

## **СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Правильное планирование предприятия все еще является ключом к уменьшению запасов и сокращению времени выполнения заказов для всей цепочки поставок*

### **Введение**

*«Быстрое планирование» планирование необходимо не только для отдельно взятого предприятия. Это ключ к эффективно работающей цепочке поставок.*

Относительно недавно поднятый и неутраченный шум по поводу огромных преимуществ, которые дают SCM системы при управлении производственными цепочками отдельного предприятия и цепочками поставок группы предприятий имеет под собой твердую основу. И не потому, что эти системы - волшебные, но из-за их потенциально огромного эффекта. Инвестиции в запасы и логистику (перемещения запасов по всей цепочке поставок) по всей цепочке поставок, как правило, в 5 - 10 раз больше этих инвестиций отдельного предприятия, звена цепочки. Именно поэтому возник и с каждым днем растет интерес и зарубежных и российских предприятий в применении методов SCM планирования и мониторинга производства не только для оптимизации работы отдельно взятого предприятия, но и для улучшения работы более крупных организованных структур.

Изначально SCM системы были разработаны для оптимизации планирования (запасов и производства) внутри предприятия, и сейчас у тех счастливых, которые могут похвастаться успешным их применением, эти системы решают задачи минимизации запасов, оптимизации загрузки оборудования и сокращения сроков выполнения заказов на отлично. В последнее время, однако, становится очевидным, что большинство проблем повышения эффективности работы отдельно взятого предприятия лежат за стенами завода. Именно поэтому внимание как менеджеров предприятий, так и консалтинговых компаний и поставщиков программного обеспечения смещается сейчас на процессы управления дистрибуцией и логистикой (входящие и исходящие материальные и информационные потоки) всех партнеров, и с ожиданием больших и легких улучшений.

В России количество успешно реализованных проектов внедрения SCM систем для управления цепочками поставок измеряется единицами. Большинство этих проектов – проекты, реализованные в крупных компаниях, работающих в сфере производства/распределения товаров народного потребления (ТНП) или нефтедобычи/переработки. Размер и значимость таких компаний позволяла и позволяет им контролировать всю цепочку поставки: от сырья – до распределения. Для российских производственных компаний среднего масштаба численностью не более чем в несколько тысяч человек и оборотом не более 100 млн. долларов такой контроль в принципе невозможен, т.к. сами эти предприятия являются всего лишь одним из узлов цепи, и часто не самым крупным.

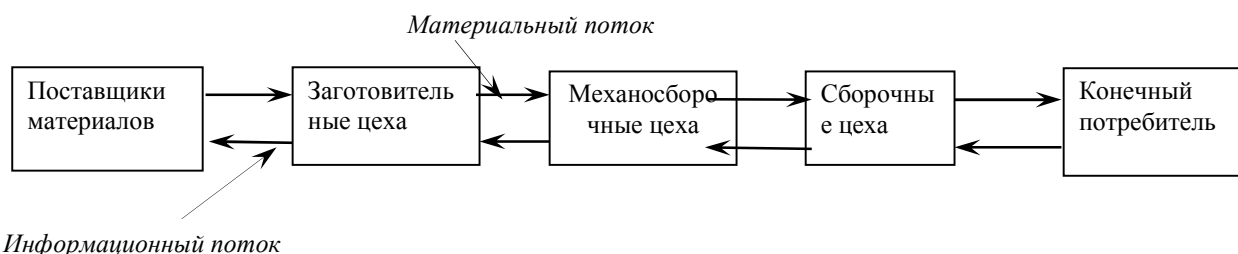
А что с цепочками поставок (а таких в нашей стране большинство), которые не контролируются полностью одним мощным игроком? Или с цепочками поставок, представляющих собой сеть цехов локальных крупных российских предприятий? Повысить эффективность работы такой структуры возможно. Но, прежде всего, необходимо понять ее следующие особенности.

1. В силу отсутствия одного мощного управляющего предприятия, каждый из «игроков» (узлов сети поставок) не имеет возможности диктовать свои условия, а иногда и управлять своими клиентами и поставщиками (выше и ниже лежащими партнерами по цепочке). В силу этого, соответственно, невозможно и директивное внедрение SCM системы, которая бы охватила всех партнеров предприятия, находящегося в центре цепи поставок.
2. Ключ к эффективности подобной цепочки поставок – своевременное выполнение заказов клиентов. И по-прежнему ключ этот находится на промышленном предприятии, не у дистрибутора. Поэтому путь улучшения работы такой системы проходит, прежде всего, через локальное промышленное предприятия.
3. Многие годы промышленные предприятия при решении вопроса о повышении эффективности своей работы рассматривали задачу повышения только своей локальной эффективности, без оглядки на работу всей цепочки поставок. В управлении цепочками поставок такой подход не приводит к повышению эффективности работы всех игроков и должен быть изменен.

Для предприятий, которые понимают указанные выше особенности, готовы и хотят ответить на вызов времени, потенциальный эффект будет достигнут очень быстро и будет огромен. Успешные APS проекты на западе окупаются меньше чем за год, а иногда и за 3 – 6 месяцев!

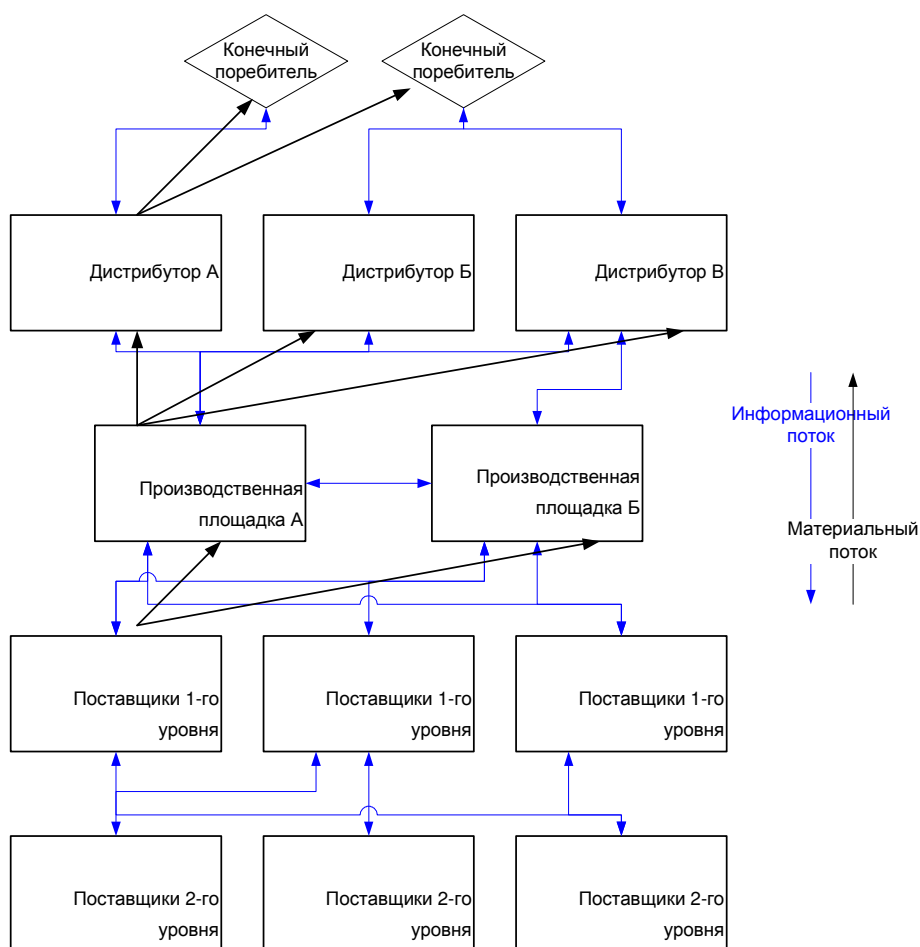
### ***Что есть цепочка поставок***

Классическое определение цепочки поставки: последовательность этапов от добычи сырья, через переработку, производство и распределение конечному потребителю. В таком определении мы имеем последовательный материальный поток от одного уровня к другому. При этом информационный поток, в виде заказов клиентов, движется в обратную сторону (см. схему ниже). С помощью такой модели может быть описана как (внутренняя, межцеховая) цепочка поставки одного предприятия, так и цепь поставок канала дистрибуции через ряд промежуточных складов и распределительных звеньев.



Простая аналогия с цепью очень полезна, особенно для визуализации процесса, но слишком проста для описания того, что реально происходит в жизни. Действительно, в реальной жизни мы скорее сталкиваемся не с цепью, но с сетью поставок (см. рис. ниже), либо с цепями, которые гораздо сложнее. Сложность данной системы многократно возрастает, если:

- для промышленных предприятий, помимо материальных и информационных потоков ввести в рассмотрение еще и ресурсы, за которые названные материальные потоки конкурируют в каждом узле сети,
- для каналов распределения: различные источники поставок для каждого распределительного склада и/или дистрибутора.



### ***Откуда берутся бесполезные запасы.***

Неоптимальный (как правило, завышенный) уровень запасов по всей производственной цепочке определяют следующие два параметра: нестабильность производства (прогнозируемое отклонение план/факт, или неточность плана) и динамика (время отклика) системы.

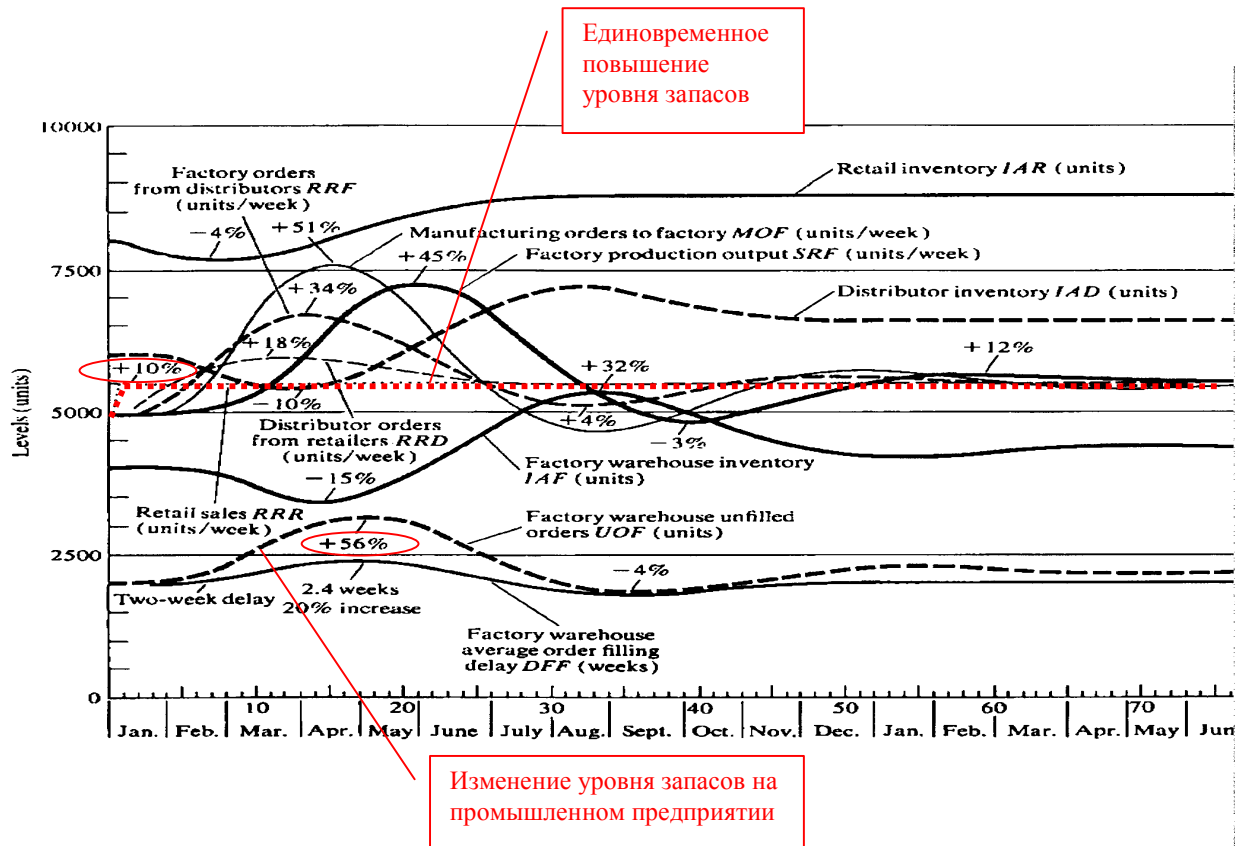
Среди производителей существует широко распространенное заблуждение о том, что именно неточность производственных планов является главной причиной постоянного разрыва между спросом (от соседних цехов/участков) и уровнем запасов (материалов, ПКИ и незавершенного производства). И, как следствие, неоптимального (излишки - дефициты) уровня запасов в узлах сети. Это не так. По мнению автора, основной параметр – это время отклика всей производственной системы.

Подтверждением этому, кроме практических наблюдений, о которых ниже, является классическая и получившая развитие работа о динамике организованных систем Jay Forrester<sup>1</sup>. На схеме ниже показана динамика (отклик) организованной системы, состоящей из 3х-уровневой цепи поставок, имеющей времени отклика (время передачи информации между уровнями, или, для данной модели, цикл перезаказа) в 2 недели и с нулевой погрешностью прогноза. При этом, единовременное увеличение уровня заказов (количество заказов) на 10% приводит к 50% увеличению уровня спроса предприятия (нижний, третий уровень цепочки поставки) неделями позже (см. комментарии на схеме). Что интересно, колебания уровня запасов системы затухают в течение 15 месяцев (!) после этого события<sup>2</sup>. Усложнив этот академический пример реальным количеством поставляемых позиций и реальными, «рваным» спросом конечных потребителей, мы получим картину, с трудом поддающуюся осмыслению. Большая часть запасов, находящихся в узлах сети поставок, обусловлена именно этим фактором, т.е. динамикой или временем отклика системы. Эти запасы обусловлены только методом распространения информации по системе узлов сети поставок. Они абсолютно бесполезны, т.к. не влияют ни на своевременность поставок, ни на повышение эффективности работы производства. Более того, для предприятий, где часто проводятся конструкторские изменения (а таких - большинство), излишние запасы часто превращаются в неликвиды.

---

<sup>1</sup> “Industrial Dynamics”, Jay Forrester, Productivity Press, 1961. Как и в случае Теории Ограничений, модель динамики систем вскоре нашла свое применение не только в области управления запасами и производством, но и в менеджменте и экономике. В русском переводе – «Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика)», издательство «Прогресс», 1971.

<sup>2</sup> Этот эффект получил название «эффекта кнута»



Опираясь на вышеизложенное, можно сделать вывод, что существующая практика управления ошибками плана производства через увеличение запасов (страховые заделы для обеспечения ритмичности производства) и увеличения горизонта «замороженного» (фиксированного) плана сделает систему не лучше, а хуже. БОльший уровень запасов и большой размер производимых/перемещаемых партий приведет к увеличению времени отклика системы и, как следствие, к увеличению амплитуды и продолжительности колебаний. Увеличение времени отклика приведет к увеличению уровня запасов и т.д.

### **Причина колебаний**

Колебания в системе при последовательной передаче информации обусловлены прежде всего временем отклика (время задержки). И это основная причина. Возникают они в силу того, что операционные времена (время обработки заказа, время производства, время доставки и т.д.) системы фиксированные. Функционирование системы с фиксированными временами определяет заданный и довольно высокий уровень запасов. Попытки навязать системе иной уровень запасов, без изменения операционных времен, приводит к потере системой стабильности и переход в неустойчивое состояние с колебаниями. Жесткое ограничение уровня запасов с использованием *канбан*, вместо колебаний уровня запасов, показанных на схеме выше, приводит к возникновению «волн» дефицитов/излишков, которые проходят сквозь всю систему<sup>3</sup>.

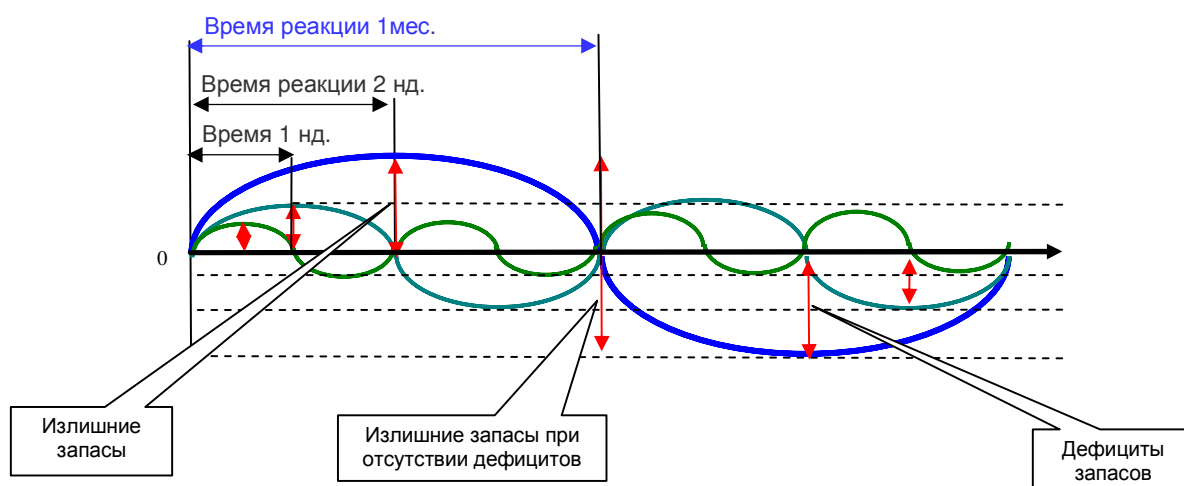
<sup>3</sup> Это кстати одна из причин, почему использование метода управления запасами *канбан* оправдано только при относительно «гладком» спросе.

Из всего этого можно сделать следующее, и очень важное, сугубо практическое заключение:

**КОНТРОЛИРОВАТЬ ЗАПАСЫ НАПРЯМУЮ НЕВОЗМОЖНО. МОЖНО И НЕОБХОДИМО КОНТРОЛИРОВАТЬ ВРЕМЯ ОТКЛИКА СИСТЕМЫ. ВРЕМЯ – ЕДИНСТВЕННЫЙ НЕЗАВИСИМЫЙ ПЕРЕМЕННЫЙ СИСТЕМЫ!**

На рисунке ниже показан пример нескольких простых колебаний системы и их зависимость от изменения частоты колебаний (времени задержки) системы. Когда время задержки прохождения информации через систему уменьшается в половину, в половину же уменьшается амплитуда колебаний, тогда как частота удваивается. Совершенно избавиться от колебаний уровня запасов не представляется возможным. Но возможно преобразовать их в колебания, которыми можно управлять. Частота колебаний не влияет на ваши оборотные средства – влияет амплитуда. Ваш финансовый директор, как правило, озабочен только амплитудой колебаний ваших запасов, но не частотой (предлагается преобразовать это утверждение в более понятные термины перед тем, как представлять это вашему финансовому директору).

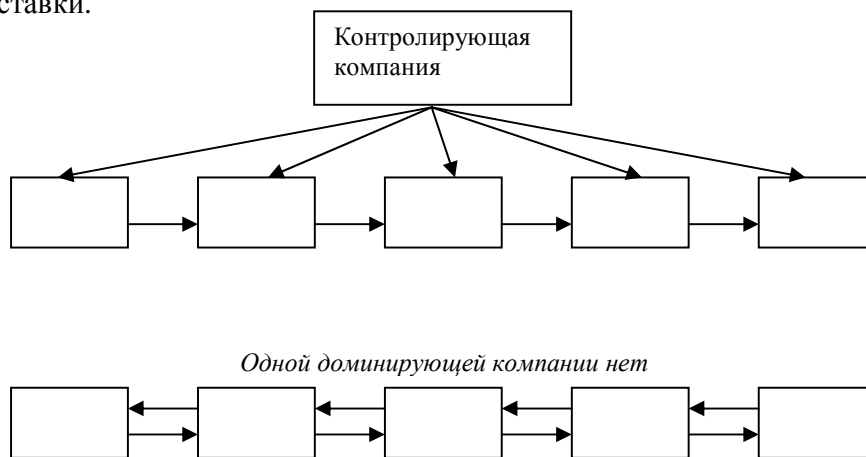
Очевидно, что данные характеристики и «качество» сети поставок определяются концепцией построения системы управления, как предприятием, так и сетью поставок, включая бизнес-процессы и информационную систему, ее поддерживающую.



### **Управление временем отклика системы**

В противоположность распространенному мифу о неточных планах (см. выше), реальная проблема эффективного управления производственной цепочкой зависит от динамики системы, или такого ее параметра, как время отклика. Временем отклика возможно управлять только через управление скоростью прохождения информации о спросе (изменении спроса) через все уровни производственной цепочки. Возможностей управления и сокращения этого времени две (см. схему ниже):

- 1) сведение времени задержки к нулю за счет организации системы «широковещательной сети»,
- 2) уменьшение времени задержки через ускорение коммуникаций между узлами цепи поставки.



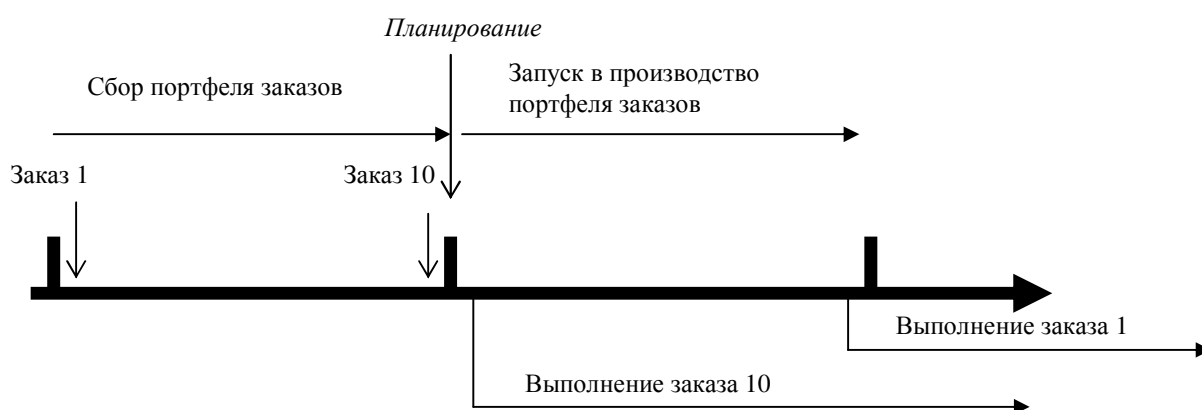
На схеме выше схематически представлены эти два варианта. Очевидно, что там, где возможно, следует применять метод «широковещательной сети». Применение этого метода для управления внутренней (для отдельно взятого предприятия) цепочкой поставки позволит значительно уменьшить колебания запасов незавершенного производства, которые обуславливают значительные времена пролёживания или ожидания, которые могут достигать до 95% от всего времени прохождения сквозь предприятие деталей и компонентов. Применение этого метода подразумевает использование алгоритмов, способных синхронизировать материальные потоки с реально доступными ресурсами и поставками от поставщиков, а также рассчитывать времена выполнения операций для каждого конкретного случая и временного окна.

За стенами завода для цепочки поставок, полностью контролируемой одним из ее игроков, метод «широковещательной сети», также будет давать очень хорошие результаты. Однако большинство наших обычных средних предприятий имеют клиентов и/или поставщиков, которые зачастую больше самого предприятия в несколько раз. В этом случае, более эффективным методом управления представляется второй метод, метод уменьшения времени задержки через ускорение коммуникаций. Он может быть реализован посредством использования средств электронной передачи данных (EDI), использование специальных систем с Интернет доступом, класса SCMo<sup>4</sup>. Отметим, что управление по данному методу может быть реализовано и «подручными» средствами, путем перехода на более частое (ежедневное) взаимодействия между «игроками» цепи поставок. Последнее может быть организовано с помощью простейших средств коммуникации: факса, или электронной почты.

<sup>4</sup> SCMo – Supply Chain (Planning and) Monitoring – мониторинг цепочки поставок

### **Значение «правильного» планирования внутри предприятия**

Часто наблюдаемые в цепочках поставок промышленных предприятий большие запасы (ненужных в данный момент заготовок, деталей) у поставщиков и дистрибуторов (либо – в заготовительных цехах и на сборке) могут привести к заключению о том, что проблемы лежат вне производственной компании, расположенной между ними. Это не так. Именно время отклика производственной компании определяет уровень запасов в соседних узлах сети поставки, и только уменьшив время отклика предприятия, возможно снизить уровень запасов, необходимый для поддержания заданного уровня обслуживания клиентов или удовлетворения их ожиданий.



Гарантированное время выполнения заказа = Время сбора портфеля заказов + время запуска в производство + время выполнения (производства)

Среднестатистическое время выполнения заказа = 3 \* Время сбора портфеля заказов

На схеме выше<sup>5</sup> показана структура времени отклика типичного производственного предприятия. Предположим, что технологическое время производства изделия – 1 день. В этом случае, общее время выполнения заказа потребует 20 дней, т.к. (95% времени) еще 19 дней изделие проведет в очередях перед занятыми ресурсами и/или, в ожидания сбора минимальной экономически выгодной партии для обработки и перемещения. Добавим к этому консолидацию в большую партию запускаемых заказов, размер которой, как правило, определяется циклом планирования, равным, для большинства предприятий, одному месяцу. Для такого вполне реального и распространенного случая время отклика системы составит около 30 дней. Т.е. соотношение полезного времени к полному = 50:1. Конечно это экстремальный пример, но для большинства предприятия типичное соотношение: 30 – 20 : 1. Для сравнения: лучшие в своих классах предприятия сокращают время отклика системы до 3, т.е. работают с соотношением 3:1.

Вернемся к примеру. В случае если рынок не готов ждать выполнения заказа в течение 30 и более дней, единственный способ для предприятия «оставаться в игре» - работа по типу «сборка-под-заказ» или «производство-на-склад». Т.е. осуществлять закупки и начинать производство под прогноз. В этом случае в игру вступает «погрешность прогнозирования», но, как было показано выше, ее воздействие на уровень запасов, необходимых для поддержания заданного уровня обслуживания на порядок ниже параметра время отклика.

<sup>5</sup> Данная схема, а также представленные ниже схемы взяты из статьи J.Layden «Thoughts of Supply Chain Management», Manufacturing Week. 1998



Далее, система теряет стабильность: огромное время задержки приводит к возникновению колебаний значительной амплитуды в системе. Это, в свою очередь, определяет уровень запасов в соседних узлах сети поставок предприятия, которые определяются как сумма «статичных» запасов, т.е. запасов, обусловленных динамикой системы, плюс запасов, необходимых для демпфирования или «покрытия» колебаний. И последние превышают первые по величине в несколько раз. Увеличение запасов, в свою очередь, приводит к увеличению времени отклика системы, что последовательно приводит к еще большей амплитуде колебаний.

Т.о., для снижения и контроля уровня запасов по всей сети поставок (или части сети, близкой к производящему звену) необходимо, прежде всего, изменить основную характеристику системы поставок, а именно – время отклика. И, прежде всего – время отклика производящего узла системы - производственного предприятия – время отклика которого значительно превышает «полезное» время производства.

### ***Локальная эффективность и ложная оптимизация.***

Почему время отклика большинства промышленных предприятий настолько велико в отношении к чистому технологическому времени производства? Основной причиной, является неправильная операционная и управленческая модель предприятия, рассчитанная на повышение локальной эффективности. Оптимизация времени наладок/переналадок, формирование экономически-выгодных партий для производства/перемещения и попытки управлять запасами только через расчет минимальных/максимальных *статических* их уровней, - все это приводит к построению модели, направленной на достижение локальных оптимумов. Но, в случаях сложных сетей поставок, локальные оптимумы не приводят к глобальной эффективности.

Несмотря на возрастающее понимание необходимости сокращения времени отклика предприятия, попытки добиться реальных результатов очень часто терпят неудачу. Основной причиной этого представляется неправильно выбранное направление улучшений. А именно: повышение (локальной) эффективности и «игры» в оптимизацию. Это самые очевидные и лежащие на поверхности, но ложные пути улучшений. Ложные, т.к. почти всегда локальное повышение эффективности и/или оптимизация подразумевает создание буферов запасов и/или увеличение времени отклика систем. Классическим примером первого являются повышение эффективности работы отдельного подразделения/цеха/участка/единицы оборудования в целях сокращения плановых и фактических операционных затрат. В случае, если объект улучшения не является узким местом<sup>6</sup>, это приводит к фактическому увеличению операционных затрат всей цепи.

Также, при повышении локальной эффективности предприятия в качестве аргумента «за» приводится цель увеличения пропускной способности предприятия. Действительно, на первый взгляд, при увеличении размера обрабатываемой партии увеличивается коэффициент использования оборудования. Следовательно – пропускная способность предприятия. Но при этом резко падает скорость прохождения заказов через предприятие. Как следствие – увеличение времени отклика.

Проиллюстрировать вышесказанное можно на простом примере (см. таблицу ниже). Шоссе в несколько полос длиной в 1 км. В первом случае («пробка») машины движутся в несколько рядов, используя их все (использование оборудования – 100%). Но, со скоростью в 10км/ч. В другом случае – быстрое движение только по одной полосе с интервалом в 3 секунды (использование оборудования 20 - 30%). Пропускная способность и в том и в другом

---

<sup>6</sup> См. Теорию Ограничений

случаях одинакова, 1200 машин в час. Более того, управлять потоком машин, несущихся со скоростью в 100км/ч и с интервалом в несколько десятков метров между собой сложнее. Но представьте себя в машине в первом случае! А это же типичная ситуация для ваших клиентов. Они все «сидят в пробке»!...

Скорость	Время движения (время опережения)	Количество машин в процессе (НзП)	Пропускная способность
10 км/ч	360 сек	120	1200 машин/час
100 км/ч	36 сек	12	1200 машин/час
<i>Шоссе в одну полосу, длина 1км, расстояние между машинами – 3 секунды. Одно только распределение не улучшает пропускную способность, как и скорость. Но скорость имеет значение для тех, кто внутри.</i>			

Еще одна ловушка – мечта о «волшебной кнопке», или «оптимизация». В применении к производственным операциям, которые, с математической точки зрения отличаются крайней нестабильностью основных параметров (время начала/ завершения, продолжительность), первоначальная задача определения информации, посредством которой система оптимизируется система, уже составляет трудно-решаемую задачу. Более того, решение любой задачи оптимизации производственных операций приводит к необходимости увеличения временного окна оптимизации и/или увеличения времени отклика и/или увеличения буферных запасов.

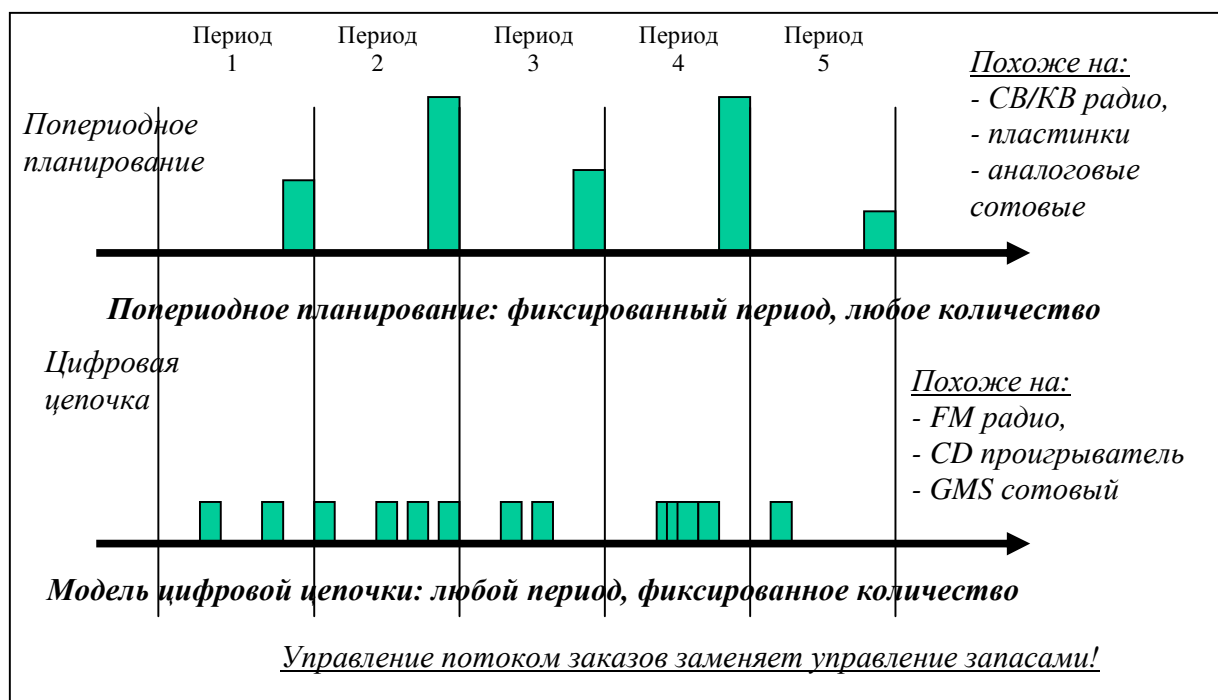
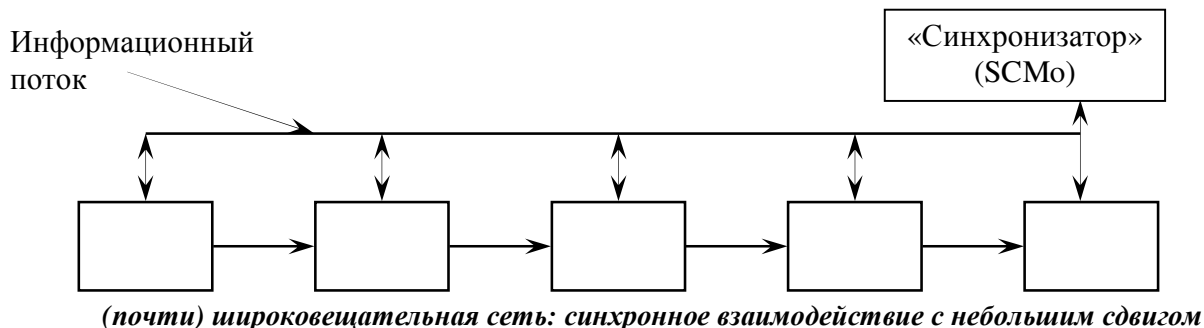
### ***Предлагаемое решение***

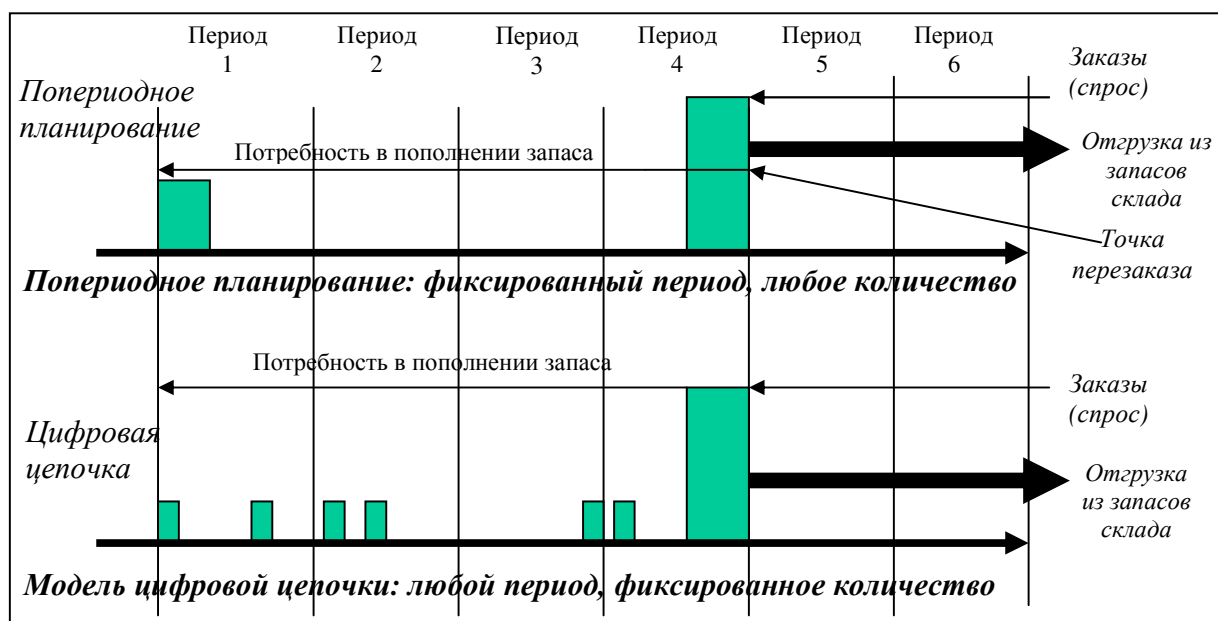
В качестве предлагаемого решения может быть предложена концепция «цифровой цепочки поставки», разработанная американским университетом изучения проблем цепочек поставки, и используемая, под этим или другим названием, многими, пока только зарубежными предприятиями. Интересно, что родоначальником указанной концепции является Япония, чьи методы управления производственными предприятиями очень широко используются сейчас во всем мире<sup>7</sup>. Именно необходимость решить внутренние проблемы предприятия с участием партнеров по цепочке поставок, привела к созданию японской концепции управления «Сейбан», в которой каждый заказ клиента напрямую связан с производством. На западе быстрее всего в сторону этой концепции двинулись производители, работающие по принципу «конфигурирование под заказ» и «производство под заказ» и «сборка под заказ». Тем не менее, эта концепция будет полезна и производящим на склад предприятиям.

Схемы ниже иллюстрируют разницу в подходах обычного метода управления и управления с «цифровой цепочкой поставок». Свое название данная концепция получила из-за разницы с традиционным методом (схема выше). «Аналоговая» цепочка поставки работает как аналоговое электронное устройство: формирование портфеля заказов на фиксированные периоды (пример – ежемесячное формирование планов производства) - консолидация заказов (составляющих заказов) в экономически-выгодные партии – производство (или транспортировка). Т.е. – фиксированный период – различная амплитуда. «Цифровая» цепочка работает по аналогии с цифровым электронным устройством, т.е. с дискретностью 0 или 1: каждый единичный заказ «вбрасывается» в производство. Т.е. - фиксированная амплитуда (один заказ, но с разным количеством изделий) - любые периоды.

<sup>7</sup> Прежде всего, это JIT, TQM, Six Sigm

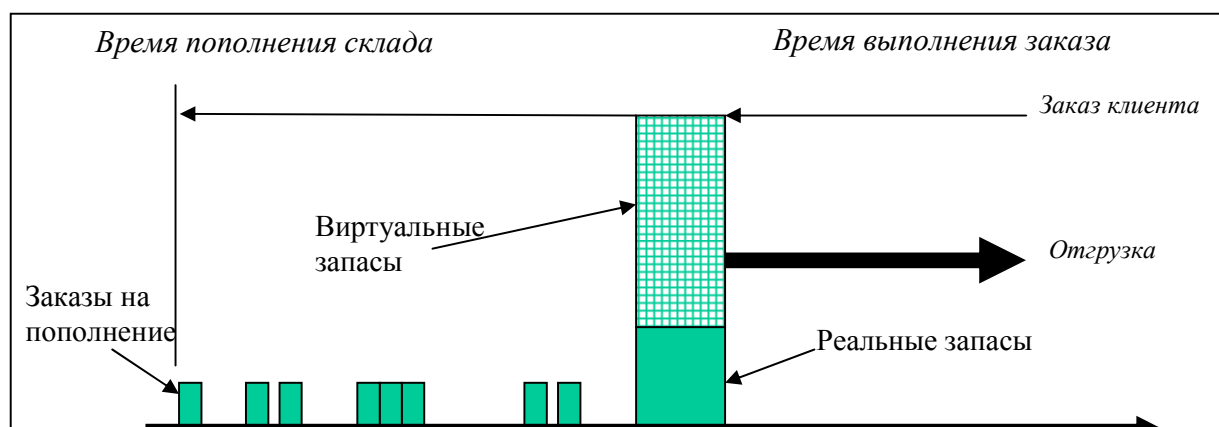
При объединении такой системой нескольких поставок одной сети, последовательная система передачи информации начинает работать почти (есть небольшая задержка) как «широковещательная сеть».





При правильном проектировании и управлении, время отклика такой производственной системы может составить 1 день, что избавит ее от «эффекта кнута» и позволит работать с минимумом запасов. Последнее происходит в силу того, что каждый заказ клиента, при «вбрасывании» в систему, резервирует «под себя» все доступные ресурсы, и материальные, и производственные, и транспортные. При этом срок выполнения заказа определяется в момент «вброса»<sup>8</sup>

В случае производства на склад и отгрузки под заказ клиента со склада или в случае управления производством по обезличенным заказам клиентов, система будет работать аналогичным образом (см. схему ниже).



<sup>8</sup> Отметим, что это возможно с использованием прежде всего «сетового» позаказного алгоритма планирования.

## ***ИТ поддержка***

Пока очень небольшое количество поставщиков информационных систем способны поддержать подобную производственно-логистическую модель. Тем не менее, такие системы можно «собрать, взяв «лучшие из лучших» в своем классе систем. Основные отличительные особенности и части такой «сконструированной» системы будут:

- 1) современная, технологичная и логично построенная базовая система управления операциями (запасы, сбыт, снабжение), обеспечивающая информационный фундамент для предприятия (группы предприятий) и способная поддерживать распределенные операции;
- 2) система планирования с APS/SCM (не MRP) алгоритмом планирования, которую легко можно интегрировать с базовой системой предприятия для быстрого «встраивания» заказа клиента в сеть производственных и/или логистических ресурсов. При этом APS система не должна быть «черным ящиком», но работать по понятным правилам;
- 3) интегрируемый с системами клиентский портал (Web-доступ), предоставляющий возможность клиентам самостоятельно вводить заказы и «встраивать» их непосредственно в производство. Т.е., фактически, управлять производством. Естественно, по правилам, установленным производственной компанией;
- 4) интегрируемый с системами аналогичный портал для поставщиков, с возможностью для последних корректировать свои поставки, в допустимом и определяемом предприятием «коридоре» по количеству и/или срокам поставки;
- 5) система, предоставляющая возможность оперативного мониторинга изменений ситуации по всей многоуровневой цепочке поставки (желательно с использованием интернет-доступа).

Такую целостную систему можно собрать либо из существующих программ предприятия, дополнив недостающими модулями, либо поставив новое, целостное решение, базирующееся на базе SCM/SCMo системы, с имеющимися функциями управления операциями.

## ***Заключение***

На современных, в особенности крупных производственных предприятиях «запрятано» достаточно большое количество денег, но наиболее важным параметром их оптимизации все еще является время отклика производства и его «узлов». Именно от этого во многом зависит и размер, и устойчивость всей производственной сети и сети поставок. И именно отсюда следует необходимость сокращения времени отклика, быстрая оценка времени выполнения заказов клиентов и «встраивание» их в существующий производственный план, и последующая синхронизация всех узлов цепочки поставки.

Средние промышленные предприятия имеют мало шансов копировать и успешно применять инструменты управления цепочкой поставки, используемые большими игроками, способными диктовать свои условия всем игрокам цепи. Именно поэтому, наибольший эффект (как экономический, для собственного предприятия, так и стратегический, для всей сети поставки) они могут получить, сосредоточившись на улучшении мобильности и скорости реакции предприятия. Основное правило бизнеса все еще работает: побеждает тот, кто быстрее будет предоставлять клиентам то, что им необходимо.