

Выталкивающая и вытягивающая



Системы планирования

При организации движения материального потока принято выделять два подхода:

1. системы, движение материального потока в которых основано на принципе «**выталкивания**» материальных ресурсов предыдущим производственным звеном на последующее на всем пути их продвижения в цепи поставок, когда для каждого участка централизованно составляются индивидуальные планы производства и для этого резервируются определенные материалы и межоперационные заделы;

-
2. системы, движение материального потока в которых основано на принципе «**вытягивания**» материальных ресурсов последующим в технологической цепочке производственным звеном с предыдущего на всем пути их продвижения в цепи поставок.

Различия :

1. **по степени централизации планирования** поставок по межзвенным передачам — централизованное и децентрализованное планирование;
2. различные **подходы к установлению ритма** (горизонты планирования, характер потребительского спроса)

«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 жестким графиком поставок.

Структура «выталкивающей» системы производственной логистики



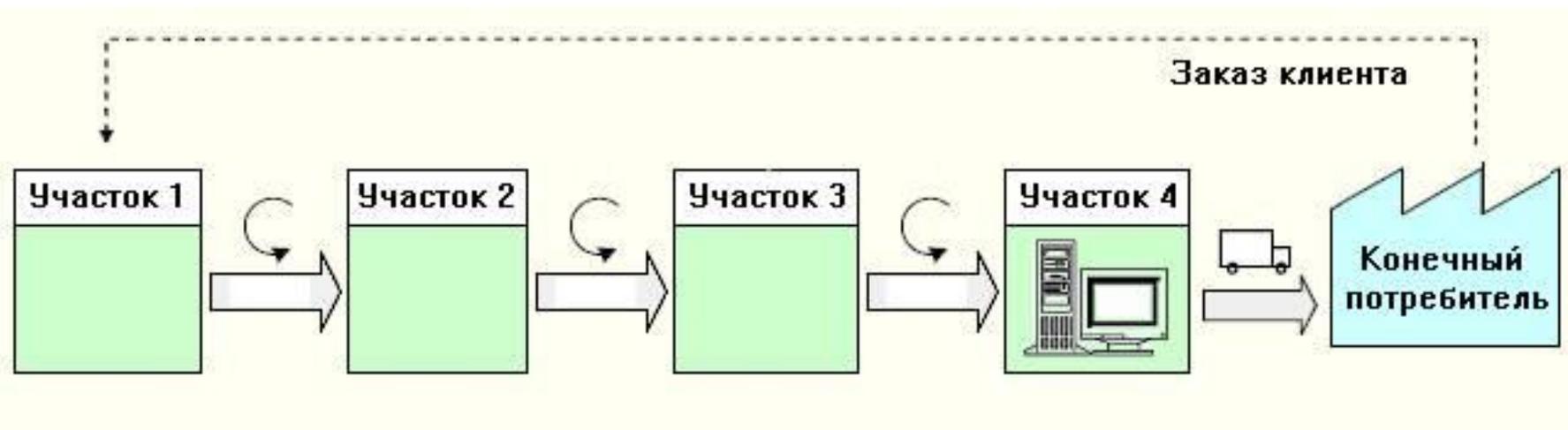
«Вытягивающая» логистическая система

- это такая организация движения материальных потоков, при которой материальные ресурсы подаются («вытягиваются») на следующую технологическую операцию с предыдущей по мере необходимости, а поэтому жесткий график движения материальных потоков отсутствует.

Под «вытягивающей» логистической схемой на уровне организации и управления производством

понимается ситуация, когда план работы, составленный только для одного производственного подразделения, автоматически порождает планы работ для всех остальных участков, включенных в технологическую цепочку.

Структура «вытягивающей» системы производственной логистики



«Вытягивающая» система

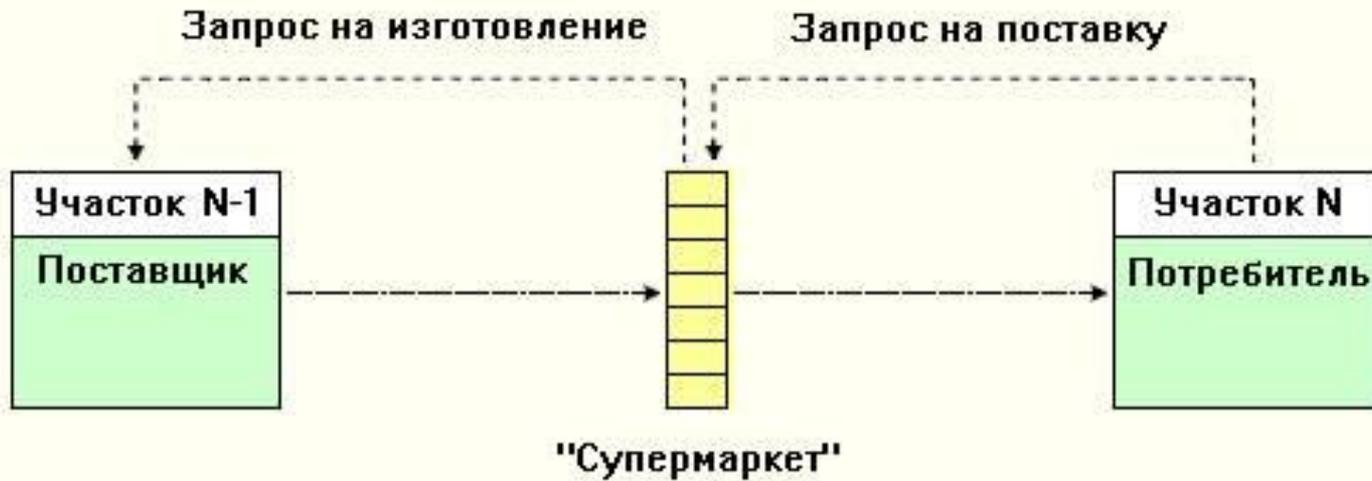
- это система, используемая для управления производством, в которой объем создаваемых операционных заделов (запасов) определенным образом ограничен.

5 базовых типов «вытягивающих»

логистических систем (Pull Scheduling):

1. Восполнение «Супермаркета» (Supermarket Replenishment);
2. Лимитированные очереди FIFO (Capped FIFO Lanes);
3. Метод «Барабан-Буфер-Веревка» (Drum Buffer Rope);
4. Лимит незавершенного производства (WIP Cap);
5. Метод вычисляемых приоритетов (Priority Sequenced Lanes).

1 Восполнение «супермаркета»



Единственная точка планирования выпуска готовой продукции

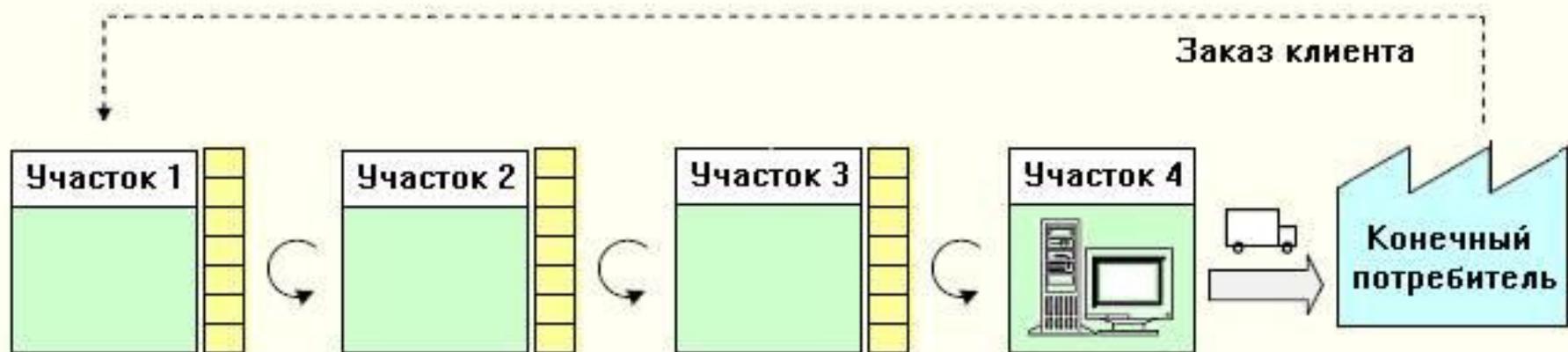
- это один производственный участок, для которого в «вытягивающей» логистической системе происходит расчет основного расписания, определяющего работу всего производства в целом.

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

- усредненный спрос за период времени;
- время выполнения заказа от того момента, когда затребованное 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 объема производственных запасов.

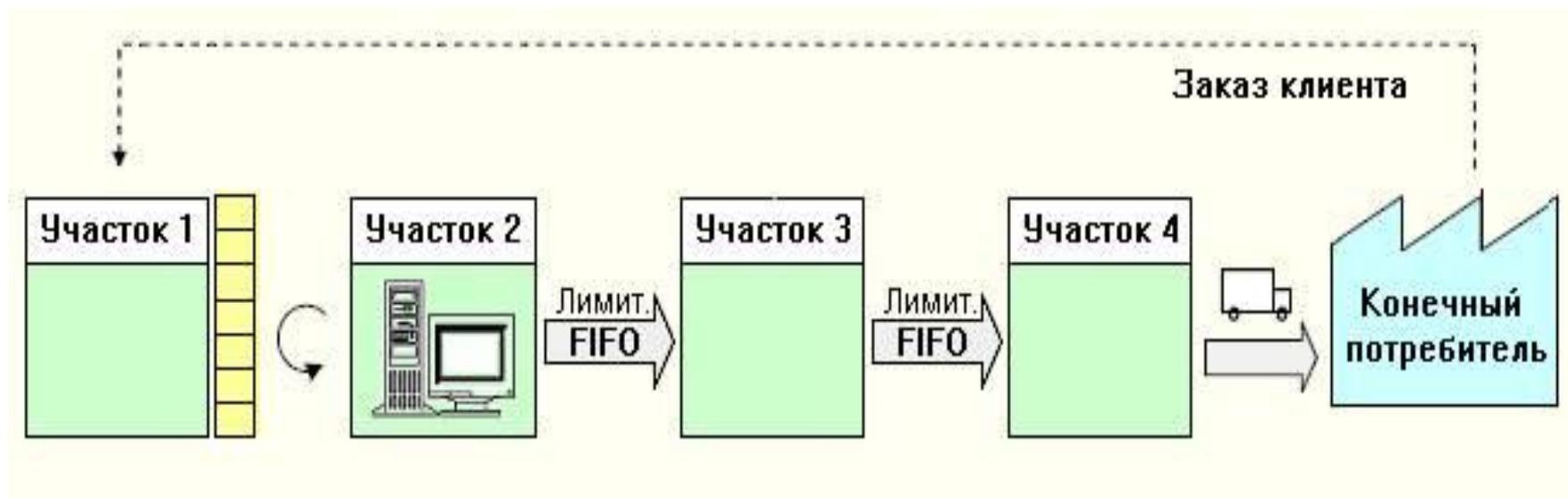
Структура метода выполнения «Супермаркета»



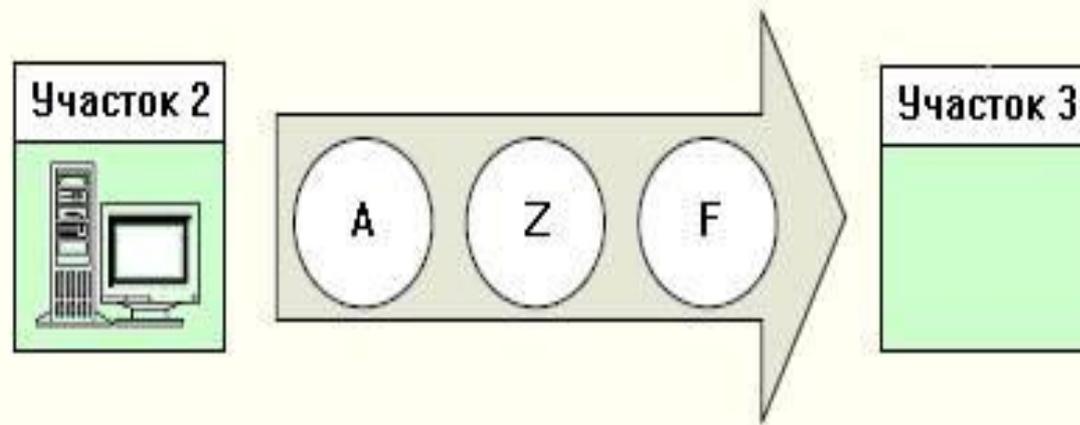
Единственной точкой планирования производства в этой «вытягивающей» логистической системе будет процесс, который изымает продукцию из последнего (по технологии производства продукции) «Супермаркета».

Метод восполнения «Супермаркета» хорошо применим лишь в тех случаях, когда участок-потребитель имеет возможность выбирать из множества различных вариантов полуфабрикатов, расположенных в ячейках.

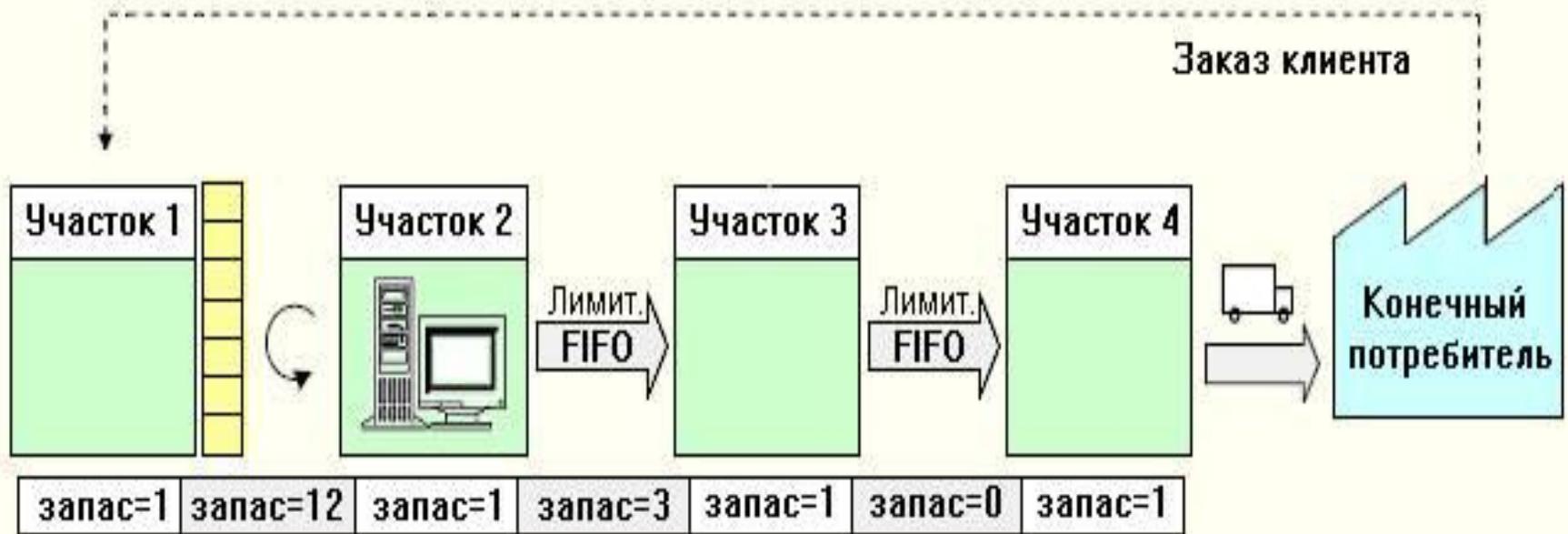
Структура метода лимитированных очередей FIFO



Последовательность исполняемых заказов в методе лимитированных очередей FIFO.



Пример распределения операционных запасов в методе лимитированных очередей FIFO



На рисунке участок 3 - **ресурс, ограничивающий производительность** всей системы (РОП).

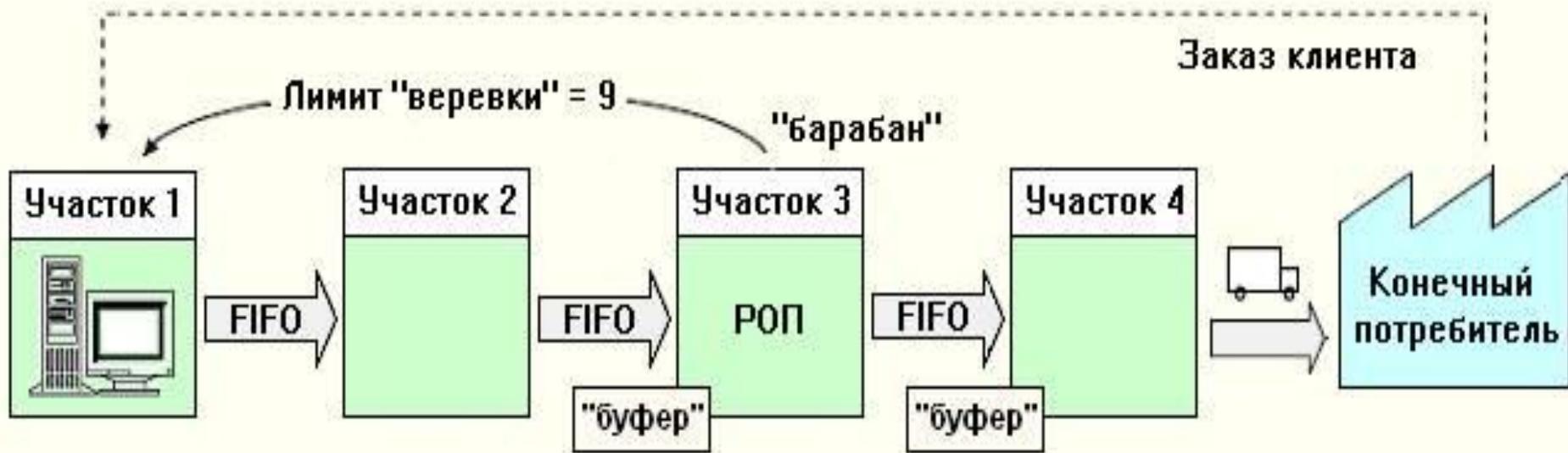
РОП - процесс, у которого отношение величины запасов в предшествующей очереди FIFO к величине запасов в последующей очереди FIFO достигает максимального значения.

Преимущество «вытягивающей» логистической системы типа лимитированных очередей FIFO перед «Супермаркетами» заключается в следующем:

- в этой системе содержится меньше запасов;
- уменьшаются риски срыва сроков исполнения клиентского заказа;
- упрощается управление;
- имеется возможность находить процесс, лимитирующий общую производительность системы, - текущее ограничение РОП;

Лимитированные очереди FIFO можно использовать в **массовых** и **крупносерийных** производствах, где объем выпуска достаточно высок и технологический процесс постоянен для всего семейства выпускаемых продуктов.

Структура метода «Барабан-Буфер-Веревка» (DBR)



Суть метода «Барабан-Буфер- Веревка» (DBR)

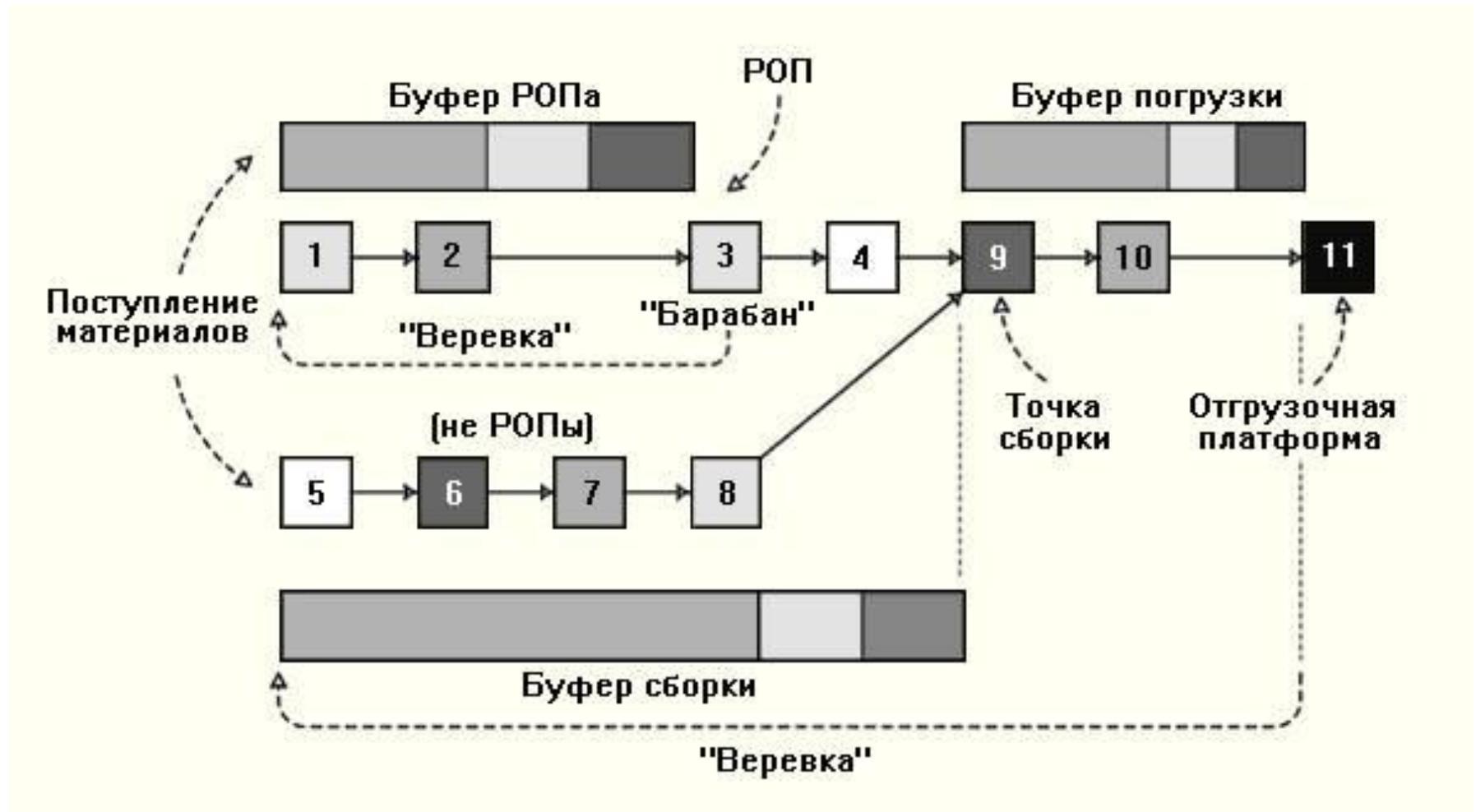
Устанавливается общий лимит на запасы, находящиеся между единственной точкой составления производственного расписания и ресурсом, ограничивающим производительность всей системы, РОП (в нашем примере РОП-ом является участок 3).
Каждый раз, когда РОП завершает выполнение одной единицы работы, точка планирования может запускать в производство еще одну единицу работы. Это в данной логистической схеме называется «веревкой» (Rope).
«Веревка» - это механизм управления ограничением против перегрузки РОП.

Поскольку РОП диктует ритм работы всей производственной системы, то график его работы именуется «**Барабаном**» (Drum).

Лимит запасов и временной ресурс оборудования (время его эффективного использования) распределяется так, чтобы РОП всегда мог вовремя начать новую работу.

Временной резерв в рассматриваемом методе именуется «**Буфером**» (Buffer). «Буфер» и «верёвка» создают условия, предотвращающие недогрузку или перегрузку РОП.

Пример организации буферов в методе DBR в зависимости от положения РОП



Только критические пункты в цепи производства защищаются буферами (см. рисунок выше). Такими критическими пунктами являются:

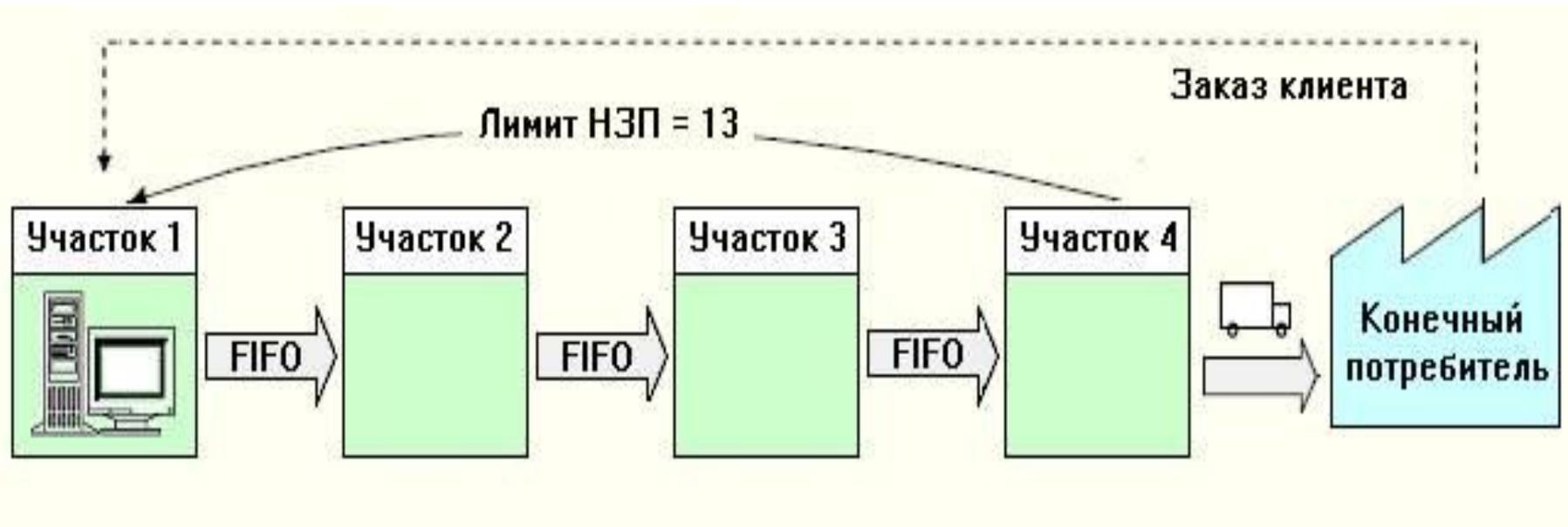
- сам ресурс с ограниченной производительностью (участок 3),
- любой последующий этап процесса, где происходит сборка детали, обработанной ограничивающим ресурсом с другими частями;
- отгрузка готовой продукции, содержащей детали, обработанные ограничивающим ресурсом.

Недостатком метода «Барабан-Буфер-Веревка» (DBR)

является требование существования РОП, локализуемого на заданном горизонте планирования, что возможно только в условиях серийных и крупносерийных производств.

Однако для мелкосерийных и единичных производств локализовать РОП, в течение достаточно длительного интервала времени не удастся.

Структура метода лимита незавершенного производства (НЗП)



В методе «Лимит незавершенного производства» создаются не временные буферы, а задается некий фиксированный лимит материальных запасов, который распределяется на все процессы системы, а не заканчивается только на РОП.

Логистическая система с лимитом НЗП имеет некоторые **преимущества** по сравнению с методом DBR и системой лимитированных очередей FIFO:

- неполадки, колебания ритма производства и другие проблемы процессов с запасом производительности не приведут к остановке производства из-за отсутствия работы для РОП, и не будут снижать общую пропускную способность системы;
- правилам планирования должен подчиняться только один процесс;
- не требуется фиксировать (локализовать) положение РОП;
- легко обнаружить местонахождение текущего участка РОП. К тому же, такая система дает меньше «ложных сигналов» по сравнению лимитированными очередями FIFO.

Рассмотренная система с лимитом НЗП хорошо работает для ритмичных производств со стабильной номенклатурой выпускаемых изделий, отлаженными и неизменяемыми технологическими процессами, что соответствует **массовым, крупносерийным и серийным** производствам.

Важной особенностью рассмотренных выше «выталкивающих» логистических систем

является возможность вычисления
времени выпуска (цикла обработки)
изделий по известной формуле Литлла :

$$\text{Время выпуска} = \text{НЗП} / \text{Ритм},$$

где

НЗП – объем незавершенного
производства,

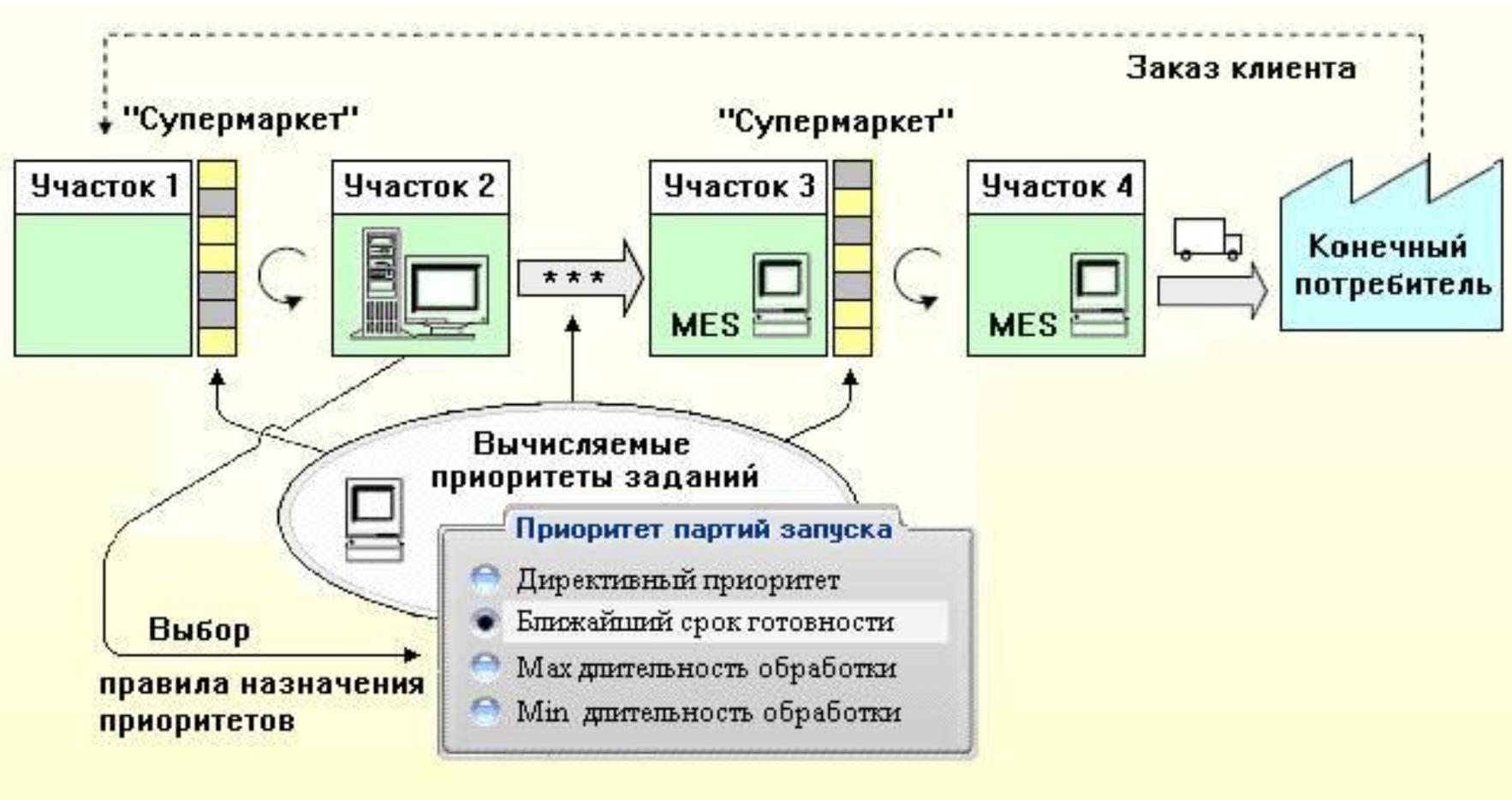
Ритм – это количество изделий,
выпускаемых в единицу времени.

Особенностью мелкосерийных и единичных производств является необходимость выполнения заказов в виде целого комплекта деталей и сборочных единиц к фиксированному сроку.

Каждый из участков может представлять собой РОП для одних заказов, не вызывая проблем при обработке других заказов. Т.о. в рассматриваемых производствах возникает эффект так называемого «виртуального узкого места» : вся станочная система в среднем остается недогруженной, а ее пропускная способность низкой.

Для мелкосерийных и единичных производств наиболее эффективной «вытягивающей» логистической системой является **Метод вычисляемых приоритетов.**

Структура метода вычисляемых приоритетов



Последовательность исполняемых заказов в методе вычисляемых приоритетов



Исполнитель сам не может выбрать с какого задания начинать работу, но в случае изменения приоритета заданий ему, возможно, предстоит, не доделав текущее задание (превратив его в текущий НЗП), переключиться на выполнение наиболее приоритетного.

В такой ситуации при значительном числе заданий и большом числе станков на производственном участке необходимо использовать MES.

Чтобы вычислить значение приоритета конкретного задания проводится предварительное группирование заданий по ряду признаков:

1. Номер сборочного чертежа изделия (заказа);
2. Обозначение детали по чертежу;
3. Номер заказа;
4. Трудоемкость обработки детали на оборудовании участка;
5. Длительность прохождения деталей данного заказа через станочную систему участка (разница между временем начала обработки первой детали и окончанием обработки последней детали данного заказа);
6. Суммарная трудоемкость операций, выполняемых над деталями, входящими в данный заказ;
7. Время переналадки оборудования;
8. Признак обеспеченности обрабатываемых деталей технологической оснасткой;
9. Процент готовности детали (число завершенных технологических операций);
10. Число деталей из данного заказа, которые уже прошли обработку на данном участке;
11. Общее число деталей, входящих в заказ.

Несмотря на определенную сложность в реализации, метод вычисляемых приоритетов обладает значительными преимуществами:

1. текущие отклонения, возникающие в ходе производства, компенсируются средствами локальных MES на основании изменяющихся приоритетов выполняемых заданий, что значительно повышает пропускную способность всей системы в целом.
2. не требуется фиксировать (локализовать) положение РОП и лимитировать НЗП;
3. имеется возможность оперативно контролировать серьезные сбои (например, поломка оборудования) на каждом участке и пересчитывать оптимальную последовательность обработки деталей, входящих в различные заказы.
4. наличие на отдельных участках локальных производственных расписаний позволяет проводить оперативный функционально-стоимостной анализ производства.

Рассмотренные типы «вытягивающих» логистических систем обладают общими для них характерными признаками, это :

- Сохранение во всей системе в целом ограниченного объема устойчивых запасов (оборотных заделов) с регулированием их объема на каждом этапе производства независимо от действующих факторов.
- План обработки заказов, составленный для одного участка (единственной точки планирования), определяет (автоматически «вытягивает») планы работ других производственных подразделений предприятия.
- Продвижение заказов (производственных заданий) происходит как от последующего в технологической цепочке участка к предыдущему на израсходованные в процессе производства материальные ресурсы («Супермаркет»), так и от предыдущего участка к последующему по правилам FIFO или по вычисляемым приоритетам.