

ТАКМ

2.2. Технико-экономические показатели производства ракетно-космической техники

Номенклатура ТЭП

Основополагающие показатели

- $T_{ц}$ – производственный цикл продукции
- $Tr_{оп}$ – трудоемкость продукции
- C_T – технологическая себестоимость продукции.

Производные показатели

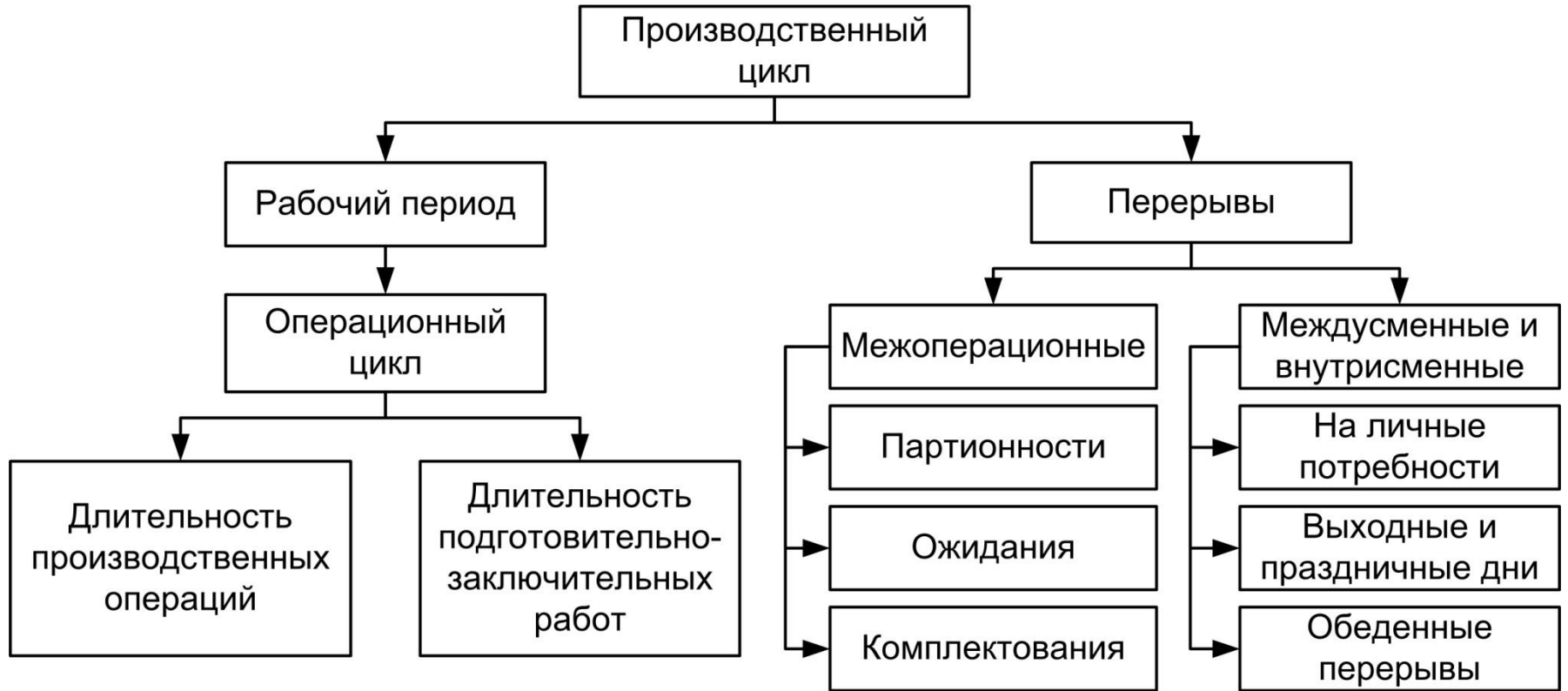
- материалоемкость производства, характеризуемая коэффициентом использования материала $K_{им}$;
- выпуск продукции на одного работающего в производстве;
- съем продукции с единицы производственной площади;
- количество производственных рабочих и инженерных технических работников по отношению к общему числу работающих на предприятии и др.

Производственный цикл

• **Производственным циклом** (или **циклом производства**) называют интервал времени между началом и окончанием производственного процесса изготовления изделия – заготовки, детали, узла, машины. (календарные дни, реже в часы).

Основная часть - **операционный цикл** как совокупная длительность производственных операций и подготовительно-заключительной работы. Важной составляющей производственного цикла являются длительности перерывов и операций перемещения объектов производства (операций транспортирования, складирования, хранения и т.д.).

Элементы затрат времени производственного цикла



Межоперационные перерывы

Перерывы партионности: деталь, поступающая к рабочему месту в составе партии, пролеживает дважды: один раз до начала, а другой раз по окончании обработки, пока вся партия не пройдет через данную операцию

Перерывы ожидания вызываются в тех случаях, когда предыдущая операция заканчивается раньше, чем освобождается рабочее место.

Перерывы комплектования происходят когда готовые заготовки, детали, сборочные единицы должны “пролеживать” в связи с незаконченностью других заготовок, деталей, сборочных единиц, входящих совместно с первыми в один сборочный комплект.

• **Междусменные перерывы** определяются принятым календарным режимом работ (числом и длительностью смен). Условно сюда же могут быть отнесены обеденные перерывы.

Циклограмма производственного процесса. Диаграмма Ганта

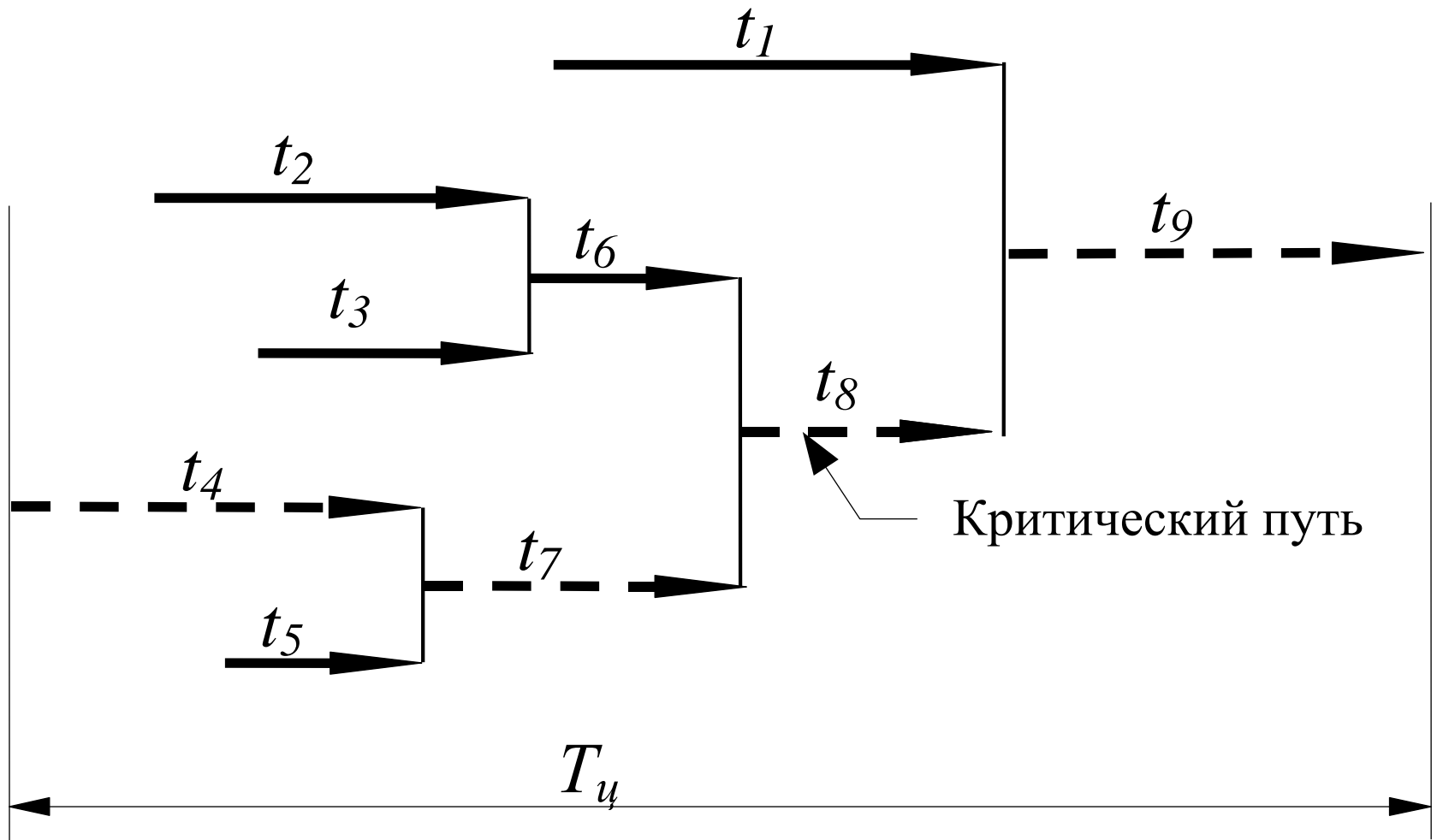
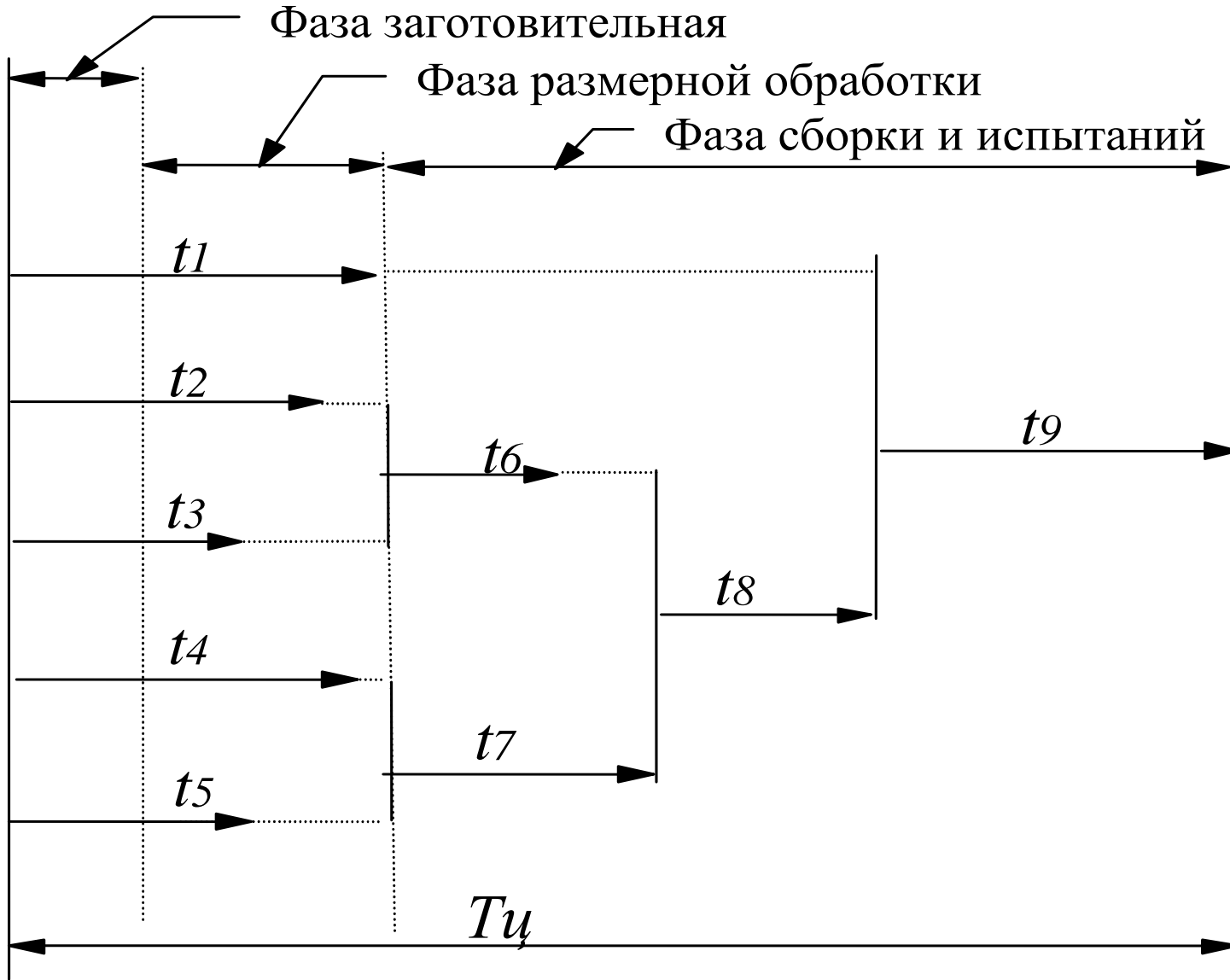


Диаграмма Кнеппеля



Производственный цикл

$$T_{\text{Ц}} = \sum_{j=1}^k (T_{\text{ц}oj} + T^{**}_{\text{пер } j})$$

Здесь:

k – количество последовательных операций в критическом пути; $T_{\text{ц}oj}$ – продолжительность цикла j -той операции; $T^{**}_{\text{пер } j}$ - время межоперационных перерывов.

Операционный цикл $T_{\text{цо}}$ - интервал календарного времени от поступления партии объектов производства на рабочее место до сдачи партии в отдел технического контроля и передачи ее на следующие операции технологического процесса.

$$\bullet T_{\text{цо}} = N_{\text{п}} t_{\text{опер}} / N_{\text{о}} + T_{\text{пз}} + t_{\text{обсл}} + T^{*}_{\text{пер}},$$

$$T_{\text{цо}} = N_{\text{п}} \cdot t_{\text{опер}} / N_{\text{о}} (1 - P_{\text{б}}) + T_{\text{пз}} + t_{\text{обсл}} + T^{*}_{\text{пер}}$$

Норма времени

$$t_{шк} = T_{цо} / N_{п} \quad t_{шт} = t_{опер} + t_{обсл} + t_{пдн} + t_{лп},$$

$$t_{опер} = t_0 + t_{всп} - \text{Оперативное время}$$

t_0 - **Основное время**

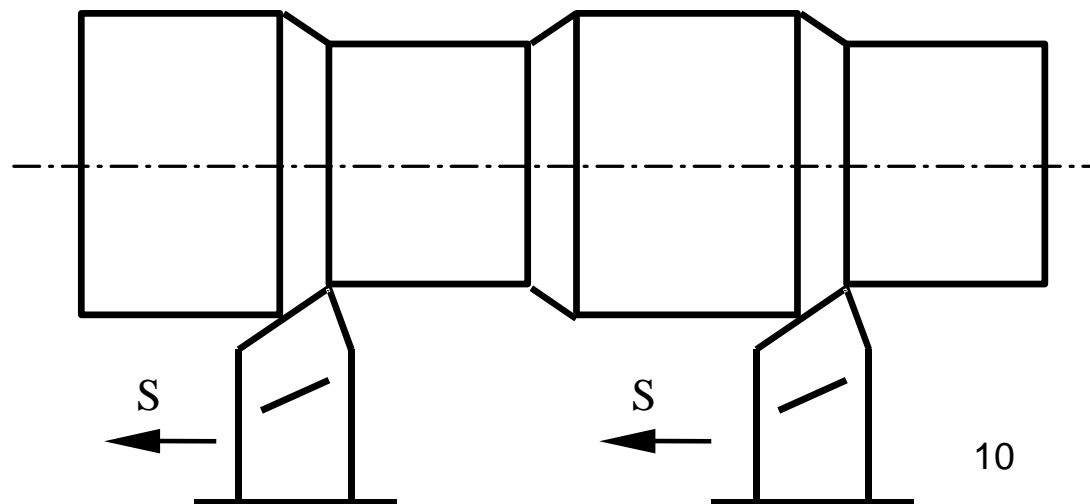
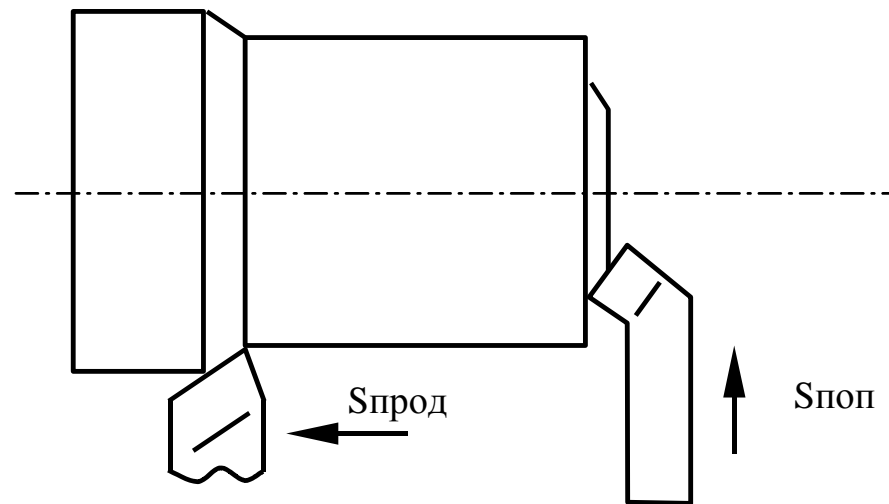
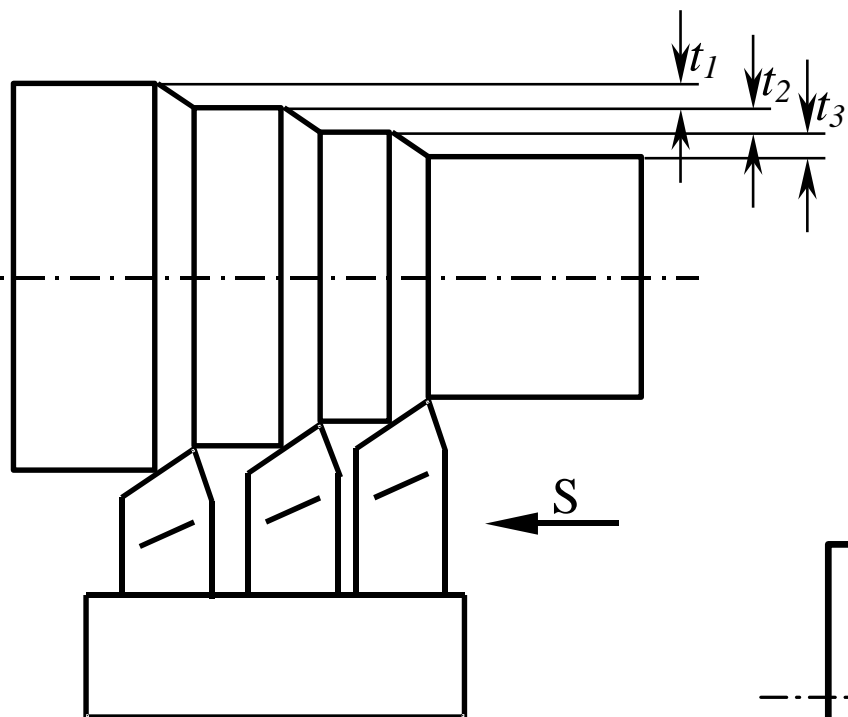
$$t_{всп} = t_{вд} + t_{ви} + t_{вх} - \text{Вспомогательное время}$$

$$T_{пз} = T_{од} + T_{уст} + T_{уд} + T_{н} + T_{ппр} + T_{уво}$$

Составляющие времени: $T_{од}$ на ознакомление с конструкторской, технологической и организационно-технической документацией. $T_{уст}$ на установку оснастки и инструмента на оборудование. $T_{уд}$ на удаление оснастки и инструмента с оборудования. $T_{н}$ - наладка технологического оборудования и технологической оснастки. К наладке относятся установка съемного приспособления, переключение скорости или подачи, настройка заданной температуры и т.д. $T_{ппр}$ планово-предупредительный ремонт. $T_{уво}$ на устранение внезапных отказов.

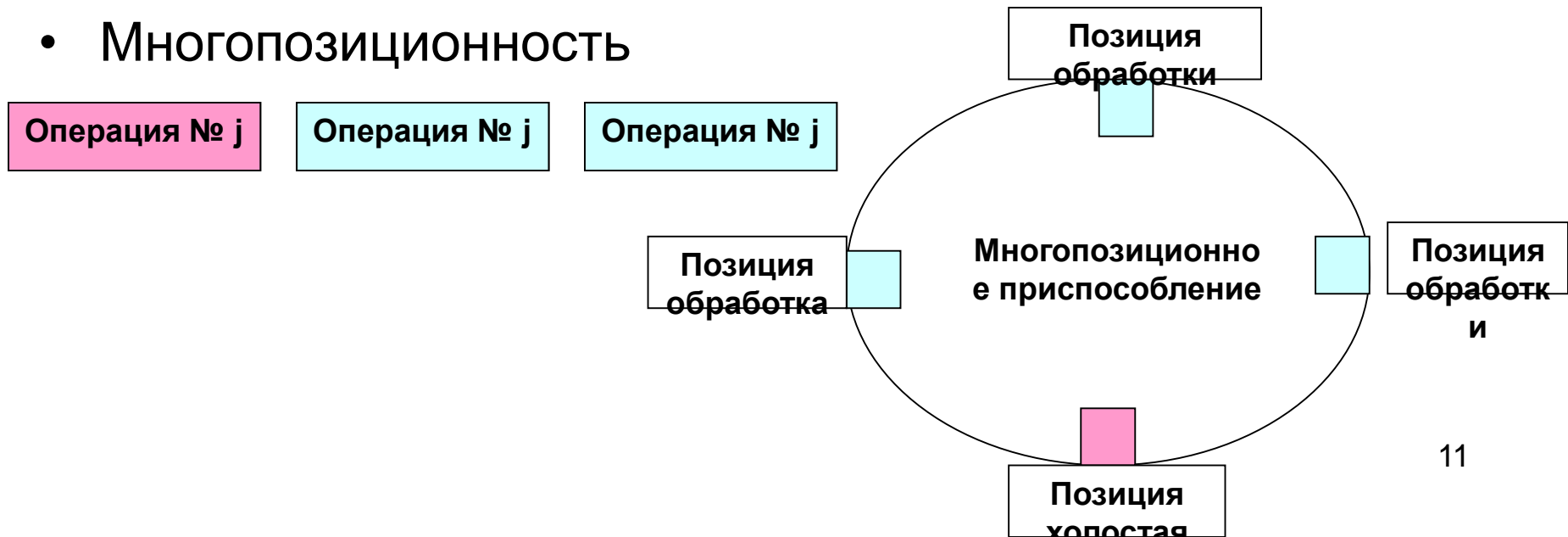
Повышение производительности

Основное время $t_0 = \frac{L + \Delta L_1 + \Delta L_2}{nS} i,$

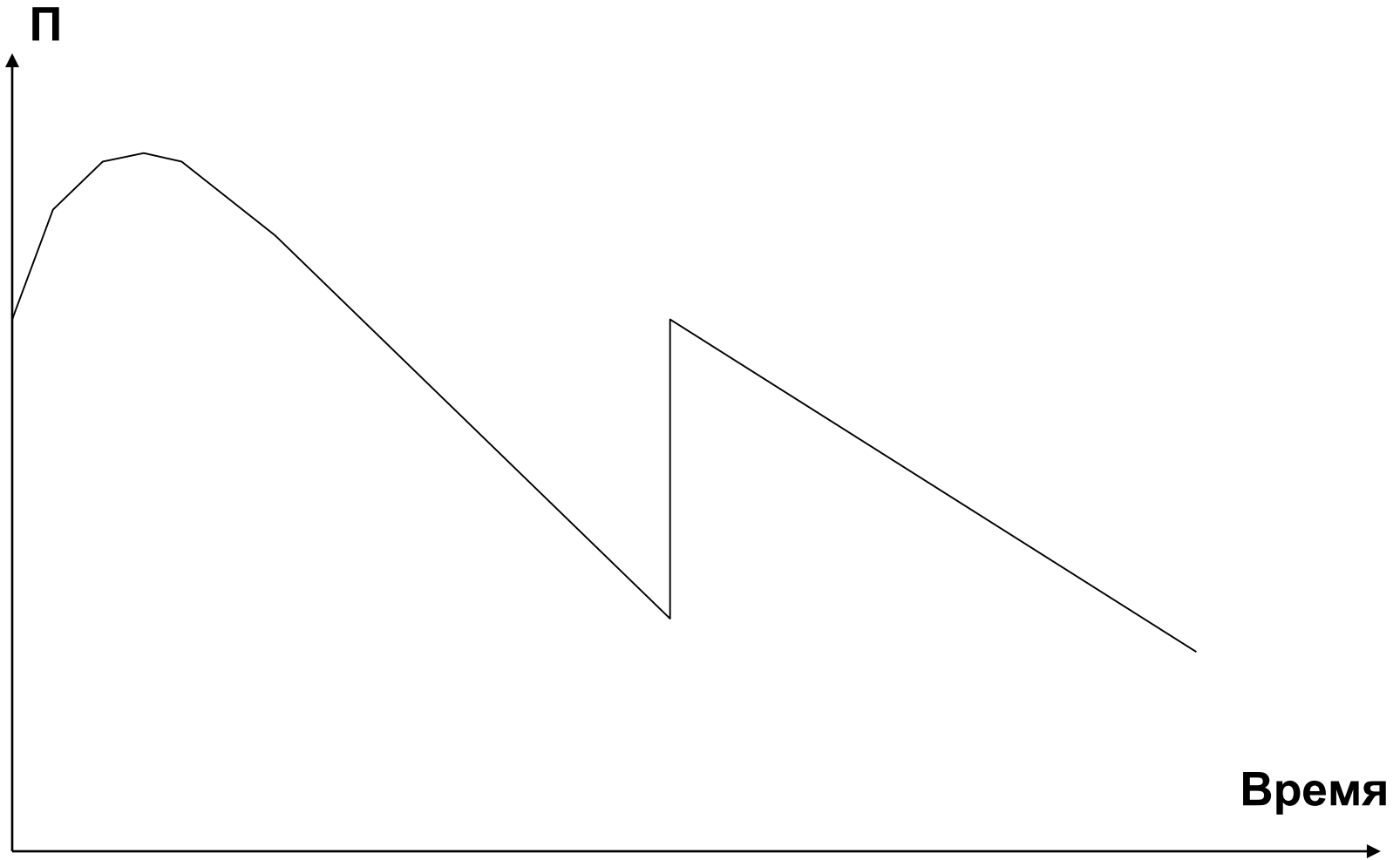


Снижение вспомогательного времени

- Ускоренные подачи вспомогательных ходов
- Корректировка программ управления с помощью встроенных головок измерения станков с ЧПУ
- Безналадочная установка инструмента на станке
- Использование станков с магазином инструментов
- Проведение вспомогательных переходов при работающем оборудовании. Многостаночность.
- Многопозиционность



Норма личного времени

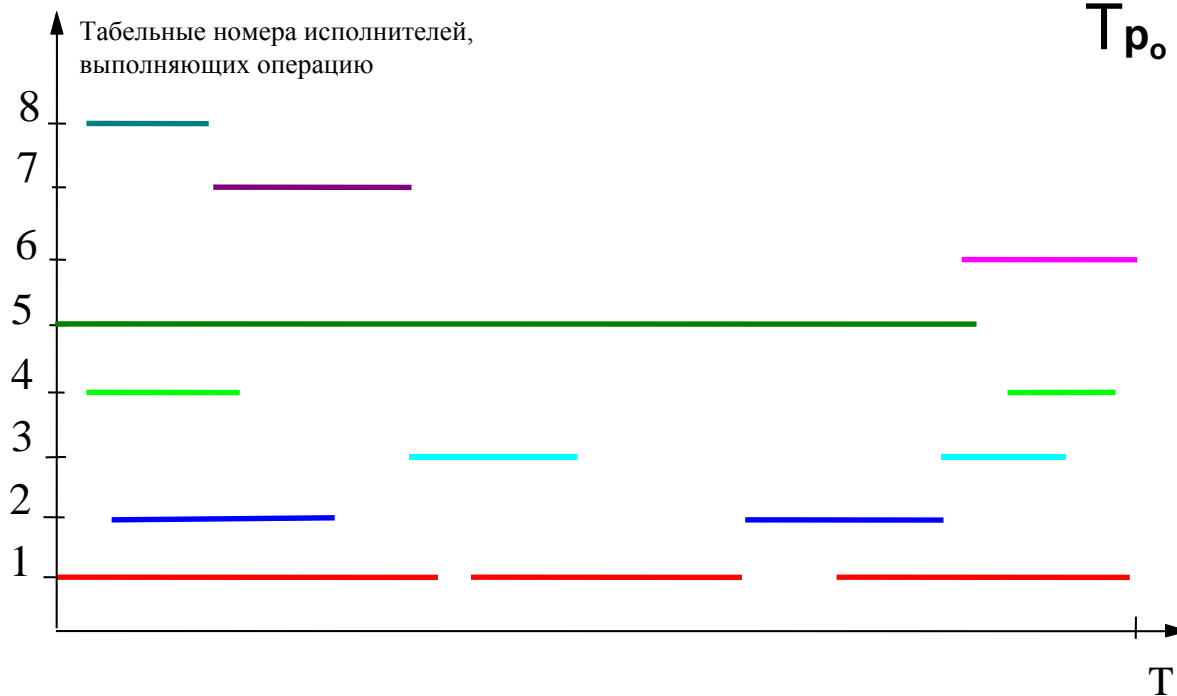


Трудоемкость процесса

Трудоемкость процесса (объекта производства) – количество времени, затраченного на выполнение объема работ исполнителями всех профессий и квалификаций.

Трудоемкость операции оценивают с учётом коэффициентов, профессии K_{Π} и квалификации K_K :

$$T_{p_o} = \sum_{i=1}^n K_{\Pi i} K_{K i} t_i$$



Себестоимость изделия

$$C_{И} = Z_{МАТ} + Z_{КР} + Z_{АМ} + Z_{ЭН} \quad \text{Структура себестоимости}$$

$$Z_{МАТ} = M_{ДЕТ} \left\{ \frac{Ц_{МАТ}}{K_{ИМ}} + Ц_{ОТХ} \left(\frac{1}{K_{ИМ}} - 1 \right) \right\} \quad \text{Затраты на материал}$$

$$K_{ИМ} = \frac{M_{ДЕТ}}{M_0} \quad \text{Коэффициент использования металла}$$

$$Z_{КР} = Ц_{РВ} T_{РПП} = Ц_{РВ} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m k_{ni} k_{ki} t_{ij} \quad \text{Расходы на зарплату}$$

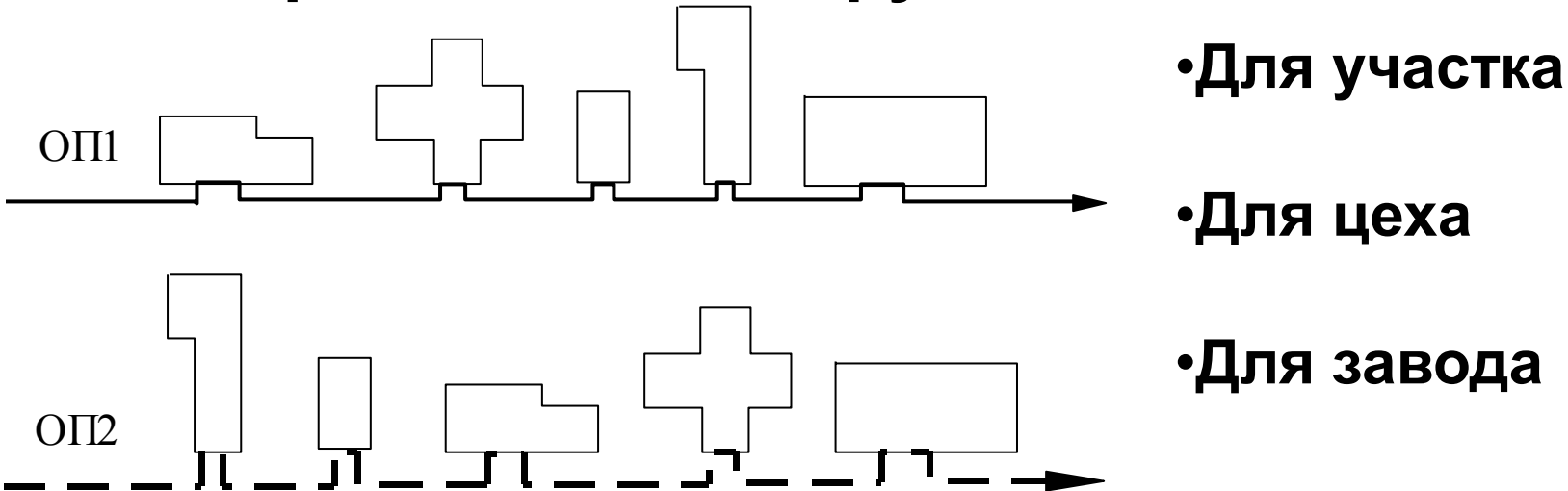
$$Z_{АМ} = Z_{АМ}^{УН} + Z_{АМ}^{СП} \quad \text{Амортизационные отчисления}$$

$$Z_{АМ}^{УН} = \frac{Ц^{УН}}{t_{ОКУП} \eta_{ЗАГР} \Phi_{ДО}} \frac{t_{ШТ}}{\quad} \quad \text{Амортизация универсального оборудования}$$

$$Z_{АМ}^{СП} = \frac{Ц^{СП}}{П_{\Sigma}} \quad \text{Амортизация специального оборудования}$$

Принципы организации производства

1. Прямоточность грузопотоков



2. Исключение перемешивания отходов

3. Создание производств под одной крышей

4. Исключение возмущающего действия соседних производств

5. Сокращение объёма складированной продукции

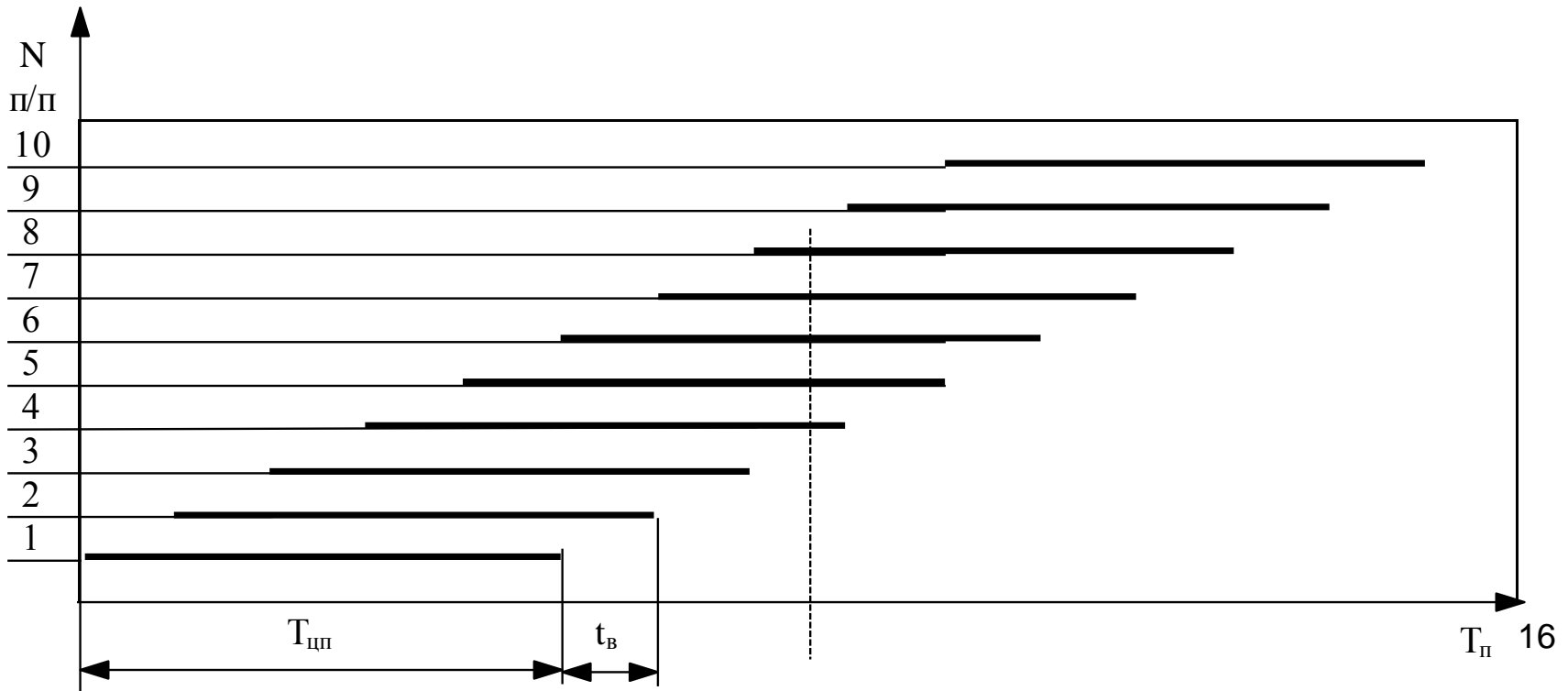
Принципы организации

производства

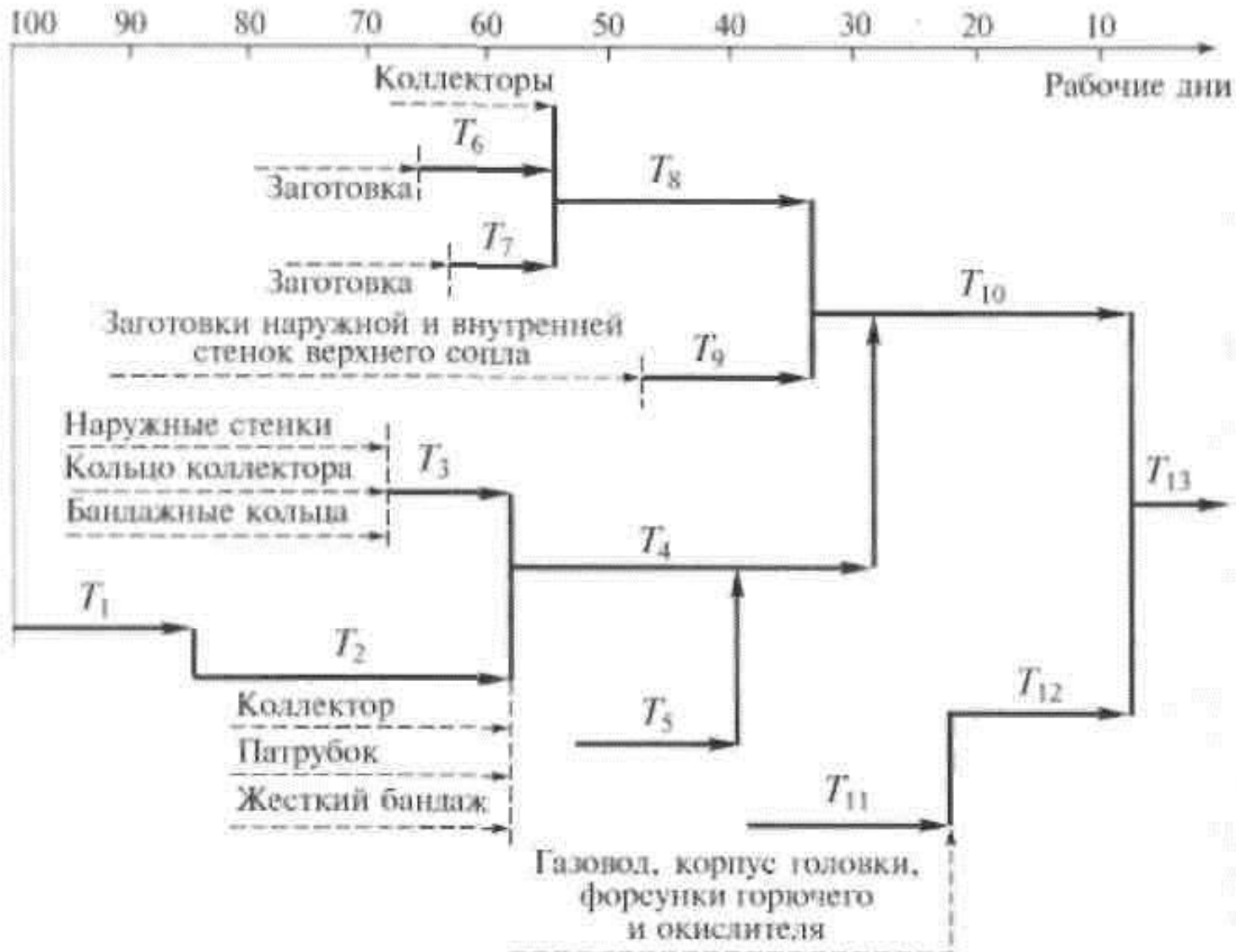
6. Обеспечение ритмичности производства

Такт производства - интервал времени τ , необходимый для изготовления объекта производства.

$$\tau = \Phi g / П.$$



Циклограмма изготовления камеры сгорания ЖРД



Составляющие циклограммы

Трудоемкости изготовления:

T1 - части внутренней стенки нижнего сопла;

T2 - внутренней стенки нижнего сопла;

T3 - наружной стенки нижнего сопла;

T4 - нижнего сопла;

T5 - бандажа;

T6 - внутренней стенки КС;

T7 - наружной стенки КС;

T8 - блока КС;

T9 - верхнего сопла;

T10 - корпуса КС;

T11 - форсуночной головки;

T12 - форсуночной головки

с газоводом;

Tц - КС в сборе

Степень использования оборудования

Степень использования технологического оснащения в технологическом процессе определяется коэффициентами:

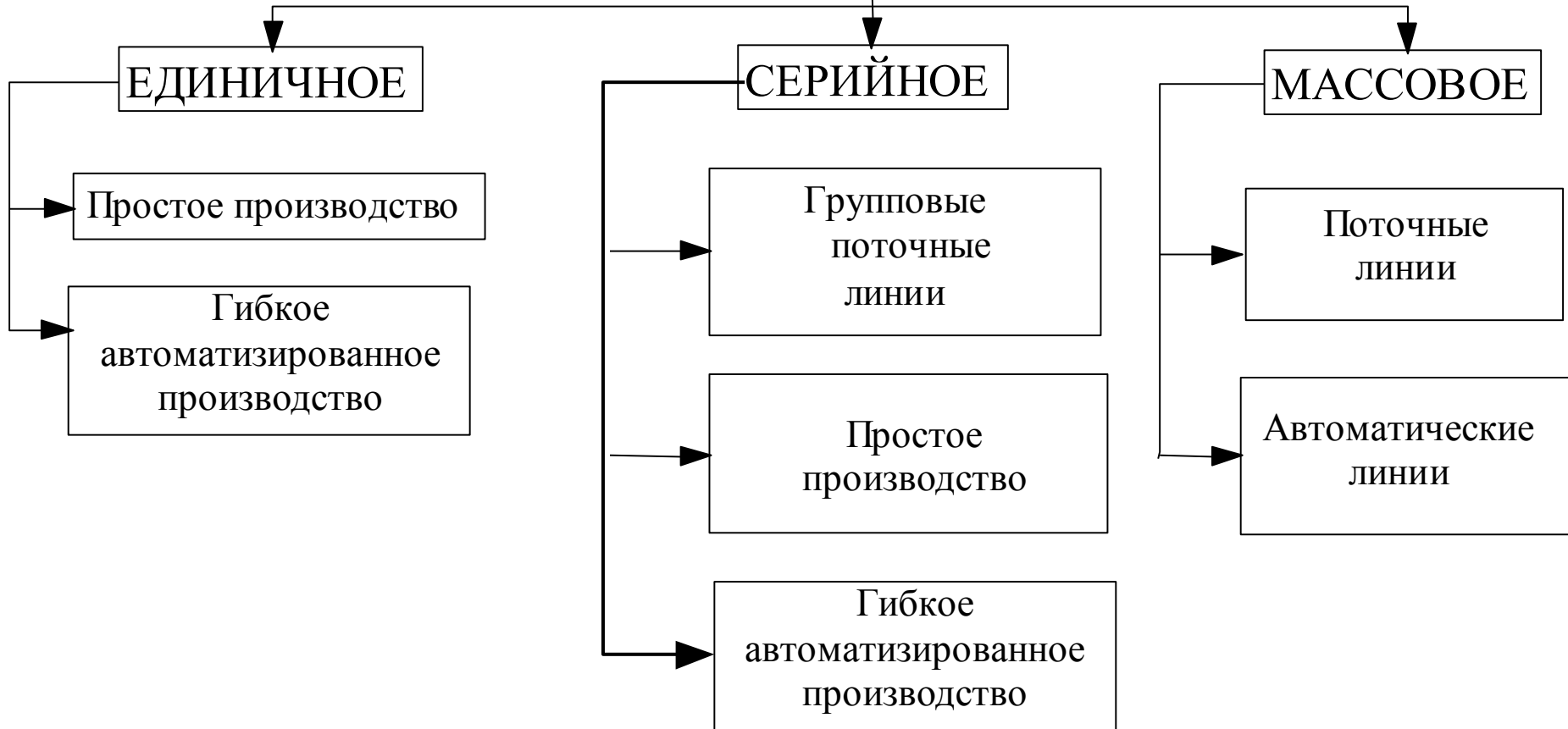
Коэффициентом загрузки оборудования.

$$K_{30} = t_{шт} / M \tau.$$

Коэффициентом закрепления операций за рабочим местом

Тип производства	Массовое	Крупносерийное	Серийное	Мелкосерийное и единичное
Коэффициент закрепления операций	1	1-2	До 10	До 20 (до 40)

ТИПЫ ПОИЗВОДСТВ



Понятия

Поточное производство – производственное подразделение, где станки расставлены в порядке следования операций.

Комплексная деталь – это деталь, имеющая признаки группы деталей.

Групповой технологический процесс – техпроцесс, разработанный для комплексной детали.

Классификация деталей – работа по объединению в группу деталей, схожих по определенным признакам.

Типовые технологические процессы – техпроцессы, разработанные для деталей, объединенных в группу по признакам подобия: материалы, поверхности, соединения

Понятие о планировании и управлении технологической подготовкой производства

Нормативный метод

1. Определение состава работ (выпуск чертежей, проведение расчетов и т.д.) и их трудоемкости T_i по методу экспертной оценки, в котором учитывается опыт освоения производством близких аналогов, массу и степень сложности объекта производства, масштаб производства и т.д.

2. Установленные работы распределяются по цехам предприятия в соответствии с их специализацией. Применительно к стадии технологической подготовки производства процедура закрепления работ за цехами называется **расцеховкой**.

3. По трудоемкости T_i отдельных видов работ и известной численности $R_{\text{раб}}$ сотрудников подразделения определяют цикл выполнения работ в подразделении

$$T_{ци} = \frac{T_i K_{дв} K_{кр}}{P_{раб} K_{вн}}$$

$k_{дв} = 1,1 \div 1,5$ - коэффициент дополнительных затрат времени на работы, не предусмотренные нормативами (согласование, внесение изменений);
 $k_{кр} = \Phi_k / \Phi_r$ - коэффициент, учитывающий соотношение календарных Φ_k и рабочих Φ_r дней в году; $k_{вн}$ - коэффициент выполнения норм.

Оценка цикла технологических операций

$$T_{ци} = \frac{T_i K_{од} K_{сл}}{P_{oi}}$$

$k_{од} = \Phi_o / \Phi_d$ - коэффициент, учитывающий соотношение общего Φ_o и действительного Φ_d фонда работы оборудования; P_{oi} - количество единиц оборудования для выполнения i -го вида операций (токарных, фрезерных);
 $k_{сл}$ - коэффициент, учитывающий сложность работ.

4. Формулировка ограничений на порядок проведения работ.
 (последовательно работы ведутся в том случае, если: завершение одного вида работ является необходимым условием выполнения других видов; разные виды работ выполняют одни и те же сотрудники).

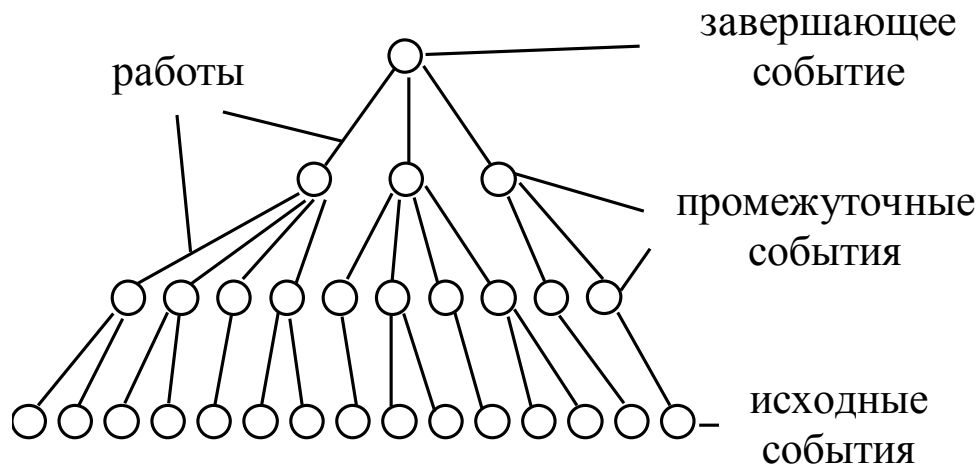
5. План параллельно-последовательного проведения работ представляют в виде циклового графика в координатах «время – номер элемента системы», построение которого описано в разделе 3.3 или в виде сетевого графа (рис. 3.24).

Узлы графа соответствуют свершившимся событиям, а ребра - работы, выполняемые между событиями.

На ребрах графа указывается трудоемкость работ. Перечень событий и работ сетевого графа оформляется в виде таблицы.

События	Код события	Работы	Код работы
Техническое задание на проектирование и изготовление испытательного стенда получено	0	Разработка технических условий на стенд	0,1
Технические условия на стенд разработаны	1	Общая компоновка стенда Выдача технического задания на составление рабочей документации по эксплуатации стенда	1,2 1,7
Общая компоновка стенда готова	2	Проектирование и разработка технологии изготовления электрической части стенда. Проектирование и разработка технологии изготовления механической части стенда. Оформление и размещение заказов на покупные элементы	2,3 2,4 2,5
Проектирование электрической части стенда закончено	3	Изготовление и монтаж элементов электрической схемы.	3,6
Проектирование механической части стенда закончено	4	Изготовление и подборка элементов механической части стенда	4,6

Заказы на покупные элементы размещены	5	Исполнение заказов на покупные элементы станда	5,6
Все элементы электрической и механической частей станда готовы, покупные элементы получены	6	Информация о характеристиках элементов станда для уточнения рабочей документации по эксплуатации станда. Сборка и отладка станда	6,7
Техническое задание на разработку рабочей документации по эксплуатации станда с учетом полученной информации о характеристиках элементов станда закончено	7	Разработка рабочей документации по эксплуатации станда	7,8
Станд собран и отлажен, документация по эксплуатации подготовлена	8	Проведение контрольных испытаний станда и сдача заказчику	8,9
Станд испытан и принят заказчиком	9		



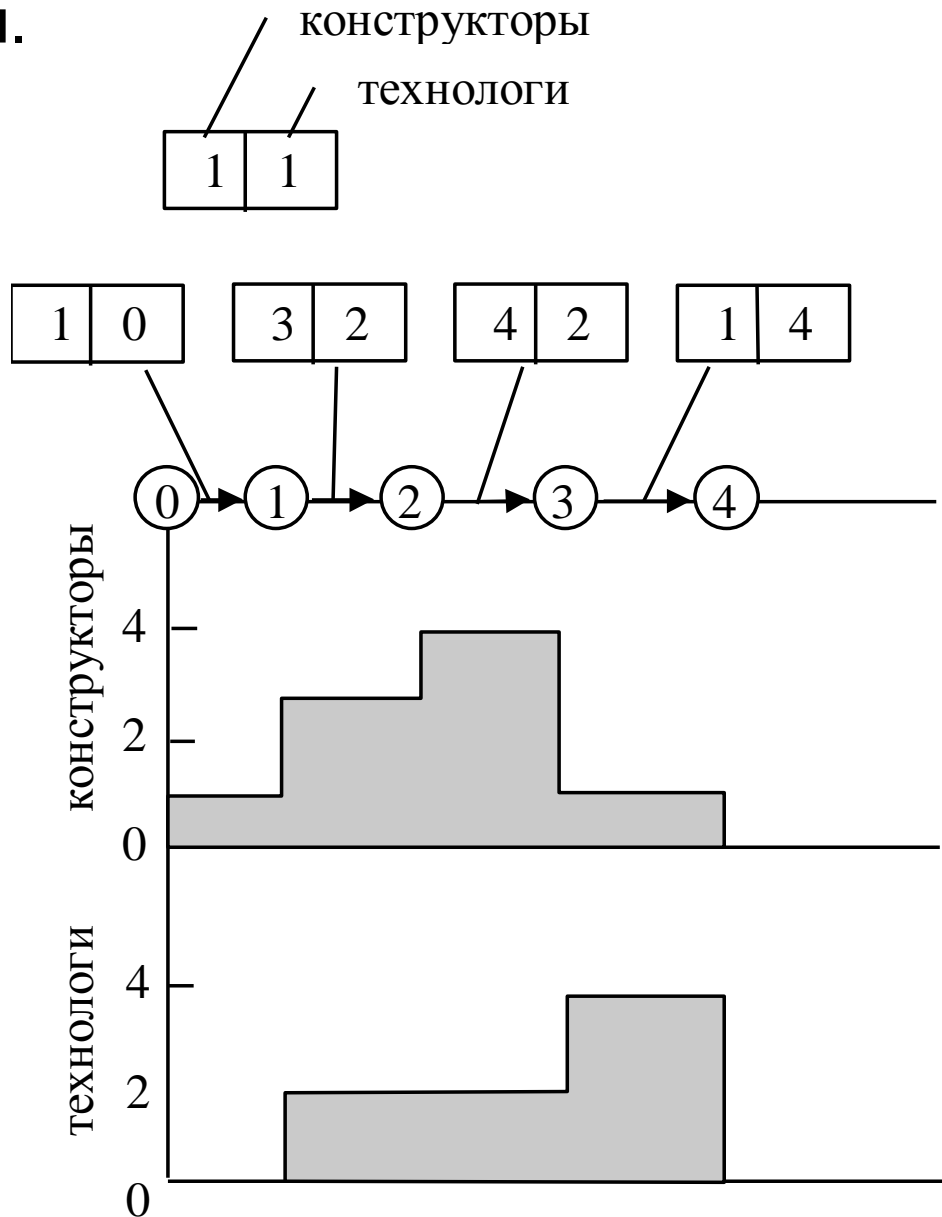
6. Необходимым условием успешного плана является неравенство

$$T_{цвj} \leq T_{цкр} \leq T_{цд} \quad . \quad (*)$$

Если условие не выполняется по критическому пути и какой-либо j -й ветви, то необходимо изыскать возможность увеличения людских и производственных ресурсов. Поиск ресурсов можно осуществить внутри предприятия, расширяя производственную систему, или в рамках кооперации с другими предприятиями.

7. Для повышения загрузки подразделений им последовательно могут поручаться различные виды работ, результаты которых до момента использования будут храниться на складе. За счет применения такой процедуры уменьшается число привлекаемых подразделений, но может увеличиваться потребная емкость складов. Процедура повторяется до тех пор, пока экономический эффект от сокращения подразделений не станет равным затратам по организации складского хозяйства.

8. Ленточный график выполнения отдельных работ характеризует потребность в работниках различных категорий как функцию времени.



№ п/п	Содержание работ	Длительность работ в рабочих днях																						
		50				40					30				20				10	9	7	5	3	1
6	Первое испытание блока № 3 на герметичность методом бароаквариума. Термовакuumная сушка. Второе испытание блока № 3 на герметичность методом бароаквариума																							
7	Установка узлов автоматики входной и запорной арматуры пусковых камер, трубопроводов. Сварка замыкающих сварных швов и их рентгеноконтроль																							
8	Снаряжение пусковых камер. Сварка замыкающих сварных швов. Испытание на герметичность методом шупа																							
9	Испытания на герметичность замыкающих сварных швов и на суммарную герметичность «под колпаком»																							
10	Испытания «сухих» мембран, входных мембран, монтаж СПРМ, контроль переключения, рентгеноконтроль, установка испытательных заглушек, установка и заварка штифтов																							

