

[Home](#) > [Архив печатных номеров](#) > [PCWeek/RE, №07/2007](#)

6 марта, 2007

## Можно ли обосновать внедрение изменений?

Алексей Черняк, Карина Палоян

Какая стратегия для вас более выгодна — производство на склад или сборка под заказ? Что лучше: увеличивать размеры производимых партий, повышая тем самым загрузку мощностей, или уменьшать партии и работать с неполной загрузкой? Нужны ли вам для управления дополнительные системы (например, ERP) или достаточно существующих?

На подобные вопросы сложно найти точный и обоснованный ответ. Привлекаются консультанты, изучаются конкуренты, рассматриваются теории, однако ясности в итоге практически не прибавляется. Это все равно что водить машину вслепую, поворачивая руль только при столкновении с препятствием. Помимо большой неопределенности многие решения грешат отсутствием системности, т. е. они не приживаются в компании или дают отрицательный эффект из-за сложных взаимосвязей, которые трудно учесть в момент их принятия.

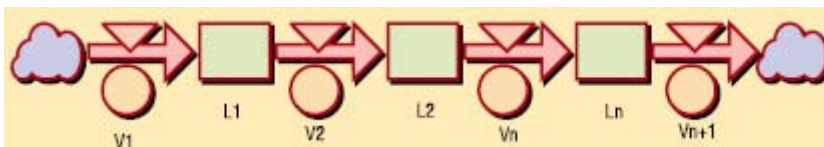


Рис. 1. Элементарная цепочка поставок



Рис. 2. Показатели отклика системы

Мы хотим рассмотреть подход, позволяющий повысить обоснованность принимаемых решений

и улучшить качество управления предприятием. Его суть заключается в моделировании промышленного предприятия в виде цепочки поставок по принципу системной динамики (см.: *Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия. Индустриальная динамика.* М., “Прогресс”, 1971). Он позволяет проанализировать проблемы компании в целом, найти и обосновать эффективные способы изменения системы управления.

Для иллюстрации воспользуемся моделью предприятия “Кварц” (производство кухонных воздухоочистителей), построенной в ходе проекта внедрения ERP-системы SyteLine и предназначенной для моделирования перехода от состояния “как есть” к состоянию “как будет”. Для динамического моделирования использовался программный продукт Studio компании Powersim Software ([www.powersim.com](http://www.powersim.com)).

### **Основные понятия и определения**

Базовой моделью исследуемых процессов является цепочка поставок — некая структура, включающая *уровни и регулируемые потоки*, управление которыми осуществляется с помощью информационных связей (см. рис. 1). Уровень (L) — это суммирующий элемент, характеризующий происходящие в системе накопления, скажем запасы материалов, а *регулируемый поток* (v) — элемент, характеризующий поток материалов, его направление и скорость. С помощью потоков, например, моделируются операции, выполняемые на станках. Выстроенная таким образом цепочка поставок обладает рядом очевидных свойств. Так, для нее справедливо правило “узкого места”: поток, проходящий через всю цепочку, определяется самым медленным ее элементом. Кроме того, для контроля производительности цепочки поставок важны входящий и исходящий потоки и не важны внутренние (предполагается, что информация о состоянии уровней известна). Иными словами, в этом случае цепочку поставок можно рассматривать как “черный ящик”.

В ходе построения модели были введены характеристики, показывающие, насколько быстро и адекватно предприятие реагирует (откликается) на внешние воздействия (в частности, на изменение спроса). Эти характеристики применимы как к информационным, так и к физическим изменениям в запасах или мощностях (см. рис. 2). К ним относятся время реакции — среднее запаздывание отклика на изменение внешних условий (время от приема заказа до отгрузки), *амплитудный показатель “кнута”* — отношение амплитуды отклика к амплитуде изменения на входе, *временной показатель “кнута”* — отношение продолжительности отклика к времени изменения входного воздействия.

Рассмотрим несколько элементарных ситуаций. Какова будет *реакция системы на стабильный спрос* (среднее время от приема заказа до отгрузки)? Например, если внешний спрос уравнивает внутренние мощности предприятия (см. рис. 3), стабилен и составляет 100 единиц изделия в день, то и портфель заказов (очередь) тоже стабилен, и заказ, принятый сегодня, отгружается через четыре дня (время отклика — 4 дня). Если же спрос изменится так, как это показано на рис. 4, а мощности останутся прежними, то все заказы будут выполнены не за четыре, а уже за шесть дней (время отклика увеличится в полтора раза). Пусть теперь определенным образом изменятся и спрос, и выделяемые для его удовлетворения производственные мощности (см. рис. 5). Время реакции при этом осталось прежним — 4 дня. При желании можно рассчитать амплитудный и временной показатели “кнута”.

Иногда для минимизации переналадок оборудования заказы должны выполняться не в той последовательности, в какой они были приняты. Модель и в этом случае позволяет оценить, как изменится реакция системы на изменение очередности. В примере, показанном на рис. 6, очередность приема заказов — 1, 2, 3, 4, а для оптимизации переналадок ее выгоднее изменить на 4, 2, 3, 1. Ключевым фактором здесь является *размер запускаемых в производство партий*: задание на данном станке не будет выполняться до тех пор, пока не наберется достаточный объем заказов. Поскольку вполне вероятно, что нужного объема вообще набрать никогда не удастся, используются ограничения на время ожидания (период консолидации), по истечении которого имеющаяся партия заказов запускается в работу. В примере этот период равен трем дням, откуда время отклика получается из суммы очереди заказов и периода консолидации, то есть  $4 + 3 = 7$  дней.

В реальной практике приходится иметь дело с задачами, сочетающими рассмотренные выше элементарные ситуации. В модели определен ряд ключевых показателей деятельности (KPI, key performance indicators), используемых для анализа принимаемых решений, а также параметры, на которые управленец может оказывать влияние. В качестве первых могут выступать *время реакции, амплитудный показатель “кнута”, коэффициент использования ресурсов, уровень запасов.*

### **Модель “как есть”**

В ходе предварительного обследования в среде динамического моделирования была построена упрощенная модель предприятия (см. рис. 7), состоящая из следующих основных блоков:

- *сбыт* — составление прогнозов, прием заказов и отгрузка со склада готовой продукции;
- *снабжение* — получение на склад необходимых для производства материалов;
- *планирование* — распределено по подразделениям. Отдел продаж планирует производство, а департамент закупок строит свои планы на основе производственной программы;
- *производство* — состоит из двух крупных участков: “сборки” и “штамповки”, разделенных складом полуфабрикатов;
- *финансы* — ведет взаиморасчеты с клиентами и поставщиками.

На входе модели задавались параметры изменения спроса, размеры запускаемых партий, время переналадок, производительность оборудования, сроки и ритмичность поставок. Предполагалось, что вся продукция в модели является условно-однородной. На выходе анализировались изменения в KPI. Предприятие в исходном состоянии (“как есть”) исповедует стратегию производства на склад: под клиента заказы комплектуются только на складе готовой продукции, а до этого продукция выпускается под прогноз. Для того чтобы обеспечить возможность такой работы, предприятию необходимо иметь на складе некоторый страховой запас готовой продукции и осуществлять прогноз, под который производятся сборка, штамповка и закупки.

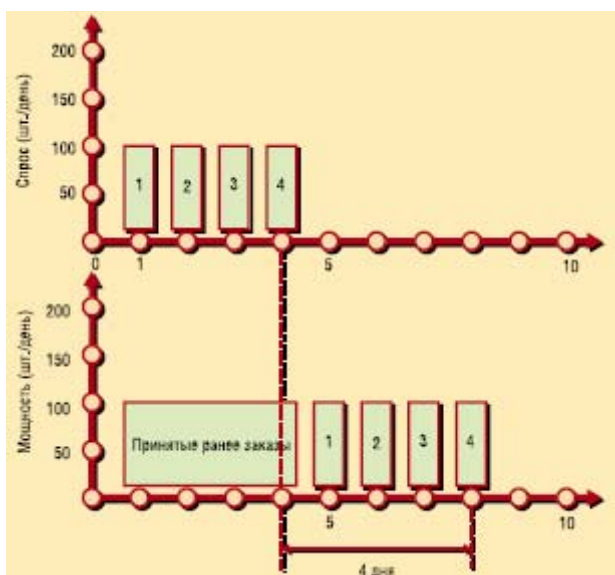


Рис. 3. Отклик на стабильный спрос

Модель позволила выявить три ключевые проблемы предприятия: завышенный уровень запасов (большая часть оборотных средств законсервирована на складах), слишком медленная реакция на изменение внешних условий (снижение конкурентоспособности) и конфликт интересов разных подразделений (продаж, производства, закупок и финансов), ухудшающий качество планирования.

Уровень запасов увеличивается в направлении от склада готовой продукции к складу материалов. Более того, при изменении спроса наблюдается “эффект кнута”, когда небольшие колебания числа заказов приводят к большим скачкам запасов на складе полуфабрикатов и еще более значительным колебаниям на складе материалов (амплитудный показатель “кнута” велик). Производство на склад требует высокой точности прогноза. Но так как точное предсказание спроса на большое количество разнообразных изделий множества цветов и вариантов исполнения сделать практически невозможно, склад постепенно переполняется неликвидной продукцией, выпущенной под неверный прогноз.

Замедленная реакция в основном связана не с технологическими особенностями производства, а с изменением очередности выполнения принятых заказов. Штамповка производится только

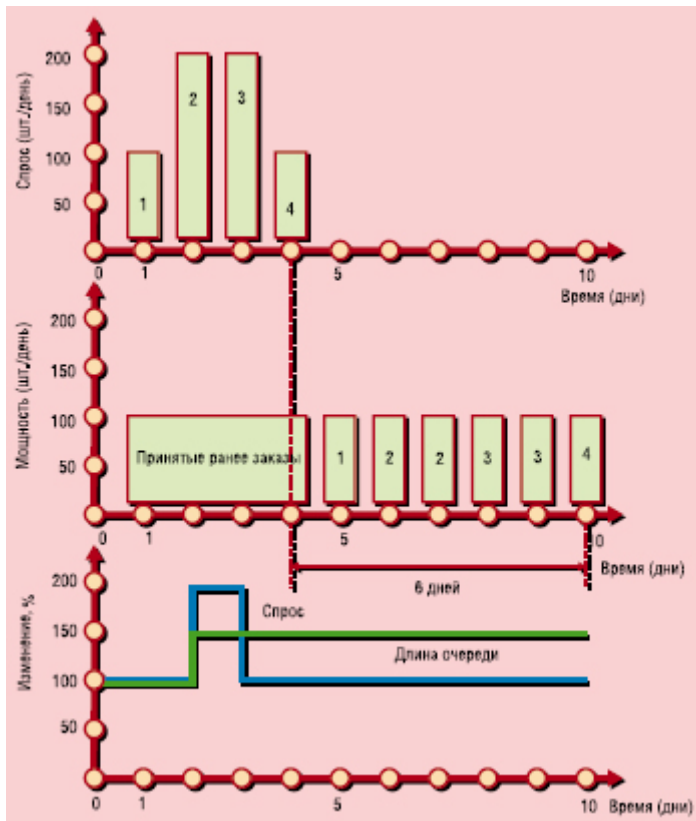


Рис. 4. Отклик на нестабильный спрос при неизменных мощностях

Конфликт подразделений имеет объективную природу. Отдел продаж стремится увеличить ассортимент и заполнить склад готовой продукции, уменьшить сроки прохождения заказов, а производственному подразделению было бы выгодно выпускать однородную продукцию и минимизировать число переналадок оборудования. Все это усугубляется отсутствием на предприятии централизованного планирования. При выпуске изделий под прогноз цеха вынуждены иметь большие страховые запасы и регулярно корректировать текущие планы уже после того, как изделие запущено в производство. Поскольку период доставки некоторых исходных материалов может достигать нескольких месяцев, отделы закупок вынуждены заниматься долгосрочным прогнозированием, имея в своем распоряжении только месячную производственную программу.

#### Модель "как будет"

В ходе проекта внедрения ERP-

системы на предприятии "Кварц" было проведено моделирование текущей ситуации и возможных альтернатив в организации управления им. В результате предложены решения, которые нивелируют конфликты между подразделениями, уменьшают уровень запасов в системе и повышают скорость ее реакции на изменение спроса. Было рекомендовано, например, организовать централизованное планирование, реализовать модель сборки под заказ и уменьшить размер партий.

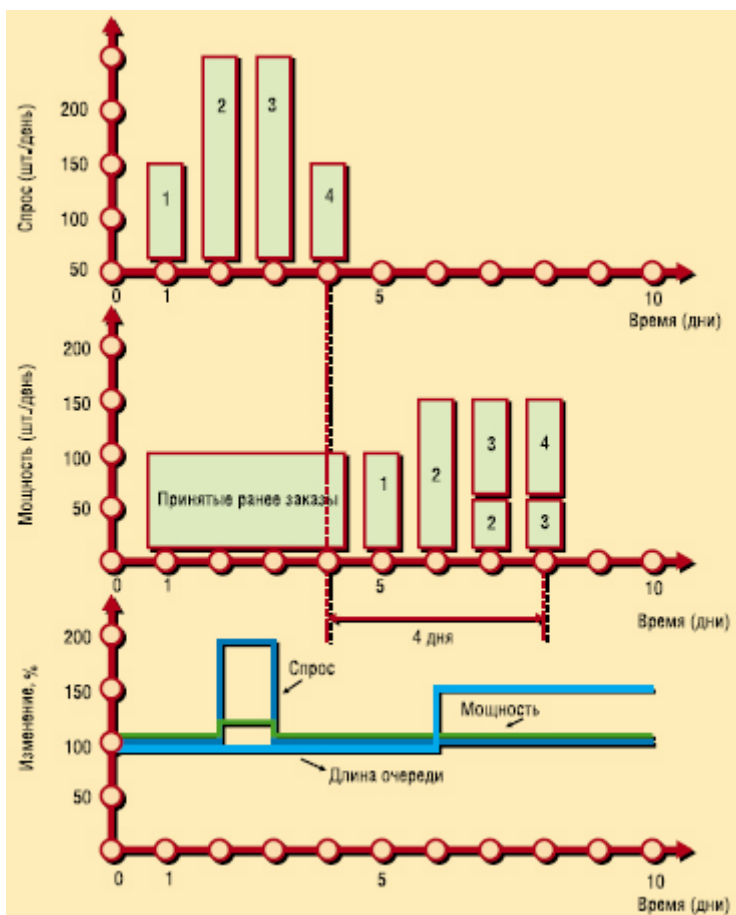


Рис. 5. Отклик на нестабильный спрос с изменением мощностей

Конфликт между подразделениями был преодолен благодаря передаче функции планирования производства и закупок в отдел планирования (который до этого в основном занимался экономическими расчетами). Удалось построить классическую иерархию планов:

- *план производства* — по группам продукции на несколько месяцев вперед;
- *основной календарный план* — по крупным узлам, из которых собирается готовая продукция (номенклатура крупных узлов на порядок меньше номенклатуры готовой продукции). Для того чтобы уже запущенные в производство задания не подвергались перепланированию, была определена “замороженная зона” — до трех дней от текущей даты (равная циклу производства) и зона перепланирования — от трех дней;
- *план потребностей в ресурсах* — на базе основного календарного плана осуществляется расчет производственных заданий по каждой операции с учетом ограничений по мощностям и наличия остатков, а также планируются закупки.

Для реализации этих и многих других функций в качестве инструмента была выбрана ERP-система, позволившая охватить все блоки предприятия, установив для них единые правила игры и тем самым устранив конфликт подразделений.

Особенность технологического цикла данного предприятия такова, что большая вариативность готовой продукции базируется на небольшом количестве полуфабрикатов. Прогнозировать потребность в них, а не в готовых изделиях гораздо проще, да и управлять их производством легче. Перед сборочным участком был создан своеобразный буфер из полуфабрикатов, а производственный процесс пришлось перестроить. Полуфабрикаты, как и прежде, изготавливаются под прогноз (но теперь он стал гораздо точнее). Готовая продукция собирается только после приема заказа от клиента. В результате уровень запасов на складе готовой продукции резко сократился, и хотя на складе полуфабрикатов он вырос, суммарная стоимость запасов значительно снизилась. Кроме того, время от приема заказа до отгрузки его клиенту,

которое, казалось бы, должно было увеличиться на время, необходимое для сборки, осталось практически неизменным. Стало проще комплектовать заказы в том объеме, который нужен клиенту. Раньше сроки отгрузки заказа со склада достигали нескольких дней только из-за того, что какое-то одно изделие не было готово: приходилось либо заменять его (предварительно согласовав с клиентом), либо ждать его поступления из цеха.

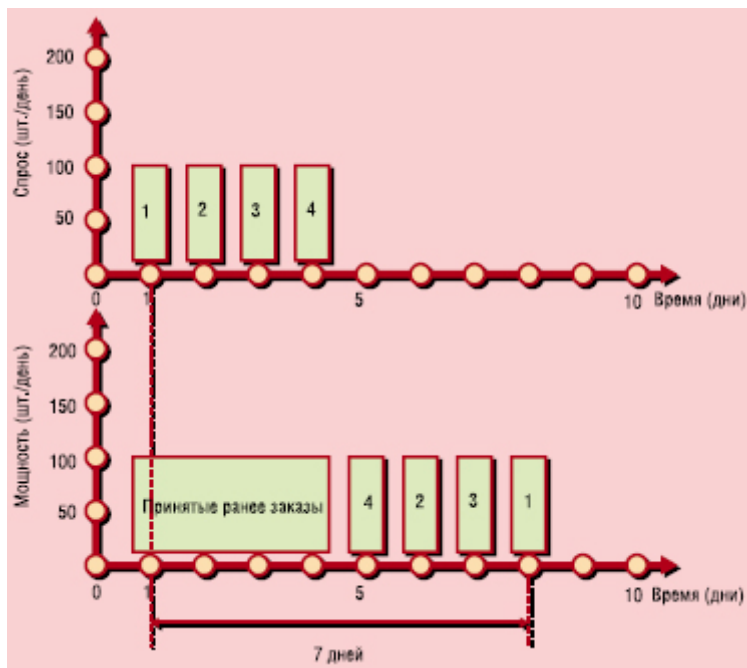


Рис. 6. Время отклика, связанное с изменением очередности выполнения заказов

Уменьшить размер запускаемых в производство партий было решено, когда в ходе моделирования выявилась определенная закономерность в том, как объем партии влияет на загрузку оборудования и уровень запасов. Оказалось, что существует некоторый оптимальный размер партий. Если он неоправданно увеличивается, то это ведет к росту уровня запасов, более сильному проявлению “эффекта кнута” и снижению степени использования ресурсов. При значительном же уменьшении размера партии из-за частых переналадок оборудования снижается коэффициент его использования.

#### Выводы

В статье описаны лишь некоторые из тех результатов, что были получены при построении модели промышленного предприятия как внутренней цепочки поставок. Данный подход позволил выявить такие неочевидные закономерности, как “эффект кнута” и влияние размеров партии на время реакции, загрузку ресурсов и уровень запасов. Что в свою очередь помогло сократить сроки выполнения заказов, снизить уровень запасов и избежать конфликта интересов разных подразделений.



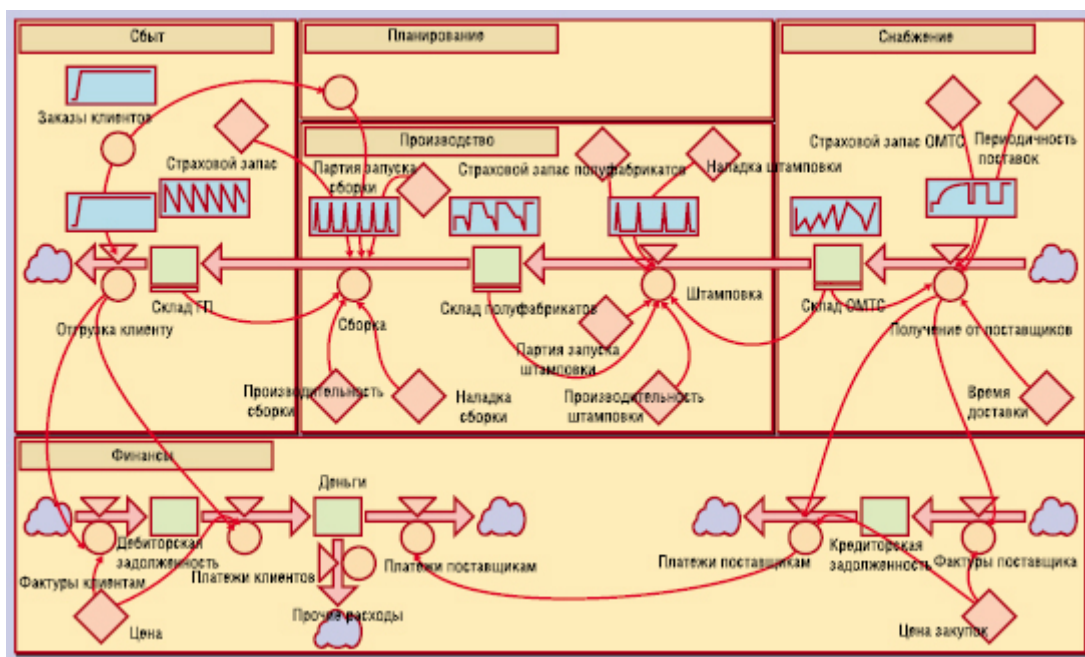


Рис. 7. Динамическая модель предприятия “Кварц” — “как есть”

Теперь, когда проблемы выявлены, найденные жизнеспособные решения необходимо претворить в жизнь, дабы предприятие получило реальный экономический эффект. . Описанная в данной статье технология моделирования несомненно будет полезна при выборе подходящего средства автоматизации (например, ERP-системы) и построении оптимального плана его внедрения.

В сегодняшней конкурентной гонке, как и в биологической эволюции, выигрывают организмы и компании с наиболее развитой системой управления, позволяющей не только реагировать на текущие события, но и предвидеть развитие ситуации.

С руководителем проектов “Фронтстеп СНГ” **Алексеем Черняком** можно связаться по адресу [Alexey.Chernyak@frontstep.ru](mailto:Alexey.Chernyak@frontstep.ru); с консультантом той же компании **Кариной Палоян** — по адресу [Karina.Paloyan@frontstep.ru](mailto:Karina.Paloyan@frontstep.ru).