

ПРИОРИТЕТЫ ЦЕЛЕЙ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ
РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ
ПЛАНОВОЙ ИЕРАРХИИ

Классификация задач в рамках исследования операций

$$\Psi_1 \mid \Psi_2 \mid \Psi_3, \text{ где}$$

Ψ_1 - тип производства (вид используемых машин);

Ψ_2 - тип проводимых работ, включая ограничения;

Ψ_3 - вид целевой функции.

Пример: $1 \mid s_{jk} \mid C_{\max}$, где

1 – одна машина;

s_{jk} – работы, трудоемкость переналадки которых зависит от их порядка;

C_{\max} - целевая функция наименьшей общей длительности выполнения всех работ.

Охват видов планирования управляющими системами

| Уровни | Старые АСУП | ERP - системы | APS - системы | MES - системы | Степень детализации плана |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Верхний (перспективный) | Директивное планирование | Планирование продаж и операций | Тактическое долгосрочное планирование | - | Агрегированный |
| Дирекции | Объемное | Главный план | Тактическое среднесрочное | - | Агрегированный частично |
| Производственной службы | Календарный | Номенклатурный (материальный) | | - | Детализированный по составу |
| Цеховой | Ежедневный | Оперативный | Краткосрочное | Планирование цеха | Детализированный по операциям |

Классификация производства с точки зрения планирования

| Основные типы производства | Масштаб производства |
|---|---|
| 1. Одна машина или автоматическая линия | Массовый |
| 2. Несколько параллельных машин | Массовый |
| 3. Переменно-поточная линия | Массовый с модификациями или крупносерийный |
| 4. Предметно-замкнутый участок | Серийный |
| 5. Универсальное производство | Мелкосерийный |
| 6. Проектное производство | Индивидуальный |

Структура планирования для массового производства

| Тип производства | Уровень планирования | Производственная стратегия | Главный критерий оптимизации | Дополнительные критерии | Ограничения |
|--------------------------------------|--|----------------------------|------------------------------|--|--|
| Одна машина или автоматическая линия | Объемно-календарный план (он же оперативный) | На склад | Минимальные издержки | - | Мощность, поддержание запасов |
| | | Под заказ | | - | Мощность, своевременное выполнение заказов |
| На склад | | Минимальные издержки | - | Мощность, поддержание запасов | |
| Под заказ | | | - | Мощность, своевременное выполнение заказов | |
| Несколько параллельных машин | | | | | |

Структура планирования для крупносерийного производства

| Тип производства | Уровень планирования | Производственная стратегия | Главный критерий оптимизации | Дополнительные критерии | Ограничения |
|--------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|---|--|
| Переменно-поточная линия | Главный план | На склад | Минимальные издержки | Равномерное потребление ресурсов (для JIT-производства) | Мощность, поддержание запасов |
| | | Под заказ | | | Мощность, своевременное выполнение заказов |
| | Оперативный план | На склад | Наибольшая производительность | Поддержание запасов | Мощность |
| | | Под заказ | Своевременное выполнение | Равномерная загрузка | Мощность |

Структура планирования для серийного производства

| Тип производства | Уровень планирования | Производственная стратегия | Главный критерий оптимизации | Дополнительные критерии | Ограничения |
|-----------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Предметно-замкнутый участок | Главный план | На склад | Минимальные издержки | Равномерная загрузка оборудования | Мощность, поддержание запасов |
| | | Под заказ | | | Мощность, выполнение заказов |
| | Номенклатурный план | На склад | Минимальные издержки | Равномерная загрузка оборудования | Мощность, поддержание запасов |
| | | Под заказ | | | Мощность, выполнение заказов |
| | Оперативный план | На склад | Наибольшая производительность | Поддержание запасов | Мощность |
| | | Под заказ | Своевременное выполнение | Равномерная загрузка | Мощность |

Структура планирования для мелкосерийного и индивидуального производства

| Тип производства | Уровень планирования | Производственная стратегия | Главный критерий оптимизации | Дополнительные критерии | Ограничения |
|----------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Универсальное производство | Главный план | На склад | Минимальные издержки | Поддержание запасов | Мощность, равномерная загрузка |
| | | Под заказ | | Своевременное выполнение | |
| | Номенклатурный план | На склад | Минимальные издержки | Поддержание запасов | Мощность |
| | | Под заказ | Своевременное выполнение | Минимальные издержки | |
| | Оперативный план | На склад | Своевременное выполнение | Экономия ресурсов | Мощность, равномерная загрузка |
| | | Под заказ | | | |
| Проектное производство | Календарный план | Под заказ | Своевременное выполнение | Экономия ресурсов | Мощность, равномерная загрузка |

Выводы по структуре планирования

- 1. Для любого вида производства и любой стратегии наличие оперативного плана абсолютно необходимо.**
- 2. Количество планов, необходимых для обеспечения производства, как правило, увеличивается с уменьшением серийности производства.**
- 3. Основным критерием при составлении главного плана практически всегда является минимизация издержек.**
- 4. Необходимость в номенклатурном плане возникает в серийном и мелкосерийном производстве, если продукция состоит хотя бы из нескольких компонентов.**
- 5. Необходимость своевременного выполнения обязательств нарастает с уменьшением серийности - этот фактор постепенно перемещается из ограничений в критерии и становится главным критерием в оперативных планах.**
- 6. Общее количество критериев и ограничений, которое необходимо учитывать при планировании, нарастает с уменьшением серийности и детализацией планирования.**

Функции потерь (отрицательной полезности)

Нормированная функция потерь от стоимости издержек определяется как

$$U = c_{\min} / c,$$

причем значение U может изменять от 0 до 1.

Нормированная функция потерь от невыполнения обязательств

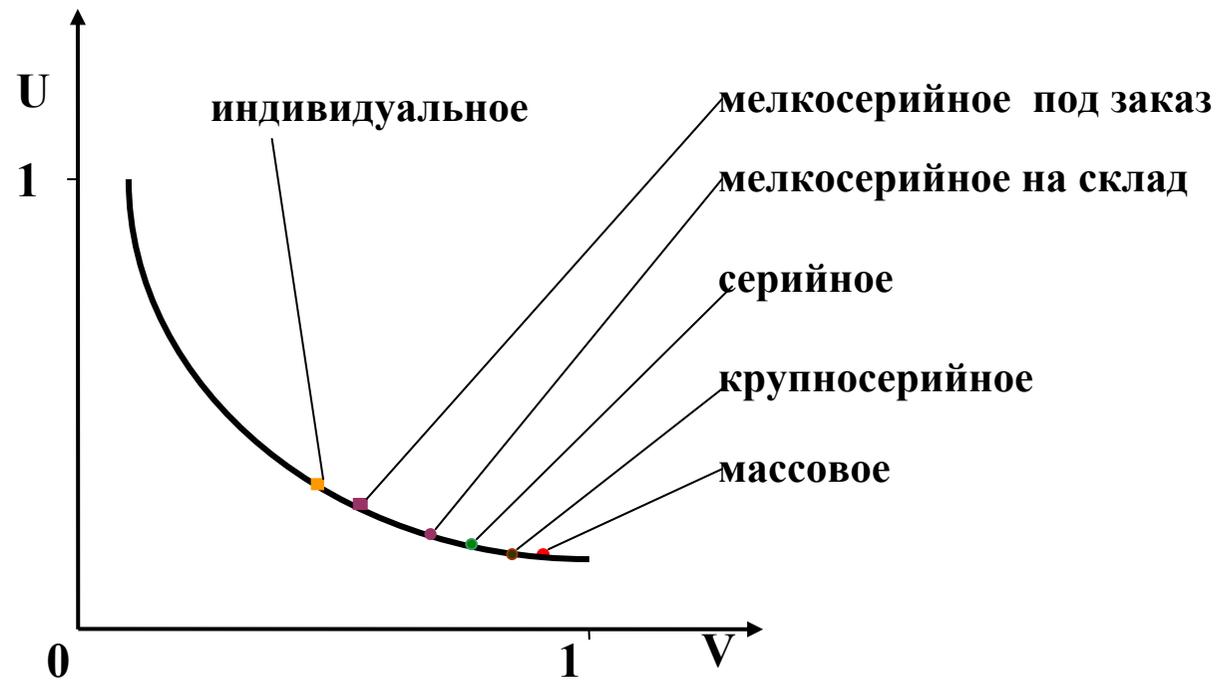
$$V = T_{\min} / T.$$

причем значение V может изменять от 0 до 1.

Здесь значение издержек по первоначальному плану равно c , а значение издержек, минимизированное с помощью оптимального плана, обозначим через c_{\min} .

Аналогично суммарное запаздывание выполнения обязательств по первоначальному плану равно T , а значение такого запаздывания по второму плану обозначим через T_{\min} .

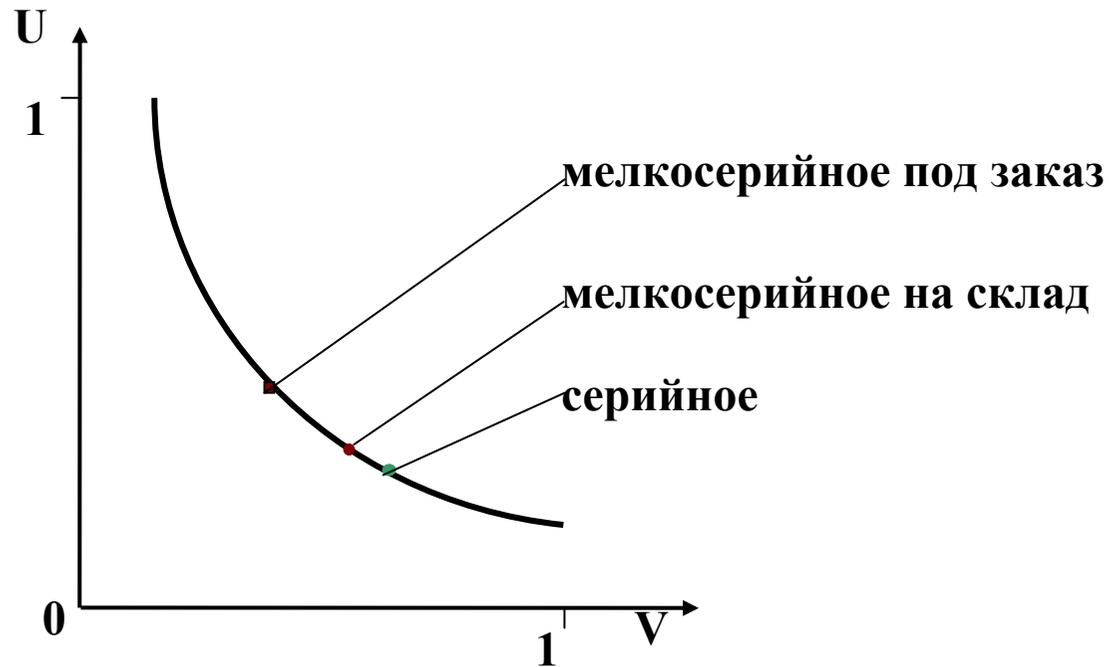
Диаграмма Парето функций U, V для главных планов



U – функция потерь от издержек

V – функция потерь от невыполнения обязательств

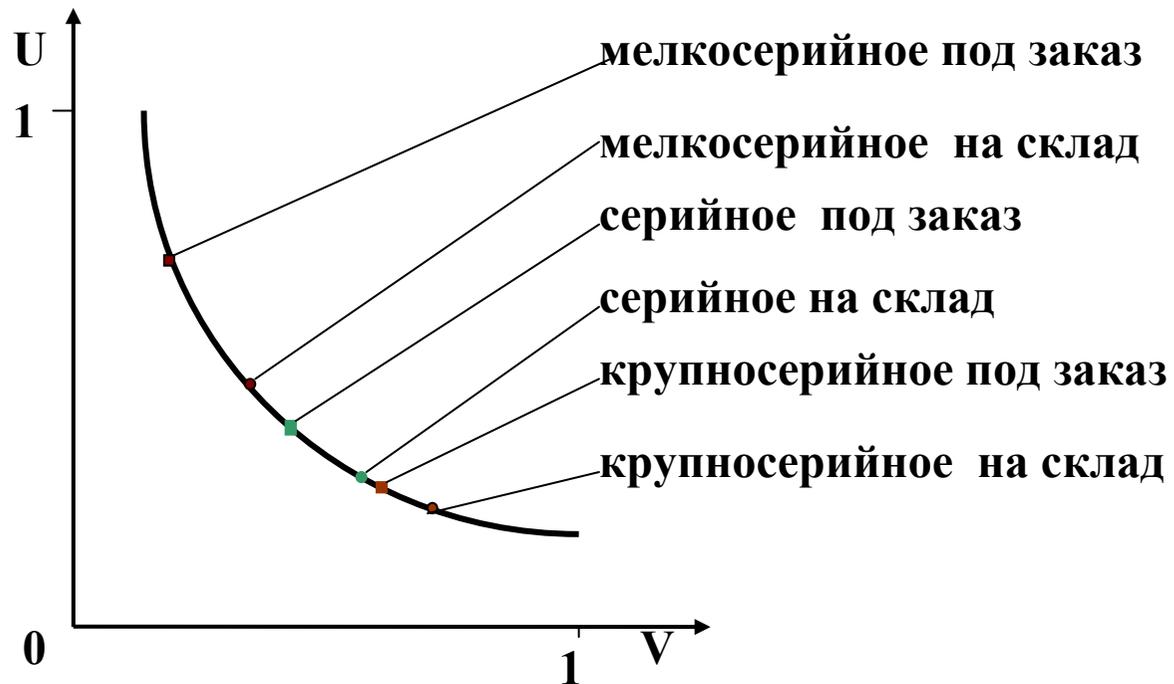
Диаграмма Парето функций U, V для номенклатурных планов



U – функция потерь от издержек

V – функция потерь от невыполнения обязательств

Диаграмма Парето функций U, V для оперативных планов



U – функция потерь от издержек

V – функция потерь от невыполнения обязательств

Анализ Парето-диаграмм

- 1. В случаях, когда эффективная точка находится в области больших значений функции V и малых значений U , следует использовать одну целевую функцию, минимизирующую величину издержек. В этих случаях – массовое и крупно-серийное производство – влияние потерь от невыполнения обязательств можно учитывать с помощью ограничений.**
- 2. Если эффективная точка находится в области малых значений V и больших значений U , имеет смысл также использовать одну целевую функцию, но минимизирующую величину потерь от невыполнения обязательств. Этот вариант относится, в основном, к оперативным планам в мелкосерийном производстве.**
- 3. При нахождении эффективной точки в средней части кривой ограничиться оптимизацией по одному критерию, в общем случае, уже нельзя.**

Пример задачи многокритериального планирования

Участок резки металлических листов

Критерии:

1. Своевременное обеспечение заготовками механических цехов;
2. Возможно меньшая трудоемкости разреза и завоза листов.

Ограничения:

1. Экономия материалов при листовом раскрое;
2. Ограниченная площадь хранения заготовок;
3. Равномерность работы персонала.

Критерии своевременности и условия приоритета

Наиболее употребляемые целевые критерии:

1. Возможно меньшая длительность выполнения всех работ C_{\max} - предпочтительна при стратегии «на склад».
2. Минимальная сумма запаздываний выполнения заказов T - предпочтительна при стратегии «под заказ».

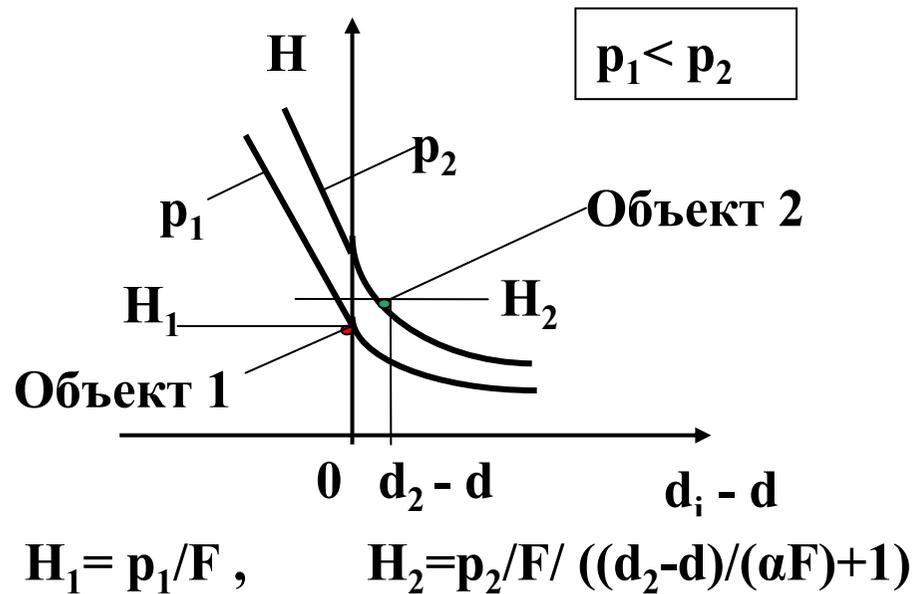
Условия приоритета:

FIFO, LIFO, MS (Minimum Slack), EDD (Earliest Due Date), WSPT (Weighted Shortest Processing Time), LPT (Longest Processing Time), CR (Critical Ratio). Последний равен

$$CR = (d_j - d)/p,$$

где $d_j - d$ - текущий резерв времени для j -ой работы в часах; d - дата момента планирования; p - остающаяся трудоемкость выполнения работы в часах.

Зависимость напряженности от параметров



где F – фонд времени в часах в течение планового периода,
 α – коэффициент уравновешенности отношений в
производстве.

Соответствие основных типов производства и классификации М. Pinedo

| Типы производства согласно М.Pinedo | Основные типы производства |
|---|---|
| 1а. Главные процессы непрерывного производства | Одна машина или автоматическая линия; несколько параллельных машин; переменнo-поточная линия |
| 1б. Процессы подготовки или окончательной обработки в непрерывном производстве | Переменно-поточная линия; предметно-замкнутый участок |
| 2а. Заготовительные процессы в дискретном производстве | Одна машина; несколько параллельных машин; предметно-замкнутый участок |
| 2б. Главные процессы обработки в дискретном производстве | Все 6 основных типов производства |
| 2в. Сборочные процессы в дискретном производстве | Переменно-поточная линия; предметно-замкнутый участок |