

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

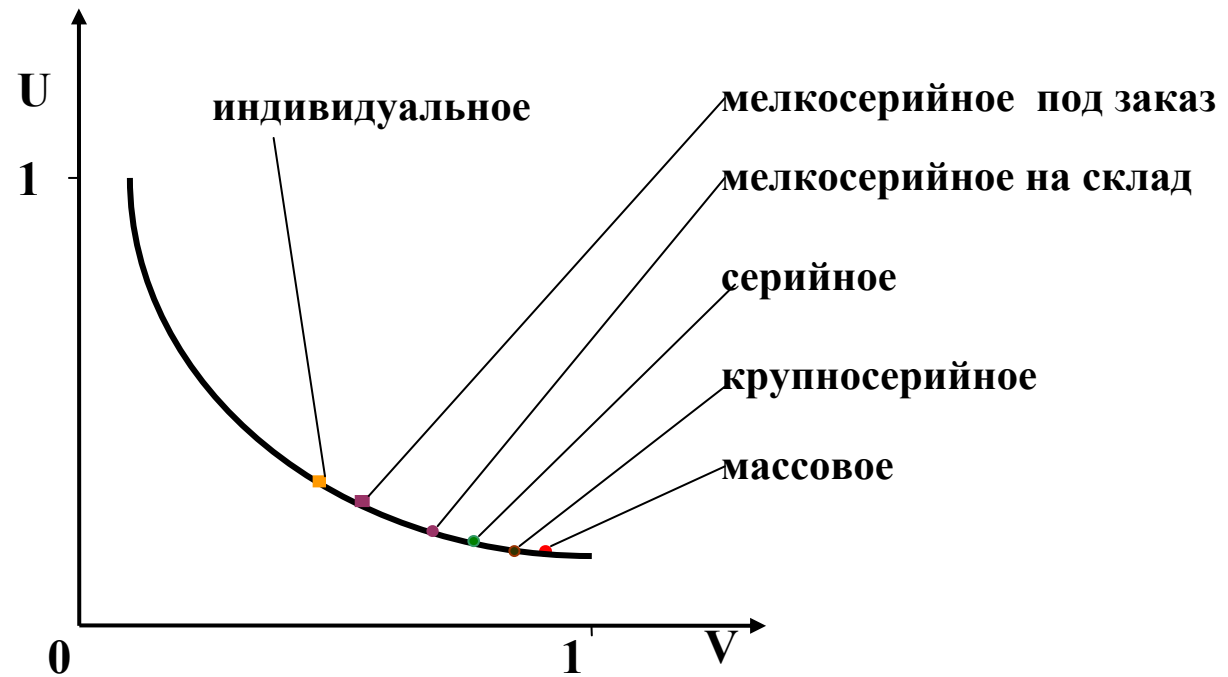
$$V = T_{\min} / T.$$

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} .

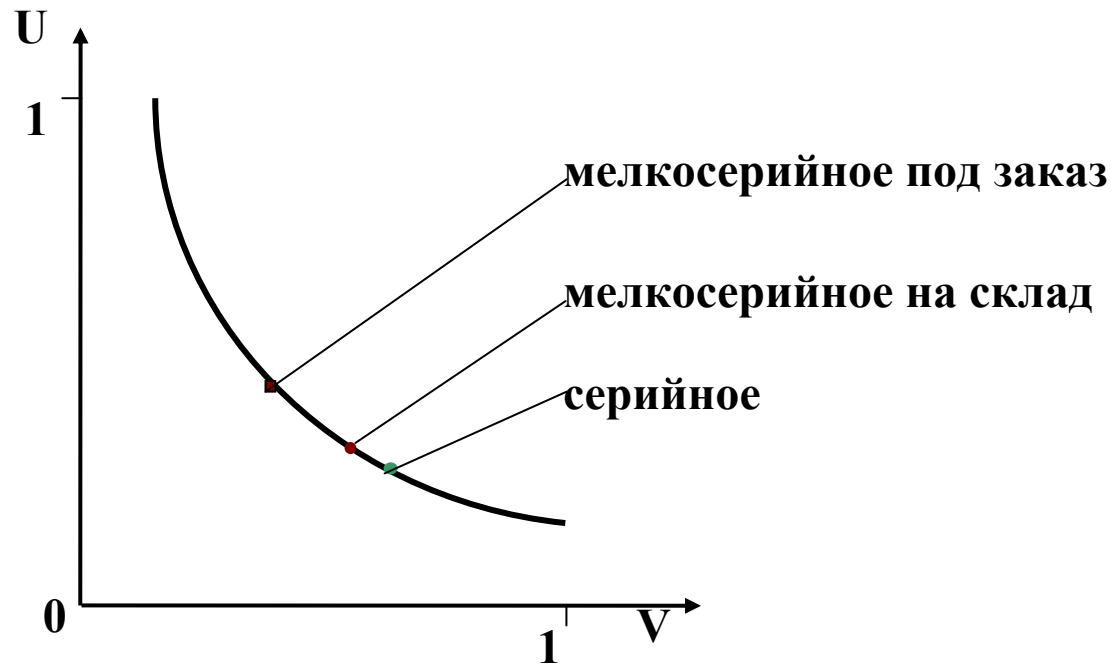
Диаграмма Парето функций U, V для главных планов



U – функция потерь от издержек

V – функция потерь от невыполнения обязательств

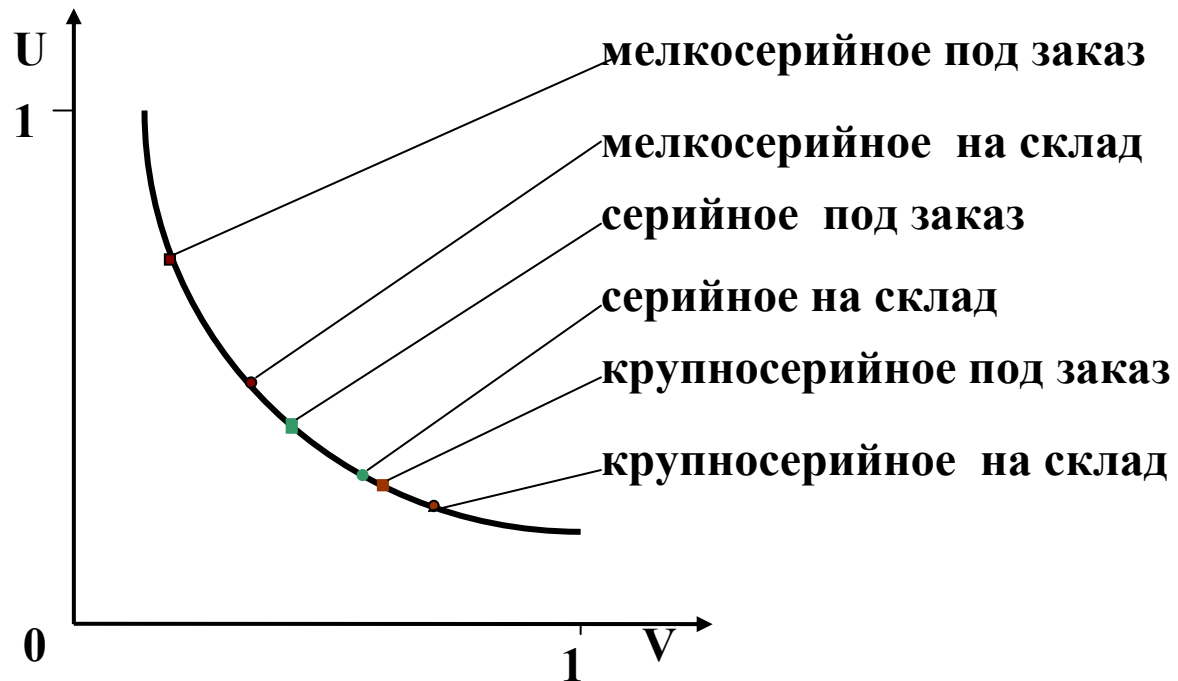
Диаграмма Парето функций U, V для номенклатурных планов



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».

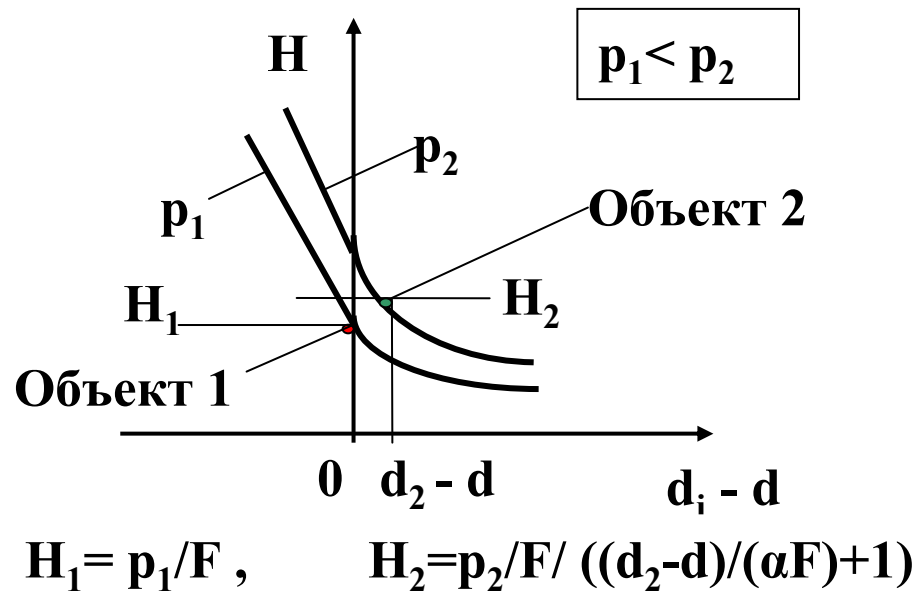
Условия приоритета:

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