

УДК 658.7

Д.А. Пустохин

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛОГИСТИКЕ

Аннотация. Статья посвящена особенностям управления материальными потоками в рамках внутрипроизводственных логистических систем. Анализируются и оцениваются выталкивающая и вытягивающая производственные системы с выделением положительных и отрицательных сторон. Также делается вывод о том, что совмещение механизмов выталкивающей и вытягивающей производственных систем в виде смешанной производственной системы может дать хорошие результаты. Автор предлагает использовать три критерия для определения границы между выталкивающей и вытягивающей производственными системами.

Ключевые слова: материальный поток, выталкивающая, вытягивающая, смешанная, производственная система, кастомизация, узкое место, ABC-анализ.

Denis Pustokhin

FEATURES OF MATERIAL FLOW MANAGEMENT IN PRODUCTION LOGISTICS

Annotation. The article is devoted to the features of material flow management within the internal production logistics systems. It analyzes and evaluates the push and pull production systems and points out their advantages and disadvantages. Also it is concluded that the combination of the push and pull mechanisms in the form of the integrated production system can give good results. The author suggests using three criteria for determining the boundaries between the push and pull production systems.

Keywords: material flow, push, pull, integrated, production system, customization, bottleneck, ABC-analysis.

Управление материальным потоком внутри предприятия называется производственной логистикой. Целью производственной логистики является оптимизация материальных потоков внутри предприятий, создающих материальные блага или оказывающих такие материальные услуги, как хранение, фасовка, развеска, укладка и др. [2, с. 185]. Объектом производственной логистики является материальный поток во внутрипроизводственных процессах [1, с. 193]. Предметом производственной логистики являются процессы, происходящие в сфере материального производства [2, с. 184]. Формирование материального потока внутри предприятия связано с решением задач организации и управления процессами производства:

- календарное планирование на основе заказов и прогноза спроса;
- разработка планов-графиков производственных заданий производственным подразделениям;
- составление графиков запуска производства – выпуска готовой продукции;
- установление нормативов расходов ресурсов в незавершенном производстве и контроль за их соблюдением;
- контроль за себестоимостью готовой продукции [1, с. 194].

Производственная система – это система организации промышленного производства, которая состоит из средств и предметов производства, производственных процессов и рабочей силы, совместное функционирование которых позволяет изготавливать продукцию, имеющую потребительскую ценность [4]. Эффективная производственная система – это такая производственная система, которая производит нужный продукт, в нужное время, по конкурентной стоимости.

С точки зрения источника генерирования логистических потоков, в научно-методической литературе выделяют два вида производственных систем: выталкивающая и вытягивающая. Выталки-

вающая и вытягивающая системы определяют, когда и куда материальный поток движется в процессе производства. Разница между выталкивающей и вытягивающей производственными системами видна уже на этапе планирования.

Выталкивающая производственная система является экзогенной, при которой план производства разрабатывается на основе прогнозирования и выталкивается через систему. Такая продукция удовлетворяет основные потребности, которые не меняются по истечении времени, у них стабильный и предсказуемый спрос и долгий жизненный цикл. Детерминированная выталкивающая производственная система не имеет реактивных механизмов, необходимых, чтобы компенсировать непредсказуемые события и быстро отреагировать на изменения в технологических процессах или изменении спроса.

Выталкивающая производственная система основывается на прогнозировании будущего спроса и планировании производственного процесса в соответствии с ожидаемым спросом. Такая система характеризуется производством на склад и для нее характерны: излишние запасы, высокий уровень незавершенного производства, большое время выполнения заказа.

Ключевой концепцией выталкивающей производственной системы является система MRP. В зависимости от степени охвата операций хозяйственного процесса MRP бывают:

- локальные – MRP I (*англ.* Material Requirements Planning – планирование потребности в материалах);
- глобальные – MRP II (*англ.* Manufacturing Resource Planning – планирование производственных ресурсов).

Рассмотрим преимущества и недостатки MRP систем (см. табл. 1).

Таблица 1

Оценка MRP систем

	MRP I	MRP II
Содержание	Что производить, в каком количестве и когда. Планирование материальных потребностей.	Планирование производственных ресурсов.
Преимущества	Оптимальная, полная загрузка рабочих мест, с минимумом простоев. Оптимальный уровень запасов незавершенного производства. Оптимальное время производственного цикла (хранение, перемещение, преобразование изделия).	Улучшение обслуживания заказчиков. Сокращение цикла производства и цикла выполнения заказа. Сокращение незавершенного производства. Сокращение запасов. Повышение производительности.
Недостатки	Возникновение «узких» и «широких» мест в производстве, завышение уровня незавершенного производства или возникновение дефицита.	Требует финансовых затрат. Ориентация только на заказ. Слабая интеграция системы технологических процессов.

Рассмотрим, как работает система MRP. Решающая роль в этой системе принадлежит маркетинговой деятельности. Именно маркетологи сначала заранее планируют продажи, затем на основе этих планов планируется производство, на основе производственных планов составляется план закупок и на основе плана закупок составляется бюджет. Однако если запланированные продажи не будут отвечать реальности, следовательно, и производство, и закупки, и бюджет будут отличаться от запланированных. Это приведет к внесению корректировок в планы, что является непростой задачей.

Помимо этого система MRP основана на долгосрочном планировании, что в свою очередь снижает гибкость производственной системы и снижает скорость реагирования на рыночные тенденции.

Подводя итог вышесказанному, отметим недостатки вытягивающей системы:

- 1) высокая стоимость программного, информационного и материально-технического обеспечения;
- 2) страховые запасы на всех стадиях производства;
- 3) замораживание материальных средств;
- 4) излишнее оборудование;
- 5) излишняя рабочая сила;
- 6) низкая скорость реагирования на динамику спроса;
- 7) медленная оборачиваемость оборотных средств предприятия;
- 8) высокая себестоимость готовой продукции;
- 9) затоваривание готовой продукцией.

Вытягивающая производственная система является эндогенной системой, при которой рынок диктует необходимые условия для производства продукции. Вытягивающая производственная система характеризуется производством на заказ. Таким образом, вытягивающее производство основывается на актуальном спросе, который подает сигнал для работы системы. Такой тип производства способен реактивно реагировать на изменение спроса. Эта система способствует производству нужного продукта, в нужное время, в нужном количестве. Реконфигурируемая система позволяет быстро и низкозатратно производить изменения для производства необходимого ассортимента и объема продукции.

В виду того, что вытягивающая производственная система способствует сокращению разрыва между производством и спросом, количество запасов в системе сводится к минимуму.

К преимуществам вытягивающей системы можно отнести:

- 1) простота контроля;
- 2) сокращение вариабельности длительности производственного цикла;
- 3) гибкость для изменений в инжиниринге и дизайне;
- 4) низкая себестоимость единицы продукции;
- 5) хороший уровень обслуживания клиентов за счет короткого времени производственного цикла, стабильного и предсказуемого исходящего материального потока;
- 6) высокое качество продукции;
- 7) оперативное реагирование на динамику спроса;
- 8) низкий уровень запасов на производственных участках;
- 9) ускорение оборачиваемости оборотных средств.

Стоит подчеркнуть, что для вытягивающей производственной системы необходима дисциплинированная реализация календарных планов, а также неформальное отношение к операционной деятельности всех ее участников, в том числе дух командной работы, высокая внутренняя мотивация, неформальное лидерство [4, с. 48].

Ключевой концепцией вытягивающей производственной системы является система канбан («карточка»), которая использует информационные карточки для передачи заказа на изготовление с последующего процесса на предыдущий. Система канбан позволяет оптимизировать цепочку планирования производственных мощностей, начиная от прогноза спроса, планирования производственных заданий и балансировки/распределения этих заданий по производственным мощностям с оптимизацией их загрузки.

Цель системы канбан заключается в реализации производства «точно-во-время» на всех про-

изводственных линиях, чтобы обеспечивать снижение размеров материальных запасов на складах и, несмотря на это, гарантировать высокую степень выполнения заказов в установленные сроки.

Многие отечественные и зарубежные ученые отмечают, что наибольший эффект вытягивающие производственные системы дают для предприятий массового и серийного производства и в том случае, когда спрос на готовую продукцию характеризуется относительной стабильностью.

К недостаткам вытягивающей производственной системы можно отнести:

- 1) необходимость достаточно стабильного материального потока;
- 2) сложность моделирования производственного процесса.

Проведем сравнительный анализ производственных систем по отобранным критериям (см. табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная анализ производственных систем

Критерии	Выталкивающая производственная система		Вытягивающая производственная система	
	Детерминированный	+	Стохастический	-
Спрос на продукцию	Высокое	-	Низкое	+
Планирование	Средняя	+	Высокая	-
Сырьевая зависимость	Высокие	-	Низкие	+
Складские запасы	Высокое	-	Низкое	+
Незавершенное производство	Медленное	-	Быстрое	+
Реагирование на изменение спроса	Высокая	-	Низкая	+
Себестоимость продукции	Низкая	-	Высокая	+
Оборачиваемость оборотных средств	Средняя	+	Высокая	-
Зависимость от поставщиков	Высокое	-	Среднее	+
Время на освоение новой продукции				

Принимая решение о выборе производственной системы, мы предлагаем ответить на следующие вопросы:

- 1) Как часто происходят изменения в дизайне, инжиниринге и планировании?
- 2) Может ли вытягивающая система сократить общее время производственного цикла по сравнению с выталкивающей системой?
- 3) Являются ли поставщики достаточно надежными, чтобы доставлять сырье или компоненты точно в срок?
- 4) Являются ли производственная система достаточно надежной? Или случаются частые сбои, которые останавливают производство?

Стоит иметь в виду, что производственная система – это не просто набор процессов, а открытая система, которая находится в непрерывном взаимодействии с постоянно меняющейся окружающей средой. Будет ли она конкурентоспособной, живой системой или нет, зависит от того, насколько эффективно в ней выстроено взаимодействие элементов.

К приоритетам производственных стратегий относят:

- минимизацию затрат;
- развитие гибкости производства: реакцию на изменение спроса, разнообразие ассортимента, различные объемы выпуска, время на освоение нового товара;
- повышение качества продукции и процесса;
- минимизацию времени выполнения заказов: сокращение времени обработки заказов, сокращение длительности производственных циклов, сокращение времени освоения новых товаров.

Реалии современной действительности показывают, что для большинства предприятий характерно дискретное производство, которое усложняет движение материального потока, что приводит к увеличению длительности производственных циклов, увеличению запасов и, как следствие, к снижению эффективности производства.

Во многих производственных ситуациях вытягивающие системы не могут быть использованы из-за длительных сроков выполнения заказов в сочетании с изменчивостью сроков выполнения заказов и неопределенности спроса.

Стоит отметить, что выталкивающая и вытягивающая системы не исключают друг друга. Совмещение механизмов выталкивающей и вытягивающей производственных систем может дать хорошие результаты. Основная цель смешанной системы – объединить лучшие черты обеих систем.

Выбор производственной системы влияет на:

- время выполнения заказа;
- загрузку оборудования;
- запас сырья и компонентов;
- незавершенное производство.

В смешанной системе этапы с длительными и переменными сроками выполнения заказов используют механизм выталкивающей системы. Этапы с короткими и предсказуемыми сроками выполнения заказов могут использовать механизм вытягивающей системы.

Таким образом, изменчивость и предсказуемость спроса играют большую роль в определении применимой системы на том или ином этапе производства.

Вопрос смешанной производственной системы рассматривается в научно-методической литературе рудиментарно. На наш взгляд, чрезвычайно важным является вопрос определения границы между выталкивающей и вытягивающей производственными системами. Мы предлагаем следующие критерии для определения границы.

1. Точка кастомизации. Суть концепции кастомизации состоит в совмещении элементов массового производства и производства на заказ. При кастомизации технологическая база или основа изделия создается на массовом производстве, а затем модифицируется под требования каждого конкретного клиента. Таким образом, заказ клиента является этапом, где производственный процесс смещается от производства на склад к производству на заказ. Общее время цикла при производстве продукта может быть разделено на две части: часть, определенная клиентом, и часть, неопределенная клиентом. Определяя точку кастомизации, мы определяем границу выталкивающих и вытягивающих систем. Например, сырье и компоненты предварительно могут заказываться и складироваться. Однако сборка не производится, пока заказ не размещается клиентом. Таким образом, граница проходит в начале процесса сборки.

2. Узкое место. Узкое место – любой ресурс, пропускная способность которого меньше, чем потребность в нем [4, с. 118]. Операции до узкого места должны работать в выталкивающей системе, а более поздние операции – в вытягивающей системе. Такая интеграция производственных систем позволяет сократить время производственного цикла, с точки зрения клиента, и определить постоянное время цикла для обслуживания клиента. Следовательно, узкое место становится границей между выталкивающей и вытягивающей систем.

3. ABC-анализ сырья и компонентов. С точки зрения стоимости каждый элемент можно отнести к одной из групп: А, В или С. Согласно правилу Парето, элементы, которые составляют 80 % запасов и 20 % от стоимости, называются элементами группы С. Элементы, которые составляют 15 % запасов и 20 % от стоимости, называются элементами группы В. Элементы, которые составляют 5 % запасов и 60 % от стоимости, называются элементами группы А. Однако специфика конкретного множества значений может не укладываться в рамки такого распределения. Поэтому предлагается строить кривую ABC-анализа, после чего определять разделение на группы, руководствуясь участками кривой, между которыми происходит резкое изменение радиуса ее кривизны [3, с. 408]. При принятии решения, где должна проходить граница между выталкивающей и вытягивающей системами, элементы группы С следует отнести к выталкивающей системе. Закупку или производство этих элементов можно осуществлять в зависимости от прогнозов. Элементы группы В могут быть закуплены или изготовлены при выталкивающей и вытягивающей системах в зависимости от степени их критичности. Элементы группы А должны быть закуплены или произведены на заказ, т.е. с использованием вытягивающей системы. Таким образом, мы можем определить прохождение границы, основываясь на стоимости сырья и компонентов.

В статье нами были определены концептуальные основы выталкивающей и вытягивающей производственных систем. Отличие выталкивающей и вытягивающей производственных систем заключается в том, что выталкивающая система основана на заказах клиентов, в то время как вытягивающая система основана на прогнозах. Выталкивающая система использует прошлую информацию для прогнозирования будущих потребностей клиентов. В виду того, что существует огромная потребность в разработке интегрированных производственных процессов, которые могут соответствовать гибкости рынка спроса и по-прежнему поддерживать высокую производительность, в статье были предложены критерии для определения границы между выталкивающей и вытягивающей производственными системами.

Библиографический список

1. Афанасенко, И. Д. Экономическая логистика / И. Д. Афанасенко, В. В. Борисова. – СПб. : Питер, 2012. – 432 с. – ISBN 978-5-496-00070-3.
2. Гаджинский, А. М. Логистика / А. М. Гаджинский. – М. : Дашков и К, 2012. – 484 с. – ISBN 978-5-394-01605-9.
3. Основные и обеспечивающие функциональные подсистемы логистики / Под ред. Б. А. Аникина, Т. А. Родкиной. – М. : Проспект, 2011. – 608 с. – ISBN 978-5-392-18183-4.
4. Стерлигова, А. Н. Операционный (производственный) менеджмент / А. Н. Стерлигова, А. В. Фель. – М. : Инфра-М, 2015. – 187 с. – ISBN 978-5-16-003469-0.