**1. Управление материальным потоком** в производственном процессе носит название логистики материалодвижения и осуществляется способами, основанными на двух принципиально различных подходах. Первый подход получил название "толкающая (выталкивающая) система", а второй - "тянущая (вытягивающая) система".

**Производственные заделы.** Для осуществления многопередельного производства необходим задел продукции на случай запаздывания доставки продукта между участками и цехами. При этом под заделом понимают запас полуфабрикатов, деталей или сборочных единиц, обеспечивающий бесперебойную работу всех производственных подразделений предприятия. По назначению заделы делятся на технологические, оборотные, транспортные и страховые.

**Технологический задел** - это детали и сборочные единицы, которые находятся непосредственно в обработке или на контроле. Его величину определяют числом рабочих мест и числом обрабатываемых ими контрольных партий деталей и сборочных единиц.

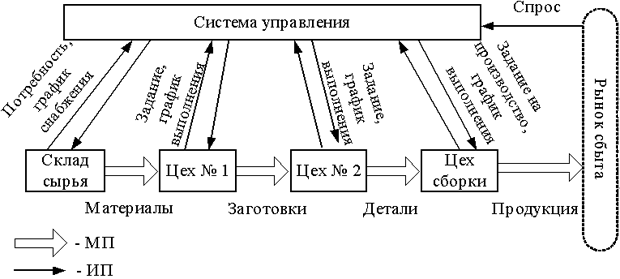
**Оборотный задел** представляет собой запас деталей и сборочных единиц, создаваемый на рабочих местах для организации непрерывной работы.

**Транспортный задел** - это совокупность деталей и сборочных единиц, которые в текущий момент находятся в процессе перемещения с одного рабочего места на другое или от одного производственного цеха (участка) к другому.

**Страховой задел** создается в производственной логистике при выходе из строя оборудования или при обнаружении брака на производстве, а также в других подобных случаях.

**Толкающая система.** Для осуществления процесса управления составляются различные производственные графики для всех этапов производственного процесса - как для изготовления узлов, агрегатов и комплектующих, так и для сборочного конвейера. В этом случае используется так называемая "толкающая" система, сущность которой заключается в следующем.

Толкающая система **-** это такая организация движения МП, при которой МП подается с предыдущей операции на последующую в соответствии с заранее сформированным жестким графиком. МП "выталкивается" с одного звена ЛС на другое.



**Рис.1.** Принципиальная схема толкающей системы

Толкающая система является традиционно используемой в производственных процессах. Каждой операции общим расписанием устанавливается время, к которому она должна быть завершена. Полученный продукт "проталкивается" дальше и становится запасом незавершенного производства на входе следующей операции. Т.е. такой способ организации движения МП игнорирует то, что в настоящее время делает следующая операция: занята выполнением совсем другой задачи или ожидает поступления продукта для обработки. В результате появляются задержки в работе и рост запасов незавершенного производства.

Наиболее известными апробированными логистическими моделями систем данного типа являются MRP-I, MRP-II и др.

"Толкающие" системы *управления материальными потоками* характерны для традиционных способов организации производства. Первые разработки логистических систем, адаптирующих традиционные и современные подходы, появились в 60-е гг. Логистическая организация производственно-хозяйственной деятельности с помощью этих систем стала возможной благодаря массовому распространению вычислительной техники и современных информационных технологий. Несмотря на то, что толкающие системы в состоянии управлять функционированием разной степени сложности производственно-хозяйственными механизмами, объединяя все их элементы в единое целое, в то же время они имеют ограниченные возможности. Характеристики передаваемого от звена к звену материального потока оптимальны в той степени, в какой центр управления способен его учесть, оценить и скорректировать. Основным недостатком данной системы является высокая стоимость программного, информационного и материально-технического обеспечения. Кроме того, при такой системе у предприятия должны иметься материальные запасы на всех стадиях производства, чтобы предотвратить сбои и приспособиться к изменениям спроса. Поэтому данная система предполагает создание внутренних статичных потоков между различными технологическими этапами, что часто приводит к замораживанию материальных средств, установлению излишнего оборудования и привлечению дополнительных рабочих.

Большинство систем управления производством принадлежат в настоящее время к выталкивающим, и чем крупнее такая система, тем характернее становится для нее следующее:

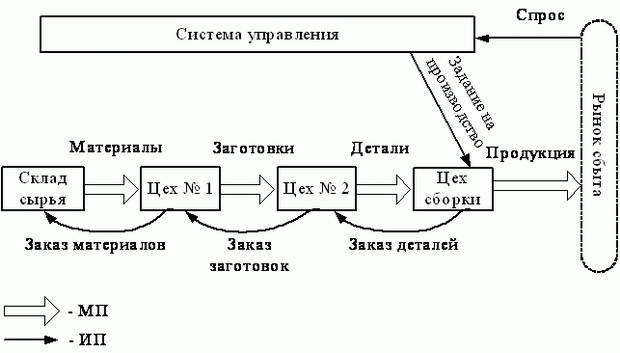
При резких изменениях спроса или задержках в процессе изготовления практически невозможно перепланировать производство для каждой его стадии. Следствием этого являются избыточные запасы или даже затоваривание.

Управленческому персоналу очень трудно детально разобраться во всех ситуациях, связанных с нормами выработки и параметрами материальных запасов. Следовательно, производственный план должен предусматривать создание избыточных страховых запасов.

Любые оперативные, срочные изменения размера партий выпускаемых изделий, а также продолжительность производственно-логистических операций вызывают большие осложнения, поскольку рассчитать в деталях оптимальные производственные планы очень трудно.

"Вытягивающая" (тянущая) система была задумана, как средство решения подобных проблем. Добиться этого можно, если будут созданы условия простого и надежного обеспечения подачи изделий точно в сроки, соответствующие необходимости их поступления на следующий участок.

**Тянущая система -** это такая организация движения МП, при которой МР подаются ("вытягиваются") на следующую технологическую операцию с предыдущей по мере необходимости, а поэтому жесткий график движения МП отсутствует. Размещение заказов на пополнение запасов МР или ГП происходит, когда их количество достигает критического уровня.



**Рис.2.** Принципиальная схема тянущей системы

Тянущая система основана на "вытягивании" продукта последующей операцией с предыдущей операции в тот момент времени, когда последующая операция готова к данной работе. Т.е. когда в ходе одной операции заканчивается обработка единицы продукции, посылается сигнал-требование на предыдущую операцию. И предыдущая операция отправляет обрабатываемую единицу дальше только тогда, когда получает на это запрос.

В данном случае жесткий график отсутствует, поскольку лишь на сборочном конвейере становится точно известно требуемое для изготовления одного изделия число необходимых узлов и комплектующих, а также время их производства. Именно с этой линии на предшествующие участки направляется тара за деталями нужной номенклатуры. Детали, взятые на предшествующем участке, вновь производятся, и их количество восполняется. И так по всей линии. Необходимые детали или материалы каждый участок "вытягивает" с предшествующего. Таким образом, нет необходимости в течение месяца составлять производственные графики одновременно для всех технологических стадий. Только на сборочном конвейере осуществляются изменения графика работы. В процессе функционирования данной системы центр управления не вмешивается в передачу материального потока по действующей логистической цепи. Он не устанавливает для соответствующих звеньев текущие производственные задания. Производственная программа каждого предыдущего технологического звена задается параметрами заказа, поступающего с последующего звена. Основной функцией центра управления является постановка задачи перед конечным звеном производственной технологической цепи. **Основные цели "вытягивающей" системы:**

предотвращение распространения возрастающих колебаний спроса или объема продукции от последующего процесса к предшествующему;

сведение к минимуму колебания параметров запасов между технологическими операциями;

максимальное упрощение управления запасами в процессе производства путем его децентрализации, повышение уровня оперативного цехового управления, т.е. предоставление цеховым мастерам или бригадирам полномочий оперативно управлять производством и материальными запасами.

Система OPT относится к тянущей логистической системе.

**2. Система OPT.** OPT - система организации производства и материально-технического обеспечения, разработанная израильскими и американскими специалистами. Широко применяется в США и др. высокоразвитых странах с начала 80-х гг. В западноевропейской литературе по организации управления известна также по названием "израильский Канбан". Система ОПТ, как и система Канбан, относится к классу тянущих систем. Отдельные западные специалисты не без оснований считают, что ОПТ - это фактически компьютеризованный вариант системы Канбан, с той существенной разницей, что ОПТ предотвращает возникновение "узких" мест в цепи "снабжение - производство - сбыт", а Канбан позволяет эффективно устранять уже возникшие "узкие" места. Основным принципом системы ОПТ является выявление в производстве "узких" мест или, по терминологии ее создателей, критических ресурсов. В качестве последних могут выступать, например, запасы сырья и материалов, машины и оборудование, технологические процессы, персонал. От эффективности использования критических ресурсов зависит эффективность экономической системы в целом, в то время как интенсификация использования остальных ресурсов, называемых некритическими, на развитии системы практически не сказывается. Исходя из рассмотренного выше принципа, фирмы, использующие систему ОПТ, не стремятся обеспечить стопроцентную загрузку рабочих, занятых на некритических операциях, поскольку интенсификация труда этих рабочих приведет к росту незавершенного производства и другим нежелательными последствиям. Фирмы поощряют использование резерва рабочего времени таких рабочих на повышение квалификации, проведение собраний кружков качества и т.п. На основе перечня приоритетов планируется максимальное обеспечение ресурсами продукции, имеющей высший (нулевой) приоритет, а обеспечение всей остальной продукции - по убыванию приоритетов; осуществляется поиск альтернативных ресурсов при отклонении от графика производства. При формировании на ЭВМ графика произ-ва из базы данных системы ОПТ используются файлы заказов, технологических карт, ресурсов и др. Данные файла материалов и комплектующих изделий обрабатываются параллельно с данными файла технологических карт, в результате чего формируется древовидный граф, называемый технологическим маршрутом. Этот технологический маршрут обрабатывается с помощью программного модуля, идентифицирующего критические ресурсы. В результате появляется возможность оценить интенсивность использования ресурсов и степень их загрузки и соответствующим образом упорядочить их. На этом этапе технологический маршрут разветвляется. Ветвь практических ресурсов включает все "узкие" места и последующие связанные с ними производственные и сбытовые операции. В программно-математическом обеспечении системы ОПТ имеется модуль БИЛДНЕТ, который производит слияние первичных данных по ряду признаков для каждого вида предусмотренной к производству продукции и для каждого технологического процесса. После окончания операции слияния включается программный модуль СЕРВ, который с помощью итеративной процедуры производит расчет загрузки каждого ресурса и степени его использования (в процентах), упорядочение ресурсов по убыванию степени их использования. Затем программный модуль СПЛИТ производит поиск критических ресурсов в производственном процессе. Далее модуль ОПТ с помощью алгоритма Голдратта оптимизирует использование критических ресурсов. После окончания этой операции модуль СЕРВ ранжирует использование некритических ресурсов производственной системы. На этом заканчивается первая интеграция. После поиска и исправления ошибок начинается след. интеграция. Для построения близкого к оптимальному графика производства для предприятий с годовым объемом продаж 100 млн. долл. требуется в сред.5-6 интеграций и около двух часов времени работы мини-ЭВМ. Систему ОПТ использует ряд фирм, входящих в список 500 крупнейших пром. корпораций США, в том числе "General Electric", "Ford", "RCA", "Bendix", "AVCO", "Westinghouse" и другие.

**3. Теория ограничений.** В основе концепции OPT лежит теория ограничений.

**Теория ограничений (Theory of Constraints, ТОС)** - разработанная Элияху Голдраттом (Eliyahu Goldratt) универсальная философия управления сложными системами, широко известная и успешно применяемая многими компаниями. Здравый смысл и безупречная логика Теории ограничений перевернули традиционные представления менеджеров об управлении. Благодаря своим внушительным результатам в различных отраслях и сферах деятельности, Теория ограничений все шире воспринимается как самая действенная концепция управления компаниями и целыми цепями поставок.

Теория ограничений рассматривает организацию как целостную систему. В любой системе есть элементы, определяющие ее конечные возможности. Эти элементы называются ограничениями. Системный подход Теории ограничений позволяет их выявить и через управление ими добиться быстрых и устойчивых результатов.

Теория ограничений в действии:

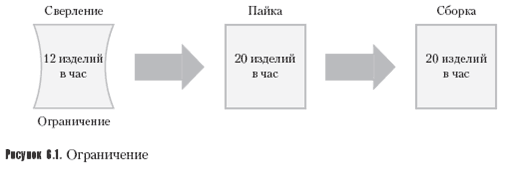
Повышение своевременности выполнения заказов на **43%** Сокращение производственного цикла на **70%** Увеличение объемов продаж на **63%** Снижение объема запасов на **49%** Совокупное улучшение финансовых результатов на **73%**

Метод "Барабан - буфер - веревка".

Итак, что именно понимается под ограничением? **Ограничение -** это то, что мешает системе работать на более высоком уровне. В контексте производства ограничение, или узкое место, - это все то, что не позволяет компании производить столько продукции, сколько ей требуется. Отметим, мы не сказали "производить столько продукции, сколько возможно". Может быть, и не требуется производить столько, сколько возможно, для достижения целей. **Ограничивающий ресурс** - это единица оборудования, участок, инструмент, работник или даже устоявшаяся политика предприятия, которые препятствуют большей производительности.

В процессе производства осуществляется несколько этапов, на которых различные сырьевые материалы и комплектующие подвергаются операциям обработки и сборки готового изделия. Каждый этап данного процесса характеризуется своими производственными возможностями, или производственной мощностью. Компании нередко рассматривают каждый этап по отдельности, вместо того чтобы взять весь процесс в целом. Многие предложения по усовершенствованию нацелены на повышение эффективности только одного или нескольких этапов производственного процесса. В сущности, большинство методов оценки эффективности работы организации и ее руководителей основываются на оценке эффективности, или производительности, отдельных этапов процесса. В теории ограничений такой способ мышления считается в корне неверным.

На **рисунке 3** показана последовательность этапов производства с указанием мощности каждого участка. Участок сверления является ограничением (узким местом), поскольку именно он сдерживает производительность всей системы. Для более ясного понимания ситуации рассмотрим ее подробнее.

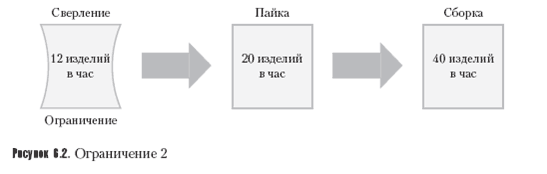


Теория ограничений утверждает, что необходимо рассматривать всю систему в целом и что оптимизация одного этапа процесса необязательно приведет к достижению цели. Многим трудно принять такое положение, однако если вы оглянетесь и подумаете, то найдете в нем смысл. Возьмем пример - простой трехстадийный процесс сверления, пайки и сборки модели *XL 10*. В данном случае мощности каждого этапа составляют: для процесса сверления - 12 изделий в час (по пять минут на одно изделие), процесса пайки - 20 изделий в час (по три минуты на одно изделие), процесса сборки - также 20 изделий в час.

Максимальная производительность этого трехстадийного процесса составляет 12 изделий в час, то есть равна уровню производительности первой стадии - процесса сверления. Даже если бы существовала возможность удвоить производительность процесса пайки, установив дополнительное оборудование, - об этом не стоит и думать. Увеличение производительности процесса пайки абсолютно не скажется на общей производительности системы. Для увеличения общей производительности необходимо увеличить мощность процесса сверления, поскольку именно эта часть системы характеризуется наименьшей производственной мощностью.

Возможно, вы по-прежнему думаете, что если производительность последнего звена в цепочке составляет 20 изделий в час, то и производительность системы такая же. Проанализируем процесс еще раз. Изделия покидают участок сверления со скоростью 12 изделий в час, следовательно, и поступают на участок пайки с той же скоростью. На участке сборки может обрабатываться 20 изделий в час, однако поступают на него лишь 12 штук в час. Соответственно, покидают эту стадию каждый час все те же 12 изделий. Участок сборки мог бы обрабатывать 20 изделий в час, если бы они поступали на участок в таком количестве, однако этого не происходит.

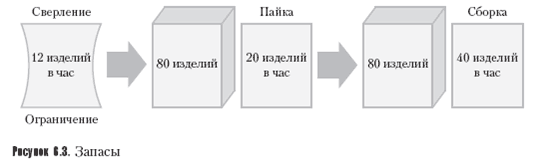
На **рисунке 4** показана система с увеличенной мощностью процесса сборки. Нетрудно заметить, что ограничение сохраняется на прежнем участке, так что усилия по увеличению мощности процесса сборки затрачены даром.



Даже при создании запаса, ситуация останется точно такой же. Допустим, мы сформировали запас изделий и пустили его в производство на стадиях пайки и сборки, чтобы данные участки работали с номинальной производительностью.

Итак, что получится при наличии запаса? На участке сборки можно обрабатывать 40 изделий в час, 80 изделий готово к обработке. Таким образом, 40 штук будут сходить каждый час с производственной линии. Рассматривая только процесс сборки, увидим, что можно было бы работать с максимальной производительностью в течение двух часов.

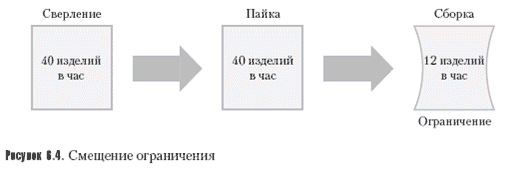
Ситуация представлена на **рисунке 5.**



На участке пайки можно обрабатывать 20 изделий в час, 80 изделий готово к обработке. Значит, данный участок может работать с максимальной производительностью в течение четырех часов. При максимальной производительности процесса каждый час 20 изделий покидают участок пайки и поступают на участок сборки. За два часа накопится 40 единиц, ожидающих поступления на участок сборки. Обработка исходных 80 изделий займет два часа на участке сборки, так что на момент завершения их обработки еще 40 изделий будут ожидать своей очереди на данном участке. Значит, сборка будет работать с максимальной производительностью в течение трех часов.

При наличии сформированного запаса участок сборки может работать с максимальной производительностью в течение трех часов, а участок пайки - в течение четырех часов. Через три часа участок сборки уже не сможет работать с максимальной производительностью, весь запас будет израсходован, и мы останемся с тем количеством, которое поступает с участка пайки, а это 20 изделий в час. После трех часов работы участок пайки все еще работает с максимальной производительностью, а участок сборки - с производительностью 20 единиц в час, несмотря на то что может обрабатывать 40. А что произойдет через четыре часа работы? На участке пайки закончится запас изделий, и работа его снова будет ограничена тем количеством, которое поступает с участка сверления (12 изделий в час). Итак, через четыре часа работы возвращаемся к производительности в 12 изделий в час, что является пределом по ограничивающему ресурсу. Как получились запасы? Чтобы их создать, на некоторое время нужно замедлить или прекратить работу оборудования. Если оборудование простаивает, то продукция не выпускается. Поскольку некоторое время выхода продукции нет, а затем в течение нескольких часов работа идет с повышенной производительностью, то средняя производительность составит все те же 12 или менее изделий в час. Если ограничивающий ресурс работает постоянно, а другие ресурсы функционируют без длительных перерывов, система дает 12 единиц в час. В случае простоя ограничивающего ресурса или его работы с меньшей производительностью снижается производительность всей системы.

Теперь изменим мощности процессов - **рисунок 6.**



Теперь, отправив изделия в производство, можно будет обрабатывать по 40 изделий в час на участках сверления и пайки, однако, когда они достигнут стадии сборки, мощность снизится. Полуфабрикаты начнут скапливаться на участке сборки. Более того, будут обрабатываться различные виды изделий, так что накопятся запасы разных полуфабрикатов. Как заставить систему функционировать наиболее эффективно? Чисто теоретически можно увеличить ограничивающий ресурс. Однако, на практике надо учесть, что производительность последнего участка может быть и не 12 изделий в час (плановые и внеплановые простои оборудования). В этом случае необходимо исследовать причину прежде всего этих простоев. А во-вторых, необходимо помнить о спросе. Продаете ли вы столько-сколько производите? Или продукция идет в запас?

Как уже отмечалось, от ограничивающего ресурса зависит общая производительность системы. **Ограничивающий ресурс (или узкое место) - это барабан**, который определяет темп.

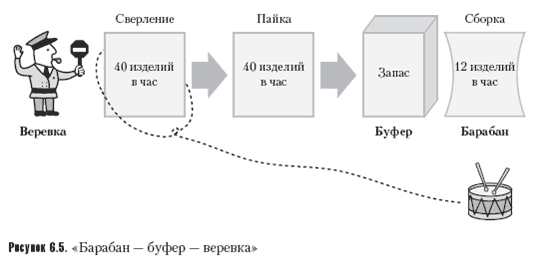
В методе "Барабан - буфер - веревка" барабан задает ритм работы для всей системы. Барабан является ограничением, узким местом в системе, поскольку это наименее производительная стадия. Как видно на примере (Рис.6), участок сборки определяет темп для всего производственного процесса. Мы будем использовать этот "барабан" и с его помощью контролировать себя, чтобы избежать перегрузки системы или создания нежелательных запасов.

Теперь рассмотрим буфер. Это буферные запасы, то есть количество запасов, которое вы содержите перед барабаном. Если барабан, или ограничивающий ресурс, по какой-то причине простаивает, производительность всей системы снижается. Предназначение буфера - способствовать обеспечению участка-барабана материалами для работы, не допускать простоя. В нашем примере буфер будет создан перед участком сборки. Не следует накапливать слишком большие объемы запасов, поскольку это приводит к другим проблемам, но и не стоит допускать их нулевого уровня. Количество запасов нужно поддерживать на необходимом уровне путем производства большего или меньшего количества на предыдущих стадиях. Если мы захотим увеличить объем буфера, то увеличим скорость обработки или количество, которое обрабатывается в системе, пока не достигнем необходимого уровня. Если нужно уменьшить буфер - замедлим скорость производства или уменьшим количество обрабатываемых изделий.

И наконец, у есть веревка. Веревка связывает барабан, то есть операцию, задающую темп, с подачей материалов в производство. Веревка - это сигнал, с помощью которого ограничивают поток материалов в систему. При планировании поступления материалов в систему следует контролировать состояние ограничивающего ресурса (барабана) и буфера (буферов). Возможно, это нелегко принять, но могут быть такие периоды, когда в систему вообще не допускаются материалы или изделия для обработки. Некоторые станки или участки предприятия будут простаивать.

Итак, производительность всей системы равна производительности ограничивающего ресурса. Повышение производительности, качества работы, эффективности в любой другой части процесса - пустая трата времени и денег. Простои оборудования и незанятость персонала иногда необходимы. Это не значит, что люди могут сидеть и ничего не делать. Пока основная производственная работа на участке приостановлена, всегда найдется множество полезных дел. Работники могут заниматься техобслуживанием оборудования или уборкой помещений, проходить обучение или тренинг, помогать на других участках. Без сомнения, можно предложить множество идей, чтобы с пользой занять работников.

При сложных организационных системах бывает сложно выявить ограничивающий ресурс. Тем не менее, наверное, есть догадки, где находится узкое место процесса. Если вы не уверены в правильности выводов, то первое, на что следует обратить внимание, - это область, где скапливаются запасы материалов. **Рисунок 7:**



Обычный (неограничивающий) ресурс может снабжать материалами ограничивающий. Однако очевидно, что перегружать такой обычный ресурс не стоит, чтобы не поставить под угрозу снабжение ограничивающего. Рассмотрим это ниже.

Буферы.

Под буфером мы подразумеваем буферные запасы, поскольку создаем их перед ограничивающими ресурсами, чтобы предотвратить простои в узких местах из-за отсутствия работы. Вы работаете с ассортиментом продукции и должны иметь стандартные методы анализа и управления мощностью или буфером, которые помогут измерять мощность или размер буфера и управлять ими. Очень часто в качестве стандарта выступает время.

Продемонстрируем это на примере обработки *XL 10*. Данная модель для одного изделия требует по три минуты на сверление и пайку и пять минут на сборку. Другой вид продукции, скажем *RG 7*, потребует для одного изделия четыре минуты на сверление, пять минут на пайку и восемь - на сборку. Если мы будем оперировать штуками, то буфер в количестве 100 изделий на самом деле означает различные размеры буферов для этих двух наименований; 100 штук *XL 10* трансформируется в 8,3 часа работы сборочного участка, а 100 штук *RG 7* - в 13,3 часа. Если буфер служит для защиты ограничивающего ресурса от простоя ввиду отсутствия работы, то важно знать именно объем работы в буфере, а не просто количество изделий. Вот почему буфер времени так удобен в использовании.

Еще один важный вопрос: какого объема должны быть буфера? Чтобы дать ответ, рассмотрим еще раз, для чего они необходимы. Это защита для узкого места. Мы не хотим, чтобы ограничивающий ресурс оставался без работы, поскольку именно он определяет производительность всей системы. Каким образом создается буфер? Ресурсы, которые снабжают ограничивающий ресурс, наполняют и буфер. Ограничивающий ресурс должен обрабатывать изделия с постоянной скоростью (в идеале, конечно), поскольку мы концентрируем усилия на обеспечении его постоянной работой (за исключением простоев по необходимости). Колебания производительности снабжающей операции влияют на размер буфера. Размер буфера должен быть таким, чтобы колебания снабженческих операций не сказывались на работе ограничивающего ресурса. Как только определен размер буфера и создан данный буфер, следует наблюдать за ним и осуществлять управление. Нужно сравнивать фактический размер буфера с запланированным, предложенным вами. Фактический размер буфера будет колебаться, поскольку колеблется производительность снабжающих буфер операций. Производительность этих операций меняется по двум причинам: из-за неконтролируемых перебоев в работе (нормальные отклонения) и в результате планирования производственного графика и действий, обеспечивающих соответствие размера буфера планам (запланированные отклонения). Управление буфером сводится к наблюдению за его состоянием и контролю. Желательно следить за размером буферов одновременно как за мерой эффективности работы и как за контрольным механизмом. Если размер буфера не меняется, значит, вы его не расходуете и он ни от чего вас не защищает. Он просто занимает место, требует наблюдения, однако на самом деле не так уж и нужен. В действительности это не совсем верно - буфер и в данном случае кое-что делает, однако не то, что требуется. Одним словом, следите за размером ваших буферов, управляйте ими и изменяйте их, когда это целесообразно.

Решение проблемы функционирования производственной системы с точки зрения OPT решается в несколько шагов.

Шаг 1: выявить ограничения системы.

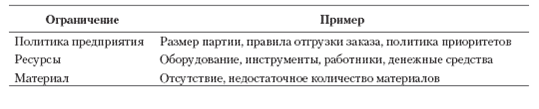
Данный шаг кажется достаточно ясным, однако не все так просто. Производственные процессы редко бывают несложными, а проблемы не всегда понятны. Обычно проблемы начинаются с претензий потребителей (например, заказ не был отгружен в срок или укомплектован не полностью, потребитель получил бракованные изделия, обещанные сроки не удовлетворяют требованиям клиентов, производственный цикл слишком длинный и т.п.). Вместо реальных попыток решить основную проблему внимание часто акцентируют только на вопросах сроков отгрузки. Производственные графики, если они есть, теряют смысл. Очередность выполнения заказов перераспределяется в цехах таким образом, чтобы удовлетворить тех, кто громче всех требует своего. Работа над частично готовыми заказами приостанавливается и откладывается в пользу новых горящих заявок, чтобы выполнить их на участке прямо сейчас.

Все перечисленное - признаки того, что система вышла из-под контроля. Но вместо того чтобы наскоро "тушить пожар", необходимо внести некоторые изменения в процессы и системы, иначе такая спешка гарантирована постоянно. На некоторое время ритм может замедлиться, однако рано или поздно еще один потребитель предъявит претензии - и предприятие снова начнет работать в режиме пожарной команды. Следовательно, внести изменения необходимо. Но нельзя действовать наугад, важно знать, что конкретно требует изменений. Прежде чем предпринимать что-либо, следует выяснить, что именно необходимо заменить. Наконец, нужно определить, каким образом внести изменения. Часто это самое трудное. Вы знаете, что необходимо предпринять, но как это сделать

Лучше всего начать с поиска операции, перед которой скапливаются запасы. Скопление запасов - хороший индикатор узкого места, однако в данном факте следует удостовериться. Ограничения в основном бывают трех видов: в политике предприятия, в ресурсах и в материалах. Наиболее распространенными можно назвать **ограничения в политике предприятия**. Казалось бы, их легче и дешевле всего преодолевать, однако это не всегда так. Ограничения в устоявшейся практике включают в себя размеры партий, правила отгрузки и т.п. Например, продукция производится определенными партиями. Знаете ли вы, почему размеры партий именно такие? Наверное, нет. Скорее всего, ответом будет фраза "Потому что мы делаем так" или "Мы всегда делали так". Почему приоритет был отдан именно таким размерам? Почему изделия производятся именно в таком порядке? Часто трудно найти ответы на данные вопросы, а такие ограничения в устоявшейся практике могут влиять на производительность всей системы. Необходимо выяснить, в чем причина ограничения.

**Ограничения в ресурсах** возникают не так часто, как может показаться. Проблемы обычно связаны с порядком снабжения системы работой, а не с каким-то определенным звеном внутри самой системы. Ресурсы - это оборудование, инструменты, персонал и все, что необходимо для производства вашей продукции. Ограничения в ресурсах можно легко преодолеть, по крайней мере теоретически. Ограничением внутри ограничения может стать лишь решение привлечь большее количество ресурсов, а также выявить и оценить потребности в дополнительных ресурсах.

**Ограничения в материалах** широко не распространены, однако встречаются. Удостоверьтесь в том, что ограничение действительно связано с материалом, а не с устоявшейся практикой. Материалов нет в наличии, или их недостаточно, или вы просто не предвидели необходимости в них, не запланировали и не заказали вовремя? В этом и состоит различие между ограничением в материалах и ограничением в устоявшейся практике: действительно ли отсутствуют материалы или это ошибка планирования.



Шаг 2: решить, как использовать ограничения системы.

Сейчас вам нужно решить, что предпринять, чтобы преодолеть ограничения. Это в некотором роде стадия переработки схемы процесса. Следует определить, какими будут ваши усовершенствования. Второй шаг предназначен именно для ситуаций, когда требуется разработать новые процедуры или правила. Необходимость привлечения новых ресурсов или модификации существующих тоже выясняется именно на данной стадии. На протяжении этого этапа нужно постоянно помнить об основной цели и понятии пропускной способности.

Способ преодоления ограничения частично определяется видом самого ограничения. Каким бы оно ни было, усовершенствование или новая версия процесса будут похожи на него. *Поскольку вероятнее всего, что ограничение связано с устоявшейся практикой, решение проблемы представляет собой изменение какого-либо процесса или внедрение нового.* В первую очередь следует проанализировать существующий процесс, составить блок-схему операций. Сложно что-то изменить, если вы смутно представляете себе ситуацию в данный момент. Очень многие полагают, что хорошо знают текущие процессы, однако, пока схема не изображена на бумаге, состояние процесса неизвестно.

Когда текущее состояние дел отражено наглядно, можно начинать искать пути усовершенствования процесса. Это именно та область, где могут пригодиться многие другие знакомые вам инструменты. Возможно, ограничение выглядит как ограничение в ресурсах, потому что вы не в состоянии обрабатывать достаточно материалов, чтобы выполнять заказы потребителей и соответствовать их производственным циклам. Однако может быть, что ограничение связано с устоявшейся практикой, системой работы по традиционной производственной схеме. Вместо того чтобы продолжать работать в таком режиме и пытаться решить проблему за счет дополнительной рабочей смены или дополнительных единиц оборудования, попробуйте перейти к ячеечному производству и использовать методологию бережливого производства.

Возможно, проблема связана с определением приоритетов в исполнении заявок или с планированием, поскольку информационные системы не соответствуют вашим потребностям. Ограничением в этом случае может стать отсутствие информации или плохая ее обработка. Данное ограничение можно преодолеть с помощью усовершенствованной информационной системы - внедрив систему планирования ресурсов предприятия (*ERP*). Для выявления ограничений системы и разработки улучшенных процессов можно использовать метод "Шесть сигм". Если ограничение возникает по причине отсутствия запасов или их плохого контроля, то его можно преодолеть с помощью системы циклического учета.

Шаг 3: привести все остальные элементы системы в соответствие с предыдущими шагами.

Поскольку ограничение определяет эффективность работы всей системы, необходимо сосредоточить на нем усилия. Не нужно беспокоиться об усовершенствовании других частей системы, поскольку оно не повлияет на ее эффективность в целом. Но вы должны гарантировать, что все оставшиеся части работают синхронно с ограничивающим ресурсом, так чтобы он никогда не находился в простое.

Подчинение означает, что все остальные части системы снабжают ограничение, то есть ресурсы, которые не ограничивают производительность, снабжают ограничивающий ресурс. Вы должны управлять этими средствами так, чтобы ограничивающий ресурс был достаточно загружен. Не стоит обеспечивать слишком большой объем работы, однако нельзя допускать и простоев ограничивающего ресурса. Поставка материалов в систему, производственный график и очередность обработки заказов в остальных ее частях должны быть синхронизированы с ограничением или подчинены ему. Все усилия сосредоточиваются на достижении максимальной эффективности и производительности ограничивающего ресурса. Это и есть подчинение.

Шаг 4: устранить ограничения системы.

Устранить ограничение системы означает превратить ограничивающий ресурс в неограничивающий. После того как вы сделали все что могли для достижения максимальной пропускной способности системы - сосредоточили усилия на усовершенствовании ограничения, - можно вкладывать средства в повышение мощности ограничения. Вернемся к нашему примеру. Если процесс сборки был ограничивающим ресурсом и сделано все что нужно для повышения его производительности, то, возможно, придется добавить еще установку или участок сборки, чтобы увеличить производительность системы.

Предположим, система бережливого производства внедрена, организованы рабочие ячейки и введена система вытягивания в целях преодоления ограничения и вам по-прежнему нужно повышать производительность. В данном случае следует подумать об установке дополнительного оборудования, создании новых ячеек, найме дополнительных работников или введении дополнительных смен для увеличения мощности. Однако вы не должны делать этого, пока не попробуете все остальные варианты устранения ограничения.

Шаг 5: возвращаемся к шагу 1.

Если на предыдущем этапе ограничение было снято, возвращайтесь к шагу 1 и не позволяйте инерции стать причиной ограничения системы. В конце концов, после внесения всех усовершенствований, снятия ограничения и увеличения пропускной способности нужно вернуться к шагу 1 и начать сначала. Предупреждение об инерции, приводящей к ограничению, означает, что вы не должны просто продолжать делать то, что делали. Необходимо удостовериться, что ограничение определено верно, и выявить любое новое ограничение, которое могло неожиданно возникнуть в ходе работы.

После осуществления первых четырех шагов, выявления ограничения, внесения корректив в процесс и устранения ограничивающего ресурса появится новое ограничение. Оно должно появиться. Даже если вы провели прекрасные усовершенствования и увеличили пропускную способность и мощность до самого высокого уровня в системе, в процессе по-прежнему будет иметь место ограничение. Помните, что ваша цель - зарабатывать деньги, сейчас и в будущем. Вы желаете по-прежнему увеличивать доходы. В этом случае объемы продаж, не соответствующие максимальной мощности, станут новым ограничением и придется преодолевать его, чтобы использовать возросшие производственные мощности.