сообщения. Данный способ организации управления операциями требует полной синхронизации сиг-

налов-сообщений, посылаемых управляющей системой на объекты управления, что в свою очередь требует наличия в СУ полной непрерывно обновляемой в режиме реального времени (динамической) модели производственного процесса и внешней среды, а также четкой и надежной коммутации субъекта и объектов управления. В реальных условиях работы сложных производственных систем реализовать данные требования полностью не представляется возможным.

Классическая школа научного управления вполне определенно провозглашает принцип единоначалия и соответствующий ему централизованный (последовательный) процесс принятия управленческих решений, как правило, ограниченным составом лиц (высшим руководством и функциональными – штабными – управленческими службами). При этом организация рассматривается как формальная (механистическая) структура, а управление – соответственно, как процесс централизованного (последовательного) проектирования решений и неукоснительного их исполнения подчиненными уровнями. С позиции теории систем, ограниченность классического подхода к организации и управлению характеризуется заданием целей функционирования элементов производственной системы извне (по аналогии с относительно простыми техническими (закрытыми) системами). Однако для одного человека или небольшой группы людей оказывается невозможным собрать, понять и переработать всю информацию, необходимую для принятия рациональных решений в масштабах крупного предприятия. Ответственность приходится делегировать бесконечному количеству промежуточных звеньев управления (вице-президентам, вторым вице-президентам и т.д.) Увеличение аппарата управления создает проблемы обмена информацией, координации решений и бюрократической волокиты, увеличивает вероятность того, что решения, принимаемые различными звеньями управления, окажутся противоречащими друг другу. В результате снижается эффективность управления, растут средние издержки производства. На практике для преодоления этого недостатка и смягчения проблемы принятия сложных многокритериальных решений, составляющих суть отрицательного эффекта масштаба, западные и некоторые российские компании разрабатывают и внедряют автоматизированные системы управления основной деятельностью. Тем не менее, все это в целом не приводит к кардинальному улучшению положения: в случае успешности данных мероприятий кривая средних долгосрочных издержек сначала падает, а затем, начиная с момента исчерпания действия положительного эффекта так называемого реинжиниринга бизнес-процесса, становится более или менее горизонтальной. Основной методологической ошибкой в этом случае является то, что при организации предприятий и создании системы управления часто пытаются отобразить их, используя теорию автоматического регулирования (централизованного управления), которая разрабатывалась для закрытых, технических систем и по этой причине не учитывает интеллектуальный потенциал активных элементов производственной системы – людей. В свою очередь коллективное мышление в групповой динамике представляет мощный инструмент распознавания образов сложных экономических явлений и решения на их основе трудно формализуемых и не формализуемых задач управления в условиях динамичного окружения в

режиме реального времени. Именно это обстоятельство наносит вред любому предприятию, делает его нежизнеспособным механизмом, лишенным свойством адаптации к меняющейся среде и самоорганизации.

Моделью производственного процесса в этом случае является план-график (программа) выпуска изделий, низкая оперативность корректировки которого, несоизмерима с быстротой изменения параметров внутренней и внешней среды предприятия. В результате неадекватности (неполноты) условно-статичной модели производственно-технологического процесса, ошибок коммутации между элементами операционной системы и сбоев в работе объектов управления (производственных участков) неизбежно нарушается синхронность управляющих сигналов и, соответственно, усиливается рассогласование работы операционной системы (вплоть до потери управляемости и полной остановки). Представление процесса производства в виде детерминированной (статичной) системы базируется на следующем. Предполагается, что длительность производственного цикла детали является величиной строго определенной (неизменной), трудоемкость изготовления изделия распределяется равномерно в пределах каждой стадии производственного цикла и не меняется во времени, а общая длительность изготовления заказа зависит от его индивидуальных характеристик (сложности состава технологических процессов, средней трудоемкости операции на различных стадиях производства и т.п.). На самом деле длительность циклов / трудоемкость изготовления деталей / заказов (интенсивность работ) является величиной вероятностной и зависит от характеристики того набора деталей / заказов, которые запланированы к производству на один плановый период и от особенностей организации процесса производства на предприятии (средний коэффициент закрепления операций за рабочим местом, размер партий деталей, управление движением узких мест в производстве). Игнорирование динамического характера производства приводит к разбалансировке планов и ресурсов предприятия, дефициту деталей на сборке и, как следствие, нарушению плановых сроков исполнения заказов [11, 25, 30]. Удаленность (обособленность) субъекта и объектов управления, отсутствие полноты и симметричности распространения управляющей информации в операционной системе с централизованной СУ приводит в совокупности к накоплению (наслоению) ошибок управления, нарушению координации работы производственных участков, и, как следствие, снижению производительности и эффективности работы.

Централизованное управление представляет собой точку зрения классической модели организации производственной деятельности. Согласно данной теории, СУ априори (изначально) обладает определенной сложностью организации (например, глобальное видение операционной системы, а также способы и инструменты управления ее поведением), которая превосходит сложность операционной системы и способна справиться с решением задачи координации совместной работы ее составных частей (как правило, неоднородных и распределенных во времени и пространстве). В момент возникновения первых операционных систем в промышленном производстве и вычислительной технике, а также на ранних этапах их эволюционного развития, требуемое соотношение уровней сложности управляемой и управляющей систем обеспечивалось относи-

тельной простотой структурно-функциональной организации внутренней среды объекта управления и стабильностью внешних условий его работы.

Как было отмечено ранее, совершенствование операционных систем в ходе научно-технического прогресса, их быстрое усложнение неизбежно вступает в противоречие с существующим уровнем организации управления. По этой причине на современном этапе развития операционных систем централизованное управление и средства его автоматизации становятся неэффективным, поскольку с ростом их сложности кратно возрастает объем и сложность информационно-вычислительных задач управления, основанных на сосредоточенной последовательной модели обработки информационных потоков, связывающих СУ с многочисленными разнородными элементами (исполнительными устройствами) операционной системы. Кроме того, сложные операционные системы возникают и развиваются эволюционно, подобно открытым биологическим объектам. Это означает, что их невозможно изначально спроектировать до конца, так как процесс адаптации таких систем к изменениям внешней среды осуществляется непрерывно, что приводит к необходимости постоянной модификации в автоматизированных системах управления производством (АСУП) структуры, параметров и закономерностей поведения операционных систем. Последнее, в свою очередь, влечет за собой необходимость постоянного обновления АСУП, осуществление которого ограничено известной проблемой «внесения изменений» в существующую модель управления и часто требует значительных затрат времени и материальных ресурсов. В конечном итоге, по мере роста сложности операционных систем, стоимость разработки и модификации централизованных АСУП растет в геометрической прогрессии по сравнению с их эффективностью. Это является важной экономической предпосылкой поиска новых подходов к организации и автоматизации управления операционной деятельностью и переходу на децентрализованные СУ, в основе которых лежат модели распределенной последовательной и параллельной обработки управляющей информации, краткая характеристика которых представлена ниже (см. закон Гроша)².

Первыми недостатки традиционного подхода к организации промышленной деятельности обнаружили японские автомобилестроительные компании, которые в 1950-х годах пришли к выводу о неэффективности американской (западной) модели массового производства. Японская автомобильная промышленность развивалась на основе культурно-исторических традиций и в условиях, существенно отличающихся от развития автомобилестроения в США и Европе, где автопромышленность стала формироваться с конца XIX века. Автомобилестроение Японии началось эффективно развиваться с 1950-х годов в условиях ограниченности

² Эмпирический закон, используемый для оценки качества проектирования средств вычислительной техники, формулируемый следующим образом: рост производительности устройства прямо пропорционален квадрату возрастания его стоимости (Herb Grosh, 1965). Связь стоимости и производительности ЭВМ первых поколений с централизованной моделью управления, которая составляет концептуальную основу (архитектуру) современных MRP/ERP систем управления производством (J. Orlicky, 1975; A. Drexel & E. Kimms, 1998; K. Sheikh, 2002), может быть использована для приближенной оценки эффективности данного направления инженерных работ по автоматизации управления.

ресурсов и возрастающей конкуренции со стороны западных производителей. В такой ситуации единственным возможным путем конкурентного развития национального автомобилестроения состоял в асимметричном ответе японской промышленности крупным американским корпорациям, которые могли позволить себе приобрести и выгодно использовать мощное и технологически эффективное в массовом производстве оборудование (Jeffrey K. Liker, 1997).

Новый (восточный) подход к организации производства состоял в повышении разнообразия производственной системы и заключался в кратном увеличении функциональных возможностей (гибкости) технологического оборудования. Наряду с применением децентрализованной системы управления технологическими операциями (оптимальным регулированием), японская модель организации производства позволяла производить широкую гамму единичных изделий непрерывным потоком, что практически полностью устраняет межоперационные потери времени и ресурсов (непроизводительные транзакции). С этого момента главным направлением организации и развития производства, как в Японии, так и в остальных экономически развитых странах мира становится новая концепция так называемого «гибкого производства без потерь» (lean production – гибкое, бережливое производство). Решение заключалось в разработке простых способов и периодичности замены штампов – через каждые два или три часа – с помощью относительно несложных регулировочных механизмов. В результате экспериментов удалось сократить время замены штамповочных матриц с одного дня до трех минут, что устраняло потребность в узких специалистах, так как эта несложная операция могла выполняться самими рабочими-штамповщиками. Изготовление небольших партий деталей оказалось дешевле, чем штамповка больших количеств. Это объяснялось тем, что производство небольших партий позволяло снизить стоимость перевозок, погрузочно-разгрузочных работ, избежать больших запасов комплектующих, что было характерно для массового производства. Кроме того, изготовление небольшого количества деталей непосредственно перед сборкой позволяло почти сразу же обнаружить дефекты штамповки, что повышало качество изготовления продукции (Takahiro Fujimoto, 1999).

Гибкость как принцип организации служит основанием для совершенствования производственных структур управления предприятием, его отличия от автоматизированного поточного производства заключается в создании комплекса быстро переналаживаемых (гибких) автоматизированных линий и производств, обеспечивающих адаптацию к изменениям объема и номенклатуры выпускаемых изделий, использующих достижения кибернетики (робототехники). Это позволяет производственной системе приспосабливаться к колебаниям спроса и предложения на товарных рынках. Новый подход удачно сочетает преимущества различных типов производственных систем, а именно: индивидуальный подход к запросам потребителей и высокое качество изготовления продукции, характерные для относительно малопроизводительного единичного производства, и высокую производительность (интенсивность) поточно-массового метода организации производственно-технологического процесса. Впервые в мире эта концепция была разработана и применена фирмой «Тойота» (Taiichi Ohno, 1988).

ГИБКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ФИРМЫ «ТОЙОТА»

Компания Toyota первой в мире разработала и внедрила производственную систему, которая лишена недостатков массового производства и в полной мере реализует концепцию непрерывного потока изделий, синхронное ритмичное движение которых осуществляется в данной системе от этапа заготовок и заканчивая финальной сборкой/отгрузкой готовой продукции. Этому способствовали новые экономические условия развития промышленности. Начиная с 1950-1960-х гг. растущая конкуренция и нестабильность рыночной конъюнктуры потребовали от японских предприятий быстрой адаптации производства к колебаниям спроса (объемов и номенклатуры готовой продукции), которая могла быть обеспечена единственным способом – путем организации гибкого производства широкой гаммы продукции в виде непрерывного потока единичных изделий, поочередно поступающих на сборочный конвейер [19]. Непрерывный поток единичных изделий потенциально, исходя из своей системной природы, обеспечивает гибкость (адаптивность) производственной системы, а также полностью устраняет межоперационные запасы и потери времени (непроизводительные транзакции), обеспечивает мгновенное выявление технологических ошибок (дефектов), допущенных при производстве изделий [8]. Поскольку размер и состав партий изготавливаемых деталей, поступающих на главный конвейер для сборки, постоянно меняются, то эффективным технологическим решением проблемы гибкости операционной системы стало использование быстро переналаживаемых производственных линий с многофункциональными станками. Они позволяли поочередно изготавливать различные виды изделий в течение короткого промежутка времени (например, одной рабочей смены).

Эта задача была комплексно решена фирмой «Тойота», производственная система которой была разработана после Второй мировой войны, когда японские предприятия находились в менее выгодных экономических условиях, чем американские компании производители машин и оборудования (например Ford и GM). В то время как Ford и GM бросили все силы на массовое производство, экономя на его масштабах, и стремились производить как можно больше деталей, снижая их стоимость, рынок Toyota в послевоенной Японии был очень невелик. Чтобы удовлетворить запросы потребителя, Toyota приходилось использовать одни и те же сборочные линии для создания самых разных автомобилей. Решающим фактором для эффективности ее работы стала гибкость. Это помогло Toyota сделать важное открытие: сокращая сроки разработки новой продукции и обеспечивая гибкость производственных линий, можно добиться лучшего качества, более чутко реагировать на запросы потребителей, повысить эффективность работы и намного рациональнее использовать оборудование и пространство. Хотя традиционное массовое производство, которым занимается Ford, привлекало дешевизной единицы продукции, потребитель предпочел бы иметь гораздо больший выбор, чем могли предложить приверженцы массового производства, не оставившие при этом в убытке. В 1940-е и 1950-е гг. Toyota бросила все силы на устранение потерь времени и материалов на всех стадиях производственного процесса – начиная с сырья и заканчивая готовой продукцией. Для того чтобы производство стало

по настоящему эффективным (бережливым), производитель должен усвоить образ мышления, который даст возможность организовать поток единичных изделий, то есть организовать работу так, чтобы изделие проходило стадии, где добавляется стоимость, без сбоев, помех и остановок. Именно это необходимо сегодня большинству компаний – динамичные, гибкие процессы, которые дадут потребителю то, что ему нужно и когда нужно, и обеспечат высочайшее качество по приемлемой цене. В настоящее время все крупнейшие автомобильные компании мира пытаются постичь основы этой концепции и адаптировать ее к своим условиям (Yasuhiro Monden, 1988).

Последовательно-параллельное выполнение операций

Поочередный (последовательно-параллельный) способ организации повторяющихся технологических операций по обработке предметов труда (выполнению работ) хорошо изучены теорией и практикой организации производства [3, 25, 40]. Данный способ осуществления операций заключается в попеременном (поочередном) выполнении нескольких операций (например **A** и **B**, как это представлено на рис. 4). Переналадка оборудования (процессора) должна выполняться также поочередно, соответственно, занимать минимально возможное время. Последовательно-параллельный способ организации операций (например, вычислений) или режим разделения машинного времени хорошо изучен и широко используется в информатике, так как является более развитой (эффективной) формой организации вычислительных операций в однопроцессорной ЭВМ. В этом режиме отдельные программы (задачи) поочередно получают доступ к процессору на достаточно короткий интервал времени – системоквант, то есть устанавливается их круговое циклическое обслуживание.

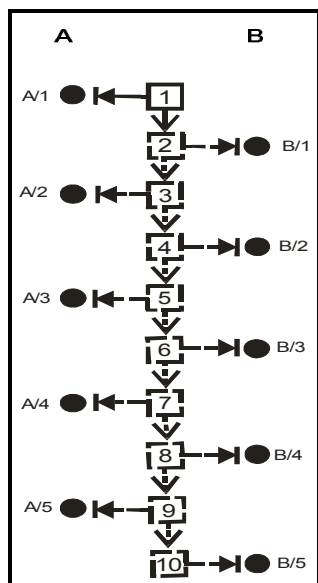


Рис. 4. Последовательно-параллельный способ выполнения операций **A** и **B**

Условием прерывания обслуживания текущей программы является истечение выделенного кванта времени или естественное завершение программы обработки данных. Для реализации данного режима работы процессора в ЭВМ создается специальная система из-

мерения (квантования) времени и вводится понятие такта работы и разрядности процессора для измерения скорости вычислительных операций (производительности ЭВМ). Данный способ организации работы процессора позволяет осуществлять параллельные вычисления и вывод промежуточных результатов решения задач без ожидания завершения обслуживания всего пакета программ (по аналогии с крупной партией деталей на заводе), что существенно повышает производительность ЭВМ в целом. Преимущества данного способа осуществления операций, с точки зрения общей производительности и времени реакции операционной системы на запросы потребителей очевидны, так как время осуществления операций **A** и **B**, соответствует времени выполнения одного действия (изготовления изделия, выполнения элемента работ). В данном случае время отклика операционной системы на запросы потребителей (время адаптации) является минимальным, что существенно повышает скорость осуществления всех последующих операций ниже по потоку и, соответственно увеличивает общесистемную производительность. Это позволяет на всех стадиях производства изготавливать требуемые детали и узлы и поставлять к месту выполнения последующей операции в строго заданном количестве и точно во время, что приводит к отказу от производственных заделов (страховых запасов), вовлекает все располагаемые предприятием ресурсы в оборот и, соответственно, многократно повышает эффективность его функционирования.

На предприятиях использующих модель массового производства стараются изготавливать большие партии одного типа продукта в целях сокращения количества переналадок оборудования. Однако группирование изделий и их одновременное изготовление партиями усложняет обслуживание участков-потребителей изделий внизу по потоку, а также заказчиков готовой продукции, запросы которых могут отличаться от производимых в настоящее время партий продукции. Для устранения этого несоответствия создаются большие запасы изделий на промежуточных (межоперационных) складах и запасы готовой продукции для быстрой отгрузки потребителям, а также отводится больше времени на выполнение заказа, чем это требуется по технологическому регламенту. Сборка партиями означает, что поставляемые комплектующие также будут потребляться партиями, что приведет к раздуванию объема запасов на промежуточных (межоперационных) складах выше по потоку движения изделий. При этом вариабельность процесса конечной сборки сильнее сказывается на вариабельности предшествующих сборке технологических операций, запасы для которых необходимо увеличивать кратно вверх по потоку. В этой связи на многих промышленных предприятиях массового производства, выпускающих большие партии продукции, имеют место следующие проблемы:

- неравномерное распределение выполняемого объема работ по времени приводит к неравномерной загрузке людей и оборудования (появлению пиков и спадов в производстве);
- при большом числе заказов, одновременно переданных в цех, производственные участки могут откладывать (пропускать) выполнение отдельных заказов, что в конечном итоге приводит к отставанию по времени выполнения этих заказов и потребности в ускорении работ (авралам);
- отслеживание текущей производственной ситуации и реагирование на изменения запросов потребителей становится довольно сложным или практически невозможным.

В производственной системе Тойота для устранения данного недостатка объемы производства и номенклатуру различных продуктов распределяют равномерно (выравнивают) в пространстве и времени посредством чередования производства небольших партий того или иного вида продукции (например, вместо сборки всех продуктов типа **A** и затем всех продуктов типа **B** выравнивание означает чередование производства небольших партий **A** и **B**). Разработано множество способов чередования или пошагового изъятия небольших последовательных объемов продукции различных видов. Японские компании для сглаживания объема и номенклатуры производимых изделий используют, например, такой инструмент, как ящик выравнивания загрузки (япон. – «хейдзунка»). Чем сильнее чередуется (выравнивается) производство различных продуктов в задающем ритм процессе, тем больше возможностей выполнить различные запросы потребителей в короткое время и поддерживать запасы готовых изделий небольшими партиями. Однако это требует более частой и, соответственно, быстрой переналадки оборудования, а также использования широкой номенклатуры компонентов на производственных линиях [34]. При сокращении интервалов времени переналадки оборудования и запуске партий продукции меньшего объема в реализуемых бизнес-процессах, производственные участки способны быстрее реагировать на изменения запросов потребителей ниже по потоку. При такой организации технологических операций потребуются меньше запасов для их непрерывного осуществления на промежуточных складах. Это относится как к дискретным, так и к непрерывным производствам [26].

Благодаря этим преимуществам, данный способ организации повторяющихся технологических операций широко используется в современном серийном многопредметном производстве с нестабильной внешней средой, для которого характерна широкая гамма различных видов продукции и высокая вариация спроса на них. Практическая реализация изложенного организационного подхода возможна благодаря эффективному процессу координации (синхронизации) производственных операций, которая обеспечивается работой специально созданной для этой цели информационной системы децентрализованного (горизонтального) управления производством. Поскольку только на сборочном конвейере становится точно известно штучное (необходимое для изготовления одного изделия) время и количество нужных узлов и агрегатов, то именно с линии финишной сборки на предшествующие участки, вверх по всей производственно-технологической цепочке, направляется тара с запросом на детали требуемой номенклатуры и в нужном количестве. На каждом таком участке необходимые детали или материалы изготавливаются и отправляются или условно «втягиваются» (вовлекаются в производственный процесс) только по запросам последующих участков, расположенных внизу по движению потока изделий.

В производственной системе Toyota (Toyota process system, TPS) работа всех локальных участков производства – начиная от выхода производственной системы (финишной сборки и отгрузки заказов потребителям) и до входа в систему (поступления сырья, материалов и комплектующих) – организационно и технологически объединена в один непрерывный материальный поток изделий. Работа участков организована и регулируется

так, что каждый технологический участок (операция) производит, когда требуется, только то, что нужно следующему по ходу производственного процесса участку, что обеспечивает выполнение заказа с минимальными затратами в кратчайшее время и высоким качеством. Это обеспечивается с помощью специально разработанной сигнальной информационной системы децентрализованного (горизонтального) управления производством. Координация работы различных технологических участков бизнес-процесса основано на регулировании их совместной работы с помощью непосредственного обмена между участками информацией относительно требуемых в данный момент номенклатуры и количества изделий, исходя из которых, определяется темп синхронизированной работы участков и всей производственной системы в целом (такт совместной работы). В отличие от централизованного управления, которое посредством вертикальной системы календарного планирования задает каждому участку прогнозные сроки и объемы изготовления деталей и полуфабрикатов, децентрализованная система горизонтального (межоперационного) обмена информацией дает участкам вверх по потоку движения изделий (начиная от этапа финишной сборки изделий) точные производственные инструкции о том что, когда и с каким темпом производить (рис. 5).



Рис. 5. Метод горизонтальной координации совместной работы смежных производственных участков

Горизонтальный обмен информацией осуществляется с помощью системы управляющих сигналов-команд на запуск производственных операций, которые подаются вверх по производственной цепочке от нижележащих участков-потребителей изделий к вышележащим по потоку участкам-производителям. В пространственно-временной динамике данный подход к управлению процессами позволяет строить цепочки взаимосвязанных операций, в которых локальные участки-производители изделий связаны с участками-потребителями дискретными информационными потоками, регулируемыми движением деталей и комплектующих по принципу запроса одними участками от других только тех изделий, которые им необходимы в данный момент. Данный принцип оптимального регулирования производственных процессов в организационной науке и практике получил наименование системы вытягивания, поскольку, как было отмечено выше, в соответствии с этим принципом изделия условно «вытягиваются» с участков лежащих выше по потоку изделий участками-потребителями, расположенными ниже по потоку. Система «вытягивания» позволяет оперативно регулировать количество продукции на различных стадиях производства, как на заводах-изготовителях, так и в оперативном ведении фирм – поставщиков полуфабрикатов и комплектующих. Поскольку точность такой межоперационной пространственно-временной регулировки (синхрониза-

ции) достаточно высока, а алгоритм и ритмичность работы производственной системы задается в реальном режиме времени сборочным конвейером, то отпадает необходимость производственно-календарном планировании работы технологических участков и создании промежуточных (межоперационных) запасов деталей и комплектующих (James P. Womack & Daniel T. Jones, 2003). Отметим, что в системе массового производства, поэтапная обработка единичных изделий производится условно независимыми (не взаимодействующими между собой посредством системы горизонтальных коммуникаций) технологическими операциями, которые организационно-технологически разделены в пространстве и времени. По этой причине единичные детали и комплектующие не перемещаются в непрерывном потоке от одного рабочего места (участка) к следующему, а группируются в крупные партии и очередями перемещаются (подолгу хранятся, скрывая дефекты) между участками в специальных транспортных контейнерах (поддонах).

В конечном итоге, все это дает возможность равномерно производить единичные изделия, которые без задержки переходят от одних технологических операций обработки к другим, следующим вниз по потоку, создавая, таким образом, непрерывный ритмичный (гладкий) материальный поток производства продукции. Преимущества потока единичных изделий (интенсивность, экономичность и качество производства) проистекают из тесной стыковки технологических операций, которая позволяет оперативно выявлять возникающие организационно-технологические проблемы, что является эффективным инструментом мотивации труда (модификации поведения). В этом отношении TPS идеальна для модификации поведения персонала, так обратная связь осуществляется в ней мгновенно и рабочие с помощью визуального контроля потока единичных изделий имеют возможность оперативно выявлять проблемы, связанные с качеством (оценивать качество собственной работы) без помощи линейных руководителей. При этом оценка качества работы не носит индивидуально направленный (личный) характер и направлена на эффективность (слаженность) коллективной работы группы (рабочих центров). Ежедневная и всесторонняя оценка работы позволяет непрерывно оценивать эффективность своей работы и является основным фактором модификации поведения персонала (James P. Womack, 1991). Проблемы не могут долго скрываться за запасами или в очередях на переработку ресурсов. Они выявляются немедленно, что позволяет сразу перейти к их решению посредством реинжиниринга производственного процесса и организационного обучения [16]. Таким образом, в гибкой производственной системе приоритетной является не локальная задача обеспечения эффективности отдельных внутрисистемных операций, а общая (глобальная) оптимизация всего процесса производства.

Внедряя принципы TPS приходится, как правило, на уже существующих предприятиях с традиционной моделью организации производства в условиях сложившейся планировки производственных участков и компоновки (удаленного расположения) технологического оборудования. Безусловно, эти характеристики производственной системы оказывают существенное влияние на стоимость продукции и производительность работы предприятия. Однако на первоначальном этапе реорганизации производственной системы (до разра-

ботки новых товаров и технологических линий по их производству) для повышения эффективности работы предприятия в целом, вполне достаточно применения изложенных выше подходов к организации и управления производством на основе вытягивающих систем и частичной перекомпоновки имеющегося оборудования (например, переход на конфигурацию производства в виде совокупности производственных ячеек или рабочих центров-модулей с предметной специализацией работы). Полная реализация принципов бережливого производства требует согласования (выравнивания) процесса производства с ритмом работы предприятий-поставщиков деталей и комплектующих, а также запросами конечных потребителей.

Децентрализованное управление

Основополагающим принципом упорядочения взаимодействия всех элементов гибкой производственной системы (обеспечения глобальной оптимизации) является наличие на всех участках и этапах производства точной информации о количестве изделий и времени отводимом на каждую производственную операцию. Эта задача реализуется с помощью децентрализованной (горизонтальной) системы управления производством. Децентрализация построения и управления процессами стала широко использоваться по мере развития операционных систем в промышленном производстве и вычислительной технике. Она предполагает наличие двухуровневой (иерархической) модели управления с распределенной последовательной обработкой информации (рис. 6).

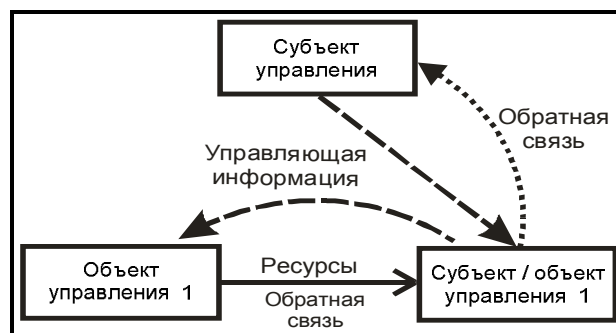


Рис. 6. Децентрализованная система оптимального регулирования

В соответствии с ней задача планирования (целеполагание / целеуказание) выполняется централизованно высшим уровнем управления, который инициализирует работу (задает ритм) операционной системы посредством общих плановых заданий-команд, направляемых на производственные участки (исполнительные устройства) расположенные в начале или конце технологической цепочки. Задача координации (оптимального регулирования) совместной работы отдельных производственных участков осуществляется децентрализованно, на уровне отдельных участков, с помощью горизонтальных информационных связей-сигналов. При этом последовательность выполнения отдельных этапов производственного плана определяется смежными участками самостоятельно с помощью межоперационных (локальных) систем управления сопряженными технологическими операциями.

При такой организации оперативного управления технологические участки образуют своеобразный кон-

вейер по обработке материальных и информационных потоков (по аналогии с синхронной работой функциональных блоков ЭВМ последних поколений). Согласованная работа отдельных участков обеспечивается в этом случае посредством децентрализованной системы управляющих информационных коммуникаций, которая представляет собой совокупность специальных устройств (линий) передачи информации (сигналов управления) относительно того, какие изделия, когда и в каком объеме необходимо производить для удовлетворения производственных потребностей сопряженных технологических участков.

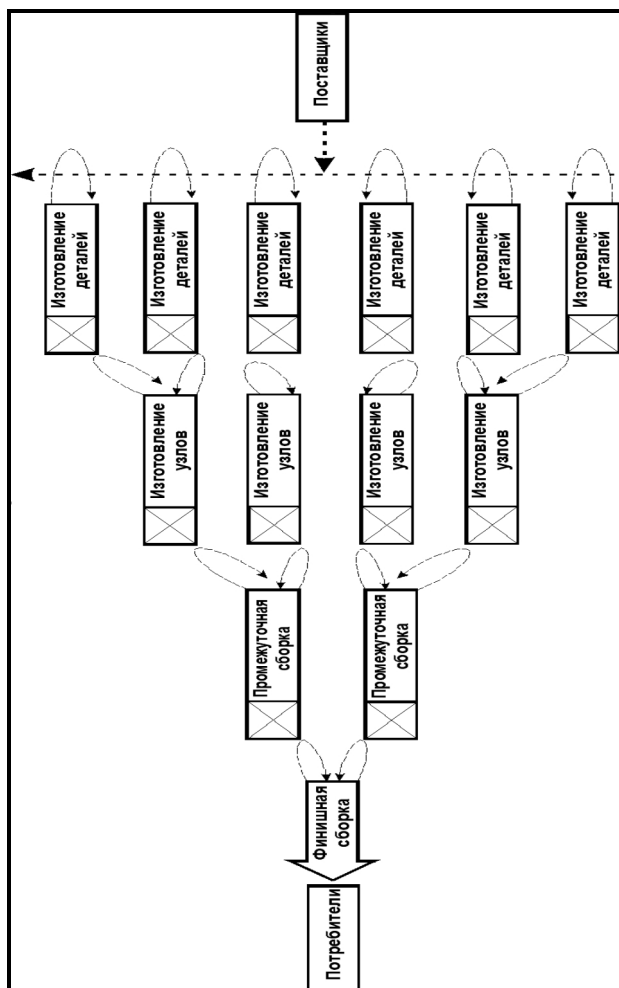


Рис. 7. Вытягивающая производственная система

При этом информационные потоки (сигналы-запросы) от производственных участков-потребителей к участкам-производителям изделий играют роль прямых управляющих команд по инициализации (запуску) тех или иных технологических операций, а материальные потоки изделий являются ответной реакцией участков-производителей на запросы участков-потребителей (обратная связь). Поскольку отдельные производственные участки (блоки ЭВМ) работают с различной интенсивностью (скоростью операций), эти специальные устройства локального (межоперационного) управления выполняют роль регуляторов (адаптеров, согласователей) скоростей работы смежных производственных участков, сопряженных в единый производственный процесс (поток изделий) в режиме реального времени, которые оп-

тимизируют совместную работу участков посредством системы компромиссов, выравнивающих (уравновешивающих) скорость выполнения технологических операций в ходе непрерывного производства.

В производственной системе Тойота (TPS) взаимосвязанные технологические операции по возможности располагаются рядом, чтобы поддерживать непосредственный визуальный контакт участков-поставщиков с участками-потребителями для своевременного отслеживания их запросов относительно номенклатуры, количества и качества требуемых изделий. Там, где это организовать невозможно, используется опосредованный контакт с помощью простых материальных носителей — табличек (в переводе с япон. канбан — «сигнал», «карточка»). Изъятие изделий участками-потребителями из межоперационного пространства посредством контейнера или транспортера является прямым указанием (командой) на запуск технологических операций на участках-поставщиках (рис. 7).

Однако сложные производственные процессы в промышленности, как правило, включают участки, на которых чистый непрерывный поток объективно создать невозможно и накопление изделий в партии неизбежно. Это связано с тем, что различные технологические операции имеют слишком длительное или наоборот малое время цикла изготовления деталей (например, штамповка или литье под давлением). При этом для выпуска широкой номенклатуры изделий требуется переналадка оборудования, которое при этом не обладает достаточной надежностью работы и требует периодического ремонта и профилактики. Все это является объективным препятствием для непосредственного объединения различных операций в непрерывный поток. В этом случае в межоперационных пространствах создаются специальные вытягивающие системы типа контейнеров-супермаркетов с определенным набором сигнальных карточек или линии-транспортеры с ограниченной пропускной способностью (система очереди ФИФО). Система супермаркета используется в качестве инструмента согласования операций, существенно различающихся по скорости (интенсивности) их протекания в производственном процессе. Обычно она соединяет непрерывные потоки с визуальной системой синхронизации работы и сложные производственные участки с мощным многофункциональным оборудованием, работающим дискретно (партиями) выше по потоку. Например, «прикрепление» штамповочного пресса к непрерывному потоку (линии) производства изделий ограниченной номенклатуры непрактично. Результатом было бы длительное простаивание пресса на этой продуктовой линии, а для работы на других линиях предприятию пришлось бы приобрести отдельный пресс. Более разумно использовать штамповочный пресс для работы партиями и управлять его работой с помощью вытягивающей системы супермаркета. В дополнение к этому некоторые технологические процессы могут выполняться сторонними организациями, которые располагаются, как правило, за пределами производственных площадей предприятия. В таких условиях создание непрерывного потока изделий объективно невозможно и, так или иначе, требуется инструмент (система) согласования операций в пространстве и времени.

В этой связи более разумно использовать штамповочный пресс для работы партиями и управлять его работой с помощью вытягивающей системы супермаркета, принцип работы которой представлена на рис. 8,

посредством специальных символов-пиктограмм (Rother M., and Shook J., 1999). На рисунке показано как процесс потребителя – В обращается к контейнеру-супермаркету и забирает необходимый ему продукт в удобное для него время. Процесс поставщика – А производит продукт с тем, чтобы пополнить освободившиеся ячейки супермаркета.

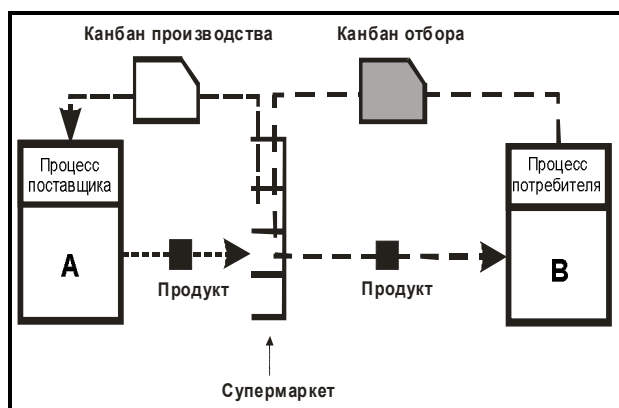


Рис. 8. Вытягивающая система супермаркета

Вытягивающие системы – прекрасный способ управления производством между процессами, которые нельзя объединить в непрерывный поток. Однако если сопрягаемые участки производственного процесса имеют узкую номенклатуру обрабатываемых изделий

и приблизительно одинаковую или близкую скорость технологических операций, то использовать систему супермаркета нецелесообразно. Примерами также могут быть товары на заказ (каждый из которых производится в единственном экземпляре), товары с небольшим сроком хранения и дорогие детали, потребность в которых невелика. В этих случаях используется так называемая очередь ФИФО (в перев.с англ. FIFO – «first in, first out», что означает «первый вошел – первый вышел») между двумя разрозненными процессами, чтобы поддерживать поток изделий на сложной многопродуктовой системе супермаркета (рис. 9).

По сути, очередь ФИФО является выталкивающей системой с ограниченной пропускной способностью и представляет собой гибкий в пространственно-временном отношении поток товарно-сырьевых ресурсов и/или изделий. В вершине этого потока находится точка (пункт) размещения или выгрузки партии изделий на участке-поставщике, а точка внизу потока является конечным пунктом доставки изделий в рабочую зону участка-потребителя. Ориентированное направление движения материальных предметов, идущее из вершины вниз по потоку, указывает на перемещение / транспортировку материалов и полуфабрикатов из точки выгрузки в точку доставки. Система ФИФО обладает ограниченной пропускной способностью потока, которая соответствует максимальному количеству ресурсов, которое может перемещаться по потоку в единицу времени.

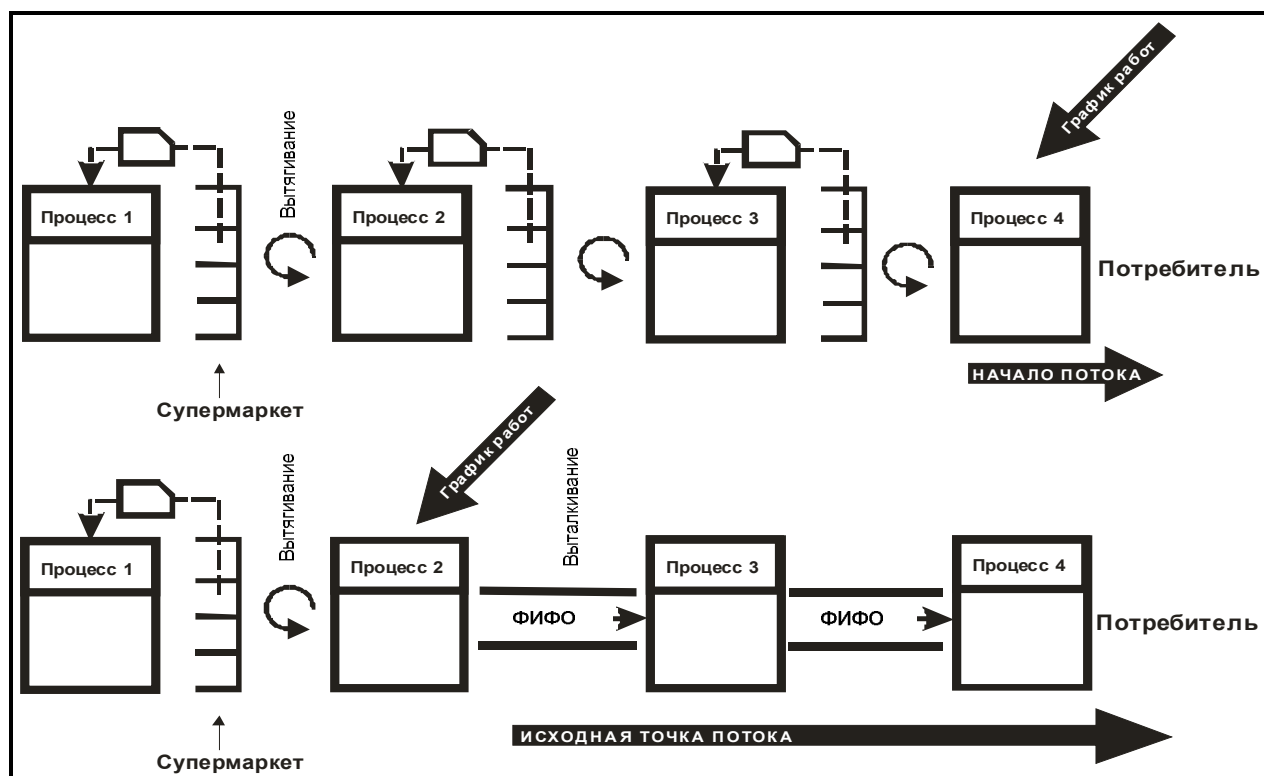


Рис. 9. Способы согласования работы / сопряжения технологических участков в процессе производства³

³ В условиях единичного производства при изготовлении продукции на заказ и/или оказании услуг по ремонту техники точка планирования работ должна располагаться выше по потоку, как это показано на рисунке.

Поскольку через систему ФИФО может проходить в единицу времени только определенное количество ресурсов или их запасов, то участок-поставщик периодически должен приостанавливать производство изделий до тех пор, пока потребитель не израсходует некоторое количество запасов изделий из потока. Таким образом, очередь ФИФО защищает участок-поставщика от перепроизводства, несмотря на то, что технологические операции участка-поставщика не связаны непосредственно с операциями участка-потребителя через непрерывный (визуально наблюдаемый) поток или супермаркет [32, 40].

Отделение функции оперативного управления (задачи координации совместной деятельности) от планирования, и ее распределение между локальными участками операционной системы значительно упростили структуру СУ и повысили производительность работы операционной системы. Преимущество данного подхода заключается в более тесном сопряжении (совмещении) отдельных технологических операций в пространстве и времени от начала цикла производства изделия до его финишной сборки на выходе производственной системы посредством распределенных локальных подсистем управления операциями. Это позволяет значительно сократить межоперационные временные технологические разрывы и запасы изделий, и, как следствие, повысить качество изготавливаемой продукции, а также ритмичность и производительность работы операционной системы в целом.

В производственной системе «Тойота» нет традиционной системы планирования производственной деятельности, которая обеспечивает связь предприятия с внешней средой (заказчиками) и прогнозирует объем и номенклатуру производства (как правило, по фактическим данным работы предприятия в прошедших периодах). Бизнес-процесс (поток создания ценности) управляется в TPS непосредственно заказами внешних потребителей в режиме реального времени. Поскольку для оптимального регулирования (координации) работы производственно-технологических участков используется вытягивающие системы типа супермаркетов, то отпадает необходимость в направлении индивидуальных инструкций каждому производственному участку относительно планируемых к производству изделий / заказов, которая имеет место в системе централизованного планирования (например, ERP-система). В TPS доведение информации относительно планируемых к производству заказов по объему и номенклатуре продукции (целеполагание / целеуказание) необходимо только для одного технологического участка, который находится либо в конце, либо в начале производственного процесса (потока) и задает ритм всем остальным участкам производства, соответственно, вверх или вниз по потоку. В этом случае изменение объема и номенклатуры производства продукции в задающем ритм процессе влияет на загрузку процессов выше или ниже по потоку (см. рис. 9).

Помимо преимуществ многоуровневой иерархии управления, децентрализация процессов предполагает выделение в структуре операционных систем функционально (или предметно) логически и конструктивно законченных исполнительных устройств, которые работают как автономные модули по собственным программам управления, что исключает необходимость непрерывного контроля над их работой и вмешательства со стороны высшего уровня управления. На прак-

тике такой подход реализуется путем напряженной работы по проектированию и опережающей подготовке производства, создания большого числа вариантов стандартного исполнения изделий и оборудования (модификаций, комплектаций, блочных и модульных решений), позволяющих учесть почти все возможные производственные пространственно-временные ситуации и запросы рынка. Поскольку в TPS рабочих научили думать и предоставили возможность принимать самостоятельные решения, систематически отслеживая каждую технологическую ошибку до первопричины, то «доводка» новых изделий и технологий их производства осуществляется непосредственно самими рабочими в процессе производства (на местах) быстро и наиболее эффективно. По мере приобретения опыта социальной подсистемы в диагностике дефектов, количество ошибок постепенно снижается, растет качество и производительность труда. Сегодня на сборочных заводах «Тойоты» практически не осталось участков по доводке автомобилей, так как необходимость в них большей частью отпала (Eiji Toyoda, 1983).

При этом модульность построения делает операционную систему гибкой и открытой, то есть способной адаптироваться к внешней среде (развиваться) путем включения в систему дополнительных модулей (и/или замены устаревших исполнительных устройств), улучшая конфигурацию (структуру) системы, ее технические и экономические характеристики без необходимости внесения существенных изменений в структуру (конструкцию) системы управления, связанных, как правило, с большими издержками на перепроектирование. В конечном итоге все эти преимущества децентрализованного построения и управления процессами позволяют существенно снизить затраты на создание и модернизацию децентрализованных операционных систем, поскольку рост их стоимости в увязке с повышением производительности характеризуется линейной зависимостью, что является значимой экономической предпосылкой применения и развития данного типа систем.

Живой организм представляет собой иерархию условно-автономных систем, в которой исходящие от верхнего уровня сигналы управления не имеют характера жестких команд, подчиняющих себе активность всех индивидуальных элементов систем более низких уровней. Вместо этого от высших уровней иерархии поступают сигналы, которые предопределяют переходы подсистем из одного режима функционирования в другой. Такое устройство биологических систем позволяет избежать нежелательной динамики и потерю устойчивости, неизбежно возникающие в искусственных системах с жестким централизованным управлением. Ретроспективный анализ развития схемотехники – направления системотехники вычислительных систем (ВС), определяющей идеи и принципы архитектурного и структурного построения ЭВМ, указывает на общие «информационные» закономерности построения и эволюции сложных систем. Так, для ЭВМ первых поколений был характерен последовательный характер преобразований, выполняемых пользователем по некоторому алгоритму (программе). Они имели явно выраженную структуру, в которой управление элементами ЭВМ осуществляло центральное управляющее устройство. Этому соответствовали единые форматы команд и данных, «жесткое» построение циклов выполнения отдельных операций, что во многом определялось ограниченными возможно-

стями используемой в них элементной базы и, соответственно, малой тактовой частотой стандартных операций (медлительностью) и низкой надежностью.

В связи с кризисом классической структуры дальнейшего поступательное развитие вычислительной техники напрямую связано с переходом к параллельным вычислениям в рамках единой вычислительной системы. В структурах ЭВМ был применен принцип децентрализации управления, который посредством совмещения вычислительных операций (параллельности) позволял увеличить производительность ЭВМ. Так, в ЭВМ 2-го и 3-го поколений отдельные операции вычислительного процесса уже выполнялись функциональными подсистемами самостоятельно, без управляющего устройства, под управлением локальных блоков управления. В своей работе они образовывали своеобразный конвейер, а их параллельная работа позволяла обрабатывать различные фазы целого блока команд. Этот принцип получил дальнейшее развитие в ЭВМ следующих поколений. В персональных ЭВМ четвертого поколения произошло дальнейшее изменение и усложнение структуры вычислительных систем, которая приобрела сложную архитектуру. Проблема синхронизации функционирования всех устройств в единую вычислительную систему была решена созданием общей шины – «интеллектуального» центра (по аналогии со спинным мозгом и центральной нервной системой человека), обеспечивающего передачу, хранение и актуализацию данных, координирующий работу подсистем и их элементов посредством генерации и передачи сигналов управления.

Децентрализация управления обусловила многоуровневую организацию (иерархию) структуры вычислительных систем. Подключаемые модули сохраняют некоторую автономию. Инициализация работы модулей осуществляется по командам «интеллектуального» центра, после чего они продолжают работу по собственным программам управления. Результаты выполнения требуемых операций представляются ими «вверх по иерархии» для синхронизации всего вычислительного процесса (оптимизации по общему критерию). Применение в персональных ЭВМ многоуровневой архитектуры (иерархии управления) и модульности построения предполагает выделение в их структуре автономных, функционально, логически и конструктивно законченных условно-замкнутых подсистем (по аналогии с биологическими системами), что делает современную ЭВМ открытой системой параллельных вычислений, способной к адаптации и совершенствованию. Анализ перспективных разработок автоматизированных производственных систем, с точки зрения изложенных принципов системотехники, позволяет сделать допущение о наличии принципиально нового более технологичного подхода к вопросам организации управления производством.

Тем не менее, модель распределенной последовательной обработки управляющей информации имеет существенное ограничение, связанное с ростом масштабности и сложности технологических процессов в промышленном производстве (операционных систем в вычислительной технике). В Японии предпочитают использовать небольшие специализированные заводы, в отличие от европейской и российской традиции применения в промышленном производстве сложных вертикально интегрированных производственных комплексов-конгломератов. Японские специалисты считают, что сложным производством с большим количеством опе-

раций труднее управлять (на большинстве японских заводов – это приблизительно 60 тыс. предприятий – численность основного персонала составляет от 30 до 1 000 рабочих). Данное обстоятельство накладывает существенные ограничения на широкое использование (прямое копирование) способов организации и инструментов управления TPS с целью реинжиниринга (повышения эффективности работы) бизнес-процессов на отечественных предприятиях [40]⁴.

Это обусловлено тем, что элементы операционной системы, взаимодействующие между собой посредством последовательной обработки информационных управляющих сигналов, представляют конечную цепь процессоров (по аналогии с конечной цепью автоматов), которая обладает свойством инертности. С позиции системотехники то, что в системе с централизованной синхронизацией можно сделать за очень короткое время, в децентрализованной системе «коннекционистского» типа будет осуществляться намного медленнее. Например, общее время синхронизации (перевода из одного состояния в другое) цепи из N -го количества автоматов при централизованном управлении составляет один такт, а для децентрализованно взаимодействующих только с непосредственными соседями, т.е. находящимися в определенных состояниях, которые, в свою очередь, зависят от состояния соседних автоматов, время синхронизации составляет не менее чем $3N$ такта, в зависимости от сложности автоматов.

В этом случае при большом количестве процессоров (исполнительных устройств), комплексируемых в сложные пересекающиеся цепи, и высокой скорости операций по обработке ресурсов (материальных и/или информационных) внутри операционной системы, неизбежно возникает нежелательная динамика коммутации процессоров, приводящая к сбоям и конфликтным ситуациям из-за случаев одновременного обращения (доступа) нескольких процессоров к ограниченным ресурсам операционной системы (например, общей оперативной памяти ЭВМ) или другим процессорам со взаимоиисключающими запросами-командами. Это происходит вследствие относительно низкой скорости передачи управляющей информации в распределенных последовательных цепях информационных коммуникаций, характерных для децентрализованной организации управления, в соответствии с которой задача координации относится к второй (нижней) уровень СУ – непосредственно к объектам управления. При этом происходит передача части интеллектуальных ресурсов и полномочий принятия локальных управляющих решений относительно характера работы и взаимодействия объектов специально формируемым для этого активным регуляторам операционной системы – акторам. Данные регуляторы представляют собой автономные подсистемы распределенной СУ, последовательно взаимодействующие с помощью асинхронного обмена сообщениями в коммутационной цепи. Ограниченность интеллектуального потенциала акторов (или неполное использование распределенного интеллекта, распола-

⁴ Последнее, в свою очередь, обуславливает необходимость исследования фундаментальных основ организационной системотехники, которые должны стать основой для разработки и освоения современных моделей организации производства и управления, учитывающих культурно-исторические особенности (генезис) развития и отраслевую специфику субъектов хозяйственной деятельности той или иной национальной экономики.

гаемого атомными модулями операционной системы) и несимметричность распространения управляющей информации в последовательной коммуникативной сети не позволяют достичь полной согласованности (глобальной оптимальности) совместной работы отдельных элементов (модулей) операционной системы. Несвоевременная реакция (инерция) акторов на изменение внутреннего состояния системы и (или) ее внешней среды обусловлена неспособностью акторов предвидеть изменения и планировать свои действия на опережение (антиципация). Причина этого заключается в отсутствии в интеллектуальной составляющей акторов полной динамической информационной модели внутренней среды операционной системы и ее окружения. Акторы, подобно реле-автоматам (по аналогии с простейшими живыми организмами) непосредственно / спонтанно реагируют на изменения состояния других наиболее близко расположенных автоматов в цепи путем выполнения конечного набора сценариев поведения (ситуаций и правил).

Данный способ регулирования позволяет добиваться согласованной (оптимальной) работы ограниченного числа модулей операционной системы, взаимодействующих в составе простой коммутационной цепи с ограниченным количеством звеньев, при средней интенсивности работы операционной системы. Сложность организации взаимодействия параллельно работающих процессоров, объединенных в сложные интегрированные последовательные цепи, ограничивает число комплексируемых исполнительных устройств (масштаб) и быстродействие операционных систем при использовании в них модели распределенной последовательной обработки управляющей информации. TPS хорошо справляется с задачей сокращения времени производства и объемов незавершенного производства, однако имеет при ряд существенных недостатков:

- применение ограничено серийным типом производства;
- требуется стабилизация уровня производства (обычно на протяжении месяца);
- не допускается большая гибкость ассортимента выпускаемой продукции (все виды выпускаемой продукции должны быть схожими, иметь ограниченный набор различающихся характеристик).

Все это ограничивает широкое применение принципов TPS в расширенном воспроизводстве [40].

Недостаточная для современных условий конкурентного производства эффективность модели распределенного последовательного управления в сложных операционных системах допускающих (широко использующих) параллельную работу исполнительных устройств, обуславливает необходимость поиска новых способов организации управления операциями, в основе которых лежат принципы организации и закономерности функционирования естественного интеллекта.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ БУДУЩЕГО

Усиление конкурентной борьбы производителей на товарных рынках после 1980-х гг. потребовало от промышленных предприятий, помимо обеспечения высокого качества и оптимальной стоимости продукции, — быстрой реакции производственной системы на запросы потребителей. На сегодняшний день основным конкурентным преимуществом становится высокая скорость выполнения заказов и способность быстро

реагировать на резкие колебания спроса в условиях динамично меняющейся (нестабильной) конъюнктуры рынка. Данное преимущество обеспечивается быстродействием (мощностью) производственной системы. На большинстве предприятий, независимо от используемых ими существующих моделей организации производства (традиционной и гибкой), этапы производственного процесса чаще всего выполняются последовательно. Это приводит к тому, что время прохождения изделия через процесс включает продолжительность всех последовательно осуществляемых этапов процесса, а также непроизводительные потери времени на транспортировку и ожидание между технологическими операциями. Применение инновационной модели распределенной параллельной организации производства и управления позволяет существенно (на 2/3) сократить время пребывания изделий в процессе (повысить операционную производительность), обеспечивая одновременно минимизацию затрат и увеличение оборачиваемости ресурсов. В отличие от рассмотренных выше организационных подходов модель распределенной параллельной организации производственно-технологических операций эффективна в условиях сложного масштабного производства, работающего в нестабильном экономическом окружении.

Параллельный способ осуществления операций

Параллельный способ осуществления операций достаточно полно изучен в информатике, в частности в области разработки систем распределенного искусственного интеллекта или так называемых мультиагентных систем, и основан на применении нескольких исполнительных устройств в многопроцессорной (много-разрядной) операционной системе (рис. 10).

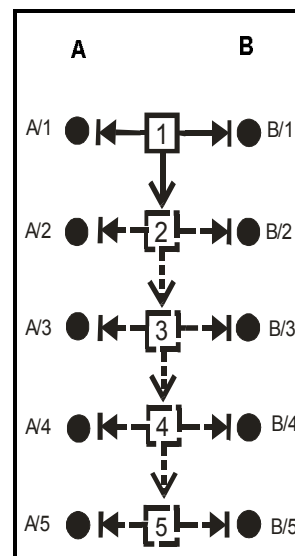


Рис. 10. Параллельный способ выполнения операций А и В

Мультиагентные системы — термин, применяющийся к информационным системам, предназначенным для организации взаимодействия с разнородными источниками информации. Развитие мультиагентных систем (МАС) явилось следствием интенсивного развития гетерогенных сетей, построенных на основе использования неоднородных вычислительных, коммуникационных, инфор-

мационных ресурсов и технологий. В работах по данной тематике агент определяется как вычислительная система, которая реализуется на основе концепций, наиболее применимых к людям. На практике понятие агента отождествляется с определением вычислительной системы, обладающей набором свойств (автономность, активность, коммуникативность, рассудительность и т.п.), совокупность которых обеспечивает относительно интеллектуальное поведение. Для создания унифицированной системы сбора и обработки информации в гетерогенной сети важнейшей группой функций является организация взаимодействия с другими информационными системами. Эта группа включает в себя как функции обеспечения обмена информацией или совместного решения задач с другими агентами, которые автономны, обладают гибкой логикой работы и поддерживают высокоуровневое взаимодействие, так и функции обеспечения обмена информацией с различными неинтеллектуальными информационными источниками, которые, как правило, пассивны и имеют жесткую логику работы. Агенты, ориентированные на решение подобных задач, называются интеллектуальными информационными агентами (ИИА). Среди известных реализаций ИИА выделяются реактивная и проактивная модели поведения в среде агентов. Реактивная модель поведения ориентирована на выполнение predetermined набора действий в зависимости от текущего состояния среды. При проактивной модели поведения генерация и исполнение плана действий осуществляются на основе имеющихся в распоряжении агента знаний и поставленной цели. Ведущими факторами, влияющими на функциональность проактивных агентов, являются качество модели среды, способность генерировать цели и выбирать вариант действий, обеспечивающий достижение поставленной (выбранной) цели. МАС проектируются на основе интеграции информационных и коммуникационных технологий, развивая их наукоемкую сущность и расширяя возможности аппаратно-программных средств информатики⁵.

Исполнительные устройства работают одновременно или сконструированы так, что при выполнении одного рабочего цикла одновременно осуществляется несколько операций различных видов (например, штамп с со сложной рабочей поверхностью, позволяющий за один рабочий цикл выполнять операции или изготавливать детали двух видов: А и В; многофункциональные рабочие центры и т.п.). Этот способ

организации работы операционной системы является наиболее эффективным в отношении производительности, так как значительно сокращает время операционного цикла изготовления изделий (выполнения работ) и, как правило, не требует трудоемкой переналадки оборудования. Однако в плане практической реализации данный подход ограничен с одной стороны, разрядностью операционной системы, увеличение которой требует оригинальных инженерно-технических решений и больших материальных затрат на разработку и изготовление многофункционального быстроперенастраиваемого оборудования, с другой – координации одновременной работы нескольких процессоров (синхронизации) в общем потоке движения материальных (информационных) ресурсов или работ. Синхронизация параллельной работы нескольких процессоров, является сложной системотехнической задачей, решение которой предполагает выполнение принципов пропорциональности и согласованности осуществления параллельных операций, исследуемых в теории организации и системотехнике.

Для того чтобы параллельные операции выполнялись в общем операционном процессе непрерывно, перемещая материальные предметы труда (выполняя вычисления или работу) от операции к операции подобно потоку, необходимо соблюдение двух основных условий известных в теории организации как принципы пропорциональности (равномерности) и временной согласованности (ритмичности) совместных действий [6].

В связи с кризисом централизованной и децентрализованной моделей организации производства и управления (вычислений в ЭВМ) дальнейшее развитие организационной системотехники (вычислительной техники) связано с переходом к организации параллельных операций (вычислений в многопроцессорных вычислительных системах) с помощью условно-автономных многофункциональных модулей – технологических ячеек / рабочих центров. При размещении процесса по принципу формирования технологических ячеек (групповой технологии), различное оборудование группируется в ячейки для выполнения операции с несколькими изделиями, однородными по конструктивно-технологическим признакам. В том случае если оборудование сложно переместить при формировании технологической ячейки или изделия производятся непродолжительное время (например, несколько месяцев), формируют так называемые временные условные (виртуальные) ячейки групповой технологии, состоящие, например, из одного сверлильного станка на участке сверления, трех фрезерных станков на фрезерном участке и одной сборочной линии на участке сборки. При этом в соответствии с принципом, групповой технологии, в данной виртуальной ячейке осуществляются все работы необходимые для изготовления этого изделия. Ячейки групповой технологии исключают перемещение и время ожидания в очереди между операциями, снижают уровень материально-производственных запасов и количество рабочих. При этом последние должны быть более квалифицированными и мобильными, чтобы обслуживать разные виды оборудования и процессы. В настоящее время этот принцип широко используется в металлообработке, производстве чипов для компьютеров и на автосборочных заводах. Наибольшие преимущества и выгоды от размещения процесса по принципу формирования технологических ячеек получает позаказное и мелкосерийное производство. Данный

⁵ Лит.: Городецкий В.И. Многоагентные системы: основные свойства и модели координации поведения // Информационные технологии и вычислительные системы. – 1998. – №1. – С. 22-34; Емельянов В.В. Многоагентная модель децентрализованного управления производственными системами // Информационные технологии и вычислительные системы. – 1998. – №1. – С. 69-7; Пэрэнк Г.В. Распределенный искусственный интеллект // Искусственный интеллект: применение в интегрированных производственных системах / Под. ред. Э. Кыюсиака. – М.: Машиностроение, 1991. – С. 238-267; Стефанюк В.Л. От многоагентных систем к коллективному поведению // Труды Международного семинара «Распределенный искусственный интеллект и многоагентные системы» (DAIMAS'97, Санкт-Петербург, Россия, 15-18 июня 1997). – С. 327-338; Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям. Серия «Науки об искусственном». – М.: КомКнига, 2002. – 352 с. Woo1drige M. Intelligent Agents: theory and Practice / M. Woo1drige, N.R. Jennigs 11 The Know1edge Engineering Review. Vo1.10, 1995, № 2. P. 115-152; Gaines B. The Emergence of Knowledge through Modeling and Management Process in Societies of Adaptive Agents / B. Gaines. // Proceedings of the 10th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-based Systems Workshop. Calgary (Alberta): SRDG Publications, University of Calgary, 1996, P. 24/1-24/13.

способ организации операций предоставляет широкие возможности для повышения производительности, но требует точного согласования (четкой координации) работы различных процессоров в составе операционной (вычислительной) системы. Системотехнические принципы и закономерности организации параллельных операций (вычислений), несмотря на несомненные практические достижения в области информатики, а также организации и управления производством на примере фирмы Тойота, до настоящего времени плохо изучены и в полной мере реализованы лишь в кибернетических системах биологического происхождения [1, 2, 35, 36].

Реализация принципа пропорциональности осуществляется в сложной операционной системе путем дискретизации (равномерного, кратного деления) подлежащего обработке объема материальных (информационных) ресурсов или работ на равные доли, которые обладают общей для операционной системы размерностью (например, плано-учетная единица в машиностроении, или унифицированная единица измерения количества информации в вычислительной системе – «бит» и т.п.). Реализация принципа согласованности операций во времени заключается в дискретизации операционного цикла на равные по времени отрезки, обладающие единой общесистемной размерностью называемой тактом операционной системы. Таким образом, в сложной операционной системе, допускающей использование нескольких параллельно работающих процессоров, многочисленные операции должны выполняться в равных (кратных) объемах и в равные промежутки времени, которые соответствуют такту работы системы. Равномерное и ритмичное осуществление совместных действий (параллельных операций) в организационной науке (в частности в организационной системотехнике) принято называть выравниванием движения потоков материальных (информационных) ресурсов / хода работ или синхронизацией, а показатель производительности операционной системы, измеряемый как объем операций, выполняемый за один такт работы системы – системоквантом (в переводе на англ. *pitch* – «питч»). Рассчитывается системоквант / питч, исходя из числа изделий, размещающихся в одном транспортном контейнере готовых изделий, или в нескольких целых контейнерах или их частях. Системоквант / питч – это произведение времени изготовления одного изделия на задающем ритм участке на число готовых изделий в транспортном контейнере. Данное число является основной плано-учетной единицей при составлении производственного плана выпуска изделий в TPS. Синхронизация является наиболее эффективным методом системной организации параллельной непрерывной работы нескольких исполнительных устройств в общем процессе функционирования операционной системы, а также его адаптации к меняющимся условиям внешней среды. В свою очередь это требует применения более эффективных способов (например, интеллектуальных методов и моделей) управления комплексизируемыми исполнительными устройствами, параллельно работающими в единой операционной системе, с целью четкой координации их совместной деятельности [21, 22].

Интеллектуальное управление

Появление интеллектуальной технологии распределенной параллельной обработки управляющей информации связано с новыми тенденциями развития

научно-технической и управленческой мысли, которые наметились в 1980-1990-х гг. прошлого столетия и в полной мере проявляют себя сегодня [12, 29]. Постепенное осознание того, что «реальная жизнь организаций протекает в умах людей, что объектом и субъектом управления хозяйственной деятельностью является человек», который непосредственно ее осуществляет (по Б.З. Мильнеру), потребовало пересмотра устоявшихся представлений о способах и технологиях манипулирования целенаправленным поведением людей в составе организаций, способных самостоятельно вырабатывать цели и координировать совместную деятельность, добиваясь высокой эффективности работы [17, 18]. Конструирование (представление) предприятий как открытых развивающихся (живых) систем, в которых процессы организации и регулирования (управления) непосредственно осуществляются активными элементами – людьми, обладающими потенциалом естественного интеллекта и способностью коммуникации (межличностного взаимодействия), обуславливает возникновение производственно-экономических систем с новыми синергетическими свойствами (качествами): высокой адаптивностью (гибкостью) и быстродействием, которые являются производными внутрисистемных процессов самоорганизации и авторегуляции (W.R. Scott, 1998). Автоматическое (оптимальное) регулирование внутренней среды предприятия основано на информационном взаимодействии локальных моделей бизнес-процесса, формируемых активными элементами производственной системы – людьми – в активной нейронной среде мозга, и общей концептуальной моделью бизнес-процесса, активируемой на внешних материальных (экстрацеребральных) носителях информации – дисплеях ЭВМ, информационных таблоидах и т.п., связывающих локальные нейросемантические модели в единую (когерентную) информационную среду группового взаимодействия (метакогнитивной координации)⁶.

Данный интеллектуальный подход к организации управления операциями создает предпосылки формирования новой концепции (парадигмы) управления, ключевым понятием которой является управляющее информационное пространство / среда (по аналогии с физическими полями, управляющими материей; см.: Computing field, Mario Tokoro, 1993). Практическая реализация концепции предполагает использование голографической модели распределенной параллельной обработки управляющей информации.

Замечательным свойством физического поля, представляющего собой некую информационную матрицу, является равноправие бесконечно удаленной точки со всеми остальными точками пространства. В 1935 году физиками было обнаружено, что две субатомные частицы, взаимодействуя однажды, могут потом реагировать на движения друг друга спустя тысячи лет и на расстоянии, равном нескольким световым годам. Станный, с точки зрения «нормальной» логики, эффект впоследствии стал именоваться как «закон парных случаев». Имеются опытные данные, подтвер-

⁶ Как было отмечено ранее, в децентрализованных производственных системах типа TPS регулирование (управление) осуществляется только за счет локальных взаимодействий между элементами (актерами), разнообразие поведения которых ограничено конечным набором реакций, представленных в виде локальных моделей участков производственно-технологической цепочки.

ждающие тот факт, что гравитационное воздействие распространяется практически мгновенно. Отсюда следует важный для физики вывод – рождение каких-либо объектов из вакуума является существенно нелокальным симметричным процессом, поскольку в нем участвуют бесконечно удаленные точки пространства по аналогии с голограммой. «Концепция голограммы», развивающаяся в современной науке, представляет собой объединяющий различные теории интегрированный взгляд на реальность, который требует пересмотра всех научных парадигм и открытий на ином уровне. В ней символически выражена аналогия с квантово-механическими представлениями о мироздании: если считать отдельную деталь предмета (точку пространства) «частицей», то на голографической пластине она распространяется по всей ее поверхности. Эффект голограммы связан с волновым процессом, так как она есть не что иное, как фотография интерференционной картинке, полученной при освещении предмета с точно подобранными волновыми характеристиками. При этом каждый элемент предмета оказывает влияние на каждый фрагмент пластинки голограммы, так как, отражаясь от него, волны распространяются далее ко всему пространству пластинки и интерферируют со всеми остальными отраженными волнами. «Концепция голограммы» позволяет объяснить большинство энергоинформационных феноменов, таких как «мгновенность» взаимодействия систем, во много раз превышающая скорость света, проникновение через любые физические среды, инверсия времени и пространства.

В соответствии с данной моделью глобальная оптимизация работы операционной системы осуществляется посредством полной (тотальной) синхронизации всех технологических операций. Для этого необходимо, чтобы все условно-автономные модули (активные элементы) операционной системы обладали развитым интеллектом, способным формировать внутреннюю семантическую модель бизнес-процесса, а также имели возможность получать в полном объеме релевантную информацию относительно его параметров и работы отдельных элементов операционной системы в режиме реального времени. В основе технологического решения данной задачи лежит голографический принцип информационного взаимодействия биологических (физических) систем, в соответствии с которым каждый интеллектуальный элемент системы (точка пространства событий) обладает информацией о других элементах, которая необходима и достаточна для синхронизации такта его локальной деятельности с общим ритмом функционирования системы [31].

Такой подход к организации управления предопределяет использование в системе управления многоуровневой (комбинированной) модели распределенной параллельной обработки информации (рис. 11)⁷.

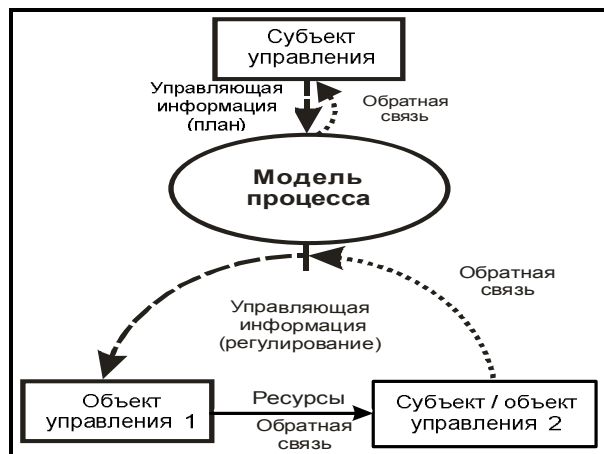


Рис. 11. Интеллектуальная система глобального управления

В соответствии с ней задача перспективного планирования (целеполагание) выполняется, по аналогии с традиционными способами управления, централизованно высшим уровнем управления, который инициализирует работу операционной системы, задает ее направление и ритм. Однако в интеллектуальной системе управления это осуществляется не директивными командами, а путем формирования инварианта динамической модели бизнес-процесса, с помощью которой автоматически формируются управляющие информационные воздействия, направляемые по каналам коммуникаций на производственные участки (исполнительные устройства, обладающие интеллектом) в виде релевантной информации о состоянии всех элементов операционной системы и ее окружающей среды. По сути, динамическая модель бизнес-процесса играет роль условно-автономного (независимого) управляющего устройства, формирующего дополнительный (второй) уровень организационного управления, который непрерывно в режиме реального времени осуществляет целеуказание и общесистемную координацию (метакоординацию) работы интеллектуальных исполнительных устройств (производственных участков). Интеллект активных элементов операционной системы (развитое мышление людей-операторов) позволяет им самостоятельно принимать управляющие решения относительно оптимального регулирования бизнес-процесса на основании релевантной информации. Задача локальной координации (наиболее точного согласования) совместной работы сопряженных исполнительных устройств (производственных участков) осуществляется по аналогии с системой децентрализованного управления, осуществляемого посредством горизонтальных информационных связей на нижнем (третьем) уровне оперативного регулирования бизнес-процесса, но более оперативно (мгновенно). В данном случае постулируется наличие единого органа опосредованного управления (уровня метакогнитивной координации) в виде динамической концептуальной модели бизнес-процесса, которая является эффективным инструментом авторегуляции (дополнительным уровнем управления), обеспечивающим автоматическое регулирование работы (координацию) элементов в штатных (стабильных) условиях, и выработку управляющих решений (воздействий) в конфликтных и критических ситуациях. Идея распределенного параллельного решения интеллектуальных (информационных) задач

⁷ Многоуровневая (комбинированная) система управления включает:

- 1-й (высший) уровень управления, выполняющий задачу целеполагания;
- 2-й уровень управления, решающий задачу целеуказания и общесистемной координации (метакоординации) работы всех элементов операционной системы;
- 3-й уровень управления, осуществляющий локальную (наиболее точную) координацию работы сопряженных исполнительных устройств.

организационного управления предполагает главным образом пространственно-временное распределение промежуточных целей и ресурсов, необходимых для их достижения, между активными элементами (интеллектуальными агентами) системы и, в меньшей степени, разграничение властных полномочий (целеполагания), уменьшающих степень свободы элементов системы для обеспечения ее целостности. Данный концептуальный (методологический) подход к конструированию организаций и процессов позволяет перенести в область организационного проектирования и управления системотехнические принципы и методы, хорошо известные в практике инженерной разработки сложных технических систем. Это также позволяет придать решению организационных задач характер объективной исследовательской и опытно-конструкторской деятельности, основанной на концепции предприятия как самоорганизующейся системы, состоящей из активных элементов — людей, взаимодействующих в процессе предметной деятельности посредством развитого интеллекта, и системы межличностных коммуникаций, которая представляет собой распределенную управляющую информационную среду (G. Dessler, 1994).

Выделение в качестве основного ресурса управления распределенного интеллекта активных элементов операционной системы (людей) и его использование для эффективного решения задачи координации совместной деятельности параллельно работающих исполнительных устройств (производственных участков, процессоров и т.д.) существенно упрощают структуру СУ, повышают быстроедействие, надежность и производительность работы операционной системы. При этом технология метакогнитивной координации, объединяющая в одно органическое целое распределенный интеллект исполнительных устройств, позволяет осуществлять более тесное сопряжение отдельных технологических операций в пространстве и времени, чем традиционные способы управления. Преимущество данного подхода заключается в парадоксальной комбинации (симбиозе) противоположных свойств централизованной и децентрализованной моделей управления, что дает возможность интеллектуальным системам управления компенсировать недостатки и обладать преимуществами традиционных управленческих моделей. Так, например, в медленно меняющейся (спокойной) среде активные элементы операционной системы координируют свою деятельность в децентрализованном режиме управления на основе компромисса локальных целей (интересов), и при этом успешно справляются с задачами адаптации системы к среде и достижения цели с наименьшими затратами. В быстро меняющейся (хаотичной) среде интеллектуальная система управления посредством динамической модели обеспечивает общесистемную координацию активных элементов операционной системы. Функция общесистемной координации автоматически поддерживает режим централизованного управления операционной системой в целях мобилизации (повышения управляемости) элементов системы, которая необходима при экстренном переводе бизнес-процесса в новое состояние в режиме реального времени без ущерба его оптимальности (экономической эффективности).

Технологически данная научно-техническая проблема решается путем декомпозиции пространства-времени на условно-автономные области (зоны) операционной деятельности с индивидуальным тактом реализации локальных событий.

Области деятельности сопрягаются с соответствующими модулями (блоками) голографической модели организации управления, декомпозиция которой осуществляется в разрезе переходов на отдельных технологических кустах производства различных товарных продуктов (рис. 12). Основное назначение голографической модели распределенного параллельного управления — временная организация (синхронизация) производственно-технологических операций. Это означает сочетание локальных процессов-операций во времени от начала изготовления изделия на первой технологической операции (например, на уровне выпуска заготовок литейного цеха) и до сборки готового изделия на конвейере. Регулирование пропускной способности подразделений (выравнивание выпуска продукции в смежных цехах, на участках и рабочих местах) предполагает отказ от технических, физических, качественных и других несоизмеримых сторон предметов труда, изделий и продукции, и переход к общесистемным характеристикам, основанным на унифицированной количественной оценке их уровня (объема) на том или ином этапе передела. На машиностроительных предприятиях в качестве базовой (планово-учетной) единицы измерения может быть принят «машино-комплект». В каждом блоке планарной карты в реальном режиме времени отражается количество изготовленных машинокомплектов. Оно автоматически сравнивается с аналогичными фактическими показателями в смежных (сопряженных) областях и (или) рассчитанными по балансовым уравнениям исходя из заданного такта главного конвейера.

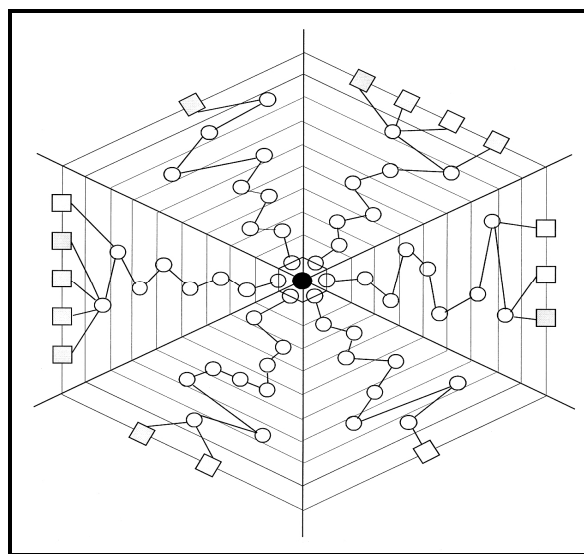


Рис. 12. Голографический экран производственного процесса предприятия

Отклонение в ту или иную сторону отмечается на дисплее голографического экрана тональностью цвета. Это позволяет диспетчеру и ЛПР «на местах» мгновенно выявлять отклонения и одновременно (параллельно), в режиме групповой динамики, принимать решения об изменении производительности рабочих мест (участков, цехов и т.д.). Диспетчер, а при необходимости — любой активный элемент системы, имеет возможность получить детальную информацию относительно работы и состояния каждого элемента системы. В соответствии с представленным инвариантом модели распределенной параллельной обработки управляющей информации,

оперативное управление производством осуществляется не на основе перспективного производственного плана, а на базе дискретного потока данных относительно фактически поступающих заказов на поставку продукции, производственных заделов, состояния и текущей загрузки оборудования, сроков поставок материальных ресурсов, а также «перекрестного» воздействия множества других факторов и требований, которые в системе задаются автоматически по мере их появления.

Процесс определения размеров партий, продуктовой структуры и сроков выпуска продукции приобретает динамичный характер и увязывается с текущим ритмом всех технологических операций. Входными сигналами голографической модели являются данные о фактическом поступлении заказов на продукцию и количестве изделий, изготовленных на различных технологических переходах, а выходными параметрами, регулируемыми работу производственных участков, – данные о пропорциях (диспропорциях) в производстве деталей (узлов, работ), обеспечении необходимыми ресурсами и комплектующими, которые складываются в реальном режиме времени. Загрузка производственных участков (размеры партий / интенсивность работ) определяются в разрезе различных одновременно производимых видов продукции с таким расчетом, чтобы не допускалось нарушение условия пропорциональности производства деталей и узлов в увязке с тактом работы сборочных линий [21].

В основе данной идеи лежит высказанное в 1936 г. американским психологом К. Левиным предположение о том, что «жизненное пространство» индивидуума можно представить с помощью планарной карты (К. Lewin, 1939). На такой карте области представляют различные типы деятельности человека, например, то, что он делает на работе, дома и т.д. Так или иначе, К. Левин имел дело с графами [15]. Эта точка зрения привела психологов научно-исследовательского центра групповой динамики к другой психологической интерпретации графа, в которой люди представляются вершинами, а их отношения – ребрами (Фестингер, Картрайт). Теоретико-графовый подход используется также в быстро развивающихся разделах линейного программирования и исследования операций при изучении потоков в сетях. При этом вершинам графа соответствуют пункты размещения (или выгрузки) товарно-сырьевых ресурсов; ориентированное ребро, идущее из одной вершины в другую, указывает на возможность транспортировки товара из пункта, соответствующего первой вершине, в пункт, соответствующей второй вершине. Каждому ребру приписывается некоторое положительное число – максимальная пропускная способность ребра. Она показывает, какое максимальное количество ресурсов может быть выгружено в единицу времени в соответствующем пункте.

Наличие в составе автономных модулей (исполнительных устройств) естественного интеллекта людей операторов (в будущем – искусственного интеллекта роботов-автоматов) и его использование для решения задач целеполагания / целеуказания и координации совместной деятельности обеспечивает принципиально новый уровень автономии и активного (целенаправленного) поведения отдельных элементов операционной системы. Активные элементы системы (или так называемые агенты, в роли которых могут выступать люди и автоматы) в отличие от объектов и акторов не выполняют безоговорочно

вертикальные управляющие команды от вышестоящего уровня (субъекта) управления или горизонтальные сигналы-запросы от других акторов; их поведение целиком и полностью определяется условиями внутренней среды и внешнего окружения операционной системы, которые в практическом плане (в интересах решения задачи организации управления) могут отражаться посредством голографической модели распределенной параллельной обработки управляющей информации в реальном режиме времени. В этом случае интеллект агента и его внутренняя семантическая модель бизнес-процесса выступают в роли локальной подсистемы управления предметной деятельностью, позволяющей путем взаимодействия (коммуникации) с голографической моделью (управляющей информационной средой) синхронизировать (регулировать) свои действия с действиями других агентов в целях глобальной оптимизации (гармонизации) работы операционной системы в целом (распределенный интеллект). При такой организации управления агент может отложить выполнение той или иной операции вследствие необходимости выполнения более важной по приоритетности задачи или вовсе отказаться от ее выполнения, исходя из общесистемных критериев эффективности, что, по сути, является основой целенаправленного саморегулируемого поведения операционных систем.

Управляемое информационное взаимодействие (процесс коммуникации) агентов посредством голографической модели среды предполагает наличие в их распределенном интеллекте априорно заданной и постоянно обновляющейся (пополняемой) модели операционной системы и внешней среды. Такая модель формируется на субсимвольном языке образов, что позволяет строить рассуждения (принимать управляющие решения) методом сравнения (идентификации) текущей ситуации по образцу, в отличие от автоматов-регуляторов, поведение которых описывается языком модальной логики или логики предикатов высокого порядка как некий конечный набор правил и сценариев их применения [27, 28, 32]. Переход к семиотическому моделированию и субсимвольным рассуждениям интеллектуальных агентов требует пересмотра ограниченной коннекционистской модели последовательного управления, которая сформировалась в рамках компьютерной метафоры, и ее развития (модификации) на основе широко известной в нейропсихологии концепции метакогнитивной (полевой, голографической) координации деятельности различных структур мозга, образуемых цепочками нейронов.

Метакогнитивная координация – центральный, отмечаемый всеми исследователями в области нейропсихологии факт, который заключается в распределенном характере обработки предметной семантической информации: форма объекта, его движение и цвет выделяются различными модальностями восприятия, локализованными в разных участках задних отделов коры головного мозга. Тогда должен существовать метаяровень осуществляющий интеграцию этих параметров в нашем субъективном восприятии в виде единого образа. Однако характерная для нейронных сетей «коннекционистская» модель распределенной обработки, когда выход одной нейронной цепочки (функционального блока) может быть передан на вход другой, делает подобную конвергенцию проблематичной, как сточки зрения локализации в определенной области мозга, так и с точки зрения быстродействия данного механизма. Это заставляет разных ученых склоняться к единому мнению о наличии более

мощного механизма интеграции элементарных сенсорных образов, основанного на голографическом принципе синтеза и хранения данных [37]. Последний, как известно, обеспечивается фиксацией интерференционных узоров волн активации в нейронной массе коры головного мозга. При этом, в соответствии с фундаментальными положениями волновой физической теорий и выдвинутыми на их основе информационными посылами, для реализации данного принципа необходима субстанция высшего порядка, тактовая частота реализации пространственно-временных событий которой (уровень разноразмерности по У. Эшби) должна значительно превосходить нейросемантический субстрат мозга [9].

Модель распределенной параллельной обработки информации, применяемая живой природой для организации управляемого информационного взаимодействия между различными элементами сложных самоорганизующихся операционных систем, позволяет одновременно использовать преимущества централизованной и децентрализованной организации управления, органический синтез которых выражается в мгновенной соразмерной реакции операционной системы в ответ на изменение состояния среды. В практическом плане это предполагает вовлечение интеллектуального потенциала рабочих в процесс организации производства и управления; формирование для этих целей единой информационной среды принятия коллективных решений и коммуникаций на стыках производственных систем с помощью интеллектуальных (когнитивных) методов управления. Данное направление организационной науки и психологии управления плохо изучено, однако обладает мощным потенциалом новизны и эффективности прикладных разработок.

Исследователи японской модели организации производства отмечают, что в ее основе лежит императив интеллектуального потенциала (фундаментальных знаний, эффективных способов и инструментов управления) и межличностного взаимодействия (коммуникации и производственной кооперации) работников [8, 16]. Эффективность производства возрастает не только с ростом объемов (эффект масштаба), но и за счет приобретения предприятием опыта производственно-коммерческой деятельности посредством самообучения персонала в процессе деятельности: чем больше по времени предприятие производит тот или иной продукт, тем больше оно узнает о том, как сделать производство эффективным. Согласно исследованиям Бостонской консультационной группы (BCG), экономия на затратах за счет накопленного опыта затрагивает не только эффективность операционной деятельности, но и управления капиталом, НИОКР и маркетинга. Консультанты BCG утверждают, что эффект накопления опыта проявляется не только в высокотехнологичном производстве, но и в сфере услуг, и производстве потребительских товаров. В этой связи на современном этапе развития производительных сил решающее значение в конкурентной борьбе приобретают человеческие ресурсы, их качество и интеллектуальный потенциал [13, 14].

Обладая высоким уровнем автоматизации и компьютеризации производства, японские специалисты не рассматривают данное направление развития операционного менеджмента как определяющее для получения весомого экономического эффекта⁸. Истинная цель их усилий

– разработать такую технологию производства и способы оперативного управления им, чтобы можно было изготавливать сложнейшие технические изделия с использованием персонала со средней профессиональной подготовкой. При этом регулирование интенсивности операций и движения материальных потоков должно осуществляться преимущественно с помощью простых информационных систем, которые используют в качестве управляющих сигналов привычные для человека сенсорные воздействия (перемещение карточек / контейнеры и т.п.). При этом все организационно-технологические сбои в процессе производства должны устраняться работниками самостоятельно на уровне производственного участка и цеха. Акцент делается не на применение сверхсложных автоматизированных технологий сквозного директивного (тотального) управления, а на взаимодействие и самоорганизацию рабочих центров за счет вовлечения в процесс управления активных элементов системы – низовых уровней организации – рабочих, использование интеллектуального потенциала, инициативы и внутреннего процесса саморегулирования которых является неисчерпаемым резервом эффективности современного производства (Edwin Reingold, 1999).

В этой связи решающее значение в деле совершенствования деятельности организаций отводится нематериальным факторам, в том числе новым методам и психотехнологиям управления, основанным на групповой динамике (гармонизации межличностных отношений) и эффективных коммуникациях в процессе производственной деятельности. Для осуществления данного подхода на практике компания Toyota использует единый комплекс средств (систему) информационных коммуникаций и визуального контроля для интеллектуальной поддержки (координации) коллективной деятельности людей операторов осуществляемой в виде непрерывного процесса производства изделий. Система позволяет непроизвольно (на неосознаваемом уровне) оценивать интенсивность и качество выполнения работы, выявлять отклонения процесса от стандарта. Она предусматривает визуальный контакт между смежными технологическими операциями, путем их последовательного сопряжения в пространственно-временном отношении непрерывным потоком единичных изделий, где это технологически возможно; опосредованный контакт производственных участков с помощью сигнальных карточек «канбан»; нанесение контуров инструментов, на местах специально отведенных для их хранения (стендах); использование наглядных меток, показывающих уровень запасов; операционные карты и календарные графики, позволяющие отслеживать ключевые параметры производственного процесса (потока изделий), например, такие как время такта работы производственной системы и объемы незавершенного производства на разных этапах процесса, характеризующие ритмичность и пропорциональность осуществления технологических операций.

Все это позволяет осуществлять внешними средствами (специально организованной информационной средой) поддержку интеллектуальной и сенсорной деятельности операторов через различные каналы (модальности) восприятия – зрение, слух и / или осязание, повышая производительность и качество индивидуального и коллективного труда. В то время как западные

⁸ В последние годы в среде российских товаропроизводителей отмечается устойчивый интерес к интегрированным (корпоратив-

ным) информационным **ERP**-системам управления, которые, по их убеждению, способны существенно повысить эффективность производственно-коммерческой деятельности предприятий.

компания вытесняют (игнорируют) человеческий интеллект и труд, постепенно заменяя их корпоративными информационными системами и робототехникой, Toyota удается оставаться самой конкурентоспособной компанией мира, используя простые системы управления сигнально-символьного типа. Они рассчитаны на восприятие и интеллект человека и применяются для эффективной координации совместной (групповой) деятельности и контроля состояния операционной среды. Toyota принципиально не использует для оперативного управления информационные технологии, рассчитанные на индивидуальную деятельность операторов вне группы (персональные ЭВМ, локальные электронные сети коммуникаций для передачи неструктурированной информации и т.п.), так как они нарушают групповую динамику и непосредственное пространственно-временное восприятие реального хода процесса.

Такая принципиальность в отношении использования информационных технологий управления заключается не в консервативном отношении к техническим новшествам, а в более глубоком понимании восточными народами духовного состава человеческого естества (структуры интеллекта и механизма взаимодействия сознания и подсознания). Представители западной цивилизации преимущественно полагаются на сознание (рассудок) и поддерживающие его аналитическую деятельность инструменты, например персональные ЭВМ и различные программные комплексы, которые помогают анализировать и сравнивать (оценивать) разрозненные эмпирические данные без учета контекста текущей ситуации (подобно анализу букв и слов вне контекста словосочетаний, которые они составляют). Тонкость «восточного» понимания данного вопроса состоит в том, что различные индикаторы сложного (многогранного) процесса являются лишь опосредованным отражением его отдельных сторон. Поскольку каждый отдельно взятый индикатор не способен достаточно полно и точно отразить все грани процесса, то анализ / синтез таких индикаторов вне смыслового контекста процесса не способен адекватно отразить его реальное состояние. Исследования в области нейропсихологии опытно подтверждают, что семантический контекст пространственно-временной ситуации формируется в подсознании человека в наглядно-образной форме и оказывает непосредственное (доминирующее) влияние на восприятие и осознание (анализ / синтез) разрозненной эмпирической информации об окружающей действительности (индикаторов). Именно по этой причине главный инженер (в последующем – в 1970-х гг. – исполнительный директор) компании Toyota Motors Тайити Оно подолгу (часами) находился в производственных цехах компании, пытаясь интуитивно (на уровне подсознания) вникнуть в контекст реального хода процесса производства и обнаружить в нем организационно-технические проблемы системного характера, скрытые от обыденного сознания (Taiichi Ohno, 1988). Данная психотехнология интуитивного проникновения в суть явлений и процессов объективной реальности нашла свое отражение в принципе TPS – генти генбуцу или гемба (в переводе с япон. «местоположение материалов и изделий»), который интерпретируется как «пойти на место и увидеть реальную ситуацию, чтобы понять ее» (Masaaki Imai, 1997). Данный принцип является важным инструментом системы непрерывного совершенствования процесса (япон. «кайдзен») его непосредственными исполнителя-

ми – рабочими и инженерами. Основу данного процесса самосовершенствования (самоорганизации) составляет внутреннее движение человеческой личности, ее природная потребность в совершенствовании [20]. Информационные технологии используются компанией Toyota лишь для замены физических прототипов средств внешней поддержки интеллектуальной деятельности человека их электронными моделями (например, большими информационными экранами-таблоидами, которые видны всем рабочим, занятым на сборочной линии, в реальном времени и отражают необходимую информацию о ходе процесса на протяжении рабочей смены, что является важным фактором слаженной коллективной работы). С этой целью в компании Toyota практикуется составление аналитических отчетов и бизнес-планов на одном листе бумаги формата A3 / A4 в виде концептуальных логико-смысловых моделей организационно-технических и финансовых процессов, позволяющих различным специалистам эффективно достигать согласия в ходе проектирования и принятия управленческих решений (Michael Rother & John Shook, 1999).

Концепция визуального контроля, используемая в TPS, также предусматривает оснащение стандартного оборудования интеллектуальными устройствами слежения, которые обнаруживают отклонения от стандартного режима работы и автоматически останавливают станок, оповещая об этом людей-операторов с помощью звуковой (радиочастотной) и визуальной сигнализации (так называемый встраиваемый контроль качества – япон. «дзидока»). В дополнение к этому каждая технологическая стадия оснащена устройствами предупреждения ошибок оператора (в переводе на япон. «пока-ёке»), которые осуществляют поддержку сенсомоторной деятельности рабочих при выполнении ими стандартных предметных действий. Затраты на подобную автоматизацию контроля качества многократно окупаются, так как экономически более выгодно выявить дефект на месте, не допуская его передачу по ходу производства, чем организовывать выборочный контроль на выходе процесса и последующее исправление брака по рекламациям потребителей постфактум (Michael A. Cusumano, 1985).

Подобного рода конкурентные вызовы выдвигают актуальную научно-техническую проблему формирования новой парадигмы организации управления (модели конкурентоспособного производства), в основе которой лежит процесс интеграции производственно-технологических цепочек создания ценностей на основе самоорганизации и оптимального регулирования деятельности (саморегулирования) производственных единиц в составе предприятия [21]. При этом необходимо отметить, что в условиях современного производства при реализации данного (интеллектуального) подхода должны широко использоваться методы непрерывного контроля над ходом технологического процесса и регулирования его качества. Усложнения оборудования и технологических систем, переход на робототехнику предъявляет особые требования к системе управления качеством технологического процесса. Прежде всего, это относится к перцептивным задачам слежения, возникающим при управлении искусственными динамическими системами типа сложных производственных и технических комплексов (технологические процессы, транспортные средства и грузопотоки, условно-автономные рабочие центры и системы-роботы и т.д.). В связи с этим созда-

ние новых интеллектуальных систем управления технологическими процессами требует решения задачи автоматизации контроля и учета; использования новых бесконтактных методов и технологий контроля качества: акустических, магнитных, оптических, радиационных и др.; создания технологического оборудования, оснащенного конструктивно-встроенными или сопряженными измерительными, решающими и исполнительными устройствами, обеспечивающими его функционирование в условно-автономном режиме.

В конечном итоге, если абстрагироваться от специфических особенностей TPS, как японского инварианта модели распределенной параллельной организации производства и управления, и перейти к общим понятиям и определениям системотехники, становится очевидным, что ключевым фактором конкурентоспособности производственной системы является интеллектуальная поддержка процессов кооперации и координации людей-операторов, осуществляющих совместную предметную деятельность в составе промышленного предприятия. Эффективность технологии (идеи и принципов) непрерывного поточного производства, физической моделью которой собственно и является поток единичных изделий, заключается в гармонизации (идеально точной синхронизации) с ее помощью мышления и трудовой активности работников в пространстве и времени для достижения общесистемного (конечного) результата работы всего предприятия. Осознание этого важного психотехнического следствия, вытекающего из приведенных в данной работе теоретических и прикладных исследований в области организационного проектирования, является весомой альтернативой непродуктивным подходам к реинжинирингу отечественных предприятий, в основе которых лежит «слепое копирование» передовых методов и специфических инструментов эффективной организации производства и управления зарубежных компаний. Интеллектуальное (психотехническое) направление исследований в области организационного проектирования предоставляет разработчикам производственных систем, руководителям и специалистам предприятий базовые знания относительно фундаментальных процессов организации и саморегулирования социотехнической среды в промышленном производстве. На их основе можно успешно разрабатывать и внедрять в практику собственные отечественные модели конкурентоспособных производственных систем с учетом отраслевых особенностей российских предприятий и национальной экономики в целом.

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА

Проблемы оценки эффективности процессов достаточно хорошо изучены в теории исследования операций [2]. С позиций данной теории производственная система создается для выполнения технологических операций, совокупность которых представляет собой бизнес-процесс как некоторую часть осуществляемой организацией деятельности, преобразующую вводимые на входе в производственную систему факторы производства (ресурсы) в конечные продукты (товары или услуги), получаемые на выходе из нее. Если качество операционной системы, которое характеризуется специфическими показателями уровня организации производства и управления, достаточно высокое, то в

ходе эффективного процесса функционирования системы образуется добавочный продукт. Это обеспечивает предприятию приобретение рыночной ценности, существенно большей, чем вводимые в операционную систему факторы производства.

При оценке сложных систем принято различать качество систем и эффективность реализуемых ими процессов. Качество организации производственной системы определяется оптимальным сочетанием всех элементов и стадий процесса производства (людей, средств и предметов труда, а также основных, вспомогательных, естественных процессов и пролеживания) в пространстве и времени. Так, например, организационное проектирование структуры и системы управления машиностроительного предприятия должно быть направлено на обеспечение унификации производственных элементов и стадий, с целью их объединения в производственные комплексы различной специализации и масштабов. Оно должно выполняться с ориентацией на непрерывность, поточность, цикличность технологических процессов, основанных на использовании модульного, быстро перенастраиваемого оборудования, а также современных информационных систем коммуникаций, которые позволяют информировать всех участников производственного процесса о движении изделий и состоянии средств производства с целью оперативной синхронизации всех составляющих производственной системы [25]. Для оценки уровня организации и управления производством организационной наукой разработаны различные совокупности локальных критериев эффективности, которые отражают различные, как правило, несоизмеримые, стороны эффективности системы: техническую, экономическую, социальную и т.д. Критерии достаточно разнообразны, так как разрабатывались для конкретных систем и проблемных ситуаций; представляют собой преимущественно аналитические зависимости, взаимная увязка которых в системы унифицированных (сбалансированных) показателей эффективности представляет собой сложную, во многих случаях неразрешимую методологическую проблему. По данной причине качество функциональной (операционной) системы, независимо от ее природы, целесообразно оценивать по конечному результату ее функционирования, который является системообразующим фактором и выступает как общий критерий оценки достижения цели, для которой создавалась система [1].

К основным критериям (укрупненным показателям) эффективности осуществления операций, связанных в единый процесс, относятся:

- результативность **P**, характеризующая получаемый целевой эффект – результат, для достижения которого создается и функционирует система;
- ресурсоемкость **R**, которая отражает объем ресурсов всех видов (людских, материально-технических, энергетических, информационных, финансовых и т.п.), необходимых для получения результата;
- оперативность **O**, представляющая собой универсальный измеритель скорости (интенсивности) осуществления операций во времени, необходимых для достижения цели.

Системная увязка данных показателей в пространственно-временном отношении порождает комплексное свойство – эффективность процесса:

$$\mathcal{E} = \langle P, R, O \rangle,$$

которое проявляется в полной мере при функционировании системы, характеризует ее способность достигать цель и определяется свойствами (качеством) самой системы. Выбор критерия эффективности – центральный,

наиболее ответственный момент исследования функциональной (организационно-технической, операционной) системы. Процесс выбора критерия эффективности, как и процесс определения цели, является в значительной мере субъективным, творческим, требующим в каждом отдельном случае индивидуального подхода. Конкретный физический смысл показателей эффективности определяется характером и целями операции, а также качеством реализующей их системы. В отношении локальных операций в качестве критериев эффективности могут рассматриваться отдельные показатели результативности, ресурсоемкости или оперативности, однако эффективность системной увязки отдельных операций в едином процессе, отражающая качество системы в целом, определяется их интегративной совокупностью. Вопросы формирования совокупности взаимосвязанных критериев изучаются в теории эффективности систем, которая формируется в настоящее время как раздел системного анализа, связанный с определением качества систем и процессов, их реализующих, предметом изучения которого являются проблемы количественной оценки качества характеристик и эффективности функционирования сложных систем (В.С. Анфилов, А.А. Емельянов, 2002).

В общем виде хозяйственную деятельность (бизнес-процесс) предприятия можно представить логико-смысловой моделью (циклограммой) кругооборота финансовых и материальных ресурсов (активов) на t -временной оси (рис. 13). Отмеченные на рис. 13 в виде двудольного ориентированного (направленного) мультиграфа логические связи отражают последовательную трансформацию средств из одной группы активов в другие.

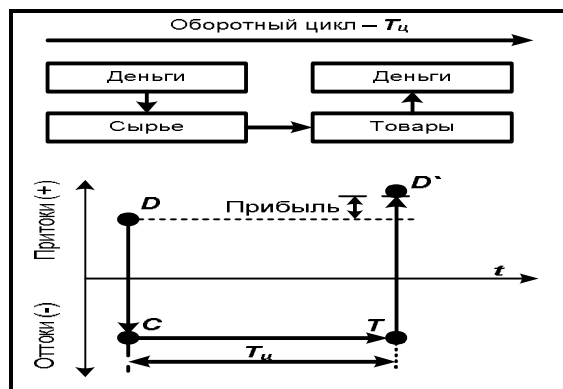


Рис. 13. Кругооборот активов предприятия

Концептуально бизнес-процесс представляет собой циклограмму оттока (-) денежных средств вложенных в оборот с последующим их притоком (+), разницу между которыми составляет финансовый результат (прибыль / убыток) хозяйственной деятельности. В процессе производственной деятельности происходит постоянная трансформация отдельных элементов оборотных средств. Предприятие покупает сырье и материалы, производит продукцию, затем продает ее, как правило, с отсрочкой платежа, в результате чего образуется дебиторская задолженность, которая через некоторый промежуток времени превращается в денежные средства. Таким образом, циркуляционная природа оборотных активов имеет ключевое значение в управлении предприятием и его оборотным капиталом (Ковалев, 2000). В качестве теоретико-графового представления циклограммы бизнес-процесса может быть принят двудольный направленный

граф. Двудольность данного графа заключается в том, что он обладает двумя типами смежных вершин, которые соответствуют или множествам активов – притока (денежная часть оборотных активов – R^a), или их трансформированным элементам – оттокам, обладающим низкой ликвидностью (материалы и готовая продукция – Z). При этом направленность данного графа определяется тем, что конечное множество его вершин представляет собой заданный набор пар смежных вершин, упорядоченных на t -временной оси, которые логически соединяются направленными ребрами.

Осознание того, что логическая пара «отток – приток» средств является ключевой доминантой любого бизнес-процесса и носит периодически повторяющийся (циклический) характер, позволяет сформировать пространственно-временную модель бизнес-процесса, как это представлено на рис. 14.

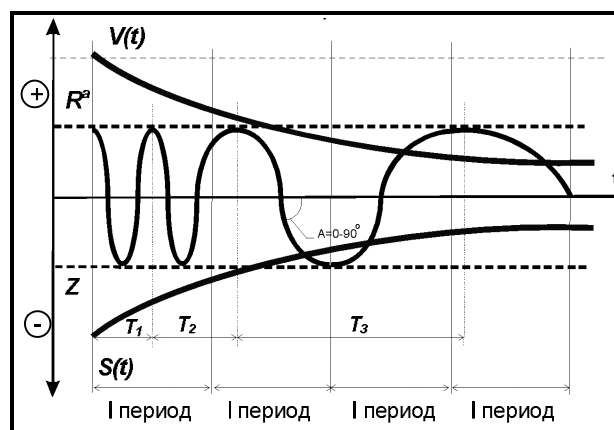


Рис. 14. Пространственно-временная модель бизнес-процесса

Из рис. 14 видно, что финансовый результат основной деятельности предприятия (выручка – $V(t)$, затраты в выручке – $S(t)$ и прибыль) и его платежеспособность определяются интенсивностью притока денежных средств, которая находится в прямой пропорциональной зависимости от частоты оборота активов на t -временной оси. Выполняя с помощью рис. 14 пространственно-временные сопоставления основных параметров бизнес-процесса можно заметить, что размер выручки (результативность операций – P), при одной и той же величине располагаемых предприятием оборотных средств (денежные средства и дебиторская задолженность – R^a , материалы и готовая продукция – Z), характеризующей ресурсоемкость циклических операций R , – определяется интенсивностью (оперативностью – O) осуществления операций (оборачиваемостью ресурсов) или, иными словами, пропускной способностью операционной системы, которая напрямую зависит от уровня организации и управления производством (качества операционной системы)⁹.

⁹ Японские и некоторые западные компании за счет высокой интенсивности процесса производства существенно повысили оборачиваемость средств и, соответственно, сократили уровень запасов при росте выручки и прибыли. Секрет их успеха заключается в эффективной организации производства. Внимание топ-менеджмента этих компаний сосредоточено не на краткосрочных финансовых результатах, а на построении операционной системы, эффективно работающей в долгосрочной перспективе.

Описанная взаимосвязь параметров бизнес-процесса носит устойчивый характер, т.е. является системной закономерностью, которая позволяет сформировать унифицированную систему показателей эффективности. Данная система показателей способна обеспечить полноту и точность отражения основных свойств бизнес-процесса, не зависимо от его отраслевой специфики, и, соответственно, эффективно применяться в целях:

- диагностики и реинжиниринга процесса функционирования системы, от эффективности которого зависит финансовый результат работы предприятия;
- оптимизации (выбора наилучшего алгоритма) функционирования системы;
- оперативного управления системой.

В сложившейся терминологии организационного управления [40] под операционной производительностью (мощностью, пропускной способностью – англ. «capacity» – C) подразумевают способность операционной системы изготовить некоторый объем продукции (выполнить работы) за определенный промежуток времени (как правило, календарный период: сек. / мин. / час / смена / день / мес. / год – T_k). Операционная производительность – C находится в обратной зависимости от времен цикла – $T_{\text{ц}}$:

$$C = \frac{T_k}{T_{\text{ц}}}.$$

Поэтому снижение интенсивности операций (замедление процесса) свидетельствует снижении производительности операционной системы. В идеале время цикла – $T_{\text{ц}}$ должно быть равно суммарной продолжительности всех последовательно осуществляемых технологических операций, которые формируют добавленную стоимость изделий, или времени формирования добавленной стоимости – T_o , представляющего собой фактическое время выполнения полезной работы по обработке ресурсов в процессе изготовления продукции. Разность этих показателей отражает потери времени на перемещение между операциями, вынужденные простои и ожидания в очередях, которые называются транзакциями ($T_{\text{тр}} = T_{\text{ц}} - T_o$, в идеале $T_{\text{ц}} \rightarrow T_o$ / $T_{\text{тр}} \rightarrow 0$). Отношение совокупного времени операций – T_o к времени цикла изготовления продукции – $T_{\text{ц}}$ является показателем качества внутрисистемной организации (увязки) операций в единый производственный процесс, который отражает степень отклонения его продолжительности $T_{\text{ц}}$ от минимально возможной длительности выполнения работы по производству изделий T_o как это наглядно представлено на рис. 15.

Данный показатель известный как пропускное отношение процесса, характеризует замедление производства из-за наличия межоперационных потерь времени (транзакций), которое приводит к замедлению оборота ресурсов. Увеличение продолжительности нахождения материальных ресурсов в операционной системе на физическом уровне отражается в росте объемов незавершенного производства – N . В операционном менеджменте установлена математическая взаимозависимость времени пребывания изделия в процессе – $T_{\text{ц}}$, объема незавершенного производства – N и операционной производительности системы – C , известная как закон Литтла (J. Little, 1961):

$$T_{\text{ц}} = \frac{N}{C}.$$

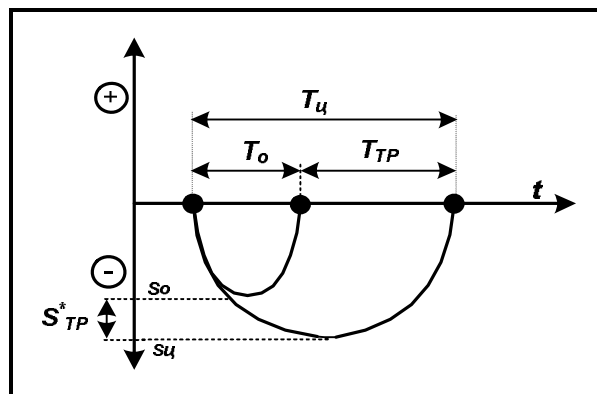


Рис. 15. Время цикла производства изделий

Объем незавершенного производства – N представляет собой разность между располагаемыми предприятием материальными ресурсами (сырьем, материалами), находящимися в обороте – Z и объемом готовой продукции – S (или затраты в выручке, в том числе непроизводительные расходы – S^*) на выходе операционной системы ($N = Z - S$), которой соответствует определенный объем ожидаемой выручки – V . В свою очередь, эффективность (результативность – R) операционной системы, характеризующая оптимальность использования системой ресурсов предприятия, может быть определена как отношение объема (стоимости) произведенной продукции к объему (стоимости) находящихся в обороте ресурсов:

$$Э \approx \frac{V}{R^a} \approx \frac{V}{Z}.$$

Следовательно, сокращение времени пребывания изделия в процессе – $T_{\text{ц}}$, за счет уменьшения межоперационных потерь времени – $T_{\text{тр}}$ ($T_{\text{ц}} = T_o + T_{\text{тр}}$), увеличивает интенсивность операций и оборачиваемость ресурсов, повышая в конечном итоге эффективность (экономичность) функционирования операционной системы.

Рассмотренные выше взаимосвязи организационно-технических и экономических параметров и показателей операционной системы наглядно представлены на рис. 14 в виде пространственно-временной модели бизнес-процесса. При снижении интенсивности работы производственной системы, которая может быть количественно выражена углом наклона ребер циклограммы $R^a - Z$ к временной оси – $A = 0 \div 90^\circ$ (уменьшение наклона ребра $R^a - Z$; $A_1 > A_2$, при $M = R^a + Z - \text{const}$) происходит замедление оборачиваемости активов, снижается интенсивность притока денежных средств. При этом доля наиболее ликвидных активов – d (наличных средств) сокращается, а уровень труднореализуемых запасов Z^* и непроизводительных затрат в выручке S^* растет; падает рентабельность основной деятельности предприятия. Теоретически, при уменьшении в анализируемых отчетных периодах угла $A = 0 \div 90^\circ$ до некоторого не критического значения, выручка и затраты в выручке становятся равными располагаемым денежным активам предприятия, значение которых, в свою очередь, приближается к уровню запасов (см.: второй отчетный период – $V \approx S \approx R^a \approx Z$). При этом доля непроизводительных затрат в себестоимости продукции растет, и прибыль, соответственно, умень-

шается до нуля. Дальнейшее снижение интенсивности работы ($A \rightarrow 0$), вследствие плохой организации производства, например, частых простоев оборудования из-за различного рода технологических неувязок и сбоев, приводит к кратному снижению в третьем и четвертом отчетных периодах объема выручки и затрат в выручке, в сравнении с уровнем располагаемых предприятием активов соответствующих им пассивов. Как видно из рис. 14, «активное» поле хозяйственных операций, ограниченное кривыми $V - S$ по своим размерам меньше чем «потенциальное» поле располагаемых предприятием оборотных средств, ограниченное уровнями активов $R^a - Z$.

В конечном итоге, возникает неплатежеспособность, которая дополнительно понижает интенсивность работы, вызывая длительные простои оборудования, убытки и последующее банкротство предприятия. Верно и обратное. Чем меньше время цикла изготовления продукции (выше интенсивность бизнес-процесса), тем короче интервал времени — T между оплатой сырья и получением оплаты за готовую продукцию, изготовленную из полученных материалов. Уменьшение времени цикла изготовления продукции приводит к увеличению оборачиваемости ресурсов — базовому для компании Toyota критерию эффективности, который определяет значения итоговых финансовых показателей работы этой самой успешной автомобилестроительной корпорации в мире [16, 40]. По мнению ведущих японских и американских специалистов в области производственного менеджмента, оборачиваемость ресурсов, как критерий оценки интенсивности бизнес-процесса, является ключевым параметром, который дает наиболее точное комплексное представление об управлении работой по созданию добавленной стоимости (потребительской ценности) на предприятии, в отличие от традиционных «систем» финансово-экономических показателей использования активов (коэффициентов загрузки оборудования, фондо- и материалоотдачи, уровня заработной платы и накладных расходов, и т.п.). Сравнительный анализ ситуаций и характерные для них взаимосвязи и соотношения показателей циклических операций позволяет разделить фазовое пространство возможных состояний производственной системы на ограниченное число классов состояний и логически связать их с известными в экономической науке показателями финансового положения предприятия. Наличие специфического (индивидуального) логико-смыслового образа, соответствующего определенному классу финансово-экономической ситуации, позволяет приступить к разработке способов и технологий идентификации финансового состояния производственных предприятий.

Представленные идеи и принципы оценки эффективности бизнес-процесса на сегодняшний день являются безальтернативным в отношении представления экономической информации о параметрах и результатах функционирования предприятия, а их развитие в дальнейшем способно обеспечить ощутимое технологическое продвижение в прикладных направлениях экономической науки, например, таких как диагностика состояния предприятия и организационное управление. Они предоставляют возможность более адекватно отражать реальные экономические объекты и процессы, обеспечивают наиболее точное и быстрое решение аналитических задач. Разработанные на их основе новые метод и технология анализа носят понятный спе-

циалистам-предметникам комплексный технико-экономический характер, то есть удачно сочетаются, как показывает практика, не только с задачами финансово-экономического планирования и анализа, но и с задачами технической и организационно-технологической подготовки различных видов деятельности предприятия. В конечном итоге, это создает предпосылки для формирования унифицированной системы показателей оценки деятельности предприятия, которую можно удачно использовать во взаимосвязи с траекторией развития и капитализацией бизнеса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В новом тысячелетии организационная и управленческая проблематика имеет особое значение для России, где происходят крупномасштабные политические и экономические перемены, связанные с переходом к рыночным отношениям. Мировой опыт экономического развития свидетельствует о возрастающей роли нематериальных факторов производства, в том числе управления, как способности и умения вырабатывать цели, определять ценностные ориентиры, координировать работу людей с разным уровнем образования, опытом, квалификацией и интересами, добиваться эффективных результатов их деятельности. В этой связи большое теоретическое и практическое значение имеют выявление и реализация основных тенденций развития организационной науки. Речь идет о радикальных изменениях в области проектирования организаций и управления, способных обеспечить значительный рост эффективности национальной экономики. По мнению известных зарубежных и отечественных специалистов в области организации (Э. Деминг, И. Ансофф, П. Дракер, Б. Мильнер) «...мы приблизились к периоду, когда традиционные факторы производства перестают быть основными детерминантами экономического успеха. <...> Решающее значение приобретает «человеческий капитал»...». Меняются принципиальные основы построения и функционирования предприятий: происходит переход от рациональной организации и директивного управления к внутрифирменным процессам самоорганизации и оптимального регулирования, базирующихся на знаниях и информации (R.L. Ackoff, 1994). В условиях коренных технологических и информационных перемен материальные активы предприятий образуют лишь видимую часть их ресурсного потенциала. Все возрастающая доля стоимости продукции и услуг относится к «скрытой собственности» — интеллектуальному капиталу и знаниям организаций, которые до недавнего времени не управлялись и не регулировались (A. Brooking, 1996). Поворот к управлению этой мощной и малоизученной сферой является знаковым событием в истории развития управленческой науки. По сути, это новое интеллектуальное (психотехническое) направление развития организационных и экономических механизмов управления, способное создать реальные конкурентные преимущества отечественных предприятий, которые в условиях постоянных изменений и усиления конкуренции вынуждены перестраивать свою структуру и использовать знания с тем, чтобы своевременно осваивать свободные рыночные ниши.

В этой связи на передний план выдвигаются актуальные задачи исследования в области гуманитарных и естественных наук, связанные с изучением процессов мышления, группового взаимодействия и информационных коммуникаций, системной динамики и структурообразования в организационной среде. Результаты исследований в области социологии деловых организаций, психологии управления и теории принятия решений, физиологии, нейрокибернетики и информатики дают новые импульсы развитию науки управления. Многие концепции, на которых воспитано современное поколение менеджеров и которые основаны на принципе жесткого централизованного управления, требуют пересмотра и корректировки с учетом изложенного. Это подтверждается тем, что от издания к изданию книг расширяются материалы, связанные с влиянием человеческого фактора на деловую активность и управление. С конца 1990-х гг. в поле зрения научной обще-

ственности и практиков все чаще попадают работы ученых, исследующих влияние человеческого фактора на экономические процессы и деятельность организаций в целом. Это работы посвященные вопросам асимметрии информации, ее влияния на принятие экономических решений; научные труды, расширившие понимание природы внутрифирменных процессов целеполагания, самоорганизации и саморегулирования деятельности, в основе которых лежит интеллектуальная активность и информационное взаимодействие субъектов, а также научные разработки по широкому кругу проблем организационной и инженерной (когнитивной) психологии (L. Gilberth, 1973; G. Pinchot, E. Pinchot, 1996). Обобщение этих знаний и экспериментального опыта, их всесторонний анализ, выявление возможностей использования новых организационных моделей и методов с учетом отраслевых особенностей субъектов хозяйствования становятся ключевой задачей современной науки управления.

В условиях мирового экономического кризиса отечественные предприятия стоят перед необходимостью повышения своей конкурентоспособности не только в отношении товаров и производственных технологий, но главным образом в организационных моделях и методах управления основной деятельностью. В ответ на многочисленные вызовы постиндустриальной эпохи развития общества, современные организации должны действовать в динамичной экономической среде более эффективно, на опережение, используя для этого новые подходы к организационному проектированию, современные интеллектуальные методы и технологии управления. Расширение знаний об организациях востребовано практикой и связано со стремлением предприятий в полной мере овладеть представлениями о современных концепциях, методах и инструментарии управления, которые являются ключевыми факторами их успешной деятельности. Сегодня организационные инновации выступают в качестве ведущего конкурентного преимущества компаний, опережая по значимости и результативности наукоемкость и качество товаров, технологии и автоматизацию их производства. Научно-технический прогресс в машиностроении и других отраслях народного хозяйства привел к быстрому и резкому усложнению производственных процессов, к увеличению количества составляющих элементов организационных структур, к усложнению управляющих решений и повышению требований к их качеству. Длительное время методы и технологии управления базировались на личном опыте и интуиции руководителей, что, по сути, является искусством и не застраховано от грубых ошибок. Обобщение и анализ опыта управления, исследование факторов внутренней и внешней среды организации, установление закономерностей их взаимодействия на основе идей и принципов общей теории систем расширили возможности руководителей и специалистов организаций по выработке рациональных управляющих решений и повысили качество управления. Все это исторически привело к необходимости появления и развития инновационных (интеллектуальных) методов и технологий управления, позволяющих с позиций системного подхода объединять различные элементы организации с разными, иногда даже противоречивыми, интересами в единую, эффективно и целесообразно действующую систему и направлять (координировать) их действия для достижения полезного результата.

Исходя из данных позиций, организацию, в ходе ее комплексного изучения и реинжиниринга, необходимо рассматривать не в виде структуры подчинения с установленными или сложившимися отношениями, а как интеллектуальную самоорганизующуюся систему, в которой протекает непрерывный процесс координации (авторегуляции) совместной работы различных элементов бизнес-процесса посредством целенаправленного поведения людей-операторов осуществляемого на основе коллективной мыследеятельности и межличностных коммуникаций. Благодаря этим системным свойствам организация способна изменять свое поведение и структуру для достижения заданной цели в постоянно меняющихся условиях экономического окружения. В этой связи особое значение должно быть отведено исследованию структуры мозга человека и разворачивающихся на его субстрате

информационных процессов, сигнально-знаковым коммуникативным системам и реализуемым на их основе процессам информационного взаимодействия субъектов в социальных образованиях. Основная идея психотехнического подхода в организационном проектировании и управлении, состоит в изучении фундаментальных теоретических основ самоорганизации и оптимального регулирования в «живых» системах и их применение «по образу и подобию» в организационном проектировании для повышения эффективности работы предприятий. Вопрос о связи данного направления развития организационного управления с созданием машинных систем управления довольно сложен. Отчасти действовали тенденции «рационализации» и «механизации» конторской, учетной и расчетной работы, а также традиции совершенствования «организационных систем и процедур». Отчасти их создание группировалось вокруг применения моделей исследования операций или эконометрических моделей. Лишь на более поздних стадиях, в период развития ЭВМ второго и третьего поколения, стало ясно, что машинные системы эффективны в том случае, если они решают актуальные задачи управления бизнес-процессами. В настоящее время место машинных систем или, точнее, машинных элементов систем достаточно определилось. Новейшие системы представляют собой человеко-машинные интеллектуальные (интегрированные) системы, имеющие синергетический характер и строго ориентированные на повышение производительности и быстродействия операционной системы предприятия.

Таким образом, важно отделить форму организации, обусловленную своим существованием историей, от содержания ее предметной деятельности, которое остается одним и тем же при любой организационной структуре. Это постулирует приоритет эффективной структуры процесса, выполняемого организацией, в отличие от традиционного подхода к организационному проектированию, который выдвигает на передний план важность административной иерархии подчинения. Сводя решение проблемы эффективности управления к конструированию предприятия как непрерывному бизнес-процессу представленному в виде самоорганизующейся открытой системы, мы, по существу, переносим в область организационного проектирования методы, хорошо известные в практике инженерной разработки технических систем (системотехнике), а также придаем решению организационных проблем характер исследовательской и инженерно-конструкторской деятельности. Это дает персоналу предприятия понимание того, что «должно быть», ясное ощущение необходимости коллективной работы и потребность совершенствования методов работы организации, а также четкое понимание своего места и роли в этой работе. Освоение данной методологии делает практически неизбежным возникновение такой ситуации, когда руководители организаций отчетливо осознают необходимость разработки эффективных методов управления для улучшения их основной деятельности, ученые с пониманием действительного содержания задачи разрабатывают эти методы, а специалисты всячески способствуют внедрению этих методов и обеспечивают их квалифицированное применение на практике [24].

Необходимо отметить, что в период плановой экономики СССР отечественная научная школа организационного управления преимущественно занималась проблемами повышения эффективности проектируемых машин и оборудования, а также вопросами комплексного планирования и управления промышленным производством. На современном этапе государственного и экономического развития России, рассмотренные подходы к организационно-техническому проектированию требуют адаптации и совершенствования применительно к новым условиям конкурентного рынка. В настоящее время теоретические знания в этой области представляют собой конгломерат разрозненных специальных теорий, концептуальные «мостики» между которыми существуют только в некоторых случаях, а многие из теорий еще носят явные следы породивших их предметных областей. В свою очередь, применение предложенного в данной работе междисциплинарного теоретико-методологического подхода позволяет формировать наиболее адекватное, целостное представление об экономической дея-

тельности людей, как сложной динамической системе отношений, процессах ее функционирования и развития, что собственно и определяет новизну и практическую значимость результатов исследования.

Необходимо отметить, что их применение не ограничивается узкоспециальной областью управления организациями и может быть эффективно использовано в сфере корпоративного устройства и управления региональной экономикой, в которых недостаточно полно изучены актуальные проблемы компетентности, поведенческих особенностей и конструктивного взаимодействия мировых рынков и экономических систем национальных государств. По данной причине повышение эффективности функционирования экономики и деятельности ее субъектов невозможно достичь прежними методами оптимального планирования, принадлежащих к классу известных аналитических задач и решаемых с применением аппарата оптимального программирования и математической статистики. Изучение этой проблематики в рамках психотехнического направления организационных исследований создает предпосылки глобальной оптимизации процесса общественного воспроизводства путем наиболее эффективного согласования общегосударственных задач с частными интересами субъектов экономической деятельности.

Литература

- Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем [Текст] / П.К. Анохин. – М. : АН СССР, 1971.
- Акофф Р. Основы исследования операций [Текст] / Р. Акофф, М. Сасиени. М. : Мир, 1971.
- Антонов А.Н. Основы современной организации производства [Текст] / А.Н. Антонов, Л.С. Морозова. – М. : Дело и слово, 2004.
- Берталанфи Л. фон. История и статус общей теории систем [Текст] / Л. фон Берталанфи // Системные исследования : Ежегодник, 1972. – М.: Наука, 1973. – С. 20-37.
- Берталанфи Л. фон. Общая теория систем: критический обзор [Текст] / Л. фон Берталанфи // Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23-82.
- Богданов А.А. Тектология: Всеобщая организационная наука. Т. 1-2 [Текст] / А.А. Богданов. – М. : Экономика, 1989.
- Винер Н. Кибернетика: или управление и связь в живом и машине [Текст] / Н. Винер. – М. : Наука, 1983.
- Вумек Дж. Р. Бережливое производство [Текст] : как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс Р. Вумек, Дэниел Т. Джонс. – М : Альпина Бизнес Букс, 2004.
- Величковский Б.М. Когнитивная наука : основы психологии познания : в 2 т. [Текст] / Б.М. Величковский. – М. : Академия, 2006.
- Галабурда Г.С. Корпоративное управление: факторы формирования и особенности российской модели [Текст] / Г.С. Галабурда, Б.Б. Коваленко. – СПб. : Изд-во Санкт-Петербургской академии управления и экономики, 2008. – 192 с.
- Голдрат Э.М. Цель: процесс непрерывного совершенствования [Текст] / Э.М. Голдрат, Дж. Кокс. – Минск : Попурри, 2007. – 496 с.
- Друкер П. Ф. Задачи менеджмента в XXI веке : пер. с англ. [Текст] / Питер Ф. Друкер. – М. : Вильямс, 2003.
- Захаров А.Н. Конкурентоспособность предприятия: сущность, методы оценки и механизмы увеличения [Текст] / А.Н. Захаров, А.А. Зокин // Бизнес и банки. – 2004. – №1-2.
- Краснопевцева И.А. Влияние качества рабочей силы на уровень производительности труда [Текст] / И.В. Краснопевцева. – Самара : Изд-во Самарского научного центра РАН, 2008. – 182 с.
- Левин К. Динамическая психология [Текст] / К. Левин. – М. : Смысл, 2001.
- Лайкер Д. Дао Toyota : 14 принципов менеджмента ведущей компании мира [Текст] / Джеффри Лайкер ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 402 с.
- Мильнер Б.З. Теория организации [Текст] / Б.З. Мильнер. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2008. – 797 с.
- Мильнер Б.З. Японский парадокс [Текст] / Б.З. Мильнер, И.С. Олейник, С.А. Рогинко. – М. : Мысль, 1985.
- Монден Я. Toyota: методы эффективного управления [Текст] / Я. Монден. – М., 1989.
- Имаи М. Кайдзен: ключ к успеху японских компаний [Текст] / М. Имаи ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2004. – 274 с.
- Мизюн В.А. Организация гармоничного производства [Текст] / В.А. Мизюн, Е.М. Шевлякова // Экономика и управление. – СПб. : Изд-во Академии экономики и управления, 2008.
- Мизюн В.А. Интеллектуальные методы управления предприятием [Текст] / В.А. Мизюн. – СПб. : Изд-во Академии управления и экономики, 2008. – 200 с.
- Мизюн В.А., Шевлякова Е.М. Экономическая кибернетика. Экономика региона: социальный и производственный аспект [Текст] : Сб. трудов Международной научно-практической конференции [Текст]. – Тольятти : ТГУ, 2006. – 390 с.
- Никаноров С.П. Совершенствование, создание и развитие организаций на основе теории систем [Текст] / С.П. Никаноров // Системное управление – проблемы и решения : сб. тр. – Вып. 12. – М. : Концепт, 2001. – С. 51-61.
- Организация производства [Текст] / под ред. О.Г. Туровца // Экономика и финансы, 2002.
- Оучи У. Методы организации производства: японский и американский подходы [Текст] / науч. ред. Б.З. Мильнер и И.С. Олейник ; пер. с англ. – М. : Экономика, 1984.
- Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии [Текст] / Г.С. Поспелов. – М. : Наука, 1988. – 280 с., ил.
- Поспелов Д.А. От коллектива автоматов к мультиагентным системам [Текст] // Труды Международного семинара «Распределенный искусственный интеллект и многоагентные системы» (DAIMAS'97, Санкт-Петербург, Россия, 15-18 июня 1997). – С. 319-325.
- Питерс Т., Уотермен Р. В поисках эффективного управления: опыт лучших компаний [Текст] / Т. Питерс, Р. Уотермен ; пер. с англ. – М.: Прогресс, 1986.
- Родионова В.Н. Организация производства на промышленных предприятиях в современных экономических условиях [Текст] / В.Н. Родионова. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. техн. ун-та, 1995. – 151 с.
- Рубинштейн М., Фирстенберг А. Интеллектуальная организация [Текст] / М. Рубинштейн, А. Фирстенберг ; пер. с англ. – М. : ИНФРА-М, 2003.
- Ротер М. Учитесь видеть бизнес-процессы : практика построения карт потоков создания ценности [Текст] / Майкл Ротер, Джон Шук ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2008. – 144 с.
- Развитие российских регионов : новые теоретические и методологические подходы [Текст] / Институт проблем региональной экономики РАН ; отв. ред. Е.Б. Костяновская. – СПб. : Наука, 2006. – 618 с.
- Синго Сигео. Быстрая переналадка: революционная технология оптимизации производства [Текст] / С. Сигео ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 334 с.
- Судаков К.В. Информационные грани жизнедеятельности [Текст] / К.В. Судаков // Вестник РАМН. – М. : Медицина, 2002. – №6. – С. 8-13.
- Судаков К.В. Эволюционный изоморфизм в построении устойчивых сообществ [Текст] / К.В. Судаков // Устойчивое развитие. Наука и практика. – М., 2003. – №2. – С. 59-87.
- Системокванты физиологических процессов [Текст] / под ред. К.В. Судакова. – М. : Международный гуманитарный фонд, 1997. – 152 с.
- Холл А.Д. Определение понятия системы [Текст] / А.Д. Холл, Р.Е. Фейджин // В КВ.: Исследования по общей

- теории систем / пер. с англ.; под общ. ред. В.Н. Садовского и Э.Г. Юдина. – М.: Прогресс, 1969. – С. 252-286.
39. Холл А.Д. Опыт методологии для системотехники [Текст] / А.Д. Холл. – М.: Сов. радио, 1975.
 40. Чейз Р.Б. Производственный и оперативный менеджмент [Текст] / Р.Б. Чейз, Н.Дж. Эквилейн, Р.Ф. Якобс; пер. с англ. – М.: Вильямс, 2007.
 41. Эшби У.Р. Введение в кибернетику [Текст] / У.Р. Эшби. – М.: Иностран. лит., 1959.
 42. Ackoff R.L. The Democratic Corporation. – N.Y.: Oxford University Press, 1994.
 43. Brooking A. Intellectual Capital. – International Thomson Business Press, 1996.
 44. Cusumano M.A. The Japanese Automobile Industry: Technology and Management at Nissan and Toyota. Cambridge, MA: Council on East Asian Studies/Harvard University Press, 1985.
 45. Drexel A., Kimms E. (eds.). Beyond Manufacturing Resource Planning (MRP II): Advanced Models and Methods for Production Planning (New York: Springer, 1998).
 46. Dessler G. Human Resource Management. 6 ed. – New Jersey: Prentice Hall, 1994.
 47. Ford H. Today and Tomorrow. Garden City, NY: Doubleday, Page & Company, 1926. Reprint Edition. Portland, OR: Productivity Press, 1988.
 48. Fujimoto T. The Evolution of a Manufacturing System at Toyota. New York: Oxford University Press, 1999.
 49. Gilberth L. The Psychology of Management. – Easton (Pa.): Hive Publishing Company, 1973.
 50. Imai M. Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management. New York: McGraw-Hill, 1997.
 51. Liker J.K. (Ed.). Becoming Lean: Inside Stories of U.S. Manufacturers. Portland, OR: Productivity Press, 1997.
 52. Monden Y. Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, Third Edition. Norcross, GA: Engineering and Management Press, 1998.
 53. Ohno T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Portland, OR: Productivity Press, 1988.
 54. Orlicky J. Materials Requirements Planning (New York: McGraw-Hill, 1975.)
 55. Reingold E. Toyota: People, Ideas, and the Challenge of the New. London: Penguin Books, 1999.
 56. Pinchot G., Pinchot E. The Intelligent Organization / San Francisco Berrett-Koehler Publishers, 1996.
 57. Rother M., and Shook J. Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute, 1999.
 58. Sheikh K. Manufacturing Resource Planning (MRP II) with Introduction to ERP, SCM, and CRM (New York: McGraw-Hill, 2002).
 59. Scott W.R. Organizations, Rational, Natural and Open Systems. 4 ed. N.Y.: Prentice Hall, 1998.
 60. Tokoro M. The Society of Objects // Proc. of OOPSLA'93 Conference, 1993.
 61. Toyoda E. «Creativity, Challenge and Courage», Toyota Motor Corporation, 1983.
 62. Toyoda E. Toyota: Fifty Years in Motion. Tokyo: Kodansha International, 1987.
 63. Taylor. F.W. Scientific Management. New York: Harper & Row, 1911. Reprint Edition. New York: Harper and Brothers, 1947.
 64. Womack J.P., Jones D.T. and Roos D. The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production. New York: HarperPerennial, 1991.
 65. Womack J.P., Jones D.T. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated, Second Edition. New York: Simon & Schuster, 2003.

Мизюн Владимир Анатольевич

Ключевые слова

Конкуренция; эффективность производства; интеллектуальное управление; когнитивная карта процесса; авторегуляция экономических систем; организационно-психологическая интерпретация теории графов; голографическая модель распределенной параллельной обработки информации.

РЕЦЕНЗИЯ

В период трансформации российской экономики различные отрасли промышленного производства оказались в условиях конкурентной рыночной среды без теоретико-методологической и практической поддержки ученых и специалистов в области организации производства. Ранее разработанные подходы к оперативному планированию и управлению используются не в полной мере или полностью утратили эффективность в новых условиях рыночной экономики, а новые – еще только формируются в силу причин различного характера.

Многие предприятия по-прежнему испытывают трудности, связанные с падением объемов и рентабельностью производства, слабой согласованностью в действиях различных звеньев управления, отсутствием новых методов и технологий управления. Преодоление этих трудностей осуществляется в основном интуитивно, без опоры на научно обоснованные способы поддержки принятия решений, и носит формально-констатирующий, а не упреждающий характер. При таком подходе сложно не только объективно оценивать состояние производственного процесса и системы управления, но и определять тенденции его развития, а также вносить в него необходимые коррективы. Возникает противоречие между меняющимся содержанием хозяйственной деятельности и отстающими по темпам совершенствования методами управления предприятиями.

В ходе развития рыночных отношений большинство крупных отечественных промышленных предприятий, располагавших налаженной системой производственно-хозяйственной деятельности, планирования и учета, оказались неспособны в новых условиях рынка адекватно и осознанно реагировать на постоянно изменяющиеся условия внешней среды из-за дефицита новых инструментов и механизмов управления. Поэтому одной из центральных задач совершенствования деятельности организаций в промышленности является разработка новых моделей организации производства, а также методов и информационных технологий управления, повышающих оперативность и обоснованность управленческих решений. От ее решения во многом зависит эффективность работы промышленности, которая определяет характер и результаты проводимых экономических реформ.

Предложенная в статье модель конкурентоспособного производства, основана на доминировании в оперативном планировании и управлении пропорциональности производственных операций и обеспечении ритмичности производства с целью максимального и своевременного удовлетворения рыночного спроса, в отличие от традиционных подходов к организации производства, направленных на полную загрузку производственных мощностей.

Представленные идеи и принципы ориентированы на повышение эффективности деятельности промышленных предприятий посредством генерирования, поддержки и развития процессов самоорганизации, в основе которых лежит синхронизация (координация) производственных процессов на уровне межличностных информационных коммуникаций. Новизна подхода заключается в регулировании ключевых параметров бизнес-процесса на основе точной информации о количестве изделий и времени отводимом на каждую производственную операцию на всех участках и этапах производства. Предложенная автором статьи организационная модель, сфокусирована на гибкость производственной системы, качество и оперативность принятия управленческих решений (т.е. фактор времени), что, при прочих равных условиях, способно привести не только к росту производительности труда, но и повышению конкурентоспособности предприятий за счет скорости и качества обслуживания потребителей.

Исходя из изложенного, рекомендую статью к публикации.

Немцев А.Д., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Экономика и управление на предприятии» Филиала Самарского государственного экономического университета, г. Тольятти

9.4. MODEL OF COMPETITIVE PRODUCTION

V.A. Mizun, Candidate of Science (Technical),
Senior Lecturer of Chair of
Management of the Organisation

Tolyatti State University

In this article the results of analysis and generalization of theoretic-methodological aspects of organization science, system researches, psychology of management and information science are given. Also the expediency of their integration in common problem field in the course of disciplinary researches is substantiated conformably to the questions of raising the competitiveness of Russian enterprises in modern conditions.

Literature

1. P.K. Anohin. The Principal questions of the general theory of functional systems. M.: AN USSR, 1971.
2. R.L. Ackoff. The fundamentals exploration of operations/ R.L. Ackoff, M. Sacieni. M.: Peace, 1971
3. A.N. Antonov. Bases of the modern organization of production. / A.N. Antonov, L.S. Morozova. – M.: Publishing house «Business and word», 2004.
4. Bertalanfi L. fon. History and the status of the general theory of systems/ L. fon Bertalanfi// System researches: Year-book, 1972. – M.: Science, 1973. –P.20-37.
5. Bertalanfi L. fon. The general theory of systems: the critical review / L. fon Bertalanfi// Researches under the general theory of systems. – M.: Progress, 1969. – P.23-82.
6. A.A. Bogdanov. Tectology: the General organizational science. T. 1-2 / A.A. Bogdanov. – M.: Economy, 1989.
7. N. Viner. Cybernetics: or management and communication in an animal and the machine / N.Viner. – M.: the Science, 1983.
8. Vumek James R., Jones Daniel T. Economical production: How to get rid of losses and to achieve prosperity of your company. – M.: Alpina Business Books, 2004.
9. B.M. Velichkovskij. Kognitivnaya a science: bases of psychology of knowledge: in 2 v./ B.M. Velichkovskij – M.: Academy, 2006.
10. G.S. Galaburda. Corporate management: factors of formation and feature of the Russian model. / G.S.Galaburda, B.B. Kovalenko. –Spb.: Publishing house of the St.-Petersburg academy of management and economy, 2008. – 192p.
11. E.M. Goldrat. The purpose: process of continuous perfection / E.M. Goldrat, J.Koks. – Minsk: Publishing house «Poppuri», 2007. – 496 p.
12. P.F. Druker. Tasks of management in XXI century: Translation from the English language. – M.: Vilyams, 2003.
13. A.N. Zaharov. Competitiveness of the enterprise: essence, methods of an estimation and mechanisms of increase./ A.N. Zaharov, A.A. Zokin// Business and banks, 2004. – №1-2.
14. I.A. Krasnopevceva. Influence of quality of a labour on a labour productivity level / I.A.Krasnopevceva. – Samara: Publishing house of the Samara centre of science of the Russian Academy of sciences, 2008. – 182 p.
15. K. Levin. Dynamic psychology. M.: Sense, 2001.
16. Lajker D. Dao Toyota: 14 principles of management of the conducting company of the world / D. Lajker; Translation from the English language the second edition. – M.: Alpina Business Books, 2006. – 402 p.
17. B.Z. Milner. The theory of the organization. – the sixth edition., advanced and added/ B.Z.Milner. – M.: INFRA-M, 2008. – 797p.
18. B.Z.Milner, I.S. Oleinik, S.A. Roginko. The Japanese paradox. – M.: Idea, 1985
19. Y. Molden. «Toyota»: methods of efficient control. – M., 1989.
20. Imai M. Kaidzen: a key to success of the Japanese companies: Translation from the English language./ M. Imai.- M.: Alpina Business Books, 2004.-274p.
21. V.A. Mizun. The organization of harmonious production / V.A. Mizun, E.M. Shevlyakova // Economy and management. – Spb.: Publishing house of Academy of economy and management, 2008. – №5.
22. V.A. Mizun. Intellectual methods of operation of business/ V.A. Mizun // – Spb.: Publishing house of Academy of economy and management, 2008. – 200 p.
23. V.A.Mizun, E.M. Shevlyakova. Economic cybernetics. Economy of region: social and industrial aspect: the Collection of works of the International scientific – practical conference. – Togliatti: TSU, 2006. – 390 p.
24. S.P. Nikanorov. Perfection, creation and development of the organizations on the basis of the theory of systems / S.P.Nikanorov // System management – problems and decisions: the collection of works Release 12. – M.: Konzept, 2001. – p. 51-61.
25. The organization of production / Under O.G.Turovtsa's edition // Economy and the finance, 2002.
26. U. Ouchi. The methods of the organization of production: the Japanese and American approaches: Translation from English / Scientific edition B.Z. Milner and I.S.Olejnik. – M.: Economy, 1984.
27. G.S. Pospelov. Artificial Intelligence – a basis of new information technology / G.S. Pospelov – M.: the Science, 1988. – 280 p., illustrations
28. D.A. Pospelov. From collective of automatic devices to multipurpose systems // Works of the International seminar «the Allocated artificial intelligence and multipurpose systems» (DAIMAS' 97, Saint Petersburg, Russia, on June, 15-18 1997). – p. 319-325.
29. T. Peters, R. Uoterman. In searches of efficient control: experience of the best companies: Translation from the English language – M.: Progress, 1986.
30. V.N. Rodionova. Organization of production at the industrial enterprises in modern economic conditions / V.N.Rodionova. – Voronezh: Publishing house Voronezh. STU, 1995. – 151 p.
31. M. Rubinshtein, A. Firstenberg. The intellectual organization: Translation from the English language. – M.: INFRA-M, 2003.
32. Roter M. Study to see business – processes: Practice of construction of maps of streams of creation of value: Translation from the English language, the second edition. / M. Roter, J. Shuk.-M.:Alpina Business Books, 2008. – 144p.
33. Development of the Russian regions: new theoretical and methodological approaches / Institute of problems of regional economy of the Russian Academy of Science; editor-in-chief E.B. Kostjanovskaja. Spb.: the Science, 2006. – 618 p.
34. Singo Sigeo. Fast readjustment: revolutionary technology of optimization of production: Translation from the English language / S.Sigeo. – M.: Alpina Business Books, 2006. – 334 p.
35. K.V. Sudakov. Information of a side of ability to live / of K.V. Sudakov // the Bulletin of Russian Academy of Medical Science. – M.: Medicine, 2002. – №6. – p. 8-13.
36. K.V. Sudakov. Evolutionary isomorphism in construction of steady communities / K.V. Sudakov // Steady development. A science and practice. – M., 2003. – №2. – p. 59-87.
37. Quantum of system of physiological processes / under edition K.V. Sudakova. – M.: the International humanitarian fund. 1997. 152 p.
38. A.D. Holl. The Definition of concept of system / A.D. Holl, R.E.Fejdzhin // In SQ.: Researches under the general theory of systems / translation from the English language under V.N. Sadovsky and E.G.Yudin's general edition. – M.: Progress, 1969. – p. 252-286.
39. A.D. Holl. Experience of methodology for system engineering / A.D.Holl. – M.: Modern radio, 1975.
40. R.B. Chejz. Industrial and operative management: Translation from the English language / R.B. Chejz, N.J. Ekvilajn, R.F. Jakobs. – M.: Williams, 2007.
41. U.R. Eshbi. Introduction in cybernetics / U.R.Eshbi. – M.: the Foreign literature., 1959.
42. R.L. Ackoff. The Democratic Corporation. – N.Y.: Oxford University Press, 1994.
43. A. Brooking. Intellectual Capital. – International Thomson Business Press, 1996.
44. Cusumano M.A. The Japanese Automobile Industry: Technology an Management at Nissan and Toyota. Cambridge, MA: Council on East Asian Studies/Harvard University Press, 1985.
45. A. Drexl, E. Kimms (eds). Beyond Manufacturing Resource Planning (MRP II): Advanced Models and Methods for Production Planning (New York: Springer, 1998).
46. G. Dessler. Human Resource Management. 6 ed. – New Jersey: Prentice Hall, 1994.

47. H. Ford. Today and Tomorrow. Garden City, NY: Doubleday, Page & Company, 1926. Reprint Edition. Portland, OR: Productivity Press, 1988.
48. T. Fujimoto. The Evolution of a Manufacturing System at Toyota. New York: Oxford University Press, 1999.
49. L. Gilberth. The Psychology of Management. – Easton (Pa.): Hive Publishing Company, 1973.
50. M. Imai. Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management. New York: McGraw-Hill, 1997.
51. J.K. Liker (Ed.). Becoming Lean: Inside Stories of U.S. Manufacturers. Portland, OR: Productivity Press, 1997.
52. Y. Monden. Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, Third Edition. Norcross, GA: Engineering and Management Press, 1998.
53. T. Ohno. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Portland, OR: Productivity Press, 1988.
54. J. Orlicky. Materials Requirements Planning (New York: McGraw-Hill, 1975.)
55. E. Reingold. Toyota: People, Ideas, and the Challenge of the New. London: Penguin Books, 1999.
56. G. Pinchot, E. Pinchot The Intelligent Organization / San Francisco Berrett-Koehler Publishers, 1996.
57. M. Rother, and J. Shook. Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute, 1999.
58. K. Sheikh. Manufacturing Resource Planning (MRP II) with Introduction to ERP, SCM, and CRM (New York: McGraw-Hill, 2002).
59. W.R. Scott. Organizations, Rational, Natural and Open Systems. 4 ed. N.Y.: Prentice Hall, 1998.
60. M. Tokoro. The Society of Objects // Proc. of OOPSLA'93 Conference, 1993.
61. E. Toyoda. «Creativity, Challenge and Courage», Toyota Motor Corporation, 1983.
62. E. Toyoda. Toyota: Fifty Years in Motion. Tokyo: Kodansha International, 1987.
63. F.W. Taylor. Scientific Management. New York: Harper & Row, 1911. Reprint Edition. New York: Harper and Brothers, 1947.
64. J.P. Womack, D.T. Jones and D. Roos. The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production. New York: HarperPerennial, 1991.
65. J.P. Womack, D.T. Jones. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated, Second Edition. New York: Simon & Schuster, 2003.

Keyword

Competition; the efficiency of production; the intelligent management; the autoregulation of economics system; the organization- psychological interpretation of theory graphs; the holographics model of allocated parallel processing information.