

УПРАВЛЕНИЕ СТАНОЧНЫМИ СИСТЕМАМИ: СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛОГИСТИКЕ. Часть I.

Термин «логистика» нередко связывают со складированием и перемещением грузов, т.е. логистикой поставок. При этом часто забывают, что к логистике относятся также и процессы планирования производства и управления производственными операциями, потоками материалов внутри компании-производителя.

В организационном отношении часть логистической системы, к которой относится управление внутрипроизводственными потоковыми процессами, образует производственную логистическую систему, которая является интегрированной совокупностью элементов в общей структуре действующей логистической системы.

Производственная логистика – обеспечение качественного, своевременного и комплектного производства продукции в соответствии с хозяйственными договорами, сокращение производственного цикла и оптимизация затрат на производство. Цель производственной логистики заключается в точной синхронизации процесса производства и логистических операций во взаимосвязанных производственных и обеспечивающих подразделениях.

К общим задачам (функциям) производственной логистики относятся:

- планирование и диспетчирование производства на основе прогноза потребностей в готовой продукции (далее ГП) и заказов потребителей;
- разработка планов-графиков производственных заданий цехам и др. производственным подразделениям;
- разработка графиков запуска-выпуска продукции, согласованных со службами снабжения и сбыта;
- установление нормативов незавершённого производства и контроль за их соблюдением;
- оперативное управление производством и организация выполнения производственных заданий;
- контроль за количеством и качеством ГП;
- участие в разработке и реализации производственных нововведений;
- контроль себестоимости производства ГП.

При организации движения материального потока в цепи поставок принято выделять два подхода:

- системы, движение материального потока в которых основано на принципе «выталкивания» материальных ресурсов предыдущим производственным звеном на последующее на всём пути их продвижения в цепи поставок, когда для каждого участка централизованно составляются индивидуальные планы производства и для этого резервируются определённые материалы и межоперационные заделы;
- системы, движение материального потока в которых основано на принципе «вытягивания» материальных ресурсов последующим в технологической цепочке производственным звеном с предыдущего на всём пути их продвижения в цепи поставок.

Оба вида систем находят широкое использование на различных предприятиях и в различных типах экономики (рыночной, централизованно управляемой, переходной). Отметим, что обе системы нацелены на удовлетворение потребности последующего звена за счёт соответствующей (по объёму, срокам, качеству и т. д.) поставки от предшествующего звена.

Различие касается способов управления движением потоков и в первую очередь степени централизации планирования поставок по межзвенным передачам – централизованное и децентрализованное планирование.

Ещё один принципиально важный признак, отличающий эти две логистические системы, заключается в том, что в своей основе они имеют различные подходы к установлению ритма, определяющего движение всего материального потока. Причина в том, что «выталкивающая» и «вытягивающая» системы ориентируются на различный характер потребительского спроса. «Выталкивающая» система ориентирована преимущественно на относительно постоянный спрос в течение довольно длительного промежутка времени. Поэтому в основе всех плановых расчётов она может использовать постоянные значения ритма изготовления продукции. Системы «вытягивающего» типа в качестве планового периода для определения средних оборотных заделов рассматривают периоды от одного до трёх месяцев. Оперативное управление в этих системах производится на значительно меньшем горизонте планирования

В задачах производственной логистики, в отличие от логистики поставок, в первую очередь ставится задача организации управления материальными потоками как внутри, так и между производственными подразделениями (цехами, участками). И то, что ассоциируется в цепочке поставок с «вытягивающей» системой со словами: «Один потребитель последовательно вытягивает поставки, осуществляемые другими звеньями, включёнными в общую цепочку поставщиков» (что-то наподобие паровоза, тянущего за собой вагоны), в производственной логистике имеет несколько иной смысл. Под «вытягивающей» логистической схемой на уровне организации и управления производством (Pull Scheduling) понимается ситуация, когда план работы, составленный только для одного производственного подразделения, автоматически порождает планы работ для всех остальных участков, включённых в технологическую цепочку. Это тот же паровоз, но здесь уже не требуется, чтобы он располагался непременно впереди всего состава!

«ВЫТАЛКИВАЮЩАЯ» ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (PUSH SCHEDULING)

«Выталкивающая» логистическая система – это такая организация движения материальных потоков через производственную систему, при которой материальные ресурсы подаются с предыдущей операции на последующую в соответствии с заранее сформированным жёстким графиком поставок. Материальные ресурсы «выталкиваются» с одного звена производственной логистической системы на другое. Каждой операции общим расписанием устанавливается время, к которому она должна быть завершена. Полученный продукт «проталкивается» дальше и становится запасом незавершённого производства на входе следующей операции. То есть такой способ организации движения материальных

потоков как бы игнорирует информацию о том, продолжится ли обработка данного продукта на следующей стадии, и в каком состоянии в настоящее время находится используемое для этой обработки рабочее место: занято ли оно выполнением совсем другой задачи или ожидает поступления продукта для обработки. В результате нередко появляются задержки в работе технологического оборудования и рост запасов незавершённого производства. Структура «выталкивающей» логистической системы приведена на рисунке 1.

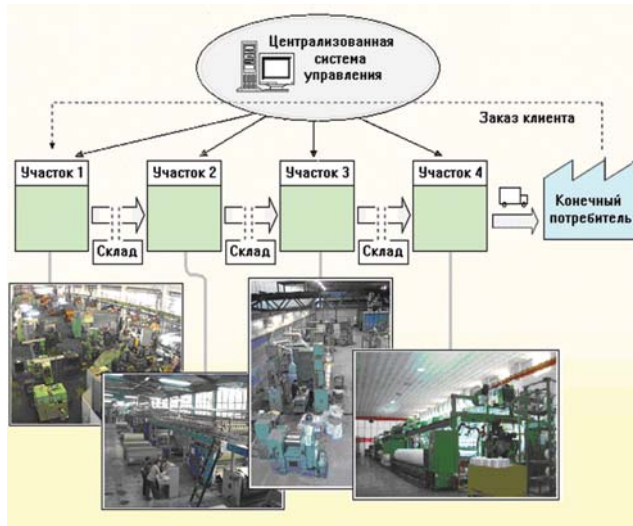


Рис. 1. Структура «выталкивающей» системы производственной логистики.

«Выталкивающая» система с централизованным планированием предполагает, что каждый производственный участок получает конкретные задания на плановый период (это могут быть комплекты деталей) и отчитывается о его выполнении перед централизованной системой управления предприятием. Результаты своей работы каждое производственное подразделение передает на склад. При таком планировании и участок, и централизованную систему управления интересует только выполнение сроков и объемов планового задания. Каждый отдельный участок при таком виде планирования существует как бы изолированно. Его не интересует, что будет с изделиями, которые он отправляет на промежуточный склад, и есть ли там остатки продукции предыдущего месяца. При наличии остатков на складе возникает избыток запасов в системе, при задержке с пополнением запасов возникает дефицит, способный остановить производственный процесс. При возникновении изменений, например, спроса или поставок, планы должны оперативно пересматриваться, что резко увеличивает трудоёмкость плановой работы. В отечественной практике этот вид планирования был до недавнего времени единственным; в условиях рыночной экономики он используется в основном на заготовительных предприятиях и предприятиях с массовым типом производства, производящих стандартизованную продукцию широкого назначения. «Выталкивающая» логистическая система является методологическим базисом для MRP-II и реализуется, как правило, на уровне современных ERP-систем.

Мы не будем подробно останавливаться на описании функциональных возможностей ERP-систем не только по

причине того, что об этом написано достаточно много, сколько по причине того, что ERP-системы, по сути, не являются прямым инструментом планирования работ на предприятии. По прошествии десяти лет консультанты и пользователи наконец-то поверили в то, что ERP – это, прежде всего, корпоративная информационная система, система управления предприятием, своего рода кровеносная и нервная система промышленного организма, соединяющая островки логистики многочисленных органов, выполняющих определённые функции (документооборот, управление закупками, поставками, складскими запасами и пр.). О характере планирования работ, технологических операций на станки и другие единицы технологического оборудования в ERP-системах можно сказать одной фразой – планирование в большинстве систем ведётся на основе старого стандарта MRP-II без учёта текущей загрузки данного оборудования и состояния обработки изделий. Т.е. по сути, любой детальный ERP-план будет практически невыполнимым.

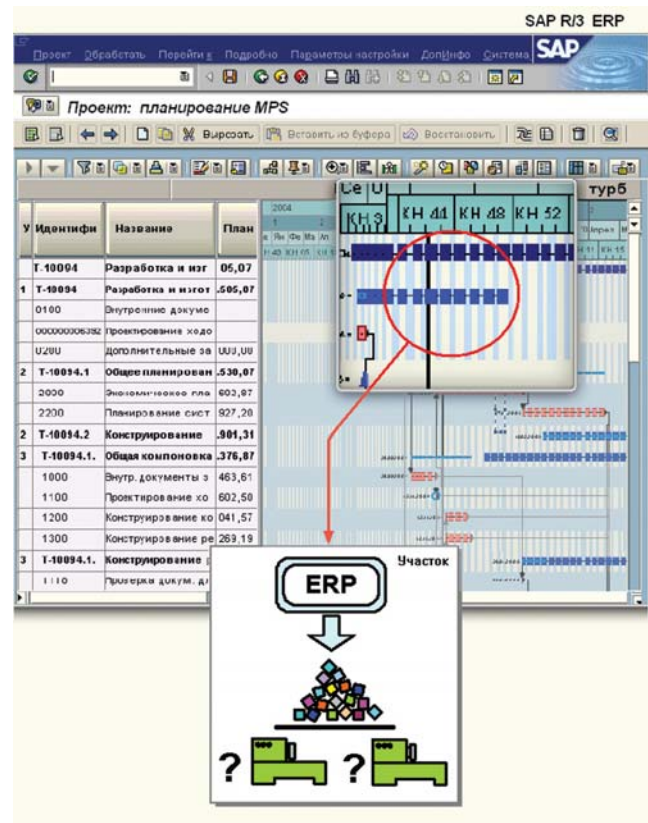


Рис. 2. ERP: Формирование плана выпуска продукции (производственной программы).

Любое планирование на уровне ERP ограничивается лишь формированием для каждого производственного участка объёмного месячного или декадного плана (рисунок 2). Корректировать такие планы оперативно не удастся, вот почему их реализация предполагает строгую исполнительскую дисциплину во всех вовлечённых в производственную цепочку подразделениях предприятия. Т.е. можно говорить об организации производства, контролируемого ERP, как производства с определённым запасом «устойчивости» по отношению к возникающим отклонениям от составленного объёмного плана. Вся тяжесть при этом ложится на исполнителей: «как хочешь, но плановое задание к рассчитанному сроку выполни!» И, что

особенно важно, ERP, выдав задание всем подразделениям, при возникновении потребности в корректировке планов, не в состоянии с этим справиться, т.к. любой пересчёт даст ту же картину общего задания – задания в объёмах, но не в деталях сроков по изделиям и операциям, обрабатываемым на конкретном производственном участке. Последнее обстоятельство значительно сужает область эффективного применения «вытаскивающей» логистической системы.

«ВЫТЯГИВАЮЩАЯ» ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (PULL SCHEDULING)

«Вытягивающая» логистическая система – это такая организация движения материальных потоков, при которой материальные ресурсы подаются («вытягиваются») на следующую технологическую операцию с предыдущей по мере необходимости, а поэтому жёсткий график движения материальных потоков отсутствует. Размещение заказов на пополнение запасов или изготовление материальных ресурсов (операционных заделов) или ГП происходит, когда их количество достигает определённого критического уровня. Эта система основана на «вытягивании» продукта последующей операцией с предыдущей операции в тот момент времени, когда последующая операция готова к данной работе. То есть 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 (принцип Just-in-Time), см. рисунок 3.

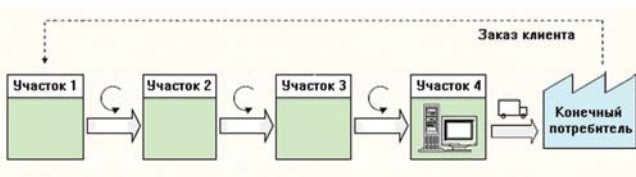


Рис. 3. Структура «вытягивающей» системы производственной логистики.

Дэвид Хэллетт приводит следующее определение:

«Вытягивающая» система – это система, используемая для управления производством, в которой объём создаваемых операционных заделов (запасов) определённым образом ограничен.

Операционные заделы, далее производственные запасы, могут включать в себя сырьё, незавершённое производство (НЗП), готовую продукцию, а также специально резервируемый фонд времени технологического оборудования.

Опираясь на это определение можно, сказать, что любая логистическая методика, которая ограничивает уровень операционных заделов, будет создавать «вытягивание».

Принято выделять пять базовых типов «вытягивающих» логистических систем Pull Scheduling:

- восполнение «супермаркета» (supermarket replenishment);
- лимитированные очереди FIFO (capped FIFO lanes);
- метод «барабан-буфер-верёвка» (drum buffer rope);
- лимит незавершённого производства (WIP cap);
- метод вычисляемых приоритетов (priority sequenced lanes).

ВОСПОЛНЕНИЕ «СУПЕРМАРКЕТА»

Традиционные системы управления производством требуют значительных денежных ресурсов для того, чтобы поддерживать необходимые запасы материалов. Когда японская автомобильная компания Тойота перестраивалась после Второй мировой войны, ей остро не хватало оборотных средств, и предприятие не могло позволить себе использовать «традиционную логистическую концепцию». Руководство компании решило узнать, что происходит в мире, и задалось вопросом: «Какая отрасль лучше всего использует свои запасы?» Ответ был следующим: «супермаркеты».

В настоящее время типичный супермаркет оборачивает свои запасы более 50 раз в год. Обычная производственная компания, которая использует «вытаскивающую» логистическую систему управления, оборачивает свои запасы от одного до десяти раз в год. Используя «вытягивающую» логистическую систему и другие принципы «Бережливого производства», Тойота достигла немыслимого для производственного предприятия показателя в 50 - 70 оборотов производственных запасов в год!

Принципиальная схема метода восполнения «супермаркета» приведена на рисунке 3.

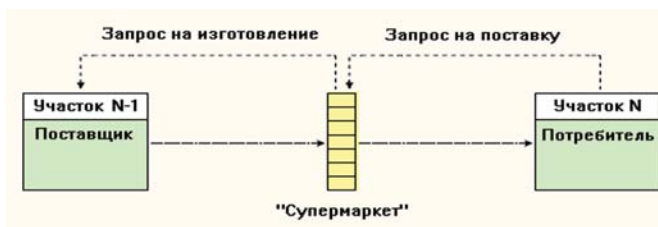


Рис. 4. Схема метода восполнения «супермаркета».

Она действует следующим образом (рисунок 4):

- Процесс-потребитель забирает исходные материалы из ячеек «супермаркета» тогда, когда ему это нужно.
- Для каждого изготавливаемого изделия (заказа) рассчитывается «точка восполнения» исходных материалов.
- Как только суммарное количество материалов в ячейках супермаркета и исполняемых заказах становится ниже «точки восполнения», процессу-поставщику посылается новый заказ на их поставку. В качестве такого заказа может выступать пустой контейнер, карточка «канбан», световой сигнал, пустая ячейка «супермаркета» и т.п. (Оформлять заказ на бумаге не обязательно – подойдёт даже простой вариант: «если видишь пустое место, то заполни его»).
- Для каждого восполняемого материала рассчитывается объём соответствующей партии. Количество изделий во всех новых заказах равно объёму восполняемых материалов.
- Процесс-поставщик исполняет заказ на восполнение материалов.
- Заказанные материалы физически помещаются в соответствующие ячейки «супермаркета».

Заметим, что в данном случае формальное производственное расписание работ имеется только у процесса-потребителя. План работ для процесса-поставщика формируется автоматически в реальном масштабе времени самой «вытягивающей» логистической системой. Это очень важный аспект «вытягивающей» системы управления производством: **«Не важно, сколько процессов управляется вытягивающей системой, главное, что в ней будет только одна точка планирования!».**

Итак, **единственная точка планирования** выпуска готовой продукции – это один производственный участок, для которого в «вытягивающей» логистической системе происходит расчёт основного расписания, определяющего работу всего производства в целом. Работа других участков, включённых в технологическую цепочку, автоматически планируется самой «вытягивающей» системой.

На величину точки восполнения, его объём и общий потенциальный производственный запас материалов по каждому изделию в системе влияют следующие переменные:

- усреднённый спрос за период времени;
- время выполнения заказа от того момента, когда затребованные для восполнения материалы поступают в ячейки «супермаркета»;
- размер партии восполняемых материалов;
- время, в течение которого процесс-потребитель сможет получить требуемые материалы из ячеек «супермаркета».

Увеличение любой из этих величин неминуемо вызовет увеличение общего потенциального объёма производственных запасов.

Фактическая средняя величина запасов в ячейках «супермаркета» в хорошо спроектированной системе большую часть времени будет составлять 10 - 15% от их общего потенциального объёма, продиктованного планом выпуска готовой продукции.

Для того, чтобы связать в «вытягивающей» системе управления несколько производственных участков, следует использовать несколько «супермаркетов».

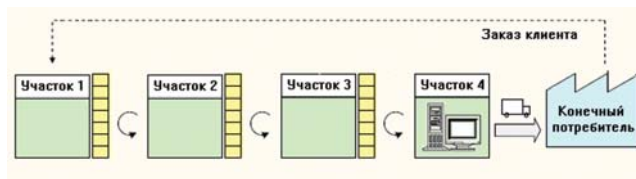


Рис. 5. Структура метода восполнения «Супермаркета».

Каждый из трёх «супермаркетов» в этом примере независим от остальных и функционирует так же, как «супермаркет» из примера, показанного на рисунке 5. Единственной точкой, где составляется производственное расписание, в этой системе будет участок 4. Проще всего определить это место таким образом: **единственной точкой планирования производства в этой «вытягивающей» логистической системе будет процесс, который изымает продукцию из последнего (по технологии производства продукции) «супермаркета».**

Следует отметить, что метод восполнения «супермаркета» хорошо применим лишь в тех случаях, когда участок-потребитель имеет возможность выбирать из множества различных вариантов полуфабрикатов, расположенных в ячейках. В других ситуациях этот метод обычно бывает менее предпочтительным.

Для составления детальных расписаний выполняемых работ в точке планирования на предприятиях интерес представляют системы классов APS (Advanced Planning & Scheduling Systems) и MES (Manufacturing Execution Systems).

По сравнению с алгоритмами MRP II, алгоритмы APS при составлении расписаний одновременно учитывают как потребности материалов, так и мощности предприятия с учётом их текущей и спланированной загрузки. В алгоритмах APS учитываются переналадки и некоторые другие параметры

технологической среды, в которой происходит обработка изделий на конкретном производственном участке.

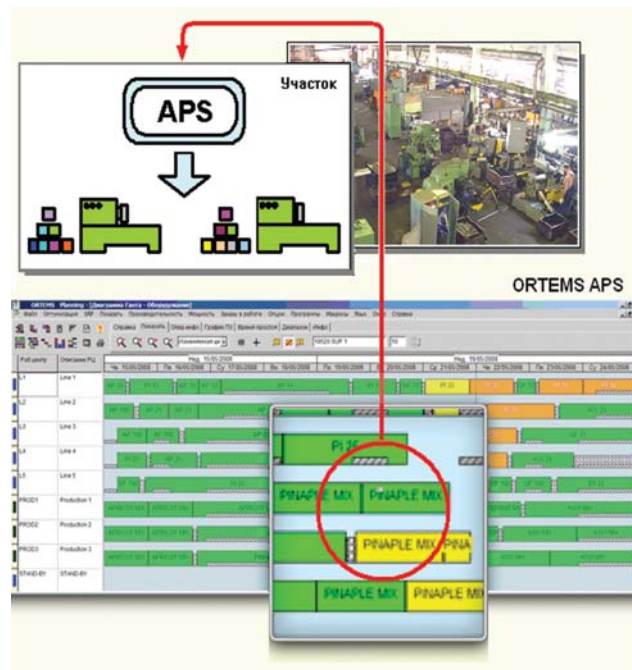


Рис. 6. APS: Расчёт расписания работ для производственного участка.

Упростив в определённом смысле алгоритм построения расписания, разработчики APS дали возможность в пределах существующих вычислительных мощностей получать допустимые производственные расписания и более-менее точно прогнозировать сроки исполнения заданий (см. рисунок 6). При этом APS-системы не ставят себе более сложных задач вроде минимизации в построенных расписаниях времени переналадок, транспортных операций, уменьшения количества задействованного оборудования и т.п., поскольку учёт этих требований неминуемо приведёт к утяжелению алгоритмов и невозможности за кратчайшее время получать расписания для больших размерностей. В связи с этим APS-системы имеют на своём вооружении крайне ограниченный состав критериев планирования. Надо отметить, что и эта существующая возможность получения хотя бы допустимых расписаний (в пределах получаса) не зря появилась в середине 90-х годов. Увеличение производительности вычислительных машин с одновременным снижением их стоимости в очередной раз явилось катализатором прогресса в области управления производством.

Продолжение следует.

Е. Б. Фролов, д.т.н., профессор Московского государственного технологического университета «СТАНКИН».