

УДК 65.012

С.А. Федосеев

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННЫХ СТРАТЕГИЙ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Приведен обзор современных подходов к управлению промышленным предприятием. Показано широкое использование в этих подходах принципов децентрализованного группового управления, передающего подразделениям предприятия большое количество функций с верхних уровней иерархии управления и позволяющего подразделениям предприятия самоорганизоваться и, как результат, значительно повысить эффективность и результативность принимаемых решений. Децентрализованное групповое управление предприятием, в частности, позволяет отказаться от организации и автоматизации централизованного планирования производства на оперативном уровне.

Ключевые слова: сетецентрическое управление, интеллектуальные элементы производственной системы, самоорганизация, быстореагирующее производство, концепция «точно вовремя».

S.A. Fedoseev

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

NETWORK-CENTRIC ASPECTS OF MODERN PRODUCTION MANAGEMENT STRATEGIES

The paper presents a review of modern approaches to the management of industrial enterprises. The widespread use of these approaches the principles of decentralized group control is shown. In accordance with these principles management functions are passed from upper layers to the departments of the enterprise. As a result, the departments of the enterprise can significantly increase the efficiency and effectiveness of solutions. In particular, the departments of the enterprise waive automation centralized production planning at the operational level.

Keywords: network-centric management, intelligent production systems, self-organization, quick response manufacturing, just-in-time.

Введение

В XXI в. конкурентоспособность как отечественных, так и зарубежных промышленных предприятий в значительной степени определяется стратегиями управления производством, которые используются на этих предприятиях.

Современные отечественные предприятия все активнее переходят от жесткого административно-командного подхода, оставшегося с советских времен, к более гибкому децентрализованному подходу управления производством, делегирующему значительное количество полномочий по принятию решений нижним звеньям в управленческой иерархии.

1. Сетецентрическое управление промышленным предприятием

Согласно подходу, предложенному в работах [1, 2], сетецентрическое управление – это децентрализованное групповое управление. Здесь под группой понимается совокупность объектов (живых или технических), которые совместными усилиями должны решить некоторую задачу.

Сетецентрическое управление предполагает большее делегирование полномочий нижним элементам иерархии управления, предоставление им всей информационной картины, свободу принимать собственные решения для достижения общих целей.

Современное промышленное предприятие может быть рассмотрено как система взаимосвязанных сбытовых, производственных и снабженческих подразделений, объединенных единой целью, направленной на выполнение заказов потребителей в заданном объеме и в заданные сроки, зафиксированные в главном календарном плане производства (ГКПП) [3].

Важнейшие решения, связанные с планированием, организацией и контролем работы подразделений предприятия, часто принимаются централизованно вне этих подразделений и далеко не всегда являются наиболее эффективными и результативными. В связи с этим актуальной является задача поиска децентрализованных методов управления подразделениями предприятия, которые способны повысить эффективность и результативность принимаемых решений.

Под группой интеллектуальных, т.е. способных принимать самостоятельные решения, элементов производственной системы будем понимать сбытовые, производственные и снабженческие подразделения, функционирующие в некоторой внешней среде, способные получать информацию об этой среде, реагировать на изменение ее состояния и взаимодействовать друг с другом для достижения единой

цели [4, 5]. При этом данные подразделения ограничены рамками делегированных им полномочий и выделенных им ресурсов.

В общем случае для решения конкретной задачи, ведущей к достижению цели, могут использоваться не все подразделения группы, при этом для реализации группового управления должны быть решены следующие подзадачи:

- формирование активной части группы – кластера как совокупности подразделений, сформированной для решения конкретной задачи;

- оптимальное в некотором смысле распределение функций и имеющихся ресурсов производственной системы между подразделениями группы в рамках делегированных им полномочий, а также перераспределение этих функций и ресурсов при изменении ситуации;

- реализация функций подразделениями, входящими в кластер.

Например, при возникновении отклонения от плана по производству комплектующих одно или несколько производственных подразделений могут либо привлечь дополнительные трудовые ресурсы (организовать дополнительные рабочие смены или привлечь дополнительных рабочих извне), либо договориться со снабженческими подразделениями о закупке недостающих комплектующих у других производителей, либо заключить соглашение со сбытовыми подразделениями о приемлемом для потребителей изменении ГКПП. Другими словами, может быть найдено эффективное управленческое решение путем самоорганизации подразделений при их сетевом взаимодействии.

Под самоорганизацией подразделений в производственной системе будем понимать процесс самостоятельного формирования этими подразделениями оптимальной структуры и оптимального алгоритма ее функционирования в соответствии с поставленной перед подразделениями целью, некоторым критерием качества и внешними условиями.

Например, при невыполнении плана по производству комплектующих или плана отгрузки готовой продукции, или плана материально-технического обеспечения производства в результате процесса самоорганизации должны возникнуть кластер из подразделений, способных преодолеть возникшие отклонения от плана, система управления этим кластером, совокупность действий подразделений кластера по выполнению плана и последовательность их выполнения. Критерием оптимальности при этом может быть минимальное время и/или мини-

мальные затраты для ликвидации отклонений от плана. В качестве внешних условий могут выступать ограничения на материальные, трудовые, производственные и финансовые ресурсы.

Следует отметить, что сетцентрический подход может быть использован и на более низком масштабном уровне, т.е. внутри самих подразделений предприятия, например для ликвидации возникающих «узких мест». В этом случае роль интеллектуальных элементов могут выполнять участки, отделы, бюро, группы и другие структурные единицы подразделений предприятия, а также отдельные сотрудники.

2. Использование сетцентрического подхода в стратегии быстрореагирующего производства

Концепция сетцентрического подхода к управлению производственными системами во многом реализуется в рамках стратегии быстрореагирующего производства (Quick Response Manufacturing, QRM) [6]. Данная стратегия для обеспечения быстрого реагирования на изменяющиеся внешние условия (например, изменение ГКПП) и внутренние условия (например, возникновение «узких мест») предусматривает создание так называемых ячеек QRM.

Ячейка QRM – это набор независимых, сочетаемых друг с другом многофункциональных ресурсов, способных выполнить законченные последовательности операций для любых работ, относящихся к конкретному сегменту внутренних или внешних потребителей.

Независимые ресурсы – это ресурсы, которые выделяются предприятием для ячейки QRM и полностью находятся в распоряжении данной ячейки. Эти ресурсы не должны использоваться для выполнения работ, не относящихся к данной ячейке QRM.

Сочетаемые ресурсы – это ресурсы, которые находятся в непосредственной близости друг от друга в определенной зоне, которая имеет четкие границы.

Многофункциональные ресурсы – это сотрудники, осваивающие смежные профессии или некоторые операции из этих профессий.

Законченная последовательность операций – это такой набор операций, после выполнения которого изделия не возвращаются в ячейку QRM. Внутри ячейки изделие может «ходить кругами», но после выхода из ячейки не должно возвращаться в нее. Последовательности операций в ячейках QRM являются гибким, т.е. даже для одного

и того же изделия ячейка QRM при необходимости может выполнять различные последовательности операций.

Используя независимость и многофункциональность своих ресурсов, ячейка при возникновении внутри нее «узких мест» может самостоятельно принять решение, например об изменении последовательности технологических операций или об увеличении числа исполнителей на высоконагруженных операциях для сокращения возникших к «узкому месту» очередей из деталей и полуфабрикатов.

Еще одним инструментом, используемым в QRM и позволяющим предотвращать появление «узких мест», является POLCA [6].

POLCA (Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization) – накладывающиеся друг на друга циклы взаимодействия попарно соединенных ячеек при помощи карточек и авторизации.

Основной принцип работы POLCA рассмотрим на примере (рисунок). Пусть ячейка *A* заканчивает некоторую работу, тогда результат этой работы вместе с карточкой *A/B* перейдет к ячейке *B*. Предположим, что следующей ячейкой для этой работы после ячейки *B* является ячейка *G*, что означает, что есть еще один цикл – *B/G*. В ячейке *B*, если работа для ячейки *G* авторизована и имеется карточка *B/G*, эта карточка прикрепляется к технологической документации на работу и эта работа может быть начата. При этом данная работа пришла в ячейку *B* из ячейки *A* с карточкой *A/B*, и эта карточка не будет отправлена обратно в ячейку *A* до тех пор, пока работа не будет закончена ячейкой *B*. Таким образом, когда работа выполняется в ячейке *B*, данная работа сопровождается сразу двумя карточками.

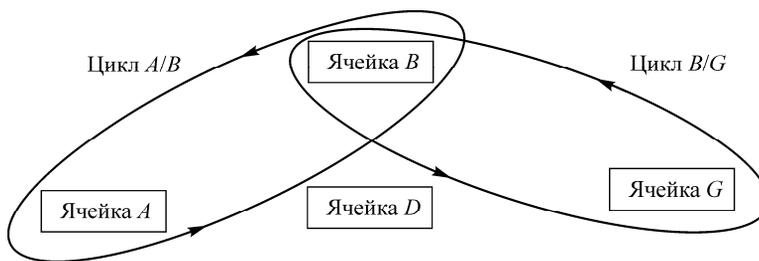


Рис. Накладывающиеся циклы POLCA

В результате, за исключением первой и последней ячеек, в процессе выполнения работа всегда будет иметь две карточки, проходя через промежуточные ячейки на своем пути. Таким образом, циклы

POLCA накладываются друг на друга, за исключением первой и последней ячейек.

Благодаря использованию карточек POLCA помогает отслеживать «узкие места» и стимулирует к принятию решений, направленных на решение подобных проблем. Так, отсутствие карточек дает сигнал о заторе следующим в цикле ячейкам и показывает, какая ячейка фактически становится «узким местом». Если работа ячеек приостанавливается из-за одной и той же ячейки, команды последующих ячеек понимают, что нужно искать решение, так как «узкое место» в конечном счете скажется на работе и этих ячеек.

3. Использование сетецентрического подхода в управленческой концепции «точно вовремя»

Еще одним ярким примером применения сетецентрического подхода к управлению производственными системами является концепция «точно в срок» (Just-in-Time, JIT), предложенная японской компанией Toyota.

Один из принципов JIT прямо декларирует, что рабочее место – вот истинный босс [7]: «Мы рассматриваем рабочее место как органическое единство. Здесь есть не только руки, ноги, но и мозг. Он не перепоручал менеджерам думать за себя. Поэтому инженеры не должны вести себя так, словно главные на производстве – это они. Как раз наоборот, они должны подчеркивать и уважать независимость тех, кто непосредственно занимается производством продукции. Инженеры просто помогают и оказывают им услуги, когда это требуется. Такой подход предотвращает распыление ответственности и обеспечивает предоставление такой информации, которая не была бы избыточной или недостаточной». Иными словами, согласно принципам JIT значительная часть решений по улучшению производственного процесса должна приниматься на рабочих местах.

Еще одним методом, применяемым JIT для децентрализации управления производством, является система канбан. Канбан – это бирка или карточка с надписью; так же называется система использования стандартных контейнеров, к каждому из которых прикреплена карточка с указанием, что и когда производить. Содержательно канбан – это средство передачи информации о том, что произвести, когда, в каком количестве, каким образом и куда потом это транспортировать.

Рассмотрим основные правила системы канбан [7] с точки зрения реализации в них сетецентрического подхода:

1. «Не отправляйте дефектную продукцию в следующий процесс».

Данное правило определяет оптимальное для JIT распределение функций между элементами производственной системы. Оно предписывает внутреннему поставщику нести полную ответственность за качество выполняемых операций и позволяет внутреннему потребителю экономить ресурсы на проведении входного контроля качества.

2. «Следующий процесс сам придет и возьмет только то, что ему нужно».

Внутренний потребитель самостоятельно приходит к внутреннему поставщику, чтобы забрать материалы и детали в требуемое время и в требуемом количестве. Таким образом, функция определения потребностей в материалах и деталях фактически выполняется не централизованно, а самими подразделениями.

3. «Производите ровно столько, сколько забрали».

Данное правило является логическим продолжением второго правила. С одной стороны, оно четко определяет для внутреннего поставщика время и количество требуемых деталей и материалов, с другой стороны, накладывает на внутреннего поставщика полную ответственность за рациональное использование ресурсов предприятия, заставляя его выпускать никем не востребованные материалы и детали.

Таким образом, система канбан позволяет участникам производственного процесса осуществить самоорганизацию для обеспечения друг друга необходимыми материалами и деталями в то время и в том объеме, которые действительно необходимы. При этом не возникает дефицита и перепроизводства материалов и деталей, сокращается документооборот и исчезает необходимость в затратах на информационные системы и персонал для централизованного планирования.

Следует отметить принципиальное отличие системы канбан от карточек POLCA [6]. Канбан используется как сигнал о пополнении запаса. Он отправляется от следующей операции к предыдущей тогда, когда определенное количество деталей израсходовано, и этот сигнал требует от предыдущей операции создать запас определенного количества деталей. При этом карточки POLCA используются как сигнал о свободной мощности. Этот сигнал отправляется из ячейки тогда, когда очередная работа в ней завершена, и предыдущая ячейка может послать в данную ячейку очередную работу.

Заключение

Передовые подходы к управлению промышленными предприятиями, такие как QRM для предприятий с единичным и мелкосерийным производством и JIT для предприятий с крупносерийным и массовым производством, в значительной степени используют аспекты сетецентрической подхода к управлению.

QRM и JIT за счет самоорганизации позволяют решать большинство вопросов оперативного управления производством силами самих участников производственного процесса. В результате исчезает необходимость в организации и автоматизации централизованного планирования производства на оперативном уровне.

Список литературы

1. Каляев И.А., Гайдук А.Р., Купустян С.Г. Методы и модели коллективного управления в группах роботов. – М.: Физматлит, 2009. – 280 с.

2. Каляев И.А., Купустян С.Г., Гайдук А.Р. Самоорганизующиеся распределенные системы управления группами интеллектуальных роботов, построенные на основе сетевой модели // Сетевые модели в управлении. – М.: Эгвес, 2011. – С. 57–89.

3. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II. – СПб.: Питер, 2002. – 320 с.

4. Федосеев С.А., Столбов В.Ю., Пустовойт К.С. Модель группового управления в сетецентрических производственных системах // Управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах (УТЭОСС – 2012): материалы 5-й Рос. мультikonф. по проблемам управления, Санкт-Петербург, 9–11 октября 2012 г. – СПб., 2012. – С. 1240–1243.

5. Федосеев С.А., Суханцев С.С., Пустовойт К.С. Сетецентрический подход к задаче управления заказами потребителей на промышленном предприятии // Тр. XII Всерос. совещ. по проблемам управления ВСПУ – 2014. – М.: ИПУ РАН, 2014. – С. 7524–7528.

6. Сури Р. Время – деньги. Конкурентное преимущество быстро реагирующего производства – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 326 с.

7. Канбан и «точно вовремя» на Toyota. Менеджмент начинается на рабочем месте: пер. с англ. – М.: Альпина Пабlishер, 2016. – 214 с.

References

1. Kaliaev I.A., Gaiduk A.R., Kupustian S.G. Metody i modeli kollektivnogo upravleniia v gruppakh robotov [Methods and models of collective control in groups of robots]. Moscow: Fizmatlit, 2009. 280 p.

2. Kaliaev I.A., Kupustian S.G., Gaiduk A.R. Samoorganizuiushchie-sia raspredelennye sistemy upravleniia gruppami intellektual'nykh robotov, postroennye na osnove setevoi modeli [Self-organizing distributed control systems of intellectual robot groups constructed on the basis of network model]. *Setevye modeli v upravlenii*. Moscow: Egves, 2011, pp. 57-89.

3. Gavrilov D.A. Upravlenie proizvodstvom na baze standarta MRP II [Production management upon based standard MRP II]. Saint Petersburg: Piter, 2002. 320 p.

4. Fedoseev S.A., Stolbov V.Iu., Pustovoit K.S. Model' gruppovogo upravleniia v setetsentrisheskikh proizvodstvennykh sistemakh [The model of group control in network-centric production systems]. *Materialy 5th Rossiiskoi mul'tikonferentsii po problemam upravleniia "Upravlenie v tekhnicheskikh, ergaticheskikh, organizatsionnykh i setevykh sistemakh" (UTEOSS – 2012), Saint Petersburg, 9-11 oktiabria 2012 goda*. Saint Petersburg, 2012, pp. 1240-1243.

5. Fedoseev S.A., Sukhantsev S.S., Pustovoit K.S. Setetsentrisheskii podkhod k zadache upravleniia zakazami potrebitelei na promyshlennom predpriatii [The network-centric approach to the consumer's order management problem at the production industry companies]. *Trudy XII Vserossiiskogo soveshchaniia po problemam upravleniia VSPU – 2014*. Moscow: Institut problem upravleniia imeni V.A. Trapeznikova Rossiiskoi akademii nauk, 2014, pp. 7524-7528.

6. Suri R. Vremia – den'gi. Konkurentnoe preimushchestvo bystro-reagiruiushchego proizvodstva [Time is money. Competitive advantage of Quick Response Manufacturing]. Moscow: BINOM. Laboratoriia znanii, 2014. 326 p.

7. Kanban i "tochno vovremia" na Toyota: menedzhment nachinaetsia na rabochem meste [Kanban. Just-in-time at Toyota: management begins at the workplace]. Moscow: Al'pina Pablisher, 2016. 214 p.

Получено 21.10.2016

Об авторе

Федосеев Сергей Анатольевич (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры «Вычислительная математика и механика», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: fsa@gelicon.biz).

About the author

Sergei A. Fedoseev (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Computational Mathematics and Mechanics, Perm National Research Polytechnic University (614990, 29, Komsomolsky av., Perm, Russian Federation, e-mail: fsa@gelicon.biz).