

**РАЗДЕЛ 1. Организация производственного процесса. (12 час)*****Тема 1.1. Производственный процесс и принципы его организации.***

Приборостроение принадлежит к той группе отраслей промышленности, объектами производства которых являются сложные продукты, состоящие из большого количества отдельных частей и деталей. Кроме этого, другой особенностью продукции приборостроения является значительная сложность форм продуктов труда и большая их точность, что, естественно, вызывает расчленение процесса производства на большое количество операций, а это приводит к весьма развитому разделению труда. Эти процессы труда иногда сочетаются с естественными процессами (сушка, естественное старение металла, охлаждение после отливки и др.)

Итак, процесс производства в наиболее общем случае представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов труда и естественных процессов.

Вместе с тем, эта совокупность огромна и разнообразна, поэтому необходима ее систематизация по ряду классификационных признаков.

Первым классификационным признаком является **цель производственного процесса**. По этому признаку производственные процессы делятся на **основные, вспомогательные и процессы обслуживания**. **Целью основных процессов** является выпуск конкурентоспособной продукции, соответствующей профилю предприятия. **Вспомогательные процессы** необходимы для эффективного функционирования основных производственных процессов, например, изготовление технологического оснащения. **Целью функционирования процессов обслуживания** является обеспечение эффективного функционирования как основных, так и вспомогательных производственных процессов.

Вторым признаком классификации, который необходимо учитывать при создании производственных процессов, является **характер производимого предмета труда**. Предметы труда могут быть простыми и сложными. Простой предмет труда представляет собой монолитное изделие (деталь), процесс его изготовления называется **простым производственным процессом**. Напротив, сложный предмет труда – это изделие, состоящее из определенного количества деталей, например, узел, механизм, машина. Для его производства необходимо изготовить комплект деталей и выполнить сборочные операции. Такой процесс называется **сложным производственным процессом** и определяется как взаимосвязанная совокупность простых производственных процессов.

При организации производственного процесса необходимо учитывать **организационные формы**, в рамках которых он может реализовываться. По **организационным формам** производственные процессы могут быть: **единичными, серийными и массовыми производственными про-**

**цессами. Единичными** называются такие производственные процессы, при которых в единичных экземплярах изготавливается широкая номенклатура (количество наименований) изделий либо вовсе неповторяющихся, либо повторяющихся через неопределенные промежутки времени. **Серийными** называются такие производственные процессы, при которых периодически изготавливаются большими или меньшими партиями ограниченная или широкая номенклатура изделий (в зависимости от широты номенклатуры различают крупносерийные, серийные производственные процессы). **Массовыми** называются такие производственные процессы, при которых постоянно изготавливается в значительных количествах ограниченная номенклатура изделий.

Для наглядности типы производственных процессов и определяющие их параметры сведем в таблицу 1.

Таблица 1

Типы производственных процессов	Параметры		
	Объем про-ва	Номенклатура	Периодичн.
Единичные	1	$\infty$	$\infty$
Серийные	Фиксир.	Фиксир.	Известная
Массовые	$\infty$	1	0

Так же необходимо учитывать логическую последовательность протекания производственного процесса. По отношению к этапам технологии производственные процессы делятся на **заготовительные, механической обработки и сборочные.**

Эффективная организация производственного процесса достигается наиболее полным выражением шести принципов.

Первым принципом является **специализация**. Этот принцип выражается в закреплении за производственной системой номенклатуры  $n$  изделий, имеющих конструктивно-технологическое сходство. Идеальным выражением этого принципа является выражение  $n=1$ .

Вторым принципом является **параллельность**. Под принципом параллельности понимается параллельное (одновременное) выполнение отдельных частей производственного процесса. Целевая функция, которая оценивает достигнутый результат, выражается коэффициентом параллельности  $k_{n\text{ ап}}$ , который определяется отношением времени протекания процесса при соблюдении принципа параллельности  $T_{n\text{ ап}}$  к полному времени производственного процесса  $T_n$ , то есть

$$k_{n\text{ ап}} = \frac{T_{n\text{ ап}}}{T_n} \rightarrow \min.$$

Третьим принципом будет **непрерывность**. Принцип выражается отсутствием или минимизацией перерывов  $t_{n\text{ ап}}$  во времени протекания производственного процесса, то есть  $t_{n\text{ ап}} = 0$ .

Четвертым принципом является **прямоточность**. Он выражается в нахождении кратчайшего пути  $L$  прохождения изделием всех фаз производства, то есть  $L \rightarrow \min$ .

Пятым принципом является **пропорциональность**. Принцип выражается в пропорциональной трудоемкости или станкоемкости пропускной способности отдельных звеньев производства. Допустим, трудоемкость заготовительной фазы равна  $t_3$ , механической обработки  $10t_3$ , а сборочной  $4t_3$ . Тогда пропускная способность заготовительной фазы должна быть  $p_3$ , механической обработки  $10p_3$ , сборки  $4p_3$ .

Шестым принципом является принцип **ритмичности**. Под ритмичностью понимается выпуск в равные промежутки времени  $t_r$  равного или возрастающего количества продукции. Целевая функция выражения принципа будет  $t_r \rightarrow \min$ .

**Тема 1.2. Организация производственного процесса во времени и в пространстве.**

### **Организация производственного процесса во времени.**

Главной целью организации процесса во времени является согласование во времени его отдельных частей, что приведет к комплектному ходу производства, полной загрузки оборудования, минимальному производственному циклу.

Под длительностью **производственного цикла** понимается длительность изготовления детали, машины или партии этих изделий. Это понятие включает в себя понятия об операционном и технологическом циклах.

Под длительностью **операционного цикла** понимается выполнение отдельной операции в рамках изготовления одного изделия или партии этих изделий. Операционный цикл  $T_{on}$  зависит от трудоемкости операции  $t$ , величины обработочной партии  $n$  и числа рабочих мест, занятых выполнением операции, и вычисляется по формуле

$$T_{on} = \frac{nt}{c}.$$

Под длительностью **технологического цикла** понимается время выполнения всех необходимых операций при изготовлении изделия или партии изделий.

### **Организация технологического цикла простого процесса.**

При определении длительности технологического цикла необходимо **одновременность** выполнения операций, составляющих технологический процесс. Возможны три вида совмещения операций (видов движения партий деталей по операциям): последовательный, параллельно-последовательный и параллельный.

Сущность **последовательного** вида движения партий деталей по операциям заключается в том, что последующая операция начинается сразу после окончания обработки всей партии на предшествующей операции.

**Параллельно-последовательное** сочетание предусматривает частичное совмещение времени выполнения двух смежных операций при условии отсутствия перерывов внутри операционных циклов.

**Параллельное** сочетание предусматривает частичное совмещение двух смежных операций без каких-либо условий.

**Определение длительности цикла простого процесса при различных сочетаниях операций.**

Определить длительность цикла можно графическим путем и вычислить по формуле. Перед построением графика для любого сочетания операций необходимо вычислить величины операционных циклов по приведенной выше формуле.

Зададимся исходными данными: величина обработочной партии  $n=20$ ; величина передаточной (транспортной) партии  $p=5$ ; время выполнения каждой  $i$ -й операции и число рабочих мест на каждой  $i$ -ой операции приведено в таблице 2.

Таблица 2.

№ операции	1	2	3
$t_i$	0,5	4	1
$c_i$	1	2	1

### 1) при последовательном сочетании операций.

В соответствии с определением последовательного сочетания строим график в оговоренном масштабе и определяем длительность технологического цикла простого процесса графическим путем. График технологического цикла простого процесса изображен на рисунке 1.1.

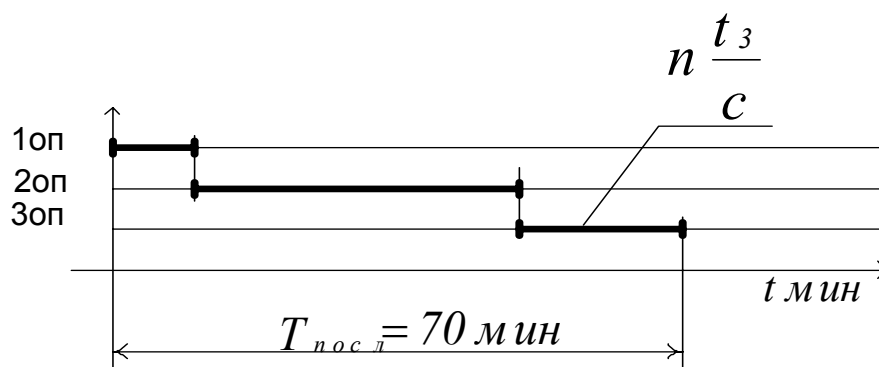


Рис. 1.1.

Вычислить цикл можно по формуле:  $T_{\text{посл}} = n \sum_{i=1}^{i=m} \frac{t_i}{c_i}$ .

$$T_{\text{посл}} = 20 \left( \frac{0,5}{1} + \frac{4}{2} + \frac{1}{1} \right) = 70 \text{ мин.}$$

## 2) при параллельно-последовательном сочетании операций.

Параллельно-последовательный и параллельный вид движения не могут быть осуществлены без выделения из обработочной партии передаточных (транспортных) партий (по нашим исходным данным передаточная партия  $p = 5$ , таким образом обработочная партия делится на 4 передаточных партии)

Перед построением графика параллельно-последовательного сочетания, прежде всего, определить величины операционных циклов двух смежных операций. Если операционный цикл предшествующей операции  $T_{\text{оп}_i}$  меньше операционного цикла последующей операции  $T_{\text{оп}_{(i+1)}}$ , то начало последующей операции определяется моментом окончания обработки первой передаточной партии на предшествующей операции. Условие  $T_{\text{оп}_i} < T_{\text{оп}_{(i+1)}}$  соответствует первой и второй операциям. Если операционный цикл предшествующей операции  $T_{\text{оп}_i}$  больше операционного цикла последующей операции  $T_{\text{оп}_{(i+1)}}$ , то момент окончания обработки обработочной партии предшествующей операции определяет начало обработки последней передаточной партии на последующей операции, а начало обработки обработочной партии на последующей операции определяется временем обработки обработочной партии за минусом времени обработки одной передаточной партии на этой же операции. Условие  $T_{\text{оп}_i} > T_{\text{оп}_{(i+1)}}$  соответствует второй и третьей операциям. Построенный график приведен на рисунке 1.2.

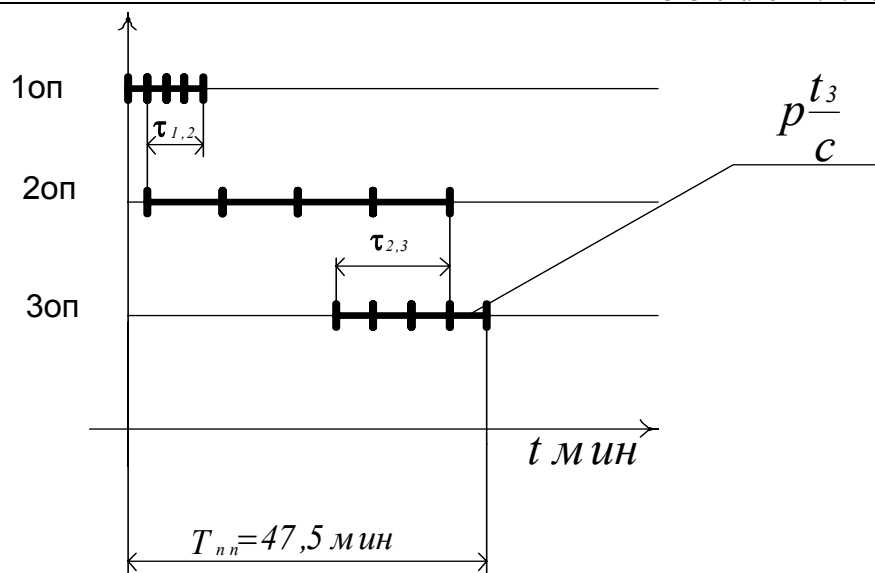


Рис. 1.2.

Вычислить величину технологического цикла при параллельно-последовательном сочетании операций можно по формуле:

$$T_{пп} = T_{посл} - (n - p) \sum_1^{m-1} \left( \frac{t}{c} \right)_{к\ op},$$

где  $\left( \frac{t}{c} \right)_{к\ op}$  - часть короткого операционного цикла в пересчете 1

шт.

$$T_{пп} = 70 - \left( \frac{0,5}{1} + \frac{1}{1} \right) = 47,5 \text{ мин.}$$

### 3) при параллельном сочетании операций.

Для определения технологического цикла при параллельном сочетании операций, прежде всего, необходимо выявить операцию с максимальным операционным циклом  $\left( \frac{t}{c} \right)_{max}$ . От момента начала обработки каж-

дой передаточной партии “вверх и влево” отложить длительность обработки каждой передаточной партии на всех предшествующих операциях. Далее, от момента окончания обработки каждой передаточной партии “вниз и направо” отложить длительность обработки каждой передаточной партии на всех последующих операциях. График технологического цикла простого процесса приведен на рисунке 1.3.

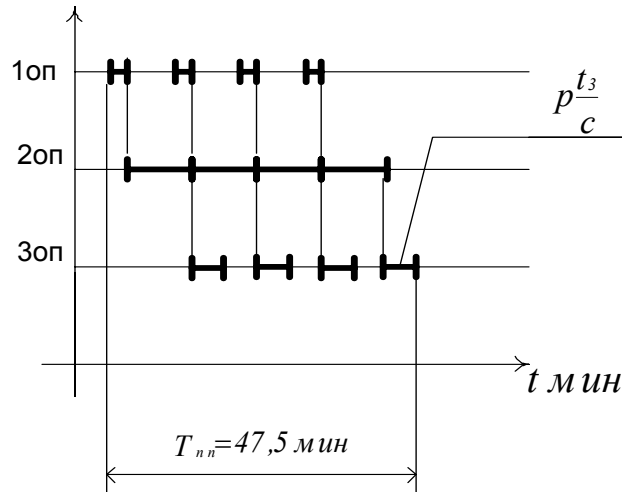


Рис. 1.3.

Вычислить длительность технологического цикла при параллельном сочетании операций можно по формуле:

$$T_{пар} = (n - p) \left( \frac{t}{c} \right)_{max} + p \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{c_i}$$

Для нашего примера  $T_{пар} = (20 - 5) \left( \frac{4}{2} \right) + 5 \left( \frac{0.5}{1} + \frac{4}{2} + \frac{1}{1} \right) = 47,5 \text{ мин}$

### Организация производственного цикла простого процесса.

Структурно производственный цикл складывается из технологического цикла, перерывов и времени протекания естественных процессов, необходимых по технологии. Методика организации технологического цикла известна, осталось определить и корректно учесть дополнительные составляющие производственного цикла.

**Перерывы** бывают двух видов: межоперационные и междусменные.

В зависимости от причин, по которым перерывы возникают, перерывы делятся на перерывы партионности, ожидания и комплектования.

Перерывы **партионности** предопределяются тем, что детали передаются с операции на операцию партиями. При этом, если величина партии  $n$ , то  $(n-1)$  деталей пролеживают либо в ожидании обработки, либо в ожидании передачи.

Перерывы **ожидания** вызваны несинхронным ходом технологического процесса.

Перерывы **комплектования** – это время, предшествующее сборочным операциям, которое необходимо для подбора полного комплекта узлов и деталей, составляющих цель сборочных операций, для дальнейшей работы без перерывов.

**Междусменные** перерывы вызваны режимом работы производственной системы. Это перерывы, вызванные неполной загрузкой рабочих

суток (отсутствуют при трехсменной работе производственной системы), перерывы на выходные и праздничные дни.

**Естественные** процессы не являются трудовыми, поскольку идут без участия человека.

Производственный цикл простого процесса вычисляется по формуле:

$$T_{пц} = \frac{1}{sqf} (T_{мц} + m t_{мо}) + \frac{T_{есм}}{24} \quad (\text{календарные дни}),$$

где  $T_{пц}$  – длительность производственного цикла простого процесса, измеряемая в календарных днях;  $s$  – число рабочих смен в рабочем дне;  $q$  – продолжительность рабочей смены в минутах;  $f$  – годовая доля рабочих дней в календарных (для расчетов можно принимать 0,7);  $T_{мц}$  – длительность технологического цикла в минутах;  $m$  – количество технологических операций;  $t_{мо}$  – средняя величина межоперационного перерыва в минутах;  $T_{есм}$  – длительность естественных процессов в часах.

Графики производственных циклов всех видов сочетаний приведены на рисунке 1.4а,б,в.

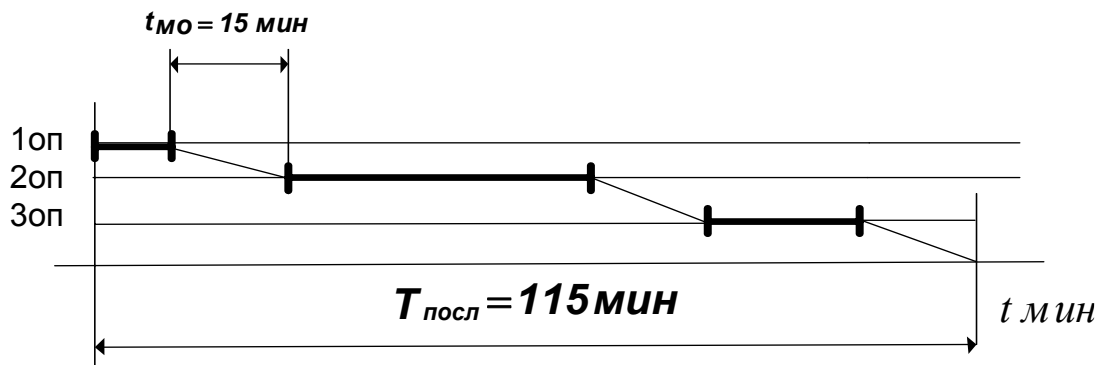


Рис. 1.4а.



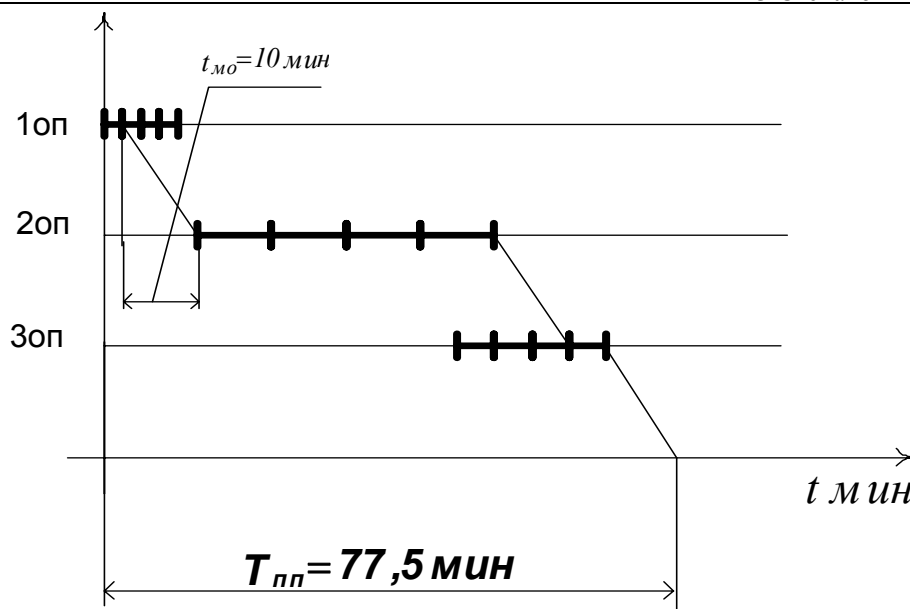


Рис. 1.4б

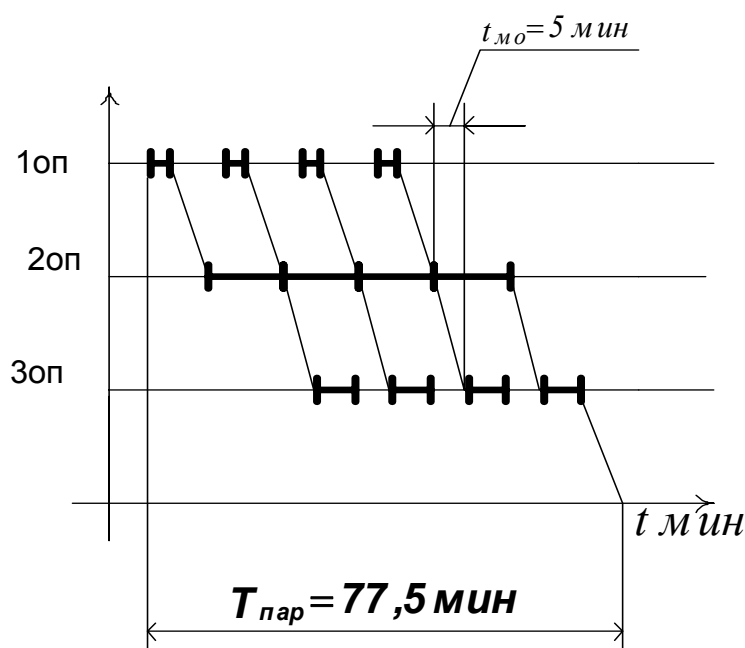


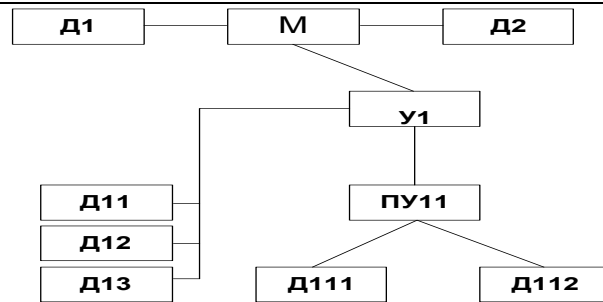
Рис.1.4в.

### Организация производственного цикла сложного процесса.

При организации производственного цикла сложного процесса в наибольшей степени выражается принцип параллельности.

Формируется цикл с помощью **циклового** графика, для построения которого необходимо знать структуру изделия и длительности производственных циклов простых процессов.

**Структура** изделия задается технологической **схемой сборки**. На рисунке 1.5. приведена одна из разновидностей применяемых схем – веерная.



Условные обозначения: М – изделие; У – узел; ПУ – подузел;

Д – деталь

Рис. 1.5.

Цикловой график строится справа налево. Прежде всего в оговоренном масштабе откладывается процесс генеральной сборки, которому предшествует перерыв комплектования ( $k$ ) и т.д.

Цикловой график приведен на рисунке 1.6.

### Пути сокращения производственного цикла.

Сокращение производственного цикла возможно:

выбором рационального сочетания операций;

расширением фронта работ (увеличением числа рабочих мест);

снижением трудоемкости выполняемых операций, за счет применения эффективного оснащения, механизации и автоматизации.

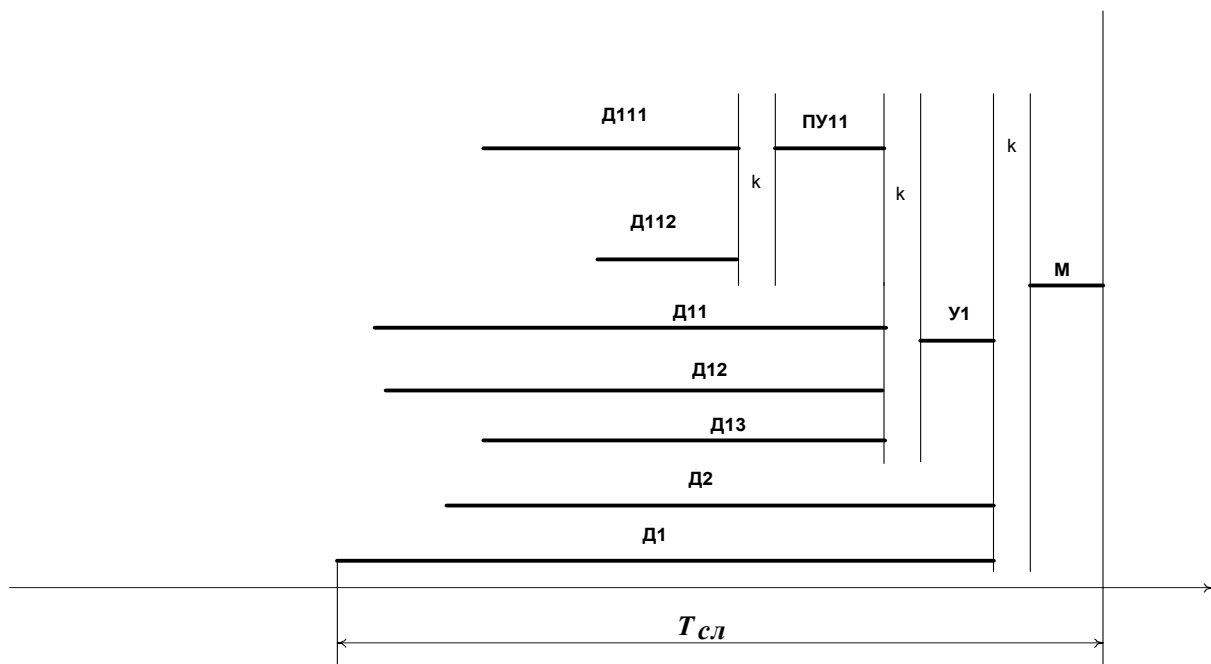


Рис. 1.6.

### Производственная структура предприятий.

Под производственной структурой предприятия понимается состав цехов и служб и формы их кооперации, то есть взаимосвязи.

Основная задача, решаемая при построении производственной структуры, сводится к расположению в пространстве производственных процессов всех видов. Основные процессы “располагаются” в основных цехах (**ОЦ**), вспомогательные – во вспомогательных (**ВЦ**), процессы обслуживания – в службах (**С**).

Схематически производственную структуру можно представить рисунком 1.7.

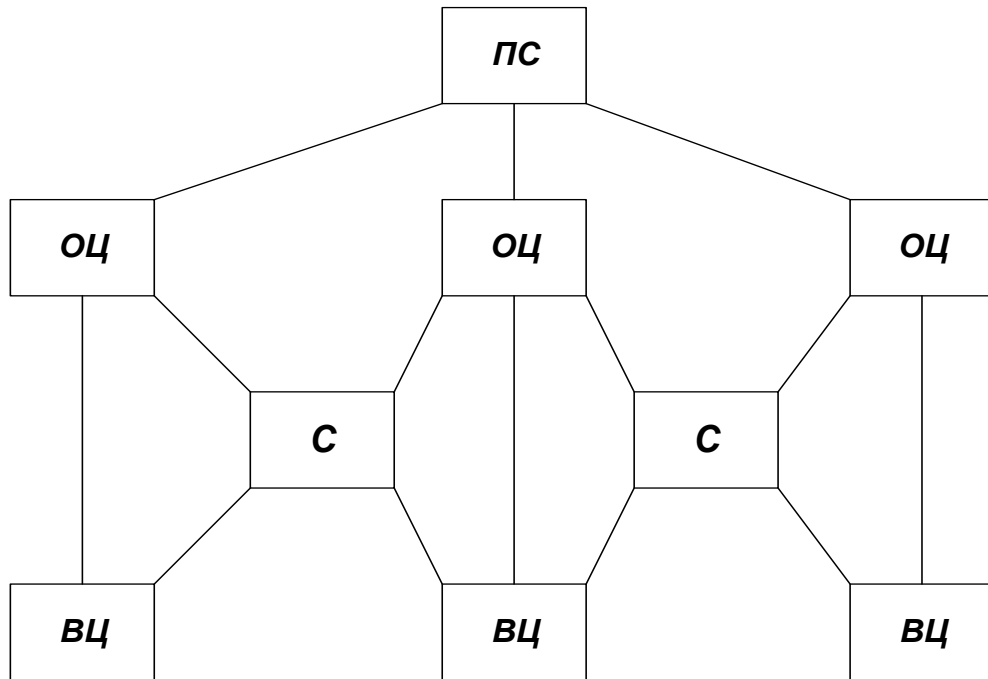


Рис. 1.7.

На построение производственной структуры оказывают влияние в основном следующие **факторы**: номенклатура выпускаемых изделий и объемы их производства.

#### **Принципы образования цехов.**

Цехи образуются согласно существующим **формам специализации**, то есть предметной и технологической.

**Предметный** принцип специализации характерен жесткой организацией производства, минимальной трудоемкостью продукции и минимальным производственным циклом.

Для **технологического** принципа характерна гибкая организация, большая трудоемкость и производственный цикл.

Проблема формирования производственной структуры любой производственной системы связана с построением иерархии, обеспечивающей оптимальную специализацию производственных подразделений.

Под иерархией обычно понимается один из основных типов структуры системы, который наглядно выражается в виде графа. Вершинами графа являются элементы системы, ребрами – взаимосвязи между элементами. Элементы системы в иерархической структуре располагаются на определенных уровнях иерархии.

В общем случае формирование иерархии системы может быть описано следующим образом. Объекту ставится в соответствие множество  $M^0$ . Далее это множество разбивается на подмножества  $M_i^1$  и так далее до  $k$ -го уровня.

Множество  $M^0$  формируется под влиянием объектов производства, которые объединяются в множество  $P_i$ , где  $i$  - изделия определенного наименования, характеризующиеся вектором признаков ( $\bar{X}$ ). В список признаков включаются конструктивно-технологические и производственные. Конструктивно-технологические признаки идентифицируют изделия и характеризуют сложность их изготовления. К ним относятся: геометрическая форма изделия, масса, габаритные размеры, виды технологий и др. К производственным признакам относятся объемы производства изделия и отдельных его частей.

Конструктивно-технологические признаки позволяют определить трудоемкость изделия по нормативным зависимостям или балльным методом. На основе трудоемкости изделия и объемов его выпуска вычисляется количественная оценка элементарной производственной системы. По существу эта оценка характеризует количество технологических цепочек, необходимых для производства изделия в заданных объемах, в роли же элементарной производственной системы может выступать рабочее место, линия, участок и даже цех.

Количественная оценка ЭПС может быть определена по формуле :

$$a_i = (T_i * Q_i) / F_i,$$

где  $a_i$  – количественная оценка  $i$ -ой элементарной производственной системы;  $T_i$  - трудоемкость изготовления изделия, производимого  $i$ -ой элементарной производственной системой;  $Q_i$  - объем производства изделия, производимого  $i$ -ой элементарной производственной системой;  $F_i$  - фонд времени работы  $i$ -ой элементарной производственной системы.

В результате вычисления количественной оценки формируется множество нулевого уровня, элементами которого являются специализированные элементарные производственные системы. Оптимальная иерархия производственной системы формируется по уровням, число которых не может превышать количество конструктивно-технологических признаков.

На первом уровне располагаются производственные подсистемы, элементами которых являются подмножества элементарных производственных систем, объединенных, по крайней мере, по одному конструктивно-технологическому признаку. Центральным блоком этих подмножеств (подсистем первого уровня) является исходное множество. Каждая подсистема первого уровня рассматривается в качестве блока последующего деления на подсистемы второго уровня, элементами которых являются элементарные производственные системы, объединенные, по крайней мере, по двум конструктивно-технологическим признакам и т. д. Таким образом, если специализация элементарной производственной системы описывается  $n$  признаками, то она расположится на  $n$ -ом уровне. Однако на практике число уровней нормируется (производственное объединение, предприятие, цех, участок, группа рабочих мест, рабочее место) в зависимости от количественной оценки подсистемы. При этом может возникнуть ситуация, при которой подразделение любого уровня может выступать в роли элементарной производственной системы. Например, цех, производящий изделия, описываемые одинаковыми конструктивно-технологическими признаками, рассматривается как элементарная производственная система. В этом случае проблема дробления его на участки, группы рабочих мест и рабочие места сводится к арифметической задаче.

### ***Тема 1.3. Организационные формы производственных процессов.***

Принципиально организационные формы можно разделить на две противостоящие совокупности. С одной стороны – это высоко организованное, эффективное поточное производство, с другой – не эффективное многономенклатурное производство. Однако и та и другая организационная форма обладает как достоинствами, так и недостатками. **Поточное производство** представляет собой высоко эффективную организационную форму, при которой наиболее полно выражаются принципы организации, становясь определяющими **признаками** поточного производства. Характерным качеством поточных форм производства является минимальная трудоемкость произведенной продукции и минимальный цикл ее производства. Однако трудности, а порой и невозможность, перехода на новые изделия ставят под сомнение применение, особенно в рыночных условиях, этих эффективных форм. Напротив, **многономенклатурное производство** лишено этого недостатка и находит применение вопреки снижению технико-экономических показателей производственной системы.

### **Признаки поточного производства и классификация поточных линий.**

Поточное производство материализуется в виде поточных линий.

Поточное производство описывается пятью признаками.

#### **1. Прямоточность.**

Выражается в том, что технологическое оборудование располагается на специальных площадках по технологической цепочки. Присущ всем типам поточных линий.

## **2. Специализация.**

Выражается в том, за поточной линией закреплены изделия, имеющие конструктивно-технологическое сходство. По этому признаку поточные линии делятся на **однопредметные**, за которыми закрепляется одно наименование изделий, и **многопредметные**, за которыми закрепляется несколько наименований изделий.

## **3. Непрерывность.**

Выражается в отсутствии или минимизации перерывов внутри производственного цикла. По этому признаку линии делятся на **непрерывно-поточные**, **прерывно-поточные** (прямоточные).

## **4. Ритмичность.**

Выражается в том, что поточные линии работают по **единому такту** или **ритму**. **Тактом** поточной линии называется промежуток времени между запусками (или выпусками) двух смежных изделий. **Ритмом** поточной линии называется промежуток времени между запусками (или выпусками) двух смежных партий изделий. По этому признаку линии делятся на линии с **регламентированным ритмом** и на линии с **нерегламентированным ритмом**.

## **5. Применение специальных транспортных средств.**

Выражается в применении на поточных линиях специальных транспортных средств. **Непрерывно-поточные линии** делятся по этому признаку на **рабочий конвейер**, на котором транспортное средство выполняет **транспортную функцию и является местом выполнения** технологической операции, и **распределительный конвейер**, на котором транспортное средство выполняет **транспортную и распределительную функции**.

**Выбор рациональной организационной формы производственной системы.**

Выбор организационной формы базируется на анализе прогнозируемых исходных параметров, возможных организационных форм, являющихся альтернативами выбора, на основе предлагаемых критериев отбора.

Значение срока устойчивого спроса следует сопоставлять со сроком окупаемости инвестиций в производственную систему, который функционально связан с заданной величиной рентабельности и учитывает степень риска.

Если срок окупаемости превышает время устойчивого спроса, проектировать жесткую производственную систему нецелесообразно. Альтернативным решением в данном случае является проектирование гибкого про-

изводства, позволяющего добиться заданного уровня рентабельности за счет расширения номенклатуры производимых изделий.

Другим критерием выбора организационной формы производственной системы является степень ее загруженности. Повышение коэффициента загрузки всех видов оборудования снижает величину производственных затрат, особенно их постоянную часть, и, как следствие, приводит к росту рентабельности производства.

Выбор конкретного вида поточной линии или конфигурации гибкого автоматизированного производства (ГАП) устанавливается однородностью номенклатуры изделий. Степень однородности устанавливается числом конструктивно-технологических признаков, позволяющих организовать поточное производство.

Таковы основные положения выбора организационной формы элементарной производственной системы, формализуемые в виде алгоритма, блок-схема которого приведена на рис. 1. 8.

Блок 1 является блоком начала работы алгоритма.

Блок 2 (ww) представляет собой процедуру ввода исходных данных. Она осуществляет, прежде всего, ввод списка изделий и прогнозируемых объемов их производства. Кроме этого вводятся: величина срока устойчивого спроса, срок окупаемости капиталовложений, а также цены реализации произведенных изделий.

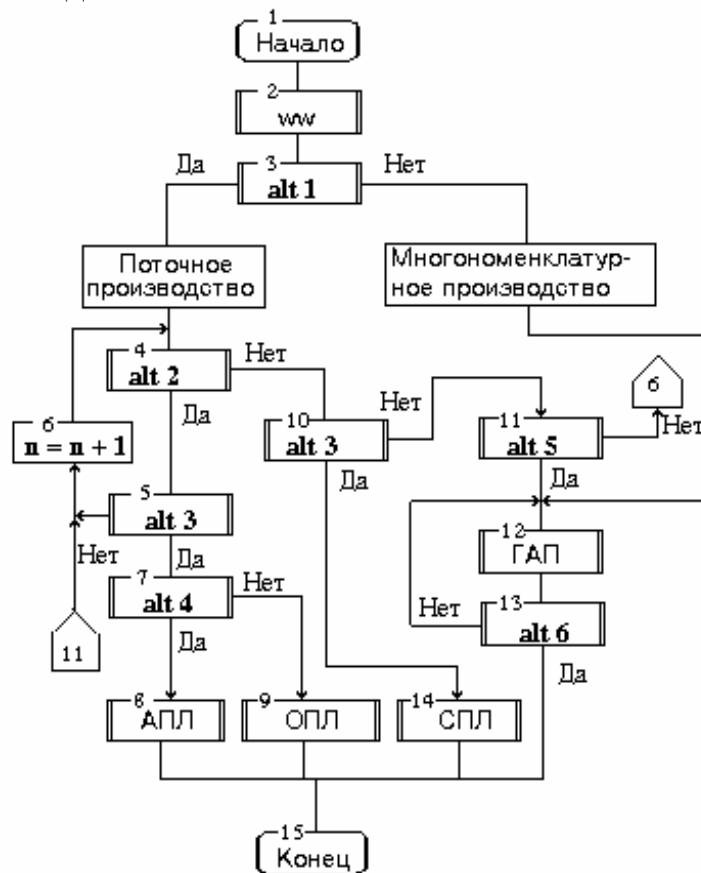


Рис. 1. 8. Организационно-экономическая модель выбора организационной формы элементарной производственной системы.

Блок 3 (alt 1) представляет собой процедуру, контролирующую выполнение условия  $T_y > T_{ок}$ , где  $T_y$  - величина срока устойчивого спроса;  $T_{ок}$  - срок окупаемости капиталовложений с учетом степени риска. Если срок устойчивого спроса превышает срок окупаемости, то предпочтение отдается поточным формам производства. В противном случае целесообразной формой является многономенклатурное производство, к разновидности которого относится гибкое автоматизированное производство (ГАП).

Блок 4 (alt 2) представляет собой процедуру, контролирующую однородность конструктивно-технологических признаков изделий, производство которых планируется на проектируемой элементарной производственной системе. Если признаки изделий совпадают, то считается, что за элементарной производственной системой закрепляется одно наименование изделий. Формально это условие выражается равенством  $n = 1$ . Если это условие ( $n = 1$ ) выполняется, то следует переход к блоку 5. В противном случае осуществляется переход к блоку 10 и проектирование однономенклатурных поточных линий будет нецелесообразно.

Блок 5 (alt 3) представляет собой процедуру, контролирующую загруженность проектируемой поточной линии. Если загрузка линии, измеряемая в станкочасах в год, равна (или чуть меньше) действительного фонда времени ее работы, то следует переход к блоку 7. Если загрузка линии (даже с учетом компенсационного резерва) значительно меньше действительного фонда времени, то следует переход к блоку 6 и решение о проектировании однономенклатурной поточной линии не рассматривается.

В блоке 6 список наименований изделий увеличивается на 1 и выполняется переход к блоку 4.

Блок 7 (alt 4) представляет собой процедуру, контролирующую выполнение условия, которое характеризует степень величины спроса. Если величина спроса стремится к бесконечности ( $Q \rightarrow \infty$ ), то есть все выпущенные изделия безусловно будут реализованы, то целесообразной организационной формой проектируемой производственной системы будет автоматическая поточная линия (АПЛ) и следует переход к блоку 8. В противном случае выбор падает на однопредметную поточную линию и следует переход к блоку 9.

Блок 8 (АПЛ) представляет собой процедуру расчета параметров автоматической поточной линии (АПЛ).

Блок 9 (ОПЛ) представляет собой процедуру вычисления параметров однопредметной поточной линии (ОПЛ).



Блок 10 (alt 3) представляет собой процедуру, контролирующую загрузженность проектируемой поточной линии. Если загрузка линии, измеряемая в станкочасах в год равна (или чуть меньше) действительного фонда времени ее работы, то следует переход к блоку 14. Если загрузка линии (даже с учетом компенсационного резерва) значительно меньше действительного фонда времени, то следует переход к блоку 11 и решение о проектировании серийно-поточной линии не рассматривается.

Блок 11 (alt 5) представляет собой процедуру, контролирующую предполагаемую номенклатуру изделий на возможность организации поточного производства. Такая возможность существует до тех пор, пока выполняется условие:  $n > n_n$ , где  $n$  – предполагаемая номенклатура изделий;  $n_n$  – предельная номенклатура изделий. Под предельной номенклатурой изделий понимается такая их совокупность, которая позволяет осуществить серийно-поточную форму производства. Если контролируемое условие не выполняется, то следует переход к блоку 6, число наименований увеличивается на 1 и процесс повторяется. Если условие выполняется, то следует переход к блоку 12.

Блок 12 (ГАП) представляет процедуру формирования подразделения гибкого автоматизированного производства. Организационно-экономическая модель формирования гибкого производства описана в разделе 4.

Блок 13 представляет собой процедуру, контролирующую уровень рентабельности, исходя из условия:

$$r_{\phi} > r_n,$$

где  $r_{\phi}, r_n$  – соответственно фактический и нормативный уровни рентабельности.

Основой определения уровня рентабельности является средняя цена номенклатуры изделий, закрепляемых за производственной системой. Базой для определения фактического уровня рентабельности является приведенная, средняя себестоимость, вычисляемая организационно-экономическим моделированием. Производственная система не может считаться сформированной до тех пор, пока контролируемое условие не будет выполнено.

Блок 14 (СПЛ) представляет собой процедуру вычисления параметров серийно-поточной линии.

Блок 15 является блоком окончания работы алгоритма.

**Особенности организации и расчета однопредметных поточных линий.**

**Алгоритм выбора типа поточной линии.**

Исходными данными для выбора типа поточной линии являются: трудоемкость выполнения  $i$ -ой технологической операции  $t_i$ , их число  $m$ , объем выпуска  $Q$  и вид технологического процесса. Алгоритм выбора типа поточной линии приведен на рисунках 1.9 а и 1.9 б.

Блок 1 является блоком начала работы алгоритма.

Блок 2 является блоком ввода исходных данных.

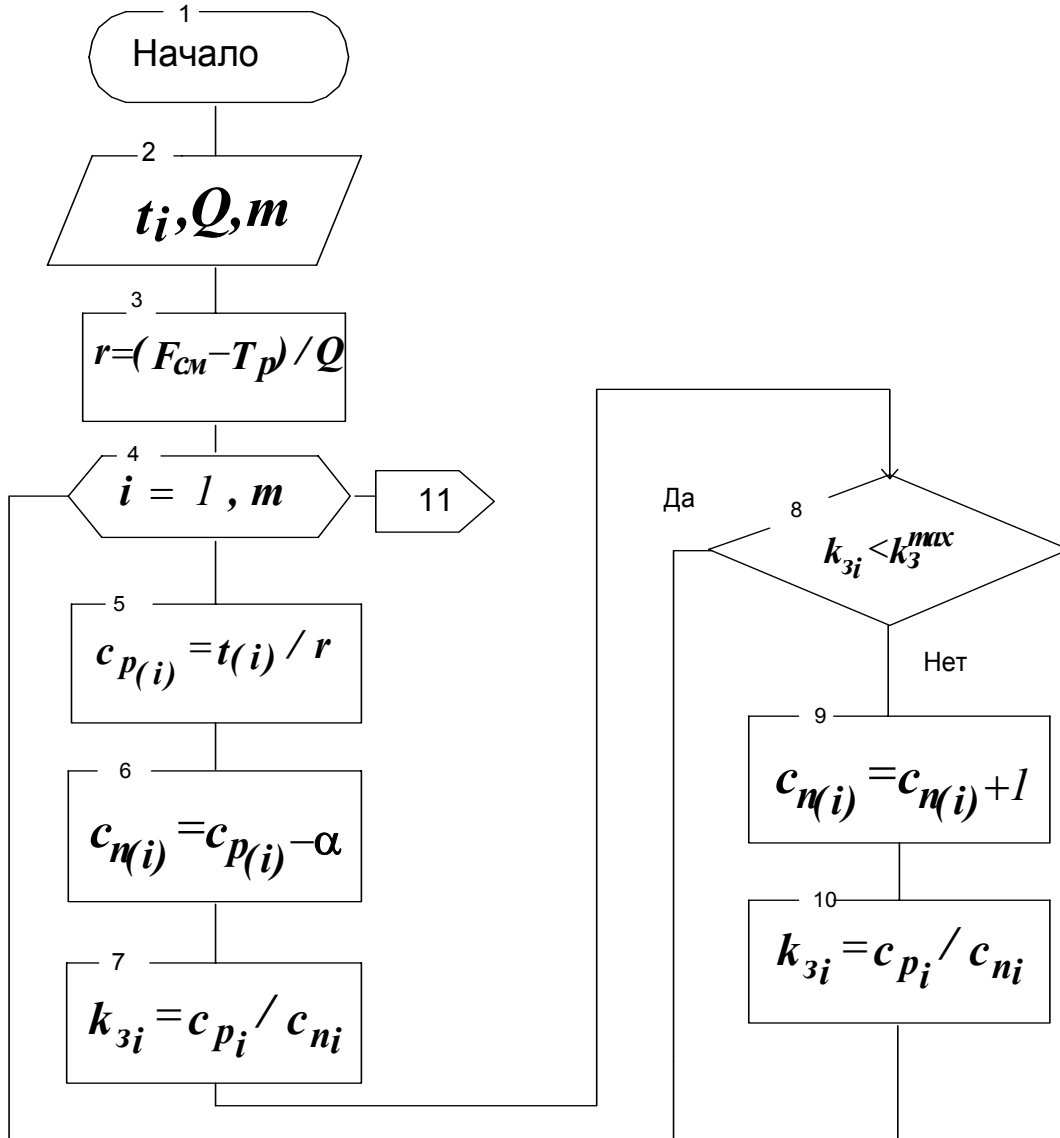


Рис 1.9 а.

Блок 3 является расчетным блоком. В этом блоке вычисляется основной параметр поточной линии такт  $r$  по формуле:

$$r = \frac{F_{cm} - T_p}{Q},$$

где  $F_{см}$  – продолжительность рабочей смены в минутах;  $T_p$  – величина регламентных перерывов в минутах;  $Q$  – сменный объем выпуска в штуках.

Блок 4 является блоком модификации и символизирует цикл по  $i=1, m$ .

Блок 5 является расчетным блоком. Это блок вычисления расчетного числа рабочих мест  $C_{pi}$ , которые вычисляются для каждой  $i$ -ой операции по приведенной в поле блока формуле.

В блоке 6 полученное значение представляется в виде целого числа  $C_{pi}$  и дробной части  $\alpha$ , которая отбрасывается, таким образом округляется до целого числа, которое присваивается  $C_{pi}$  – принятому числу рабочих мест.

В блоке 7 вычисляется коэффициент загрузки каждого  $i$ -го рабочего места  $k_{zi}$  по формуле, приведенной в поле блока.

Блок 8 является блоком условия. Если коэффициент загрузки  $i$ -ой операции меньше максимально возможного коэффициента загрузки ( $k_z^{max}$ ), который определяется физическими и технологическими возможностями рабочего, то цикл продолжается, если – нет, то следует переход к блоку 9, в котором принятое число рабочих мест увеличивается на 1.

В блоке 10 повторно вычисляется коэффициент загрузки  $i$ -ой операции и цикл продолжается.

После окончания цикла следует переход к блоку 11 (рис. 9 б).

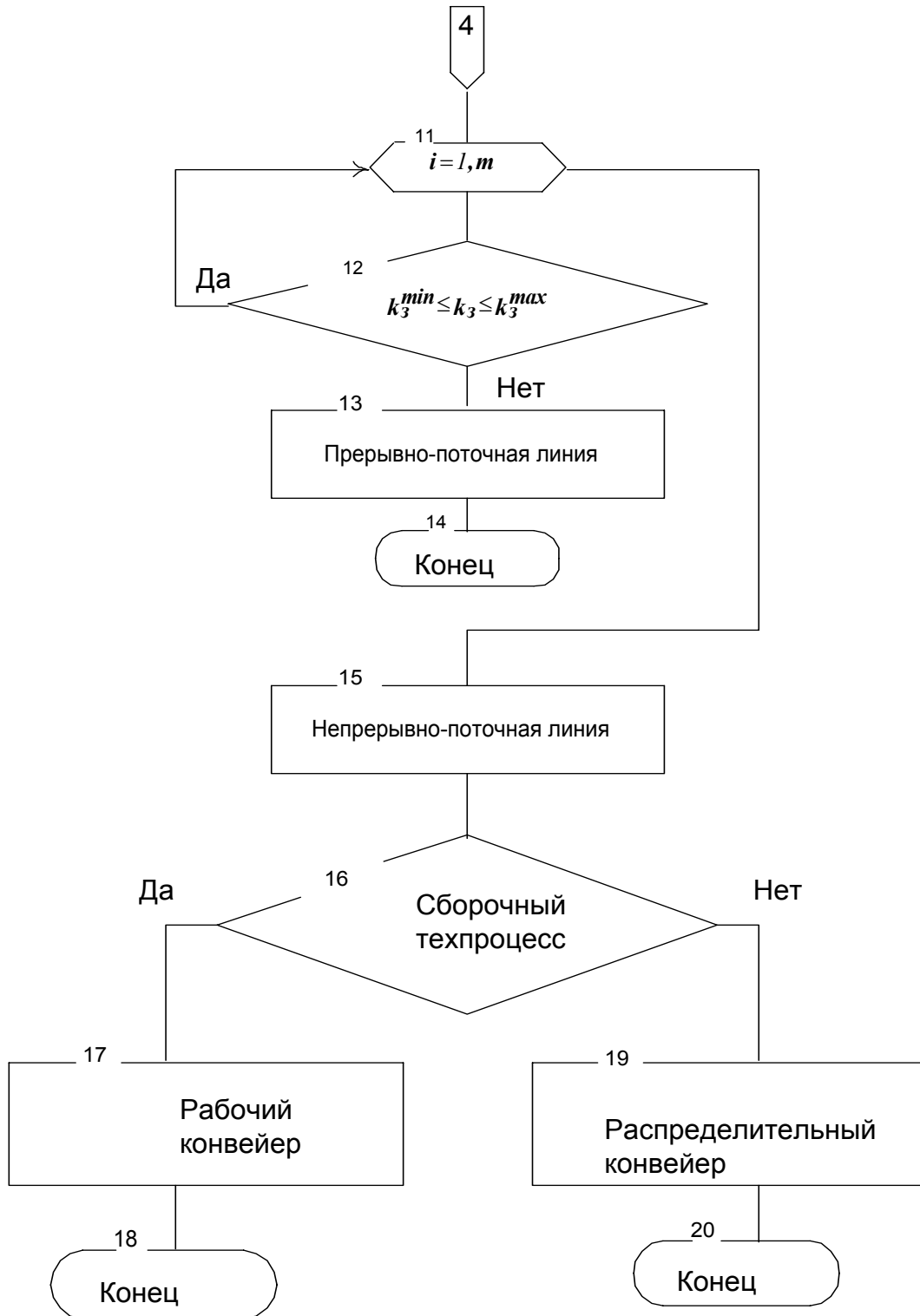


Рис. 1.9 б.

Блок 11 является блоком модификации и символизирует цикл по  $i=1,m$ .

Блок 12 является блоком выполнения условия, которое обозначено в поле блока. Следует отметить, что минимально возможный коэффициент ( $k_3^{min}$ ) определяется минимальными значениями технико-экономических

показателей. Кроме этого, для первой и последней операций условие, заданное в блоке 12, можно игнорировать.

Если условие, заданное в блоке 12, не выполняется, следует переход к блоку 13, что означает о целесообразности выбора прерывно-поточной линии.

Блок 14 означает преждевременное окончание работы алгоритма.

Если условие, заданное в блоке 12, выполняется, то следует переход к блоку 15, что означает о целесообразности выбора класса непрерывно-поточных линий.

Блок 15 является блоком выполнения условия. Условие заключается в вопросе: является ли технологический процесс сборочным? Если условие выполняется, то следует переход к блоку 17, что означает о целесообразности выбора непрерывно-поточной линии “Рабочий конвейер”.

Блок 18 означает преждевременное окончание работы алгоритма.

Если условие не выполняется, то следует переход к блоку 19, что означает о целесообразности выбора непрерывно-поточной линии “Распределительный конвейер”.

Блок 18 означает окончание работы алгоритма.

### ***Особенности организации и расчета непрерывно-поточной линии “Рабочий конвейер”.***

**Рабочий конвейер – это непрерывно-поточная линия с регламентированным ритмом, технологические операции которой выполняются на рабочем органе транспортного средства.**

Чаще всего в качестве транспортного средства для рабочего конвейера применяется ленточный или пластинчатый транспортер.

Фрагмент планировки приведен на рисунке 1.10.

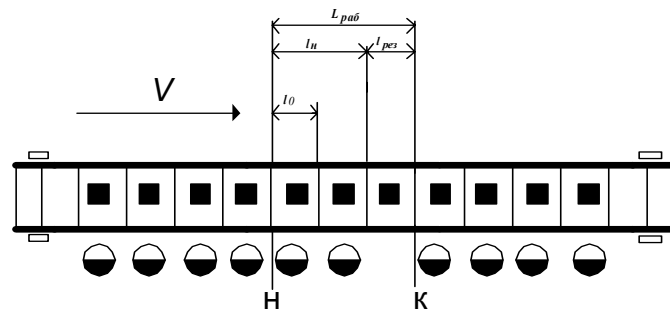


Рис. 1.10.

Прежде всего необходимо определить шаг конвейера  $l_0$ . Шаг конвейера – расстояние между осями смежных изделий. Он определяется либо размером рабочего места, либо габаритами изделия по направлению движения с учетом необходимого зазора между изделиями.

Далее вычисляется для каждой  $i$ -ой операции нормальная длина рабочей зоны  $l_{нi}$  по формуле:  $l_{нi} = l_0 c_{пi}$ .

Для операций, на которых возможны отклонения от нормы времени  $t_i^{max}$ , определяется количество **целых** резервных делений  $\Delta_i$  и вычисляется длина резервной зоны  $l_{рез}$ .

$$\Delta_i = \frac{t_i^{max} - t_i}{r}, \quad t_{рез} = l_o \Delta_i.$$

На рисунке 10 полная рабочая зона располагается между  $n$  (начало) и  $k$  (конец) и ее длина определяется как  $L_{раб_i} = l_{ni} + l_{рез}$ .

Вычисляется скорость движение ленты  $v = l_o / r$ , она должна быть не более 2 м/мин.

В заключении рассчитывается производственный цикл рабочего конвейера в минутах.

$$T_{раб} = \frac{r \sum_1^m (c_{pi} + \Delta_i)}{60}.$$

***Особенности организации и расчета непрерывно-поточной линии “Распределительный конвейер”.***

**Распределительный конвейер – это непрерывно-поточная линия с регламентированным ритмом, технологические операции которой выполняются на стационарном рабочем месте.**

Проектирование распределительного конвейера начинается с планировки поточной линии, на основании которой определяется рабочая длина транспортера  $L_p$ , нужная для рационального обслуживания рабочих мест. Это необходимо для вычисления полной длины ленты транспортера  $L_n = 2 L_p + \pi d$ , где  $d$  – диаметр натяжного и приводного барабанов транспортера.

Пример планировки приведен на рисунке 1.11.

Величина шага конвейера не имеет значения, главное чтобы он не был меньше габарита предмета труда по направлению движения с учетом необходимого зазора. После этого можно определить скорость движения ленты по известной формуле  $v = l_o / r$ .

Для того, чтобы линия выполняла распределительную функцию надо осуществить разметку ленты и закрепить номера за рабочими, выполняющими технологические операции. Прежде всего нужно определить период конвейера  $\Pi$ , то есть количество номеров, необходимых для выполнения распределительной функции. Он определяется наименьшим общим кратным от принятого числа рабочих мест на каждой  $i$ -ой операции.

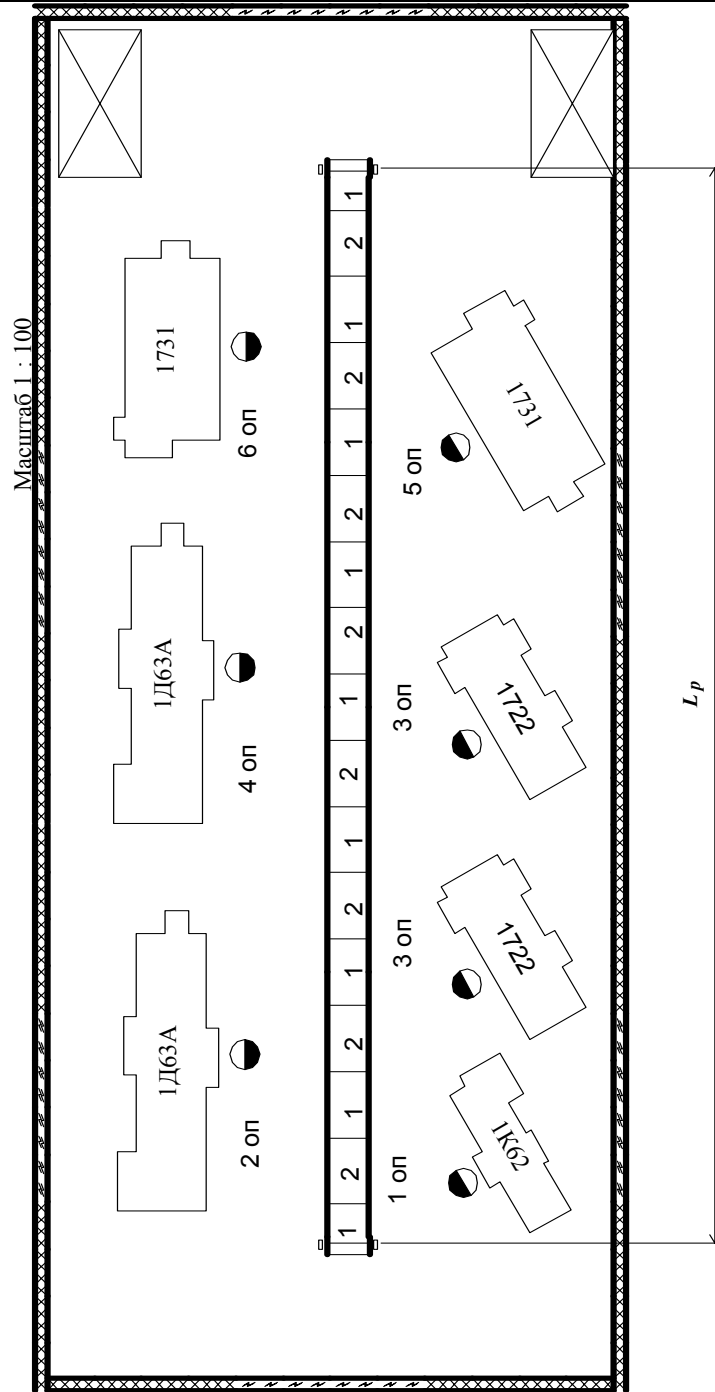


Рис. 1.11.

Далее вычисляется необходимое число комплектов разметочных знаков  $k$  по формуле  $k = \frac{L_p}{\Pi l_o}$ , которое должно выражаться **целым** числом.

Поскольку при делении всегда получается **вещественное**, требуется округление его до целого  $k'$ . А так как вычисленная полная длина не будет соответствовать длине, которая требуется для расположения номеров, сле-

дует откорректировать величину шага конвейера  $l_{ок} = \frac{L_n}{\Pi_k}$ , и пересчитать

скорость движения ленты  $v_k = l_{ок} / r$

После составления таблицы закрепления номеров расчет завершается.

В заключении рассчитывается производственный цикл распределительного конвейера в минутах по формуле

$$T_{рас} = \frac{\left( r \sum_1^m c_{ni} \right) + \frac{L_p}{v_k}}{60}.$$

### ***Особенности организации и расчета прерывно-поточной (прямоточной) линии.***

Особенности расчета прямоточной линии удобно рассматривать на условном примере.

Предполагается, что произведен выбор типа поточной линии по приведенному выше алгоритму. Это означает, что рассчитан такт поточной линии, число рабочих мест и коэффициент загрузки по всем операциям, то есть заполнены первые пять столбцов таблицы 3.

Не рационально на прерывно-поточной линии иметь перегруженные рабочие места, поскольку нивелировка загрузки требует определенных затрат при нулевом эффекте от непрерывности работы линии. Кроме этого, не целесообразно иметь на одной технологической операции два или более не догруженных рабочих места, поэтому, например, на первой операции загрузка рабочих составляет 100% и 18%, и возможно совмещение выполнения операций.

Таблица 3.

№ оп.	$t_i$ мин	Кол-во станков		$k_{zi}$	Число рабочих	$k_z$ рабочих %%
		$c_p$	$c_n$			
1	1,9	1,18	2	0,59	1	100 18
2	1,1	0,69	1	0,69	1	69
3	2,1	1,31	2	0,655	1	100 31
4	1,3	0,82	1	0,82	1	82



Для этого нужно построить график-регламент работы поточной линии, приведенный в таблице 4, выбрав период комплектования.

Таблица 4.

№ оп	№ рабочего	Период комплектования	
		начало	конец
1	1	0,18	
	2		1,00
2	1		0,69
3	1		1,00
	2		
4	1		0,82

Проблема организации прерывно-поточной линии заключается в том, что в определенные временные отрезки смежные технологические операции работают с разной производительностью, поэтому возникает необходимость вычисления величин межоперационных заделов, появляющихся в течении периода комплектования.

Межоперационные заделы определяется по формуле:

$$Z_{i,(i+1)}^l = \frac{T_n^l c_{ni}}{t_i} - \frac{T_n^l c_{n(i+1)}}{t_{(i+1)}},$$

где  $Z_{i,(i+1)}^l$  – величина задела первого периода работы в неизменных условиях  $T_n^l$  между смежными  $i$ -ой и последующей  $(i+1)$  операциями;  $c_{ni}$ ,  $c_{n(i+1)}$  – число рабочих мест, занятых соответственно на предшествующей и последующей смежных операций, в первый период работы в неизменных условиях;  $t_i$ ,  $t_{(i+1)}$  – трудоемкость выполнения соответственно предшествующей и последующей операций.

Если величина задела получается положительный, то это означает, что задел определенного периода работы в неизменных условиях возрастает.

Если величина задела получается отрицательной, то это означает, что задел определенного периода работы в неизменных условиях снижается.

Фактическая же величина задела не может быть отрицательной и, по крайней мере, один раз должна быть равна нулю.

Рассмотрим на конкретном цифровом примере правила построения эпюры движения межоперационных заделов между 1-ой и 2-ой операциями, установив величину периода комплектования равным 240 мин.

Прежде всего необходимо установить число и границы периодов работы в неизменных условиях. Их три: первый период начинается с нулевой отметки и заканчивается отметкой 0,18, он характеризуется, тем, что на первой операции работают два рабочих, а на второй – один; следующий

период начинается с отметки 0,18 и заканчивается отметкой 0,69 и характеризуется тем, что на 1-ой и 2-ой операциях занято по одному рабочему; третий период начинается с отметки 0,69 и заканчивается единицей, он характеризуется работой рабочего только на первой операции.

Итак, расчет.

$$Z_{1,2}^1 = \frac{2400,18}{1,9} - \frac{2400,181}{1,1} = +6,5 \approx +6 \text{ шт.}$$

$$Z_{1,2}^2 = \frac{240(0,69 - 0,18)}{1,9} - \frac{2400,511}{1,1} = -45,5 \approx +45 \text{ шт.}$$

$$Z_{1,2}^3 = \frac{240(1 - 0,69)1}{1,9} - \frac{2400,310}{1,1} = +34 \text{ шт.}$$

Результаты расчета представляют собой вещественные числа, которые необходимо округлить до ближайших целых значений. Но, прежде нужно выполнить алгебраическое сложение результатов. Теоретически сумма должна быть равно нулю, хотя допускаются единичные отклонения. Алгебраическая сумма округленных результатов также должна быть равна нулю.

Первым результатом является +6 шт, это означает, что в первом периоде работы в неизменных условиях задел вырастет от 0 до 6. Во втором периоде он упадет до 45 шт. Поскольку задел не может быть отрицательным, необходимо откорректировать начальное значение на величину 45 - 6 = 39 шт. Тогда в первом периоде задел вырастит до величины 45 шт, а во втором периоде упадет до 0. В третьем периоде задел вырастает на величину 39 шт и сравнивается с заделом, принятом к началу периода комплектования.

Аналогичным строятся эпюры межоперационных заделов, приведенные в таблице 5.

### **Многопредметные поточные линии, особенности их организации и расчета.**

За многопредметными поточными линиями закрепляются изделия нескольких наименований, имеющих конструктивно-технологическое сходство. В зависимости от тесноты сходства они делятся на групповые и переменнo-поточные линии.

№ оп	№ рабочего	Период комплектования	
1	1	0,18	
	2		1,00
	39	45	39
2	1	0,69	
			62
3	1	1,00	
	2		0,31
	12	31	12
4	1		0,82

### ***Особенности организации и расчета групповых поточных линий.***

Групповыми поточными линиями называются поточные линии, за которыми закрепляются несколько наименований изделий, имеющих тесное конструктивно-технологическое сходство, позволяющее исключить переналадки линии с одного изделия на другое.

Такт групповой поточной линии  $r$  определяется по формуле:

$$r = \frac{F_{эф}}{\sum_1^n Q_i},$$

где  $F_{эф}$  – эффективный фонд времени работы линии в календарном периоде;  $Q_i$  – объем выпуска в том же календарном периоде изделия  $i$ -го наименования;  $n$  – закрепленная за линией номенклатура изделий.

С точки зрения организатора производства групповые поточные линии мало чем отличаются от однопредметных поточных линий, однако они недостаточно используются из-за трудностей создания групповой технологии.

### ***Особенности организации и расчета переменнo-поточных линий.***

Ключевой проблемой формирования переменнo-поточной линии является определение рациональной величины партии запуска изделий. Существует несколько методик вычисления этой величины, в основу которых положены различные критерии определения этой величины. Одним из таких критериев является нормативный коэффициент допустимых потерь

времени на переналадку, обеспечивающий заданный уровень рентабельности. Сущность этой методики заключается в том, что каждое наименование изделий, закрепленных за линией, требует объективно необходимого времени на переналадку линии. Увеличение размера партии запуска уменьшает долю времени на переналадку в расчете на одно изделие и, как следствие, трудоемкость и себестоимость его изготовления. Однако увеличение размера партии запуска приводит к росту незавершенного производства и снижает гибкость производственной системы, в рамках которой функционирует серийно-поточная линия. Проблема осложняется еще и тем, что время переналадки линии на выпуск изделия определенного наименования не постоянно, оно зависит от наименования изделия, изготовление которого предшествовало процессу переналадки. Кроме этого минимизация времени переналадок может вступить в противоречие с равномерностью выпуска всех изделий, закрепленных за линией, в заданный календарный период.

Решение этой проблемы связано с формированием оптимального порядка (графика) производства изделия, при котором фактические потери времени на переналадку не превышают нормативную величину при равномерности выпуска различных наименований изделий в заданном календарном периоде.

Полный расчет переменного-поточной линии включает 8 пунктов.

1. Определение эффективного фонда времени работы линии.

Эффективный фонд времени работы ( $F_{эф}$ ) рассчитывается по формуле:

$$F_{эф} = 480DS(1 - \alpha),$$

где  $D$  - число рабочих дней в календарном периоде;

$S$  - число рабочих смен в рабочем дне;

$\alpha$  - коэффициент, учитывающий потери рабочего времени.

Продолжительность рабочей смены 480 мин.

2. Определение времени, необходимого для выпуска полного объема  $j$ -го изделия, в календарном периоде.

Время, необходимое для выпуска программного объема ( $F_j$ )  $j$ -го изделия в календарном периоде, определяется по формуле:

$$F_j = F_{эф} \frac{Q_j T_j}{\sum_{i=1}^{i=m} Q_i T_i},$$

где  $Q_j$  - программа запуска  $j$ -го изделия в календарном периоде;

$Q_i$  - программа запуска  $i$ -го изделия, включенного в список номенклатуры выпуска, в календарном периоде;

$T_j$  - суммарная трудоемкость изготовления  $j$ -го изделия;

$T_i$  - суммарная трудоемкость изготовления  $i$ -го изделия, включенного в список номенклатуры выпуска, в календарном периоде;

$m$  - число наименований изделий, обрабатываемых на линии, в календарном периоде.

### 3. Определение частных тактов.

Частный такт выпуска изделия  $j$ -го наименования ( $r_j$ ) определяется по формуле:

$$r_j = \frac{F_j}{Q_j}.$$

### 4. Вычисление минимально-расчетной партии запуска и определение ее рабочего значения.

Минимально-расчетная величина партии запуска изделия  $j$ -го наименования ( $n_j$ ) определяется по формуле:

$$n_j = \frac{(1 - \alpha) \Pi_{c j}}{\alpha r_j},$$

где  $\alpha$  - нормативный коэффициент потерь времени на переналадки линии.

Рассчитанная величина размера партии запуска корректируется с учетом следующих условий: размер партии запуска должен выражаться целым числом (с округлением в большую сторону) и должен быть кратным программе выпуска изделий в данном календарном периоде.

### 5. Определение количества запусков изделия $j$ -го наименования в заданном календарном периоде.

Число запусков изделия  $j$ -го наименования ( $k_{3j}$ ) вычисляется по формуле:

$$k_{3j} = \frac{Q_j}{n_{nj}},$$

где  $n_{nj}$  - рабочее значение партии запуска изделия  $j$ -го наименования.

### 6. Определение текущего времени очередного выпуска изделия $j$ -го наименования.

Эта величина определяется по формуле:

$$T_{l,j} = \sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=k} \frac{\Pi_{(l-1),j} + n_{nj} r_j}{480},$$

где  $T_{l,j}$  - текущее время выпуска с порядковым номером  $l$  изделия  $j$ -го наименования, смены;

$k$  - общее количество выпусков изделий в календарном периоде;

$\Pi_{(l-1),j}$  - время реальной переналадки линии с наименования изделия, выпускаемого с порядковым номером  $(l-1)$ , на изделие  $j$ -го наименования.

7. Определение суммарных потерь времени на переналадку линии в заданном календарном периоде.

Суммарные затраты времени на переналадку ( $\Pi_s$ ) определяются по формуле:

$$\Pi_s = \sum_{l=1}^{l=k} \sum_{j=1}^{j=m} \Pi_{(l-1),j}.$$

8. Определение фактического коэффициента потерь рабочего времени на переналадку линии.

Фактический коэффициент потерь рабочего времени ( $\alpha_\phi$ ) на переналадку линии в заданном календарном периоде определяется по формуле:

$$\alpha_\phi = \frac{\Pi_s}{T_k},$$

где  $T_k$  - время окончания последнего выпуска в календарном периоде.

Выполнение условия  $\alpha_\phi < \alpha$  при минимально-возможной величине партии запуска изделий свидетельствует о достижении близкого к оптимальному варианту решения задачи. Оптимальным же следует считать вариант, при котором фактический коэффициент потерь времени на переналадки равен соответствующему нормативному значению. Достижение оптимального варианта связано с последовательно выполняемыми итерациями при различных комбинациях значений партии запуска изделий, закрепленных за линией. При этом, значение некоторых партий запуска может быть меньше минимально-расчетной величины.

#### **Тема 1.4. Особенности организации автоматизированного производства.**

Автоматические поточные линии (АПЛ) представляют собой сложные технические системы, исключаяющие процессы живого труда. Поэтому можно выделить, по крайней мере, три особенности, которые нужно учитывать при создании и функционировании АПЛ. Условно назовем их особенностями обеспечения **точности, надежности и транспортировки**.

**Точность** обработки на АПЛ обеспечивается:

- выбором целесообразной концентрации операций, которая предусматривает удобство обслуживания и наблюдения, а также применением комбинированного инструмента;

- выбором баз изделий для обработки, обеспечивающих фиксацию нужного положения заготовки, удобство транспортирования, загрузки и разгрузки.

**Надежность** функционирования АПЛ обеспечивается:

- высоким качеством, долговечностью и надежностью механизмов и устройств, применяемых в конструкции АПЛ;

- выбором целесообразной кинематической схемы построения АПЛ.

Различают три вида схем построения АПЛ.

1. Линия с **жесткой** кинематической связью оборудования, при которой АПЛ превращается в единую жесткую систему. При этом транспортирование деталей с операции на операцию в одно и то же время, соответствующее установленному такту, что является удобным при управлении и обслуживании АПЛ. Принцип жесткой схемы построения АПЛ приведен на рисунке 1.12.

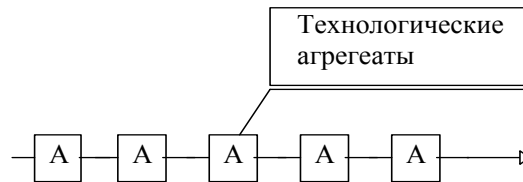


Рис. 1.12

Недостатком жесткой схемы построения является малая надежность АПЛ. Так при выходе из строя одного технологического агрегата вся линия останавливается.

2. Линия с **гибкой** кинематической связью обладает высокой степенью надежности. АПЛ, построенная по этой схеме, приведена на рисунке 1.13.

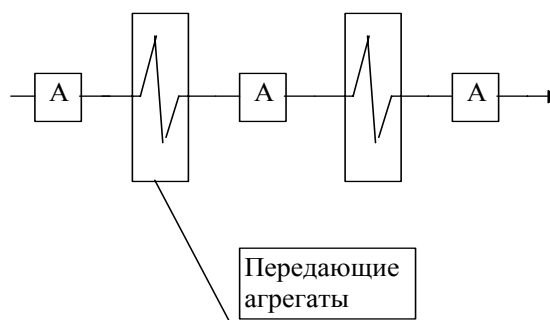


Рис. 1.13.

Однако наличие передающих агрегатов (бункеров) создает проблему в обслуживании и управлении линии. Кроме этого, линия теряет производительность.

3. Наиболее часто применяется **смешанная** схема построения линии, приведенная на рисунке 1.14.

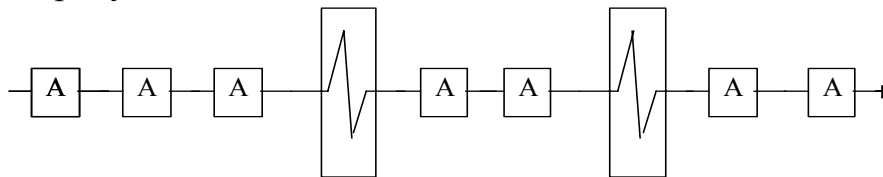


Рис. 1.14.

Чаще всего бункера вводятся:

- при технологических изломах, характеризующихся не совместимыми переходами с одного технологического процесса на другой;
- через одинаковое число позиций обработки;
- на участках с равновероятной длительностью аварийных простоев.

Наличие бункера сопряжено с его обслуживанием, поскольку необходимо предварительно вычислить и контролировать величину компенсационного запаса ( $Z_k$ ) через определенный период компенсации ( $T_k$ ). Компенсационный запас рассчитывается по формуле:

$$Z_k = T_k \left( \frac{1}{r_m} - \frac{1}{r_b} \right),$$

где  $r_m, r_b$  – соответственно малый и большой такты смежных участков АПЛ.

Если вычисленный компенсационный запас имеет положительное значение, то через время, определяемое периодом компенсации, нужно извлечь из бункера весь компенсационный запас. Если – отрицательное, то создать запас.

Существуют две системы **транспортирования** деталей по позициям АПЛ.

1. Деталь закрепляется во вспомогательное приспособление – спутник, которое перемещается по конвейеру и крепится в отдельных позициях.

2. Вспомогательное приспособление жестко закрепляется во всех позициях, перемещается сама деталь, которая на каждой позиции закрепляется во вспомогательное приспособление.

Важным принципом транспортирования является совмещение транспортных и технологических операций, который реализуется на **роторных** АПЛ.

#### ***Особенности организации гибкого производства.***

Основным критерием проектирования и функционирования гибкого автоматизированного производства являются первоначальные инвестиции ( $K_n$ ), необходимые для создания производственной системы, суммой базовых капиталовложений ( $K_b$ ), дополнительных капиталовложений ( $K_d$ )



и оборотных средств ( $K_{об}$ ). Целевая функция по этому критерию имеет вид  $K_n \rightarrow \min$ .

Установленный критерий отражает достоинства и недостатки гибких производственных систем. Однако его можно использовать только при сравнительном анализе, так как изменение первоначальных вложений при росте номенклатуры изделий, закрепляемых за производственной системой, является монотонно возрастающей функцией, не имеющей экстремальных значений (кривая 1 на рис. 1.15).

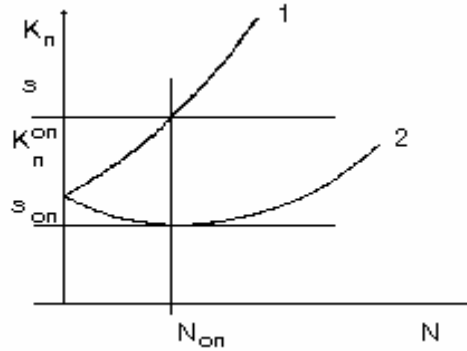


Рис. 1.15.

Для получения оптимального решения при проектировании гибкой производственной системы примем в качестве вспомогательного критерия себестоимость базового изделия, суммарное повторение признаков которого в списке изделий, закрепленных за производственной системой, имеет максимальное значение. Себестоимость базового изделия ( $s$ ) определяется по формуле:

$$s = \frac{K_{об}}{N Q_{об}} + \frac{\sum_{i=1}^{i=N} K_{ди}}{N Q_{об}} + s_{пр},$$

где  $K_{об}$  - базовые капиталовложения;

$N$  - номенклатура изделий, закрепленных за производственной системой ;

$Q_{об}$  - объем выпуска базового изделия;

$K_{ди}$  - дополнительные капиталовложения, необходимые для изготовления изделия  $i$ -го наименования;

$s$  - прямые затраты в себестоимости базового изделия.

Объем выпуска базового изделия определяется по формуле:

$$Q_{об} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} Q_i T_i}{T_{об}},$$

где  $Q_i$  — объем выпуска изделия  $i$ -го наименования;

$T_i$  – производственный цикл изготовления изделия  $i$ -го наименования ;

$T_6$  – производственный цикл изготовления базового изделия.

Функция  $s = f(N)$  (рис. 1.15) будет иметь минимальное значение, если числитель второго слагаемого себестоимости базового изделия ( $s$ ) будет расти быстрее знаменателя. Изменение числителя этого слагаемого определяется функцией  $K = f(N)$ , которая в общем случае имеет случайный хаотический характер распределения, но при подборе номенклатуры изделий по минимальному приращению дополнительных капиталовложений преобразуется в монотонно возрастающую. В общем случае эта зависимость выражается степенной функцией:

$$K_{di} = \alpha(N + b)^k + C,$$

где  $a$  - масштабный коэффициент;

$b, C$  - константы;

$k$  - показатель степени, выражающийся дробью с нечетными значениями знаменателя и с числителем, равным единице.

В частном случае ( $k = 1$ ) оптимальную номенклатуру изделий  $N_{оп}$ , закрепленных за производственной системой, можно определить по формуле:

$$N_{оп} = \frac{\sqrt{2K_6}}{\alpha}.$$

Изменение себестоимости базового изделия при изменении номенклатуры изделий отобразено кривой 2 (рис. 1.15).

Задачу организационно-экономического проектирования можно считать решенной, если введено ограничение по пропускной способности производственной системы, определяемой реальным временем ее работы. Пропускная способность системы не может быть меньше времени, необходимого для выпуска вычисленного оптимального объема продукции ( $T_s$ ). Это время определяется суммой производственных циклов изделий определенного наименования с учетом объема их выпуска. Равенство этой величины планируемому фонду времени работы системы с учетом сменности ( $F_d$ ) достигается увеличением или уменьшением объема выпуска изделий отдельных наименований. Следует иметь в виду, что уменьшение объема выпуска может привести к изменению вычисленной ранее оптимальной номенклатуры, поэтому предпочтительнее увеличивать объем выпуска отдельных деталей, одновременно увеличивая сменность работы производственной системы.

## **РАЗДЕЛ 2. Организация обслуживания основного производства.**

### **Тема 2.1. Роль и состав обслуживающего производства.**

Рентабельность производства и производительность труда, производственные затраты и величина прибыли в большей степени определяются эффективностью и экономичностью организации вспомогательных и обслуживающих процессов. Проблема обслуживания производства решается в рамках: организации инструментального хозяйства; организации ремонтного хозяйства; организации энергетического хозяйства; организации транспортного и складского хозяйства; организации сбыта и сервисного обслуживания.

### **Тема 2.2. Организация инструментального хозяйства (ИнХ).**

*Главная цель* инструментального хозяйства — своевременное и бесперебойное снабжение цехов, участков и рабочих мест необходимым высококачественным инструментом. *Критерием ее достижения* является снижение до минимума расходов на изготовление, приобретение и эксплуатацию инструмента.

*Основными функциями* системы ИнХ являются: планирование деятельности подразделений ИнХ; производство инструмента и технологического оснащения; закупка инструмента на стороне; централизованное хранение и выдача инструмента цехам и на рабочие места участков; восстановление изношенного инструмента.

Система ИнХ имеет двухуровневую организационную структуру. На верхнем уровне (предприятия) функционируют: инструментальный отдел; инструментальные цехи, участки; центральный инструментальный склад (ЦИС); инструментальная группа при отделе материально-технического снабжения, обеспечивающая потребность в материалах для изготовления инструмента и оснащения непосредственно на предприятии, а также закупку их на стороне; участки восстановления инструмента. На нижнем уровне (в основных и вспомогательных цехах) создаются: инструментально-раздаточные кладовые (ИРК); мастерские или участки централизованной заточки инструмента; участки текущего ремонта инструмента.

Структура и схема управления инструментальным хозяйством определяются типом и характером производства и размерами предприятия.

Задачей *инструментальных цехов и участков* является изготовление специального инструмента и оснащения, а также унифицированного и стандартного инструмента по заводским нормам. На крупных предприятиях организуются несколько специализированных инструментальных цехов (режущего и мерительного инструмента, штампов, приспособлений и пресс-форм и др.), а на средних - единый инструментальный цех с соответствующими участками. ЦИС обеспечивает прием инструмента, изготовленного на предприятии и приобретаемого на стороне, хранение и выдачу инструмента цехам.

К основным элементам нормативно-информационного обеспечения системы ИИХ относятся *классификация и индексация инструмента, нормирование расхода инструмента*. Классификация имеет целью группировку всего инструментального оснащения в соответствии с его производственно-технологическим назначением и конструктивными особенностями. Вместе с закрепляющей ее индексацией она служит для систематизации номенклатуры инструмента, достигающей на предприятиях десятков тысяч типоразмеров, позволяет преодолеть трудности, связанные с планированием, организацией учета, выдачи и хранения инструмента.

Наиболее распространена классификация и индексация инструмента по трем признакам: характеру использования (стандартный, унифицированный и специальный инструмент); назначению (режущий, измерительный, слесарно-монтажный инструмент, штампы, приспособления, пресс-формы и др.); месту в производственном процессе (инструмент первого порядка, используемый для изготовления изделий основного производства, и второго порядка, применяемый для изготовления инструмента первого порядка).

*Расчет норм расхода инструмента*. Нормативы расхода инструмента необходимы для планирования производства и управления запасами инструмента. *Норма расхода инструмента - это максимальное количество данного инструмента, требуемое для выполнения определенного объема работ*. В массовом и крупносерийном производстве норму расхода инструмента устанавливают, исходя из объема работ, на 1000 деталей, а в отдельных случаях - на 100, 10 или 1 деталь. Во всех других типах производства для данной цели определяют объем работ на 1000 (или 100) станко-ч работы определенной группы оборудования.

Различают две группы методов расчета норм расхода инструмента: расчетно-технические и статистические.

*Расчетно-технические* методы подразделяются на точные и укрупненные. В общем виде норма расхода инструмента  $H_p$  в обоих случаях

$$H_p = T_{л.и} / F_{э.и},$$

где  $T_{л.и}$  - потребное время работы данного инструмента на определенный объем работ;  $F_{э.и}$  - эффективное время работы инструмента до его полного использования.

*Точные* методы применяются в массовом и крупносерийном производстве. Расчет норматива расхода данного типоразмера режущего инструмента на 1000 деталей ведут по формуле

$$H_p = \frac{1000 t_{\text{маш}} I}{60(L/l + 1) t_c (1 - K_{\text{уб}})},$$

где:  $t_{\text{маш}}$  - норма машинного времени обработки одной детали данным инструментом, мин;  $I$  - количество инструмента данного типоразмера, одновременно работающего на станке;  $L$  - допустимое стачивание рабочей грани инструмента до полного изнашивания, мм;  $l$  — толщина слоя, стачиваемого за одну переточку, мм;  $t_c$  — оптимальная стойкость инструмента между двумя переточками, ч;  $K_{\text{уб}}$  - коэффициент случайной убыли инструмента ( $K_{\text{уб}} = 0,05-0,2$ ).

Из расчетно-технических методов *укрупненного* определения нормы расхода инструмента наиболее часто используется метод средней оснастки. Номенклатура инструмента в комплекте типовой оснастки соответствующей группы оборудования устанавливается по специальным нормативно-справочным таблицам. Норматив расхода каждого вида режущего инструмента на 1000 станко-ч работы данного оборудования определяют по формуле

$$H_p = \frac{1000 k_{\text{маш}} \beta}{(L/l + 1) t_c (1 - K_{\text{уб}})},$$

где  $k_{\text{маш}}$  - доля машинного времени в общем времени занятости оборудования данной группы;  $\beta$  - доля времени инструмента данного типоразмера в машинном времени работы всего комплекта типовой оснастки конкретного станка.

Аналогично устанавливают зависимости для расчета норм расхода мерительного инструмента.

**Планирование ИнХ.** Основными функциональными блоками задач планирования ИнХ являются: расчеты оборотного и эксплуатационного фондов инструмента; планирование и регулирование потребления инструмента; планирование и регулирование производства инструмента.

Для обеспечения бесперебойной работы цехов необходимо иметь *оборотный фонд*, определяемый по каждому типоразмеру инструмента.

Оборотный фонд инструмента  $f_{об}$  складывается из эксплуатационного фонда  $f_{эк}$  и запасов  $f_{зап}$ , т.е.  $f_{об} = f_{эк} + f_{зап}$ .

В свою очередь, запасы бывают переходящими  $f_{пер}$  и страховыми  $f_{стр}$ , т.е.  $f_{зап} = f_{пер} + f_{стр}$ . Переходящий фонд - это количество данного инструмента, которое поступает на склад между двумя периодами поставки  $t_{пос}$  для возмещения изношенного (см. рис. 2.2.1). Он определяется экономически целесообразной емкостью склада.

Эксплуатационный фонд  $f_{эк}$  состоит из частей:

$$f_{эк} = f_{рм} + f_{рем},$$

где  $f_{рм}$  — количество данного инструмента на рабочем месте;  $f_{рем}$  — количество данного инструмента в заточке, ремонте или проверке.

Структура цехового оборотного фонда инструмента показана на рисунке 2.2.1. Как видно из графика, размер переходящего запаса непостоянен и меняется от максимума в момент поступления очередной партии инструмента до минимума, соответствующего значению страхового запаса. Для предотвращения возможности перебоев в питании рабочих мест, вызванных неравномерностью потребления инструмента, устанавливают уровень точки заказа инструмента, который необходим для обеспечения возможности регулирования запасов в случае их повышенного расходования. При достижении уровня точки заказа можно откорректировать объем и условия поставки следующей партии и получить ее не позднее времени  $t_3$ . При этом допускается расходование страхового запаса при условии его постепенного восстановления.

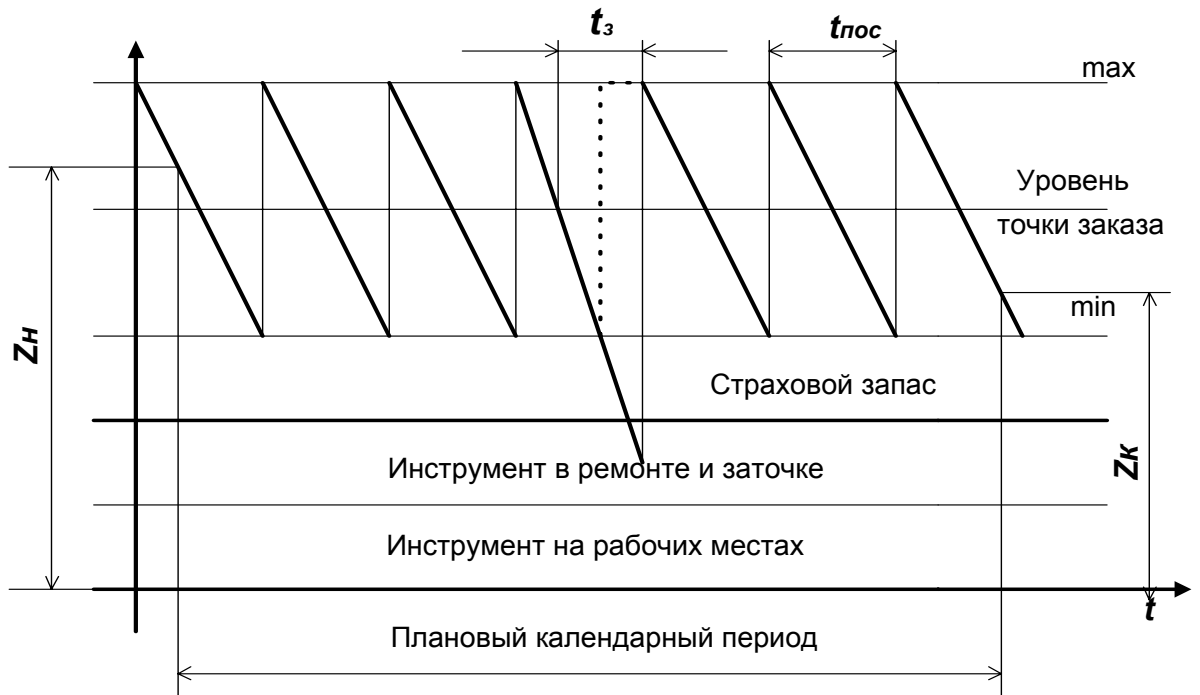


Рис. 2.2.1.

В заключении производится расчет расходного фонда инструмента и потребности в нем на планируемый период.

*Расходный фонд инструмента* на плановый период (год, квартал) выражается зависимостью

$$Q_{\text{рас}} = (W/1000)H_p,$$

где  $W$  — объем работы, выполняемой с помощью данного инструмента за планируемый период, выраженный в тех же единицах, что и норматив его расхода  $H_p$ .

Плановая потребность в инструменте  $Q_{\text{пот}}$ .

$$Q_{\text{пот}} = Q_{\text{рас}} + (Z_k - Z_n),$$

где  $Z_n$  и  $Z_k$  — соответственно запасы инструмента на начало и конец планового периода.

Запасы инструмента на начало планового периода можно рассчитать достаточно точно, поскольку они будут равны запасам на конец текущего периода. Запасы же на конец планового периода (по причине неопределенности их расчета) задаются в виде норматива, т.е. нормативного запаса.

### Тема 2.3. Организация ремонтного хозяйства.

*Главная цель* системы ремонтного хозяйства (СРХ) — обеспечение постоянной работоспособности и предупреждение прогрессирующего изнашивания оборудования путем его своевременного ремонта и обслуживания. *Критерием достижения этой цели* является снижение до минимума затрат на ремонт и потерь от простоев оборудования.

Система ремонтного хозяйства имеет двухуровневую структуру: на уровне предприятия функционирует отдел главного механика (ОГМ); на уровне цехов — службы цеховых механиков (СЦМ).

*Системой планово-предупредительного ремонта* оборудования называют совокупность различного вида организационных и технических мероприятий по уходу, надзору, обслуживанию и ремонту оборудования, проводимых по заранее составленному плану с целью обеспечить наиболее эффективную эксплуатацию оборудования.

Функциональными блоками задач или основными видами работ системы ППР являются техническое обслуживание и плановые ремонты.

*Техническое обслуживание* (ТО) включает комплекс операций поддержания работоспособности оборудования при использовании его по назначению, а также хранения и транспортировке.

Плановые ремонты оборудования различаются по ряду характерных признаков и содержанию выполняемых работ (ГОСТ 18.332—78).

*Ремонт* - комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности оборудования или его составных частей.

По объему выполняемых работ и степени восстановления ресурса различают капитальный, средний и текущий ремонт. *Капитальный и средний* — это ремонты, выполняемые для восстановления исправности и полного или частичного восстановления ресурса оборудования; *текущим* называют ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности оборудования и состоящий в замене и восстановлении основных частей. Эти виды ремонта, как правило, являются плановыми, когда постановка оборудования на ремонт осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

С *организационно-технологической стороны* данные виды ремонта имеют следующие различия. *Текущий (малый)* ремонт выполняется в ходе эксплуатации для обеспечения гарантированной работоспособности оборудования. При этом ремонте заме-



няют или восстанавливают только отдельные изношенные детали, регулируют механизм и выверяют координаты, как правило, без разборки. *Средний* ремонт включает те же работы, что и малый, но по определенной совокупности изношенных деталей и обычно сопровождается частичной разборкой агрегатов. *Капитальный* ремонт предусматривает замену или восстановление всех изношенных деталей, ремонт всех изношенных узлов, регулирование механизмов и выверку координат и выполняется, как правило, с полной разборкой агрегатов.

*Нормативно-информационное обеспечение системы ремонтного хозяйства.* Важнейшим элементом СРХ является совокупность нормативов, необходимых для планирования ремонтных работ и повышения эффективности применения системы ППР. Комплекс таких нормативов рассматривается ниже.

При определении длительности ремонтного цикла  $T_{цр}$ , межремонтного периода  $T_{мр}$ , а также периодичности технического обслуживания  $T_{то}$ , следует основываться на структуре ремонтного цикла для каждого вида технологического оборудования.

Структура ремонтного цикла, который определяется временем между двумя капитальными ремонтами, устанавливает перечень ремонтов в последовательности их выполнения. Например, структура ремонтного цикла, состоящего из четырех текущих  $T$ , среднего  $C$  и капитального  $K$  ремонтов:

$$K-T-T-C-T-T-K.$$

Структура цикла технического обслуживания может включать, например, ежемесячный осмотр  $O_e$ , четыре пополнения смазки  $C_n$ , замену смазки  $C_3$ , два частичных осмотра  $O_{ц}$  и две профилактических регулировки  $P$ :

$$O_e - C_n - C_n - O_{ц} - P - C_3 - C_n - C_n - O_{ц} - P.$$

Ремонтный цикл измеряется оперативным временем работы оборудования (время ремонта в цикл не включается). Определяется цикл расчетным путем по эмпирическим зависимостям от ряда факторов.

Например, ремонтный цикл для металлорежущих станков

$$T_{цр} = 16800 \beta_{ом} \beta_{пц} \beta_{к т} \beta_{в} \beta_{д} \beta_{к м}$$

где 16800 – нормативный ремонтный цикл, ч;  $\beta_{ом}$ ,  $\beta_{пу}$ ,  $\beta_{км}$ ,  $\beta_{в}$ ,

$\beta_{д}$ ,  $\beta_{км}$  – коэффициенты, учитывающие вид обрабатываемого материала, применяемого инструмента, класс точности оборудования, возраст, долговечность, категорию массы.

Межремонтный период  $T_{мр}$  и периодичность технического обслуживания  $T_{мо}$  вычисляется по формулам

$$T_{мр} = \frac{T_{цр}}{d_m + d_c + 1}; \quad T_{мо} = \frac{T_{цр}}{d_m + d_c + d_{мо} + 1},$$

где  $d_m$ ,  $d_c$ ,  $d_{мо}$  – число текущих, средних ремонтов и технических обслуживаний.

Трудоемкость и материалоемкость ремонтов и технических обслуживаний зависит от конструктивных особенностей оборудования и определяется через трудоемкость (материалоемкость) единицы ремонтной сложности отдельно для механической и электрической частей оборудования. За единицу ремонтной сложности механической части принята сложность условного оборудования, трудоемкость капитального ремонта которого в условиях среднего ремонтномеханического цеха составляет 50 нормо-ч, а за единицу ремонтной сложности электрической части оборудования – 12,5 нормо-ч.

Суммарная трудоемкость ремонтных мероприятий в плановом периоде  $t_p$  вычисляется в зависимости от категории ремонтной сложности оборудования для каждой его части по формуле

$$t_p = \sum_1^{d_k} d_{рс_i} t_{рк} + \sum_1^{d_c} d_{рс_i} t_{рс} + \sum_1^{d_m} d_{рс_i} t_{рм} + \sum_1^{d_{мо}} d_{рс_i} t_{мо},$$

где  $d_{рс_i}$  – категория ремонтной сложности  $i$ -го вида оборудования;  $t_{рк}$ ,  $t_{рс}$ ,  $t_{рм}$ ,  $t_{мо}$  – нормы трудоемкости капитального, среднего, текущего ремонта и технического обслуживания на одну ремонтную единицу, нормо-ч;  $d_k$ ,  $d_c$ ,  $d_m$ ,  $d_{мо}$  – число капитальных, средних, текущих ремонтов и технических обслуживаний в плановом периоде.

Вычисленная трудоемкость выполнения ремонтной работы (технического обслуживания) является основой для определения численности ремонтных рабочих, которая устанавливается по формуле

$$P_i = \frac{N t_i}{F k_u k_e},$$

где  $P_i$  – численность ремонтных рабочих, необходимых для проведения  $i$ -го вида ремонтных работ (количество единиц оборудования, которое необходимо отремонтировать за время  $F$ , ч),  $t_i$  – трудоемкость  $i$ -го вида ремонтных работ, нормо-ч;  $k_u$  – коэффициент использования рабочего времени;  $k_e$  – коэффициент выполнения норм.

Для решения вопроса о целесообразности очередного ремонта следует выявить затраты на его проведение с учетом структуры ремонтного цикла, изменение затрат воспроизводства машины в связи с ее обесцениванием в результате научно-технического прогресса. Для подсчета стоимости машины через  $T$  лет после начала эксплуатации с учетом обесценивания ее можно воспользоваться формулой

$$K_t = \frac{K_o}{(1 + E_n)^t},$$

где  $K_o$  – начальная стоимость машины, руб.;  $E_n$  – коэффициент приведения разновременных затрат.

#### **Тема 2.4. Организация энергетического хозяйства (СЭХ).**

*Главная цель системы энергетического хозяйства СЭХ* — надежное и бесперебойное обеспечение предприятия всеми видами энергии при соблюдении установленных параметров. *Критерием достижения этой цели* является снижение до минимума затрат на доставку и потребление энергетических ресурсов.

*Основными функциями СЭХ* являются: наблюдение за строгим выполнением правил эксплуатации энергетического оборудования; организация и проведение ремонтных работ: организация рационального использования, нормирования и экономии энергетических ресурсов; разработка и осуществление мероприятий по реконструкции и развитию энергетического хозяйства.

Для выполнения этих функций СЭХ располагает:

*трудовыми* (вспомогательные рабочие, технический и административно-управленческий персонал), *материальными* (основные и вспомогательные материалы и энергия, потребные для восстановительного ремонта и изготовления запасных частей) и *техническими* (специальное оборудование, агрегаты, технологическое оснащение, подъемно-транспортные устройства) *ресурсами*;

*методическим обеспечением* для составления перспективных, плановых (текущих) и отчетных балансов энергоресурсов;

*информационным обеспечением* (дифференцированные и укрупненные нормы расхода энергоресурсов, планово-учетная документация и средства оргтехники для нахождения и отображения информации, используемой в системе).

Система энергетического хозяйства имеет двухуровневую организационную структуру. На уровне предприятия действуют отдел главного энергетика и электро- и теплосиловой, газовый, электромеханический и слаботочный цеха. Состав цехов зависит от энергоемкости производства и связей предприятия с внешними энергосистемами. На уровне цехов СЭХ представлена мастерскими по уходу и надзору за первичными энергоприемниками (печи, станки, подъемно-транспортное оборудование), цеховыми преобразовательными установками и внутрицеховыми распределителями сети.

Основой рациональной организации энергетического хозяйства на предприятии является правильное планирование производства, нормирование и учет потребления энергоресурсов.

Планирование работ энергетического хозяйства предприятия основывается на *балансовом методе*, который позволяет определить потребность предприятия в различных видах энергоресурсов и исходя из объема производства и расчетно-технических норм установить наиболее рациональные источники покрытия этой потребности.

Важнейшим элементом информационного обеспечения СЭХ являются *нормы расхода энергоресурсов*. Под прогрессивной (расчетно-технической) удельной нормой расхода энергоресурсов следует понимать расход энергоресурсов, необходимый для изготовления единицы продукции в наиболее рациональных условиях производства и эксплуатации оборудования.

Нормы подразделяются на дифференцированные и укрупненные. Дифференцированные нормы устанавливают расход энергии по отдельным агрегатам, деталям или

на выполнение отдельной операции, укрупненные — по участку, цеху и предприятию на единицу продукции.

Технико-экономический уровень энергетического хозяйства предприятия характеризуют показатели: производства и распределения продукции (энергии); удельного расхода энергии и топлива; себестоимости производства энергии (себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии, 1000 м<sup>3</sup> сжатого воздуха); энерговооруженности.

### **Тема 2.5. Организация транспортного и складского хозяйства.**

Транспортируемые материалы и заготовки почти никогда не попадают сразу в переработку. Это объясняется тем, что поставки осуществляются партиями, а потребляются по-штучно. Поэтому в логистической производственной цепочке обязательно присутствует элемент “склад”. Емкость склада определяется видом транспортного средства и частотой поставок, поэтому процессы транспортирования должны рассматриваться во взаимосвязи с организацией складского хозяйства.

#### **2.5.1. Организация транспортного хозяйства.**

*Цель* системы транспортного хозяйства — своевременное обеспечение производства всеми видами транспортных средств и услуг. *Критерием достижения этой цели* служит сведение до минимума доли транспортных расходов в себестоимости готового продукта.

*Основными функциями* системы транспортного хозяйства являются:

обеспечение производственного процесса всеми видами транспортных средств; разработка и внедрение единых транспортных систем с автоматическим адресованием грузов; широкое использование стандартной сборно-разборной тары; планирование транспортных операций (перевозок); организация учета затрат на транспортные и погрузочно-разгрузочные работы.

Для выполнения этих функций транспортное хозяйство располагает:

*трудовыми* (вспомогательные рабочие, технический и административно-управленческий персонал), *материальными* (основные и вспомогательные материалы и энергия, необходимые для восстановления транспортных средств и изготовления запасных частей) и *техническими* (оборудование для перевозки грузов, технологическое оснащение, подъемно-транспортные устройства, испытательные стенды) *ресурсами*, *математическим обеспечением* (методы и алгоритмы для решения задач эффективного

использования автотранспорта и построения оптимальных схем движения потоков грузов), *информационным обеспечением* (нормативы расхода горюче-смазочных материалов и грузоподъемности транспорта, планово-учетная документация, путевые листы работы автотранспортных средств и др.).

Система транспортного хозяйства имеет двухуровневую структуру: на уровне предприятия создается транспортный цех, на уровне цехов функционируют службы цеховых механиков. Структура внутризаводского транспорта зависит от объема и типа производства, характера выпускаемой продукции, дифференциации технологического процесса, состава цехов и их территориального расположения.

Транспорт завода подразделяется по характеру и месту перевозок — на внешний, межцеховой и внутрицеховой; по видам транспортных средств — на железнодорожный, безрельсовый и механический (мостовые краны, кран-балки, конвейеры и др.); по принципу действия — на транспорт периодического и непрерывного действия; по направлению перемещения грузов — на горизонтальный, наклонный, вертикальный (подъемники) и горизонтально-вертикальный (краны, погрузчики); по сроку действия — на постоянный и временный.

**Организация перевозок и расчет грузопотоков.** *Грузооборот* - это общее количество грузов, перемещаемых по территории предприятия, цеха и склада в единицу времени (в течение года, квартала, месяца или суток). *Грузовым потоком* называется количество грузов, транспортируемых в единицу времени в соответствии с последовательным ходом производственного процесса между отдельными цехами и участками завода.

Грузовые потоки определяют в зависимости от пунктов отправления, количества одновременно отправляемых грузов, частоты и регулярности отправки, длины пробега, скорости транспортировки и пунктов назначения.

*Выбор, расчет и экономическое обоснование потребных транспортных средств.* Транспортные средства для конкретных производственных условий должны выбираться с учетом: всей совокупности показателей данного грузопотока (мощность, расстояние перемещения, масса, габаритные размеры и физико-механические свойства грузов); технологических и организационных особенностей обслуживаемого производства. Выбор транспортных средств должен быть экономически обоснован, т.е. базиро-

ваться на сравнительном анализе технико-эксплуатационных показателей работы транспортных средств.

Для каждого грузопотока определяют потребность в транспортных средствах по следующей общей формуле

$$T_{\text{ср}} = Q_{\text{сут}} / (n_{\text{р}} K_{\text{и.гп}} q)$$

где  $Q_{\text{сут}}$  — количество груза, подлежащее перевозке за сутки, т;  $n_{\text{р}}$  — число рейсов в сутки;  $K_{\text{и.гп}}$  — коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства;  $q$  — грузоподъемность транспортного средства, т.

На основе этой зависимости разработаны формулы для определения числа требуемых транспортных средств при односторонней и двухсторонней маятниковых системах; лучевой системе маршрутных перевозок; кольцевой системе маршрутных перевозок с затухающим и возрастающим грузопотоками.

**Планирование работы** внутризаводского транспорта разделяется на технико-экономическое, оперативно-календарное и диспетчирование.

*Технико-экономическое планирование* заключается в разработке и контроле выполнения годового и квартальных планов производственно-хозяйственной деятельности внутризаводского транспорта с распределением основных показателей по месяцам года (производственной программы, плана организационно-технических мероприятий, плана по труду, плана по себестоимости транспортных работ и т.д.).

*Оперативно-календарное планирование* включает расчет загрузки транспортных средств и числа необходимых для их обслуживания рабочих и календарное распределение работ в строгом соответствии с потребностями производства.

*Диспетчирование* транспортных работ — это составление, оперативное регулирование и контроль выполнения графиков и сменно-суточных планов перевозок.

Технико-экономические показатели и нормативы:

*часовая производительность транспортных средств*

$$B_{\text{т.с}} = (q K_{\text{и.гп}} 60) / T_{\text{ц.т}},$$

$q$  — грузоподъемность, т;  $T_{\text{ц.т}}$  — продолжительность транспортного цикла, мин;  
*себестоимость перевозки 1 т груза*

$$C_{\text{т}} = C_{\text{мч}} / B_{\text{т.с}},$$

где  $C_{\text{мч}}$  — себестоимость машино-ч работы, руб.;

*коэффициент использования времени работы транспортных средств*

$$K_{в.т} = F_э / F_k \leq 1,$$

где  $F_э$  и  $F_k$  -соответственно полезное и календарное время работы в плановом периоде, ч;

*коэффициент использования пробега транспортных средств*

$$K_{п.т} = L_{пр} / (L_{пр} + L'_{пр}) \leq 1,$$

где  $L_{пр}$  и  $L'_{пр}$  — соответственно длина пробега с грузом и без груза, км.

Основными направлениями совершенствования транспортного хозяйства являются: внедрение в производство современного подъемно-транспортного оборудования, единых транспортных систем с автоматическим адресованием грузов, автоматических складов, телеуправляемых транспортных средств, гидравлического, пневматического и канатно-подвесного транспорта непрерывного действия; проектирование технологии транспортных и погрузочно-разгрузочных работ и ее оформление единой технической документации; совершенствование системы организации, планирования перевозок и диспетчирования на основе применения математических методов и ЭВМ.

### **2.5.2. Организация складского хозяйства.**

*Главная цель* системы складского хозяйства — обеспечение сохранности и выдачи основным, вспомогательным цехам и участкам потребных им видов материальных ресурсов в соответствии с утвержденными производственными программами. *Критериями достижения этой цели* являются: снижение до минимума затрат на качественный и количественный прием, хранение и подготовку к потреблению материальных ресурсов; полное, своевременное и комплексное снабжение подразделений основного и вспомогательного производства потребными им материальными ресурсами.

Основными *задачами* ССХ являются: рациональная организация количественной и качественной приемки материалов с учетом требований стандартов к химическому составу и физическим свойствам материалов; обеспечение надлежащих режимов хранения материальных ценностей; подготовка материальных ресурсов к производственному потреблению; организация оперативного учета ресурсов; контроль за отпуском материальных ресурсов цехам, участкам и на рабочие места; своевременное выявление излишних и сверхнормативных материальных ценностей для принятия соответствующими службами предприятия и цехов мер по максимальному и скорейшему вовлечению их в производственный оборот.

Для выполнения этих функций ССХ располагает:



*трудовыми* (производственные рабочие заготовительных цехов или участков; вспомогательные рабочие, занятые приемкой, складированием и подготовкой материалов к потреблению; кладовщики-операторы; работники ОТК и заведующие складами), *материальными* (основные и вспомогательные материалы и энергия, потребные для подготовки ресурсов) и *техническими* (технологическое оборудование заготовительных цехов, штабелеукладчики, автопогрузчики, кран-балки, автокары, подъемно-транспортное и весовое оборудование, регистраторы производства, фактурные машины, каналы связи и малые ЭВМ) ресурсами;

*математическим и программным обеспечением* (алгоритмы и программы для организации автоматизированного учета и контроля за уровнем движения материальных ресурсов);

*информационным обеспечением* (планово-учетная документация для планирования, учета и отчета о движении материальных ресурсов; нормативы и нормы запасов материальных ресурсов).

Система складского хозяйства имеет двухуровневую структуру. На уровне предприятия создаются материальные, производственные и сбытовые склады.

На уровне цехов функционируют цеховые склады (кладовые), подразделяемые на материальные и производственные, которые выполняют те же функции, что и склады предприятия, но подчиняются начальникам цехов.

**Подготовка материалов к производственному потреблению.** Организация централизованного раскроя или разрезки материалов на заготовки позволяет применять комбинированные методы раскроя в целях сокращения отходов. Организация заготовительных участков или цехов улучшает использование заготовительного оборудования за счет увеличения полезного рабочего времени и уменьшения простоев из-за неполной загрузки.

**Оперативный учет движения материалов в местах хранения.** Складской учет осуществляется в натуральном (количественно-сортовом) выражении с помощью специальных приходно-расходных карточек. С помощью данных этого учета выявляются и мобилизуются залежавшиеся и ненужные материальные ценности, ликвидируются сверхнормативные запасы.

**Нормирование складских запасов.** Главной проблемой в области нормирования и планирования запасов является их *оптимизация*, т.е. установление минимального

размера запасов, при котором обеспечивалась бы непрерывность производственного процесса.

Размер *абсолютных* запасов может иметь натуральное (т, м, м<sup>3</sup>, шт.) и денежное (руб., тыс. руб.) выражение. Знание абсолютных запасов необходимо для организации складского хозяйства (расчет складских площадей, учет и контроль уровня запасов), расчета оборотных средств и других целей. *Относительные* запасы выражают в сутках, неделях, месяцах потребления или отпуска материала и показывают, на какое число дней работы обеспечено предприятие данным запасом.

Производственные запасы подразделяют на текущую, подготовительную и страховую части. *Текущая* часть запаса призвана обеспечить бесперебойное питание производства в перерывах между поступлениями материалов непосредственно от предприятия-поставщика или со складов снабженческо-сбытовых организаций. *Подготовительная* часть производственного запаса создается на предприятиях для компенсации времени, необходимого на разгрузку материала, количественную и качественную приемку и подготовку его к потреблению (укомплектование, раскрой). *Страховая* часть производственного запаса предназначена для обеспечения выдачи материалов в случае отклонения от среднего интервала и размера партии поставки, а также для обеспечения цехов при увеличении спроса на материалы.

Основными направлениями совершенствования организации складского хозяйства являются: внедрение комплексной механизации и автоматизации всех подвижно-транспортных и складских операций, что резко увеличивает пропускную способность складов и степень использования их площади и объема; повышение уровня организации собственно складского хозяйства, что позволяет высвободить производственную площадь, сократить число транспортных рабочих, повысить культуру производства; широкое использование экономико-математических методов и вычислительной техники, средств механизации и автоматизации при планировании, учете движения материальных ресурсов и управлении складским хозяйством.

### **Тема 2.6. Организация сервисного обслуживания.**

Сервис удовлетворения потребительского спроса представляет собой комплексное понятие, которое можно описать следующими характеристиками: время, частота, безотказность, качество поставок, готовность обеспечения комплектности, проведение погрузочно-разгрузочных работ, метод заказа.

**Время поставок** - период времени между поступлением заказа и получение потребителем готовой продукции (факт выполнения заказа). Под заказом (или заявкой) понимается поступившее требование от одного потребителя определенного вида продукции. Термин “поставка” определяет факт выполнения одной заявки при условии, что ее объем не превышает среднего выпуска продукции за условный период времени по каждому наименованию выпускаемой продукции.

**Частота поставок** для каждого вида продукции представляет собой число возможных поставок в течении одного условного периода.

**Готовность поставок** - это доля поставляемой продукции за определенный период времени от общего объема заказа на тот же период, определяется за несколько условных периодов по всей выпускаемой предприятием номенклатуре.

**Безотказность поставок**, представляющая собой долю заказов, выполненных с требуемыми временными характеристиками за условный период времени в общем количестве заказов на тот же период, определяется как для каждого наименования продукции, так и в целом по предприятию.

**Качество поставок** определяется долей выполненных заявок, полностью соответствующих требуемым количественным и качественным характеристикам за определенный период времени в общем количестве выполненных заявок.

**Готовность обеспечения комплектности** - это показатель, представляющий собой вероятностную характеристику степени выполнения возможных требований к комплектности производимой продукции.

**Готовность проведения погрузочно-разгрузочных работ** - показатель, представляющий собой вероятностную характеристику степени выполнения возможных требований, предъявляемых к погрузочно-разгрузочным работам.

**Метод заказа** - это показатель, включающий в себя следующие характеристики: минимальный заказ, предоставляемые для оплаты заказа время и возможности передачи заказа нарочным или по почте (телетайпу, факсу и т.д.). Эти характеристики являются относительными величинами и определяются относительно соответствующих показателей конкурирующих предприятий аналогичного профиля.

### **РАЗДЕЛ 3. Обеспечение качества и организация контроля качества. (8 час)**

#### ***Тема 3.1. Системы обеспечения качества продукции.***

Система обеспечения качества функционирует одновременно со всеми остальными видами деятельности, влияющими на качество продукции или услуги и взаимодействует с ними. Документальными параметрами системы являются: стандарты, требования, технические условия.

Отечественная система основывается на государственных стандартах (ГОСТ), отраслевых стандартах (ОС) и стандартах предприятия (СТД).

Семейство международных стандартов ИСО 9000 делает различие между требованиями к *системе качества* и *требованиями к продукции*. Требования к системе качества являются дополнительными по сравнению с техническими требованиями к продукции.

#### **Общие категории продукции**

Четыре общие категория продукции целесообразно определить как:  
а) оборудование (технические средства); в) программное обеспечение (средство); с) перерабатываемые материалы; 4) услуги.

#### **Аспекты качества**

Ключевое значение для качества продукции могут иметь следующие четыре аспекта: а) Качество, обусловленное определением спроса на продукцию; б) Качество, обусловленное проектированием продукции; в) Качество, обусловленное соответствием продукции проекту; г) Качество, обусловленное материально-техническим обеспечением продукции.

Для некоторых видов продукции в перечень важных характеристик включаются характеристики *надежности*. *Надежность* (т.е. безотказность, ремонтпригодность и готовность) может быть подвержена влиянию всех четырех аспектов качества продукции.

Качество продукции закладывается на стадии научных исследований и проектирования, обеспечивается в процессе изготовления, сохраняется на стадии обращения и реализации продукции, а проявляется на стадии эксплуатации или потребления.

В соответствии с ГОСТ 15467-79 *управление качеством продукции* - это действия, осуществляемые при создании и эксплуатации или потреблении продукции в целях установления, обеспечения и поддержания необходимого уровня ее качества. Совокупность же управляющих органов и объектов управления, взаимодействующих с помощью материально-технических и информационных средств при управлении процессом формирования качества продукции, называется *системой управления качеством продукции*.

*Качество продукции* — это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность к удовлетворению определенных потребностей в соответствии с ее назначением (ГОСТ 15467—79).

*Свойство продукции* — это объективная особенность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении.

Качественная или количественная характеристика свойств продукции называется признаком продукции. Качественными признаками характеризуются форма изделия, род материала, способы соединения деталей, настройки и регулировки и т.п. Для объективной оценки качества продукции ее свойства характеризуются количественным *показателем качества*, устанавливаемым применительно к определенным условиям создания и эксплуатации или потребления.

Для оценки уровня качества продукции применяются следующие типовые группы *показателей качества*. Показатели *назначения* характери-

зуют классификационную группу, функциональные, технические и конструктивные свойства. Показатели *надежности* — безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость (ГОСТ 27.002-83). *Эргономические* показатели характеризуют систему с точки зрения удобства ее эксплуатации человеком (ГОСТ 16456-70). *Эстетические* показатели дают представление о информационной выразительности, рациональности формы, целостности композиции, совершенстве производственного исполнения продукции и стабильности товарного вида. Особую группу составляют показатели *технологичности, унификации, стандартизации и транспортабельности* продукции. С помощью *патентно-правовых* показателей оценивают патентную защищенность и патентную чистоту продукции. *Экологические* показатели характеризуют уровень воздействий на окружающую среду, возникающих при эксплуатации или потреблении продукции. Показатели *безопасности* устанавливают соответствие продукции требованиям техники безопасности при ее эксплуатации. *Экономические* показатели характеризуют затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию продукции.

*Оптимальными* называются такие значения показателей качества продукции, при которых достигается либо наибольший эффект от эксплуатации или потребления продукции при заданных затратах на ее создание, эксплуатацию или потребление, либо заданный эффект при наименьших затратах, либо наибольшее отношение эффекта к затратам.

При оценке уровня качества продукции в соответствии с ГОСТ 22732—77 применяют дифференциальный, комплексный или смешанный метод.

*Дифференциальный* метод применяют при необходимости сравнения уровня качества оцениваемой продукции и базового образца по от-

дельным показателям. С этой целью вычисляют значения относительных показателей качества продукции  $q_i$  или  $q_i'$

$$q_i = P_i / P_{\sigma_i}; \quad q_i' = P_{\sigma_i} / P_i; \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

где  $P_i$ ,  $P_{\sigma_i}$  — соответственно значения  $i$ -го показателя качества оцениваемой и базовой продукции;  $n$  — число показателей качества продукции. Из двух зависимостей выбирают ту, при которой увеличению относительного показателя отвечает улучшение качества продукции. Например, значения относительных показателей для производительности, мощности и т.п. вычисляют по первому выражению, а для показателей материалоемкости, трудоемкости изготовления и т.п. — по второму.

При наличии предельных значений показателей качества продукции  $P_{inp}$  относительные показатели качества определяют из зависимости

$$q''_i = (P_i - P_{inp}) / (P_{\sigma_i} - P_{inp})$$

Если одна часть значений относительных показателей больше или равна 1, а другая меньше 1, следует применять другие методы.

**Комплексный** метод оценки уровня качества продукции применяют в случаях, когда необходимо характеризовать уровень качества одним обобщенным показателем. *Обобщенный показатель* представляет собой функцию от единичных (или комплексных) показателей качества продукции. В качестве обобщенного можно рассматривать: *главный* показатель, отражающий основное назначение продукции; *интегральный* показатель качества продукции, представляющий собой отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление; *средневзвешенный* показатель качества.

Интегральный показатель применяют, когда установлены: суммарный полезный эффект от эксплуатации или потребления продукции, а так-

же суммарные затраты на создание и эксплуатацию или потребление продукции. При сроке службы более одного года интегральный показатель вычисляют по формуле

$$I(t) = \Pi / (K_c b(t) + I_э)$$

или обратному ей соотношению, где  $\Pi$  - суммарный полезный годовой эффект от эксплуатации или потребления продукции, выраженный в натуральных единицах (м, кг, шт. и т.д.);  $K_c$  - суммарные капитальные (единовременные) затраты на создание продукции, руб.;  $I_э$  - суммарные эксплуатационные издержки, относящиеся к одному году, руб.;  $b(t)$  - поправочный коэффициент, зависящий от срока службы изделия  $t$ , лет.

При сроке службы продукции до одного года интегральный показатель  $I(t=1) = \Pi / (K_c + I_э)$  или обратному отношению.

При *комплексном* методе оценки уровня качества в случае невозможности определения главного показателя применяют средневзвешенные показатели  $\overline{q_i}$  и  $q'_i$  - по совокупности значений  $P_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ . Вид средневзвешенного показателя (арифметический или геометрический) и значения параметров весомости выбирают так, чтобы наилучшим образом обеспечивалось условие состоятельности обобщенного показателя, т.е. соответствия его принятым целям управления качеством продукции.

*Смешанный* метод оценки уровня качества продукции применяют в случае, когда первые два метода не позволяют получить однозначных выводов. Данный метод основан на совместном применении единичных и комплексных (групповых) показателей. Используя полученную совокупность наиболее важных единичных и комплексных показателей, уровень качества продукции устанавливают дифференцированным методом.

*Сертификация* – это система действий, направленная на подтверждение соответствия фактических характеристик продукции требованиям.



Сертификация систем качества в Российской Федерации организуется и проводится для создания уверенности у потребителей продукции (услуги), руководства предприятий-изготовителей и других заинтересованных сторон в возможности предприятий и организаций обеспечить потребителя продукцией, соответствующей установленным требованиям.

Сертификация систем качества осуществляется:

в рамках обязательной сертификации продукции, если это предусмотрено способом (формой, схемой) сертификации этой продукции;

в рамках добровольной сертификации продукции и систем качества, если это продиктовано интересами заявителя.

Сертификация систем качества осуществляется на соответствие стандартам, положениям и иным документам, содержащим требования к системам качества.

Сертификат и Знак соответствия на систему качества должны иметь отличия от сертификата и Знака соответствия на продукцию.

Номенклатуру товаров, подлежащих обязательной сертификации, определяет Госстандарт России или другие федеральные органы исполнительной власти в соответствии с законодательными актами Российской Федерации.

При сертификации проверяются характеристики (показатели) продукции и используются методы испытаний, позволяющие:

- провести идентификацию продукции, в том числе проверить принадлежность к классификационной группировке, соответствие технической документации, происхождение, принадлежность к данной партии и др.

- полно и достоверно подтвердить соответствие продукции требованиям, направленным на обеспечение ее безопасности для жизни, здоровья

и имущества граждан, окружающей среды, установленных во всех нормативных документах для этой продукции, а также другим требованиям, которые на основе законодательных актов должны проверяться при обязательной сертификации, при обычных условиях ее использования, хранения и транспортирования.

Состав других проверяемых показателей определяется, исходя из целей сертификации конкретной продукции.

### ***Тема 3.2. Организация контроля качества на предприятии.***

**Задачи и содержание технического контроля.** При управлении качеством продукции эту функцию осуществляет ***технический контроль***, под которым понимается проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям (ГОСТ 16.504-81).

В решении функциональных задач контроля, обеспечения и поддержания качества продукции важное место принадлежит на предприятиях организационной *системе технического контроля* (СТК).

Главная *цель* этой системы - осуществление технического контроля качества продукции и хода технологических процессов. *Критерий достижения* данной цели — обеспечение выпуска продукции установленного государственным планом уровня качества.

***Объектами*** технического контроля являются подвергаемая контролю продукция, процессы ее создания, применения, транспортирования, хранения, технического обслуживания и ремонта, а также соответствующая техническая документация. Может осуществляться либо контроль качества продукции, т.е. количественных и (или) качественных характеристик свойств продукции, либо оценка качества продукции, т.е. определение значений характеристик продукции с указанием точности и (или) достоверности.

Совокупность показателей качества изделия с указанием границ допустимых отклонений по каждому из них фиксируется в чертежах, стандартах, эталонах и технических условиях. Все эти показатели проверяются на изделии работниками службы технического контроля.

*Выходные показатели* СТК выражают конечные результаты проверки предъявленной контролерам продукции. К ним относятся показатели: годной продукции, т.е. отвечающей требованиям чертежей, стандартов, эталонов и технических условий; брака, которым считается продукция, изготовленная с отклонениями от указанных требований. Различают внутризаводской брак, подразделяемый на окончательный и исправимый, и внешний брак, обнаруженный при эксплуатации потребителем.

Рассматриваемая система выполняет восемь основных функций:

- 1) предупреждение брака (главная функция технического контроля) на основе принципа профилактики; эта функция складывается из совокупности подфункций — технического контроля качества материалов, полуфабрикатов и изделий, поступающих со стороны, наблюдения за правильностью хранения указанных объектов на складах завода и за их сохранностью в процессе внутризаводской транспортировки;
- 2) контроль качества и комплектности изготавливаемых цехами заготовок, деталей, сборочных единиц, агрегатов и изделий, вплоть до контроля укомплектованности, консервации и упаковки готовой продукции перед отправлением с завода;
- 3) учет и анализ брака в производстве, а также рекламаций и других данных, полученных при изучении качества изделий в сфере их эксплуатации;

4) контроль средств производства, включая оборудование и оснастку (как вновь изготовленные, так и находящиеся в эксплуатации), – эта функция носит профилактический характер;

5) контроль соблюдения единства мер на заводе (строится по графику, предусматривающему периодические поверки средств измерения в соответствии с инструкциями и правилами);

6) контроль соблюдения утвержденных чертежей, стандартов, технологических инструкций и карт;

7) контроль методов обработки, режимов и других параметров технологического процесса;

8) контроль культуры производства, чистоты и порядка в производственных, складских, испытательных, лабораторных и других помещениях.

Для выполнения этих функций разрабатывают классификаторы контрольных операций и во многих случаях — технологические карты контрольных операций.

*Решение функций* СТК обеспечивают контролеры, контрольные мастера, старшие контролеры, лаборанты, технический и административно-управленческий персонал. *Технической базой* СТК являются: всевозможный измерительный инструмент, испытательная аппаратура и стенды, контрольно-измерительные приборы, лабораторное оборудование, специальная электронно-счетная техника, статистические индикаторы и др.; смазочные, обтирочные и другие материалы. В качестве *математического обеспечения* выступают математические и логико-алгоритмические методы, применяемые для обработки информации по ряду контрольных функций с помощью ЭВМ, а также для статистического контроля качества продукции, состояния технологического процесса, оборудования и оснастки. *Информационное обеспечение* составляют чертежи, стандарты, этало-

ны, технические условия, классификаторы контрольных операций и брака; метрологические нормативы, средства оргтехники, планово-учетная документация (журналы контролеров, графики контроля и др.).

К важнейшим элементам информационного обеспечения СТК относятся классификаторы контрольных операций, технологические карты контроля и классификаторы брака.

Организационно-техническая классификация производственных контрольных операций (КО) по пяти определяющим признакам приведена в таблице.

### Классификатор контрольных операций

Признаки группировки	Контрольные операции	
	Вид	Характеристика
Охват стадий технологического процесса	Входной или предварительный контроль	Профилактический контроль материала, заготовок и деталей до начала обработки и сборки
	Операционный или промежуточный контроль	Проверка качества выполнения операций по технологическим процессам внутри заготовительной, обработочной и сборочной стадий, а также между смежными стадиями
	Приемочный или окончательный контроль	Выполняются после заключительной операции, Это наиболее ответственные контрольные операции

Признаки группировки	Контрольные операции	
	Вид	Характеристика
Метод выполнения	Лабораторный анализ	Проверяются элементы, от которых зависит качество изделия (химический состав, структура, твердость и др.)
	Измерительный или геометрический контроль	Проверяются размеры и геометрические элементы изделий
	Визуальный контроль и технические осмотры	Выявляются дефекты путем внешнего осмотра изделия, иногда с помощью простейших технических средств.
	Технологические пробы	Берутся в дополнение к лабораторному анализу, когда требуется установить пригодность материала для данного вида обработки (пробы на свариваемость, штампуемость, обрабатываемость и т.д.)
	Контрольно-сдаточные испытания	Проверяются выходные параметры готовой продукции (производительность, точность, долговечность, экономичность и пр.)
Место выполнения контроля	Стационарный контроль	Осуществляется на постоянном специальном рабочем месте контролера
	Скользкий контроль	Выполняется периодически, непосредственно на рабочих местах при обработке или сборке крупногабаритных изделий или как промежуточный контроль ответственной технологической операции
Степень охвата объектов техническим контролем	Сплошной контроль	Проверяются все экземпляры партии изделий
	Выборочный контроль	Проверяется некоторая часть (выборка) из партии изделий
Организационная форма выявления отклонений от нормального хода технологического процесса	Текущий предупредительный контроль	Лабораторный анализ, контроль среды производства, единства мер, методов и режимов обработки
	Летучий контроль	Разновидность предупредительного контроля путем систематического обхода контролером закрепленных за ним рабочих мест
	Статистический контроль	Форма периодического выборочного контроля - активный способ профилактики брака
	Инспекционный контроль	Повторный выборочный контроль изделий из числа ранее принятых, а также наблюдение за работой изделий в условиях эксплуатации

## Организация статистического контроля качества и регулирования производственных процессов.

Статистический контроль, кроме основной функции – выявление брака, носит предупредительный характер. Он реализуется на основе контрольных диаграмм, одна из которых изображена на рисунке 3.2.1.

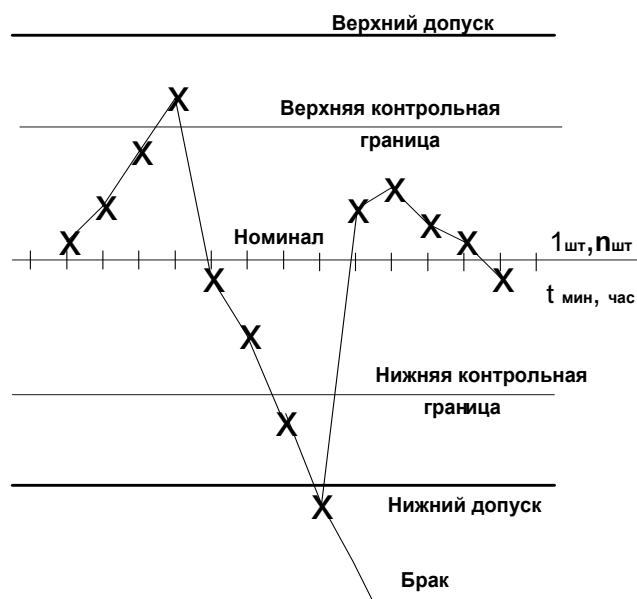


Рис. 3.2.1.

На контрольной диаграмме границы верхнего и нижнего допуска, а также верхняя и нижняя контрольные границы. Измерения проводятся: по-штучно, партионно или через определенные промежутки времени. Если величины замеров переходят контрольные границы, то, на основе специального классификатора, определяются и устраняются предпосылки появления брака. Переход же величины замера за границы допуска означает появление брака.

### Учет и анализ брака.

*Браком называется дефектная единица продукции (изделие) или совокупность таких единиц, причем наличие хотя бы одного дефекта в изделии является достаточным для отнесения его к дефектным.*

На предприятиях функция учета и анализа брака реализуется с целью выявления конкретных виновников и повышения ответственности работников за качество продукции, а также проведения профилактических мероприятий, обеспечивающих предупреждение брака.

Под *дефектом* понимают каждое отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативной документацией. Дефекты делятся на: явные (выявление которых предусмотрено соответствующей документацией) и скрытые; критические, значительные и малозначительные; исправимые и неисправимые.



## РАЗДЕЛ 4. Организация и планирование инновационного процесса. (6 час)

### *Тема 4.1. Содержание и этапы инновационного процесса.*

Под **инновацией** понимается ввод новых продуктов, причем следует различать подлинно инновативные продукты и продукты, новые лишь и производственной программе данного предпринимателя. Подлинные инновации или предлагают новое решение потребительской проблемы (калькулятор вместо логарифмической линейки), или удовлетворяют потребность, для которой раньше не было никакого товара (видео). Разновидности инновационного процесса приведены на рисунке 4.1.1.

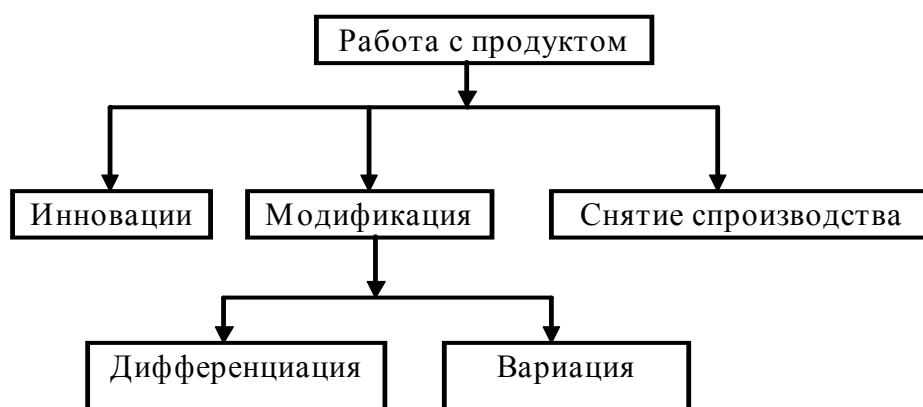


Рис. 4.1.1.

Под **вариацией** продукта понимается сознательное изменение его параметров, причем старый продукт исключается из производственной программы.

Под **дифференцированием** понимается модификация имеющегося продукта, приводящая к появлению наряду со старым новым изделием. Эта стратегия применяется с целью учета особенностей отдельных сегментов рынка.

Решение о возможности начала инновационного процесса принимается на основе разработки **бизнес-плана**, основными разделами которого являются: резюме; товар (продукция или виды услуг); рынок сбыта; стра-

тегия маркетинга; производственная программа; организация производства; организационно-плановая форма предприятия; финансовый план; рентабельность проекта.

От начала инновационного процесса до снятия продукта с производства изделие проходит несколько фаз, которые составляют *жизненный цикл* изделия. Жизненный цикл изделия изображен на рисунке 4.1.2.

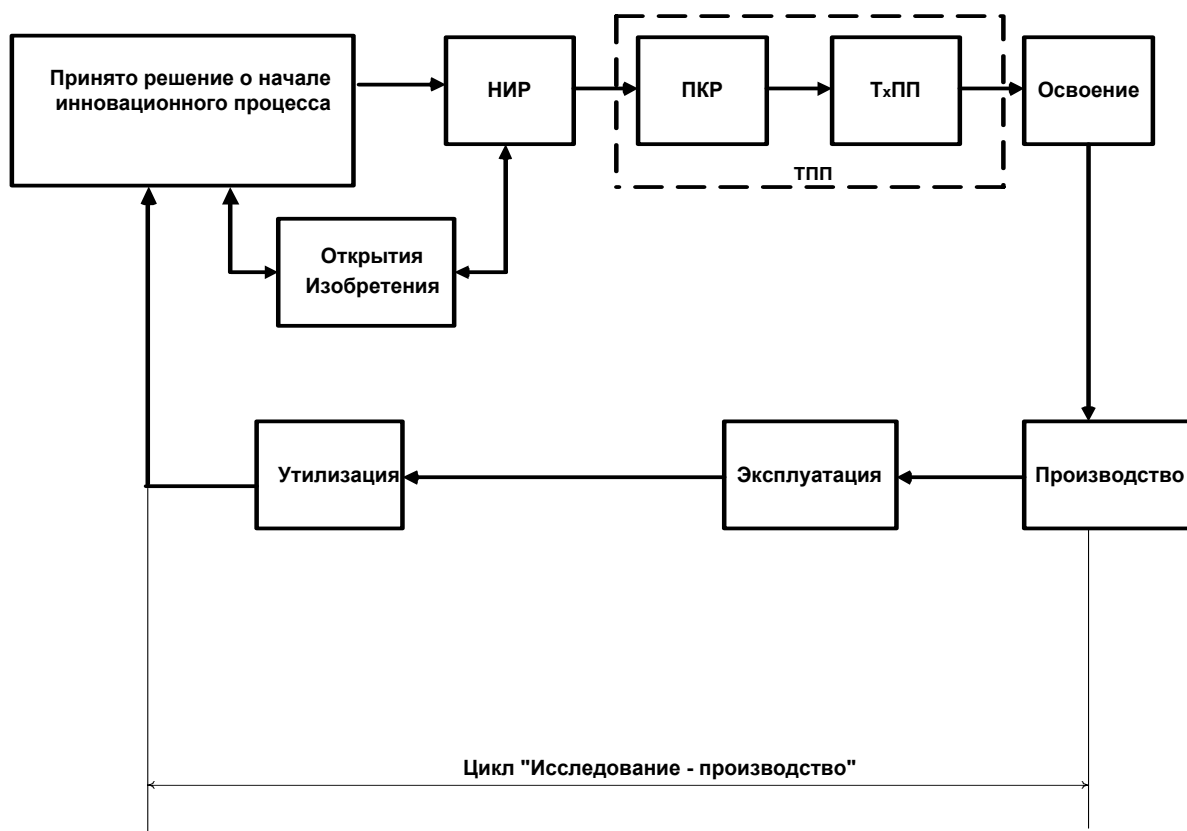


Рис. 4.1.2.

Цикл “Исследование – производство” включает в себя шесть блоков: принятие решения о начале инновационного процесса; открытия, изобретения; научно-исследовательские работы (НИР); техническая подготовка производства (ТПП); освоение. Блок техническая подготовка обычно делится на два блока: проектно конструкторские работы (ПКР) и технологическая подготовка производства (ТхПП).

Мотивацией принятия решения о начале инновационного процесса могут послужить *открытия, изобретения или рационализаторские*

**предложения.** При этом они могут выступать как в качестве **цели разработки**, так и разрабатываться на основе **результата разработки**.

**Открытие** – установление ранее объективно существующих закономерностей, свойств, явлений материального мира, вносящих коренное изменение в уровень познания. Автор (или авторы) открытия получают **диплом об открытии**.

Под **изобретением** понимают техническое решение в любой отрасли народного хозяйства, обладающее новизной или существенным отличием и дающее положительный эффект. Автор (или авторы) изобретения получает патент.

Под **рационализаторским предложением** понимают техническое решение, являющиеся новым и полезным для предприятия, организации или учреждения, которому оно подано, и предусматривающее изменение конструкции изделия, технологии производства, применяемой техники, изменение состава материала. Автор (или авторы) рационализаторского предложения получает удостоверение рационализатора.

Лица, имеющие диплом об открытии или патент на изобретение, являются субъектами интеллектуальной собственности. **Интеллектуальная собственность** - исключительное право гражданина (физического лица) или юридического лица на результаты интеллектуальной деятельности и приравненные к ним средства индивидуализации юридического лица, индивидуализации продукции, выполняемых работ или услуг (фирменное наименование, товарный знак, знак обслуживания и т.п.).

Интеллектуальная собственность может составлять основу научно-исследовательских работ, а также являться результатом научной деятельности.

#### **Тема 4.2. Организация научно-исследовательских работ (НИР).**

Научно-исследовательские работы делятся на теоретические и прикладные. В свою очередь теоретические работы могут быть теоретически-поисковыми и теоретическими фундаментальными.

В рамках проведения *теоретических, поисковых научных* работ перед исследователями не ставятся конкретных задач. Они должны описать (желательно в формализованном виде) какое-либо явление.

На основе поисковых работ проводятся *теоретические, фундаментальные научные* работы, носящие целенаправленный характер, например, получение и исследование закономерностей протекания какого-либо процесса или явления.

*Прикладные научные исследования* – исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решение конкретных задач.

Финансово-отчетной единицей является *научно-исследовательская тема*, представляющая собой взаимосвязанную совокупность стадий научных исследований.

Основные стадии выполнения НИР.

1. **Составление технического задания (ТЗ)** заключается в анализе литературных и патентных источников и на его основе определение числа стадий и этапов НИР и их объемов. Результатом стадии является график разработки и плановая калькуляция.

2. **Составление технического предложения (ТП).** В рамках этой стадии детализируются и конкретизируются параметры и результаты НИР.

3. **Проведение теоретических и экспериментальных исследований.** Эта стадия является ключевой и проводится в три этапа.

а) Теоретическая разработка (планирование эксперимента).

б) Проектирование и изготовление макетов и экспериментальных образцов.

в) Экспериментальные работы.

4. **Оформление результатов НИР.** Результаты НИР оформляются в соответствии с требованием стандартов и должны содержать расчет экономической эффективности.

5. **Приемка темы.** Результаты темы докладываются на конференциях, заседаниях ученого, научного и пр. советах и, при положительных отзывах, утверждаются.

#### ***Тема 4.3. Организация проектно-конструкторских работ (ПКР).***

Следующим крупным блоком, выделенным пунктирной линией на рисунке 4.1.2, является блок ТПП (техническая подготовка производства). Это ключевая стадия, которая обеспечивает конкурентоспособность продукции.

**Техническая подготовка производства** – это комплекс мероприятий по плановой подготовки и освоению производства нового изделия, совершенствованию действующих машин, новых технологических процессов и технологического оснащения.

Обычно техническая подготовка делится на конструкторскую и технологическую.

Основной задачей конструкторской подготовки производства является разработка конструкторско-технической документации на проектируемое изделие необходимого качества в минимальное время.

Одним из направлений сокращения времени подготовки производства является стадийное ведение процесса разработки документации, позволяющее использовать результаты каждой стадии для оформления заказа на необходимые комплектующие изделия.

В соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД) конструкторская подготовка производства проводится в пять стадий.

**1. Разработка технического задания (ТЗ).** В рамках этой стадии выполняются энергетические расчеты, устанавливается тип энергетической установки.

**2. Техническое предложение (ТП).** В рамках этой стадии уточняются и утверждаются параметры проектируемого изделия, оформляется заказ на энергетическую установку.

**3. Эскизный проект.** В рамках этой стадии разрабатываются компоновочные чертежи, определяются габаритные и установочные размеры.

**4. Технический проект.** В рамках этой стадии разрабатываются все сборочные чертежи, ведомости на комплектующие изделия, все виды схем и ведомости на покупные изделия, что позволяет заблаговременно оформить заказ на изделия, производимые сторонними организациями.

**5. Разработка рабочей документации.** При выполнении этой стадии учитывается объем производства проектируемого изделия.

а) При плановом изготовлении единичных экземпляров выполняются детализованные чертежи и разработка заканчивается.

б) При плановом изготовлении значительного количества изделий на основе ранее разработанной документации изготавливается опытный образец, который проходит испытания, документация корректируется и разработка заканчивается.

в) Если проектируемое изделие планируется изготавливать в массовом количестве, то по ранее разработанной документации изготавливается опытная партия изделий, испытывается и с учетом этих испытаний выпускается окончательная конструкторско-технологическая документация.

Одним из эффективных направлений сокращения времени конструкторской подготовки является **конструкторская унификация**, существо которой заключается в применении в проектируемой конструкции ранее

разработанных технических решений. Унификация позволяет существенно сократить время проектирования и освоения за счет использования готовых технических решений. Однако следует иметь в виду, что использование готовых решений приводит к уменьшению конкурентоспособности проектируемого изделия за счет увеличения материалоемкости, трудоемкости, себестоимости и, как следствие, цены реализации изделия.

### **Основные направления конструкторской унификации.**

**1. Стандартизация** предполагает применение **стандартных** технических решений.

**2. Преемственность** – это использование при проектировании **ранее разработанных** технических решений.

**3. Повторяемость** – это **мнократное** повторение при проектировании одинаковых технических решений.

**4. Конструктивно-унифицированный ряд** – это конструктивный ряд изделий, имеющий свое основание - **базовую модель**. Базовое изделие выполняет максимальное число функций, его составные части используются во всех модификациях конструктивного ряда. Использование конструктивных рядов позволяет создавать изделия **специального назначения**.

**5. Агрегатирование и блочно-модульный метод конструирования** предполагает создание изделий путем их компоновки из ограниченного числа унифицированных или стандартных элементов, модулей, блоков одинакового или разного назначения.

Уровень унификации можно оценить, вычислив **коэффициент унификации**  $K_y$  по формуле:

$$K_y = \frac{N_c + N_{пр} + N_{п}}{N_{об\ ш}},$$

где  $N_c$ ,  $N_{пр}$ ,  $N_p$ ,  $N_{общ}$  – соответственно количество **наименований** стандартных, заимствованных, повторяющихся и общих, полный список технических решений.

Одной из задач конструкторской подготовки производства является создание **технологичной** конструкции.

**Технологичной** можно считать конструкцию, обеспечивающую минимальные издержки при заданном объеме производства при условии, что она полностью удовлетворяет заданным техническим и эксплуатационным требованиям.

Технологичность конструкции оценивается четырьмя группами показателей: унификационными, материалоемкости, трудоемкости, себестоимостью. В целях проведения тщательного анализа группы показателей материалоемкости и трудоемкости дробятся на общую, структурную и удельную.

**Общая материалоемкость** означает минимально необходимое для создания конструкции материалов в натуральном выражении. **Структурная материалоемкость** оценивает структуру применяемых материалов (например, черные, цветные, драгоценные металлы) и измеряется в натуральном выражении, долях, процентах. **Удельная материалоемкость** вычисляется делением общей или отдельными компонентами материалоемкости на показатель качества продукции.

Аналогичным образом строится группа показателей трудоемкости.

**Тема 4.4. Организация технологической подготовки производства (ТхПП).**

Задачей технологической подготовки производства разработка технологической документации, обеспечивающей минимальные производственные затраты при заданных производственных и качественных показателях.



Исходной информацией, необходимой для начала технологической подготовки производства, является конструкторская документация.

Согласно требованиям единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП) технологическая подготовка должна проводиться в 4 стадии.

**1. Разработка маршрутной технологии.** Результатом этой стадии является разработанные **карты маршрутной технологии**, которые определяют последовательность видов технологий, тип технологического оборудования и примерную трудоемкость определенных видов технологических операций.

**2. Разработка операционной технологии.** Исходной информацией этой стадии являются маршрутные технологические карты, результатом – разработанные **операционные карты**, которые определяют структуру операции (приемы, из которых состоит операция), инструмент, технологическое оснащение, норму времени выполнения операции и расценку (размер заработной платы) за ее выполнение.

**3. Проектирование и изготовление оснастки.** Исходной документацией этой стадии являются операционные карты, результатом – изготовленное оснащение.

**4. Внедрение технологического процесса.** Технологический процесс является внедренным, если его параметры полностью соответствуют производительным и качественным показателям.

Эффективным направлением сокращения сроков проведения технологической подготовки и производственных затрат является **технологическая унификация**, которая складывается из двух направлений: унификации технологических процессов и унификации технологического оснащения.

**Унификация технологических процессов** включает в себя **типизацию**, которая заключается в использовании **типового** справочного материала, позволяющего без специфических расчетов разработать производительный технологический процесс, и **группирование**, то есть создание **группы предметов производства**, имеющих сходные конструктивно-технологические признаки, обеспечивающие разработку **одного, единого** технологического процесса и оснащения.

**Унификация технологического оснащения**, кроме направлений конструкторской унификации, включает в себя применение **универсальных сборно-разборных (УСП) и универсально-наладочных приспособлений (УНП)**.

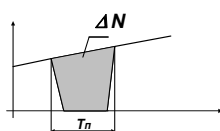
**УСП** представляет собой комплект универсальных элементов, из которых **конструкторы УСП** разрабатывают, а **монтажники УСП** собирают специальные приспособления, которые по мере использования разбираются на детали и применяются вновь. Эффективность УСП заключается в сокращении сроков и трудоемкости создания **специальных** приспособлений и экономии материальных ресурсов, а недостатком – необходимостью содержания группы конструкторов и монтажников УСП.

**УНП** представляет собой базовую (чаще всего корпусную) деталь и ряд **сменных элементов** (наладок), которые достаточно легко заменяются основным рабочим, обеспечивая выполнение нескольких технологических операций. Эффективность УНП заключается в сокращении сроков и трудоемкости создания нескольких специальных приспособлений, экономии времени на замену специальных приспособлений, материальных ресурсов за счет использования **единой базовой детали**, а недостатком – ограниченная возможность использования УНП.

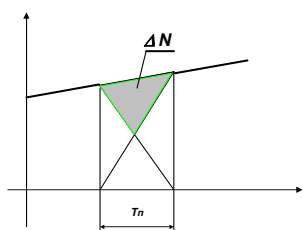
#### ***Тема 4.5. Организация освоения производства.***

Освоенной называется продукция, выпускаемая в заданных объеме при нормативном уровне трудовых и стоимостных затрат.

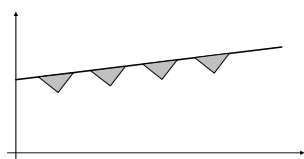
Освоение производства нового изделия может производиться тремя методами: *последовательным, параллельно-последовательным и параллельным*. На стратегию выбора метода влияют многие факторы. Определяющим фактором является наличие производственных площадей, на которых возможно создание производственных мощностей, необходимых для выпуска нового изделия с высокой степенью оснащенности.



**Последовательный метод** применяется при ограниченных площадях, на которых можно разместить производственные мощности для освоения нового изделия. Он характеризуется тем, что выпуск предшествующего изделия завершается после выработки всех производственных заделов, далее следует этап реконструкции производства и технологии и начинается период освоения нового изделия. Недостатками является длительный период перехода на новое изделие ( $T_n$ ) и значительные недопоставки на рынок реализации ( $\Delta N$ ). Достоинство метода при освоении нового изделия состоит в кратчайших сроках выхода на нормативный уровень показателей (кривая освоения 1 на рисунке 4.5.1.).



**Параллельный метод** применим только в тех случаях, когда имеются дополнительные, свободные производственные площади, на которых можно развернуть параллельное производство нового изделия, не прекращая выпуск предшествующего изделия. Метод приводит к резкому сокращению переходного периода и недопоставок и к достаточно быстрому выходу на нормативный уровень (кривая освоения 2 на рисунке 4.5.1.).



**Параллельно-последовательный** метод в большей степени является методом *реинженерии*, поскольку в соответствии с ним отдельные узлы и механизмы последовательно заменяются на новые (кривая освещения

3 на рисунке 4.5.1.).

Фактические затраты ресурсов при освоении новых изделий являются результатом воздействия большого числа преимущественно случайных факторов. В связи с этим зависимость затрат от порядкового номера осваиваемого изделия может быть достаточно строго описана с использованием аппарата корреляционного анализа. Аппроксимирующая корреляционная зависимость может быть представлена в виде степенной функции

$A_i = a_i N_i^{-b}$ , где  $A_i$  — удельные затраты (трудоемкость, материалоемкость, себестоимость и т.п.) на изготовление единицы изделия  $i$ -го наименования с порядковым номером  $N_i$  в суммарном объеме выпуска;  $a_i$  — затраты на изготовление изделия с  $N_i=1$ ;  $b$  - показатель степени, характеризующий крутизну зависимости  $A_i=f(N_i)$ .

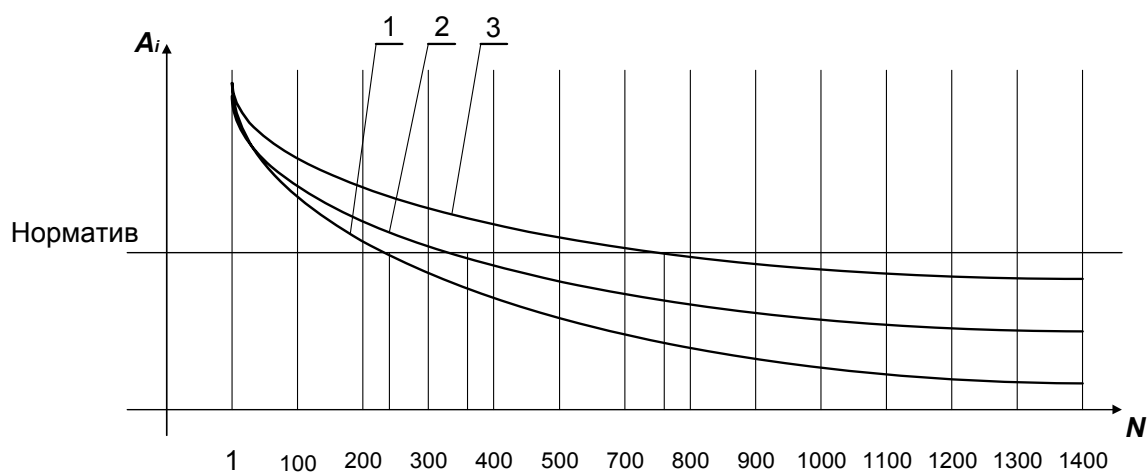


Рис. 4.5.1.

Фактически проблема освоения нового изделия сопряжена с коренным переоснащением производства и заключается в ограниченности мощности инструментального производства. Поэтому множество оснащения

разбивается на отдельные *группы*, которые выстраиваются в *очереди*. В группу оснащения включается оснастка, позволяющая сократить трудоемкость внедряемого изделия на фиксируемую величину, для изготовления которой требуется определенная доля мощности инструментального производства. Очередь группы оснащения устанавливается в результате перебора по критерию достижения максимального результата в зависимости от ситуации, складывающейся в процессе освоения нового изделия.

Процесс освоения нового изделия приведен на рисунке 4.5.2.



Рис. 4.5.2.

Процесс освоения нового изделия состоит из трех частей: времени опережения (от  $t_{но}$  до  $t_{нп}$ ), периода перехода на новое изделие (от  $t_{нп}$  до  $t_{кп}$ )

и времени ликвидации недопоставок изделий на рынок реализации (от  $t_{кп}$  до  $t_{ко}$ ).

Сердцевину процесса освоения представляет переход на новое изделие. На графике этой части для каждого определенного дня указана удовлетворенная потребность рынка в изделиях, а время эксплуатации группы или группы оснащения (в днях) определяется изготовлением группы, входящей в следующую очередь.

#### **Тема 4.6. Планирование инновационных процессов.**

##### **1. Нормативная база.**

Планирование инновационных процессов любыми методами требует наличие нормативной базы, по которой можно определить объемы работ и установить их трудоемкость.

В числе **объемных нормативов** можно использовать коэффициенты унификации и оснащенности. Поскольку любой объект производства всегда имеет аналог-прототип, то в границах допустимой погрешности можно определить количество наименований **оригинальных** деталей ( $N_{ор}$ ), то есть тех, для которых необходима разработка полной конструкторско-технологической документации, по формуле

$$N_{ор} = (1 - k_y) N_{об\ ш},$$

где  $k_y$  - коэффициент унификации изделия прототипа;  $N_{об\ ш}$  - общее количество наименований деталей изделия прототипа.

Проектирование необходимого числа единиц **оснащения** ( $N_{ос}$ ), определяемого организационной формой производственного процесса, можно вычислить, основываясь на коэффициенте оснащенности ( $k_{ос}$ ), по формуле  $N_{ос} = k_{ос} N_{ор}$ .

**Нормативы трудоемкости** по каждому виду работ обычно строятся, исходя из удельной (обычно на формат А4 или А1) трудоемкости ( $t_{уд}$ ), выполняемой работы с учетом ее сложности и новизны. Нормативная трудоемкость работы  $t_{раб}$  вычисляется по формуле

$$t_{раб} = t_{уд} k_{сл} k_n q .$$

где  $k_{сл}$  – коэффициент, учитывающий сложность выполненной работы (обычно степень заполнения формы или бланка),  $k_n$  – коэффициент, учитывающий новизну разработки,  $q$  – объем работы в обусловленном формате.

## **2. Методы планирования инновационных процессов.**

Традиционно при планировании инновационных процессов в зависимости от числа планируемых позиций и учитываемых между ними взаимосвязями применяются следующие методы: план-график, ленточный график и сетевой график.

**План-график** представляет собой перечень работ с указанием сроков их выполнения и исполнителей. Обычно применяется при планировании не более 30-40 плановых позиций. Недостатки – не указывается последовательность работ и взаимосвязь между ними.

**Линейный график** представляет собой перечень работ с указанием сроков их выполнения и исполнителей, а также масштабную ленточную диаграмму. Обычно применяется при планировании не более 70-100 плановых позиций. Недостаток – не указывается взаимосвязь между работами.

**Сетевой график** представляет собой связный направленный граф работ с указанием сроков их выполнения и исполнителей, а также последовательность их выполнения и взаимосвязи.

## **3. Порядок построения графиков.**

Для построения графика необходимо: *составить перечень работ и событий, определить продолжительности выполнения работ* и, изучив *топологию*, изобразить график на материальном носителе.

*Перечень работ и событий* рекомендуется выполнять, заполняя приведенную ниже таблицу.

Наименование работы	Код работы	Наименование события	Код события
Разработка ТЗ	1–2	Разработка ТЗ начата	1
		Разработка ТЗ окончена	2
Согласование ТЗ	2–3	Согласование ТЗ начато	2
		ТЗ согласовано	3

Следует иметь в виду, что для обозначения имени работы используются существительные: *разработка, согласование, выполнение, расчет* и т.д. , в имени события – слова *начато, закончено, разработано, завершено* и т.д.

Заканчивается составление перечня работ и событий их кодированием. Код включает коды начального и конечного события, например, код работы 1–2 состоит из кода события 1, которое является начальным, и кода события 2, являющимся конечным.

*Продолжительность работы* ( $t_{i,j}$ ) определяется по *нормативам трудоемкости* и вычисляется по формуле

$$t_{i,j} = \frac{T_{i,j}(1 + \alpha)}{A_{i,j} s k_{вн}} \text{ (рабочие дни),}$$

где  $T_{i,j}$  – трудоемкость выполнения работы  $i,j$ , нормочасы;  $A_{i,j}$  – число исполнителей, выполняющих работу  $i,j$ , чел;  $s$  – продолжительность рабочего дня исполнителей, час;  $k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм испол-



нителями;  $\alpha$  – доля времени, затрачиваемая исполнителями, не связанная с выполнением работы  $i,j$ .

Если нормативов времени не существует, то продолжительность работы  $i,j$  можно определить, используя *экспертные оценки* выполнения работы

$$t_{i,j} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5},$$

где  $t_{min}$  – минимальная продолжительность работы, соответствующая наиболее благоприятным условиям ее выполнения;  $t_{max}$  – продолжительность работы, соответствующая наименее благоприятным условиям ее выполнения.

*Топология сетевого графика* – это *условные обозначения*, применяемые при построении графика, и *правила построения графика*.

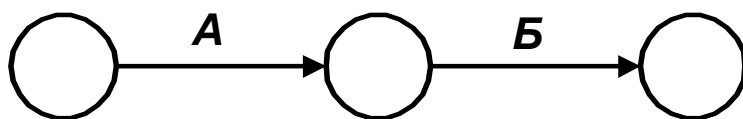
*Условные обозначения:*

**Событие** на сетевом графике обозначается окружностью, в центре которой указывается код события:  $\textcircled{i}$ .

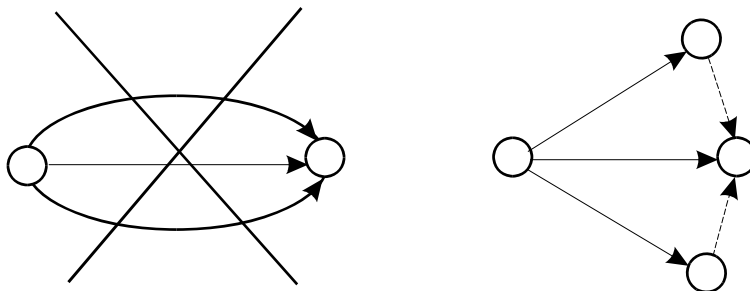
**Работа** (реальная) обозначается двумя событиями и стрелкой  $\textcircled{i} \longrightarrow \textcircled{j}$ , при этом направление стрелки указывает на конечное событие. Кроме реальных работ в сетевом графике могут присутствовать **фиктивные** работы, которые обозначаются пунктирными стрелками, например,  $\textcircled{i} \text{-----} \textcircled{j}$ , необходимыми для обозначения взаимосвязей.

Рассмотрим наиболее часто применяемые **правила построения** сетевого графика.

1. Если работа Б следует за работой А, то конечное событие работы А является начальным событием работы Б.

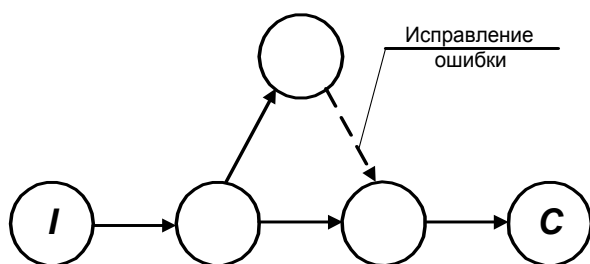


2. В сетевом графике не могут несколько работ иметь одинаковые начальное и конечное события.



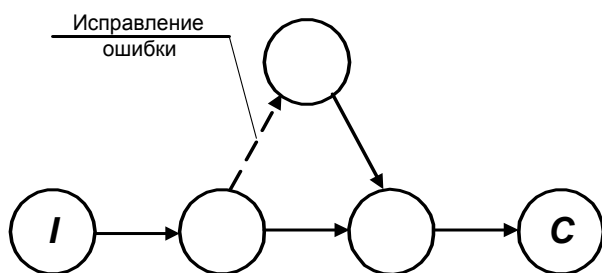
Если работы выполняются параллельно, каждая из них должна получить свое конечное событие и все они должны быть сведены в одно завершающее событие, образовав фрагмент сетевого графика, как это показано на примере.

3. В сетевом графике не должно быть событий, из которых бы не выходило ни одной работы, если это событие *не завершающее для всего комплекса работ* (имеет код *С*).



Если это произошло, то вариант исправления ошибки указан на вышеприведенном примере.

4. На сетевом графике не должно быть событий, в которые бы не входило ни одной работы, кроме события, считающегося *исходным для всего комплекса работ* (имеет код *I*).



Если это произошло, то вариант исправления ошибки указан на вышеприведенном примере.

#### 4. Параметры сетевого графика и их расчет.

Цепочка последовательно выполняемых работ называется *путем* сетевого графика и обозначается  $L_{(i, \dots, k)}$ , где  $i, \dots, k$  – индексы событий, составляющих путь. Путь, проходящий через исходное ( $I$ ) и завершающее ( $C$ ) события, называется *полным путем* сетевого графика и обозначается  $L_{п(i, \dots, c)}$ . Полный путь *максимальной* продолжительности называется *критическим путем* и обозначается  $L_{кр(i, \dots, c)}$ .

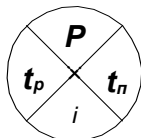
Из-за разницы в продолжительностях критического и полного путей на некритических путях возникают резервы *событий* ( $P_i$ ) и *работ*: *полный резерв* ( $R_{i,j}$ ), который целиком принадлежит конкретному полному пути, и *свободный резерв* ( $r_{i,j}$ ), который принадлежит всем последующим работам конкретного полного пути, начиная с работы  $i,j$  включительно.

Наличие резервов означает, что без изменения продолжительности и структуры критического пути события могут свершаться в *возможно ранние* ( $t_{рi}$ ) и *допустимо поздние сроки* ( $t_{пi}$ ), работы могут иметь *возможно раннее* ( $t_{рн(i,j)}$ ) и *допустимо позднее* ( $t_{пн(i,j)}$ ) *начало* и *окончание работ*.

Наиболее часто используются *графический* и *табличный методы* расчета параметров сетевого графика.

Графический метод осуществляется непосредственно на графике.

Для этого изменяется изображение события, которое принимает вид:



Таким образом графическим методом определяются *только параметры события*. Рассмотрим порядок и правила расчета на условном примере.

Расчет осуществляется в три этапа.

На первом этапе определяются ранние сроки свершения событий ( $t_{p_i}$ ) и, прежде всего, возможно ранний срок свершения исходного события, то есть  $t_{p_i} = 0$ . Далее последовательно от исходного до завершающего события определяются ранние сроки свершения всех событий, то есть

$$t_{p_i} = \left[ t_{p_{(i-m)}}, + t_{(i-m),i} \right] \max,$$

где  $t_{p_{(i-m)}}$  – ранний срок свершения события непосредственно предшествующего событию  $i$ , а  $t_{(i-m),i}$  – продолжительность работы  $(i-m),i$ .

На втором этапе вычисляются допустимо поздние сроки свершения событий ( $t_{n_i}$ ) и, прежде всего, срок свершения завершающего события, то есть  $t_c = t_l$ . Далее в обратном порядке определяются поздние сроки свершения всех событий по формуле

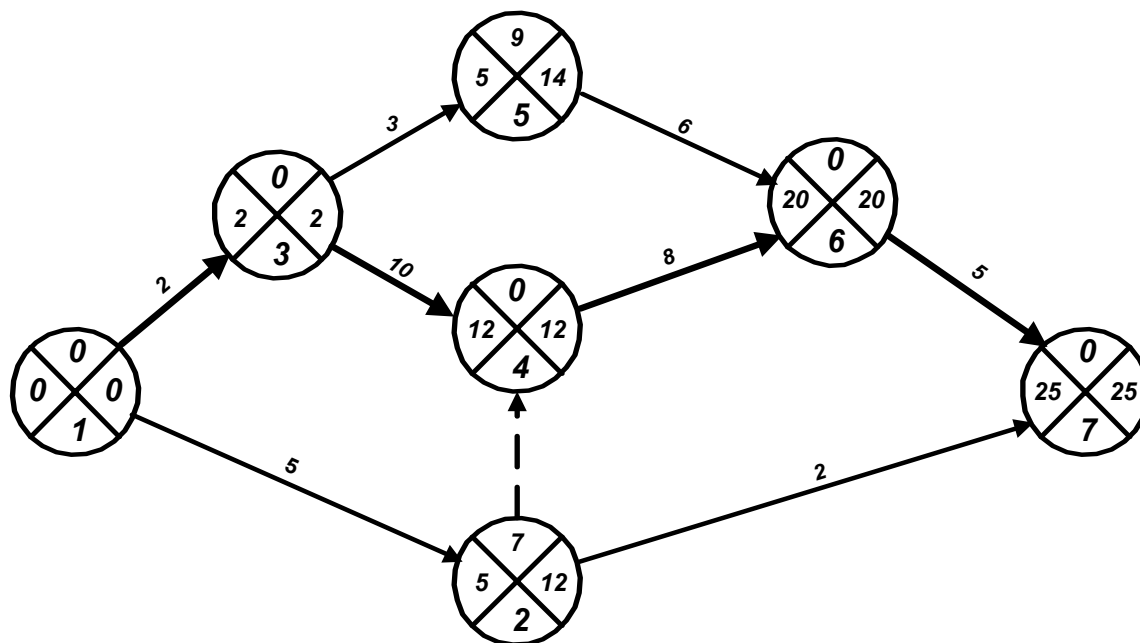
$$t_{n_i} = \left[ t_{n_{(i+n)}} - t_{i,(i+n)} \right] \min,$$

где  $t_{n(i+n)}$  – допустимо поздний срок свершения события непосредственно следующего за событием  $i$ , а  $t_{i(i+n)}$  – продолжительность работы  $i(i+n)$ .

На третьем этапе определяется резерв события ( $P_i$ )

$$P_i = t_{ni} - t_{pi}$$

Сетевой график с рассчитанными параметрами приведен ниже.



Структура критического пути в приведенном примере 1 - 3 - 4 - 6 - 7, его величина 25.

**Табличный метод** реализуется в таблице в три этапа и содержит 6 правил. Рассмотрим этапы и правила табличного метода на контрольном примере, рассчитав параметры сетевого графика, используемого при иллюстрации графического метода.

На первом этапе определяются ранние сроки начала и окончания работ, столбцы таблицы  $t_{pn}$  и  $t_{po}$  заполняются последовательно сверху вниз.

1. Правило определения  $t_{pn_{i,j}}$ . Устанавливаются работы, входящие в начальное событие работы  $i,j$ ; если таких работ нет, в графу  $t_{pn}$  записывается 0. Если входящие работы есть, то из графы  $t_{po}$  входящих работ выбирается  $t_{po_{max}}$ , то есть  $t_{pn_{i,j}} = [t_{po_{(m,i)}}]_{max}$ ,

$$t_{pn_{i,j}} = [t_{po_{(m,i)}}]_{max},$$

где  $t_{po_{(m,i)}}$  – раннее окончание работы, у которой начальным событием является  $m$ , а конечным –  $i$ .

$$2. \text{ Правило определения } t_{po_{i,j}}. t_{po_{i,j}} = t_{pn_{i,j}} + t_{i,j},$$

где  $t_{i,j}$  – продолжительность выполнения работы  $i,j$ .

Количество входящих работ в событие $i$	Код работы		$t$	$t_{pn}$	$t_{po}$	$t_{пн}$	$t_{по}$	$R$	$r$
	$i$	$j$							
0	1	2	5	0	5	7	12	7	0
0	1	3	2	0	2	0	2	0	0
1	2	4	0	5	5	12	12	7	7
1	2	7	2	5	7	23	25	18	0
1	3	4	10	2	12	2	12	0	0
1	3	5	3	2	5	11	14	9	0
2	4	6	8	12	20	12	20	0	0
1	5	6	6	5	11	14	20	9	9
2	6	7	5	20	25	20	25	0	0

На втором этапе определяются поздние сроки начала и окончания работ, столбцы  $t_{пн}$  и  $t_{по}$  последовательно заполняются снизу вверх.

3. Правило определения  $t_{по_{i,j}}$ . Устанавливаются работы, выходящие из конечного события работы  $i,j$ ; если таких работ нет, то из столбца  $t_{po}$  выбирается  $t_{po_{max}}$ , которое записывается в графу всех работ, имеющих индекс конечного события, совпадающего с завершающим событием. По-

сле этого реализуется правило 4. Если выходящие работы есть, то из столбца  $t_{пн}$  этих работ выбирается  $t_{пнmin}$ , которое переносится в графу  $t_{поi,j}$ , то есть  $t_{поi,j} = (t_{пнj,n}) min$ , где  $t_{пнj,n}$  – продолжительность работы, выходящей из конечного события работы  $i,j$ .

4. Правило определения  $t_{пнi,j}$ . Позднее начало работы  $i,j$  вычисляется по формуле:  $t_{пнi,j} = t_{поi,j} - t_{i,j}$ .

5. Правило определения  $R_{i,j}$ . Полный резерв работы  $i,j$  определяется по формулам:

$$R_{i,j} = t_{пнi,j} - t_{рнi,j} \text{ или } R_{i,j} = t_{поi,j} - t_{роi,j}$$

6. Правило определения  $r_{i,j}$ . Устанавливаются работы, имеющие одинаковые конечные события. Из столбца  $t_{ро}$  этих работ выбирается  $t_{роmax}$ , из которого вычитается  $t_{роi,j}$ , то есть  $r_{i,j} = (t_{роn,j}) max - t_{роi,j}$ .

### 5. Оптимизация сетевых графиков.

Под оптимизацией в *общем* плане понимается нахождение зависимости между сроками выполнения работ и затратами, связанными с их выполнением. Задача решается на основе функции “стоимость – время”, приведенной на рисунке 4.5.1.

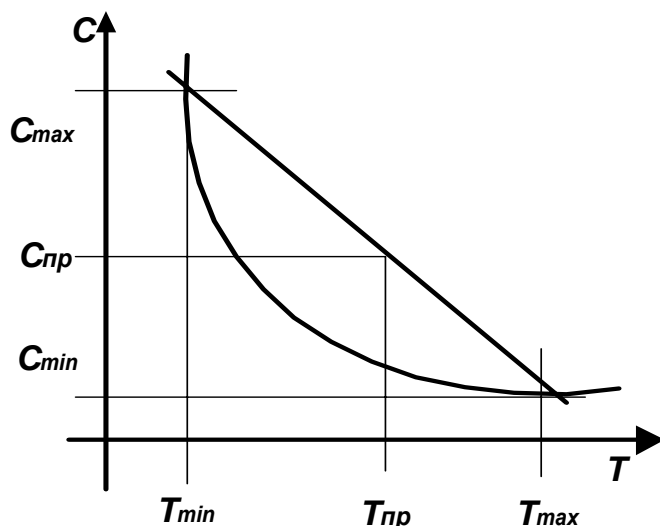


Рис. 4.5.1.

Кривая “стоимость ( $C$ ) – время ( $T$ )” аппроксимируется прямой линией и задача оптимизации сводится к определению либо затрат ( $C_{пр}$ ) в зависимости от времени выполнения комплекса работ ( $T_{пр}$ ), либо времени выполнения комплекса работ ( $T_{пр}$ ) в зависимости от затрат ( $C_{пр}$ ).

**Частная** оптимизация сетевого графика проводится в двух направлениях; рассмотрим их, приняв в качестве объекта оптимизации график, изображенный на рисунке 4.5.2.

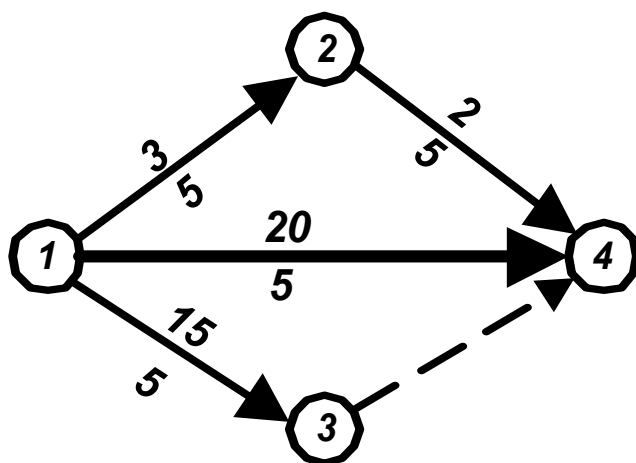


Рис. 4.5.2.

В соответствии с правилами нанесения сетевого графика над стрелками записывается продолжительность работы, под стрелками – численность исполнителей.

Оба направления реализуются на основе анализа **карты проекта**, которая представляет собой сетевой график, построенный в календарной сетке **по ранним срокам** (верхняя часть карты проекта), и диа-



грамму занятости (нижняя часть карты проекта). Карта проекта рассматриваемого примера приведена на рисунке 4.5.3.

**Задача 1.** При заданных штатных исполнителях с приглашением на работу минимального числа нештатных исполнителей выполнить работу в заданный срок.

Решение задачи связано с перемещением выполнения работы в другие календарные сроки. Например, путь 1-2-3, имеющий продолжительность 5 дней, перемещается в календарные сроки от 15 до 20. При этом численность исполнителей, занятых выполнением комплекса работ, уменьшается до 10 исполнителей (вместо 15) при их полной занятости.

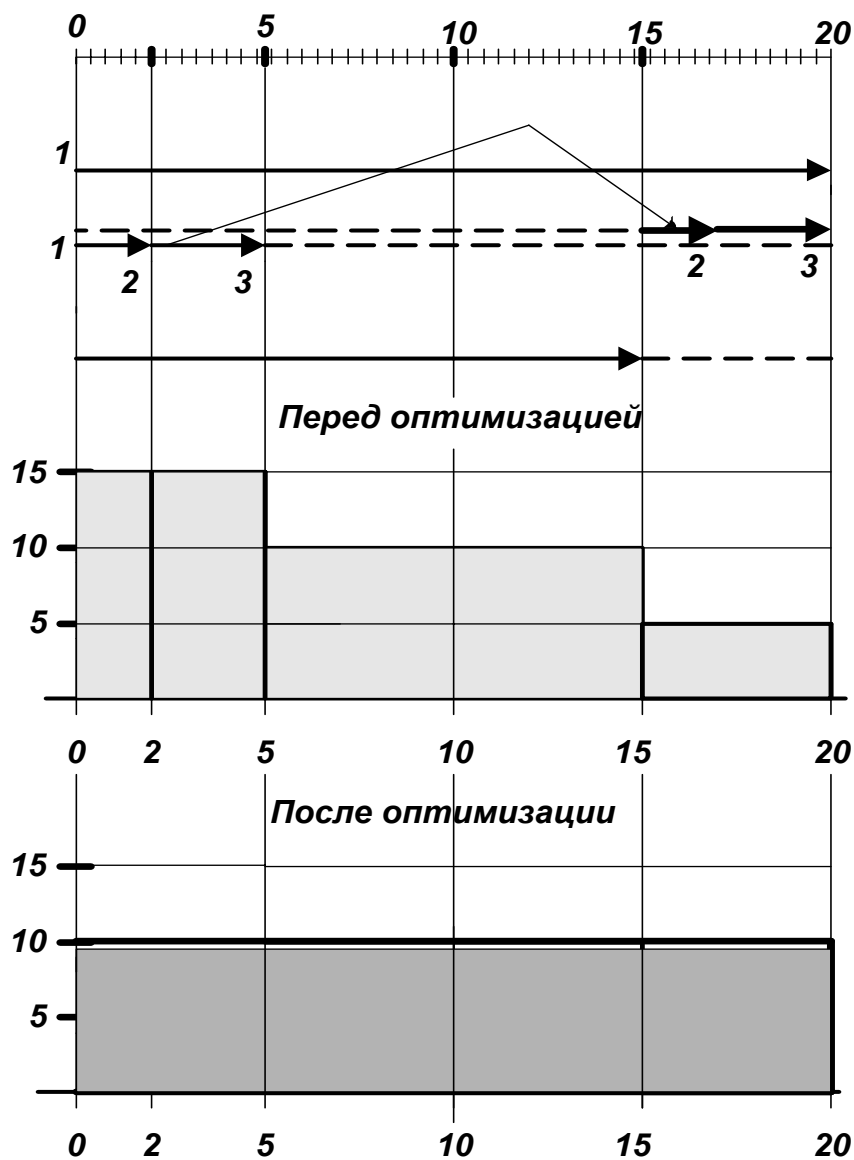


Рис. 4.5.3.

**Задача 2.** Сократить срок разработки путем перераспределения ресурсов (исполнителей) с работ, лежащих на некритических путях, на работы, лежащие на критическом пути, при следующих условиях.

1. Работы выполняются в одних календарных отрезках.
2. Исполнители работ, перемещаемые на работы критического пути, могут их выполнять.

3. Сроки выполнения работ рассчитаны, исходя из их объема ( $Q$ ), то есть  $Q = At$ , где  $A$  - численность исполнителей, выполняющих работу,  $t$  - продолжительность работы.

Составляется, а затем решается система из двух уравнений, приведенная ниже.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{A_{кр} t_{кр}}{A_{кр} + X} = t_{кр} - Y \\ \frac{A_{i,j} t_{i,j}}{A_{i,j} - X} = t_{i,j} + (R_{i,j} - Y) \end{array} \right.$$

где  $A_{кр}$ ,  $A_{i,j}$  – соответственно численность исполнителей работ, *на* которую и *с* которой переводятся исполнители;  $t_{кр}$ ,  $t_{i,j}$  – соответственно продолжительность работ, *на* которую и *с* которой переводятся исполнители;  $R_{i,j}$  – полный резерв работы, *с* которой переводятся исполнители;  $X$  – численность переводимых исполнителей;  $Y$  – величина сокращения времени выполнения комплекса работ.

Величина сокращения времени выполнения работ должна находиться в интервале

$$0 < Y < R_{min},$$

где  $R_{min}$  – минимальный полный резерв выполняемого комплекса работ.

### *6. Управление инновационной деятельностью с помощью сетевой модели.*

На основании разработанного графика осуществляется текущее, непрерывное управление ходом работ. Управление должно обеспечить окончание разработки, хода работ в установленный срок при уровне расходов в

пределах установленного лимита, несмотря на возможные, непредвиденные затруднения и отклонения в сроках и стоимости выполнения отдельных работ.

С этой целью применяют систему мер, обеспечивающих непрерывное наблюдение за графиком, с помощью периодически получаемой информации от ответственных исполнителей о ходе выполнения работ.

Периодичность получения информации выбирается в зависимости от: уровня руководства, минимальной продолжительности некоторых работ, сроков выполнения всей разработки в целом.

Первый уровень системы занимает *оперативно-руководящая группа (ОРГ)*. Членами группы являются ответственные представители, курирующие отдельные направления разработки, а возглавляет группу – генеральный разработчик.

Второй уровень системы занимает *служба координации и анализа разработки (СКАР)*, которая занимается анализом хода разработки и подготавливает документацию к оперативным совещаниям для лиц принимающих решения.

## **РАЗДЕЛ 5. Организация труда и его стимулирование. (9 час)**

### ***Тема 5.1. Основы организации труда.***

Важнейшей задачей НОТ является систематическое повышение производительности труда за счет выявления и использования резервов: снижения трудоемкости и повышение использования фонда рабочего времени.

Содержание НОТ заключается в проектировании и внедрении комплекса мероприятий в 9 областях (направлениях).

#### ***1. Разделение и кооперация труда.***

**Разделение труда** – это разграничение деятельности людей в процессе совместного труда по следующим признакам:

- по характеру труда и целевому назначению (ИТР и рабочие, которые делятся на основных и вспомогательных);
- по технологической однородности работ (по профессии и специальности);
- по сложности и ответственности выполняемых работ (для ИТР – занимаемые должности, для рабочих – квалификационные разряды).

**Кооперация труда** выражается в создании бригады, представляющей форму непосредственного сочетания труда исполнителей, выполняющих одну общую производственную задачу и несущих коллективную ответственность за результаты работы.

#### ***2. Внедрение рациональных трудовых процессов.***

Трудовые процессы должны включать наименее утомительные трудовые движения, которые ранжируются в зависимости от степени утомляемости на:

- движения пальцев;
- движения пальцев и запястья;

- движения пальцев, запястья и предплечья;
- движения пальцев, запястья, предплечья и плеча;
- движения пальцев, запястья, предплечья, плеча и корпуса.

### ***3. Организация и обслуживание рабочего места.***

Под **организацией рабочего места** понимается система мероприятий по созданию на рабочем месте необходимых условий для достижения высокопроизводительного труда при наиболее полном использовании технических возможностей оборудования.

Организация рабочих мест должна учитывать их классификационные различия:

- по степени механизации на ручные, машино-ручные, машинные, которые, в свою очередь, делятся на автоматические и полуавтоматические;
- по расстановке рабочих на индивидуальные и коллективные (бригадные);
- по числу обслуживаемых агрегатов на одностаночные и многостаночные, организация которых возможна при выполнении условия  $t_m \geq t_p$ , где  $t_m$ - время машинной работы;  $t_p$  - время ручной работы;
- по характеру работы на передвижные и стационарные.

Различают три формы **обслуживания** рабочего места:

- дежурное обслуживание (то есть обслуживание по вызову), которое применяется в условиях единичного и мелкосерийного производства;
- плано-предупредительное обслуживание, которое характеризуется подготовкой на рабочем месте всего необходимого на основе сменно-суточных заданий, и осуществляется по специально разработанным графикам и применяется в условиях серийного производства;

• стандартное обслуживание, которое отличается от плано-предупредительного большей номенклатурой обслуживания, большим сроком планового периода, и применяется в условиях массового производства.

#### **4. Создание благоприятной трудовой обстановки.**

Благоприятная трудовая обстановка является комплексным понятием, включающим:

- соблюдение требований эргономики, физиологии труда и инженерной психологии;
- внедрение промышленной эстетики;
- поддержание чистоты и порядка.

#### **5. Нормирование труда.**

Это направление НОТ будет рассматриваться подробно как отдельная тема курса.

#### **6. Оплата труда и материальное стимулирование.**

Это направление НОТ будет рассматриваться подробно как отдельная тема курса.

#### **7. Производственное обучение и инструктаж рабочих.**

Формы повышения квалификации кадров:

1. производственно-технические курсы;
2. школы по обучению рабочих вторым и смежным профессиям;
3. курсы целевого назначения;
4. школы передового опыта;
5. кружки экономических знаний.

На начальной стадии обучения рабочих применяется *установочный* инструктаж, представляющий собой систему, при которой рабочий осваи-

вает оборудование и приемы работы на нем путем последовательного перехода от простых операций к сложным.

Кроме установочного инструктажа со всеми участниками трудового процесса проводится *вводный* инструктаж, который заключается в ознакомлении с *правилами внутреннего распорядка, трудовой дисциплине*.

## **8. Охрана труда и техника безопасности.**

Это направление НОТ рассматривается в специальном курсе.

## **6. Дисциплина труда и развитие творческой активности трудящихся.**

Под дисциплиной труда понимается неукоснительное соблюдение установленного режима работы и технологического процесса.

Для развития творческой активности трудящихся создаются неформальные творческие объединения (кружки качества, экономии, производительности и т.д.), в рамках которых проводятся конкурсы и соревнования.

Этапами организации соревнования являются: определение формы и направления; порядок принятия обязательств и оформления их; подведение итогов и определение победителей; материальное и моральное стимулирование.

Принципы соревнования: гласность, сравнимость, повторимость.

Формы соревнования: коллективное, индивидуальное.

### ***Тема 5.2. Основы нормирования труда.***

#### **5.2.1. Задача и содержание технического нормирования.**

Главная задача технического нормирования является установление нормы времени. **Норма времени** – это максимально необходимое время выполнения технологической операции при определенных организационно-технических условиях. В условиях крупносерийного и массового про-



изводства применяется **норма выработки**, которая вычисляется делением нормы времени на базовый отрезок времени. В результате подсчитывается **часовая** или **сменная норма выработки**.

Содержание технического нормирования определяется целями исследования трудового процесса при выполнении технологической операции.

## **5.2.2. Исследование трудового процесса.**

### **5.2.2.1. Цели исследования трудового процесса.**

В основу исследования положены аналитические действия, целями которых могут являться:

- установление нормы времени на технологическую операцию;
- выявление затрат рабочего времени по отдельным элементам, например, времени выполнения технологической операции или определения потерь рабочего времени в рабочей смене или дне;
- выявление факторов, влияющих на производительность труда.

### **5.2.2.2. Деление технологической операции.**

Анализ трудового процесса начинается с расчленения его на операции, приемы, трудовые действия и трудовые движения.

Первичным элементом операции как трудового процесса является **трудовое движение**, представляющее собой однократное перемещение исполнительных органов рабочего (его корпуса, ног, рук, пальцев) с целью взять, переместить или освободить предмет труда.

**Трудовым действием** называется совокупность нескольких трудовых движений, выполняемых непрерывно и характеризующихся единым целевым назначением.

Совокупность трудовых действий, выполняемых непрерывно и составляющих технологически законченную часть операции, называется *приемом*.

Объединение отдельных приемов в комплексы приемов производится либо по их технологической последовательности, либо по однородному составу факторов, влияющих на их продолжительность.

### 5.2.2.3. Классификация затрат рабочего времени и структура нормы времени.

Для проведения анализа затрат рабочего времени в течении рабочей смены из нее выделяются отдельные элементы **затрат рабочего времени**, которые получают определенные **индексы**.

Наименование категории затрат рабочего времени	Индекс
<i>Подготовительно-заключительное время</i>	ПЗ
<i>Оперативное время</i>	ОП
<i>Основное время</i>	О
<i>Вспомогательное время</i>	В
<i>Время обслуживания рабочего места</i>	ОМ
<i>Время организационного обслуживания</i>	ОМО
<i>Время технического обслуживания</i>	ОМТ
<i>Время перерывов на отдых</i>	ОТ
Время непроизводительной работы	НР
Время перерывов, зависящих от рабочего	ПР
Время перерывов по организационно-техническим причинам	ПО

Структура нормы включает элементы затрат рабочего времени, выделенные в выше приведенной таблице. Следует отметить, что **время перерывов на отдых** нормируется.

### 5.2.2.4. Хронометражные наблюдения.

Хронометраж (хронометражные наблюдения) – это метод изучения затрат рабочего времени наблюдением длительности повторяющихся элементов операции, то есть объектом хронометража являются затраты оперативного времени  $t_{оп}$ .

**Хронометраж** выполняется в четыре этапа: подготовка к проведению наблюдения; проведение наблюдения; обработка и анализ результатов наблюдений; формулировка выводов и предложений.

*Подготовка к проведению наблюдений* включает.

1. Предварительное ознакомление с операцией и организационно-техническими условиями ее выполнения.
2. Расчленение операции на элементы (комплексы приемов или приемы) и установление фиксажных точек.
3. Анализ факторов, влияющих на продолжительность каждого выделенного элемента, например, на продолжительность установки детали в патрон влияют: способ установки, размеры детали, ее масса и конфигурация, требования к точности установки.
4. Создание условий для стабильного выполнения каждого выделенного элемента операции во время проведения хронометража.

Правильное расчленение операции на элементы является важнейшим условием получения достоверных результатов хронометража. Степень расчленения операции зависит от требуемой точности анализа.

Отделение одного элемента операции от другого осуществляется с помощью *фиксажных точек*.

Фиксажная точка – это хорошо наблюдаемый момент начала или окончания выполнения элемента операции (прикосновение руки к заготовке или инструменту, характерный звук при начале процесса резания металла т. п.).

Для получения достоверной оценки продолжительности каждого элемента наблюдение производится многократно в виде нескольких циклов наблюдений. Необходимое число наблюдений зависит от типа производства, продолжительности отдельных элементов операции и ее продолжительности в целом. Рекомендуемое число наблюдений устанавливается по специальным нормативам.

Чтобы определить нужное число наблюдений, необходимо предварительно провести 1–3 пробных наблюдений, в ходе которых оценить примерную продолжительность операции. Затем, используя полученные значения продолжительности операции, определяют для заданного типа производства необходимое число наблюдений.

Совокупность значений продолжительности выполнения одного элемента операции, полученных в результате многократных наблюдений, образует *хроноряд*. Степень разброса полученных значений продолжительности, входящих в хроноряд, характеризуется коэффициентом устойчивости хроноряда, определяемым как

$$k_i^{\phi} = \frac{t_i^{\max}}{t_i^{\min}} ; k_i^{\phi} \leq k_i^n,$$

где  $t_i^{\max}$  и  $t_i^{\min}$  – соответственно максимальная и минимальная продолжительность в  $i$ -ом хроноряду;

$k_i^n$  – нормативное значение коэффициента устойчивости  $i$ -го хроноряда.

**Этап проведения наблюдения** выполняется с помощью секундомера или специального хронорегистрирующего прибора. В зависимости от типа используемого прибора регистрация может вестись либо по текущему времени, либо будет сразу фиксироваться продолжительность каждого замера.

### ***Этап обработки результатов наблюдения.***

Обработка результатов наблюдения сводится к определению:

1. Продолжительности выполнения каждого элемента операции по всем циклам наблюдений, если фиксировалось текущее время.
2. Фактических значений коэффициента устойчивости по каждому хроноряду. Если полученные значения этого коэффициента превышают нормативные, то максимальные значения членов ряда исключаются из рассмотрения как нехарактерные, случайные.
3. Числа оставшихся членов по каждому хроноряду.
4. Суммы продолжительностей выполнения элементов операции по каждому хроноряду  $t_{\Sigma}$ .
5. Среднего арифметического значения продолжительности для каждого хроноряда  $t_{cp}$ .
6. Общей средней продолжительности операции как суммы средних значений продолжительности ее элементов.
7. Средней величины оперативного (основного и вспомогательного) времени по данной операции.

#### **5.2.2.5. Фотография рабочего времени (ФРВ) и ее разновидности.**

Фотография рабочего времени (ФРВ) изучает и фиксирует все затраты рабочего времени, которые возникают на рабочем месте в течение рабочей смены.

В зависимости от цели исследования трудового процесса ФРВ делятся на: *индивидуальную ФРВ, групповую ФРВ, метод моментных наблюдений (ММН) и самофотографию.*

Целью индивидуальной фотографии рабочего времени является установление **нормы подготовительно-заключительного времени на**

**обработочную партию изделий, а также ОМТ, ОМО и ОТ к времени оперативной работы.**

Проведение индивидуальной ФРВ осуществляется в следующем порядке: подготовка к наблюдению; проведение наблюдения; обработка результатов.

Подготовка к наблюдению заключается в предварительном ознакомлении с условиями работы на данном рабочем месте.

Проведение наблюдения заключается в выявлении всех затрат рабочего времени за период наблюдения и фиксации их продолжительности. Фиксация момента окончания одного вида затрат рабочего времени и начала следующего осуществляется по текущему времени. Точность измерения обычно не превышает 1 мин, поэтому для проведения ФРВ используются обычные часы.

Обработка результатов наблюдения включает:

а) определение продолжительности каждой категории затрат рабочего времени;

б) индексацию затрат, то есть присвоение каждой категории затрат времени определенного индекса.

в) построение сводки одноименных категорий затрат времени, заключающейся в группировке одноименных индексов и определении суммарной продолжительности каждой категории затрат времени, то есть “Фактический баланс” рабочего времени и на его основе строится “Нормальный баланс”. Из фактического баланса удаляют явные потери времени, то есть элементы с индексами ПР, ПО и НР, и на это значение увеличивается оперативное время. Элементы с индексами ПЗ, ОМО и ОМТ переносятся без изменения в графу “Нормативный баланс”. Недостаток времени покрывается за счет увеличения элемента ОП.

В заключении определяются нормативные величины:

$t_{nз}$  – подготовительно- заключительное время, определяемое по результатам фотографии рабочего времени;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий долю времени технического обслуживания в норме штучно-калькуляционного времени, определяется по результатам фотографии рабочего времени;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий долю времени организационного обслуживания в норме штучно-калькуляционного времени, определяется по результатам фотографии рабочего времени;

$\gamma$  – коэффициент, учитывающий долю времени на отдых в норме штучно-калькуляционного времени, определяется по результатам фотографии рабочего времени ;

$n$  – величина обработочной партии.

**Целью групповой ФРВ** является определение величины или доли одного двух-трех элементов затрат рабочего времени. Наблюдение ведется за несколькими рабочими местами для повышения достоверности исследования.

**Метод моментных наблюдений (ММН)** представляет собой разновидность групповой ФРВ и осуществляется следующим образом:

- выбирается **несколько рабочих мест** в качестве объекта исследования;
- устанавливается **маршрут** их обхода, на котором обозначаются **фиксажные пункты**, в которых наблюдатель фиксирует состояние объекта;
- вычисляется количество наблюдений ( $n$ ), необходимых для получения результатов исследования с заданными точностными параметрами

по формуле  $n = \frac{(1-p)t^2}{p\xi^2}$ , где  $p$  – доля исследуемого элемента или минимальная доля элемента среди нескольких исследуемых;  $t$  – гарантийный коэффициент;  $\xi$  – допустимая ошибка окончательных результатов;

• результаты исследования определяются числом моментных наблюдений ( $mn$ ).

При *самофотографии* фиксируются только потери рабочего времени.

### 5.2.3. Методы установления нормы времени.

#### 5.2.3.1. Аналитически-экспериментальный метод (наблюдение).

Метод базируется на проведении хронометражных наблюдений и индивидуальной ФРВ.

В общем случае штучно-калькуляционная норма ( $t_{вк}$ ) времени определяется по формуле

$$t_{вк} = t_{он} (1 + \alpha + \beta + \gamma) + \frac{t_{нз}}{n},$$

где  $t_{он}$  – операционное время на выполнении технологической операции, определяемое по результатам хронометражного наблюдения;

$t_{нз}$  – подготовительно-заключительное время, определяемое по результатам фотографии рабочего времени;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий долю времени технического обслуживания в норме штучно-калькуляционного времени, определяется по результатам фотографии рабочего времени;



$\beta$  – коэффициент, учитывающий долю времени организационного обслуживания в норме штучно-калькуляционного времени, определяется по результатам фотографии рабочего времени;

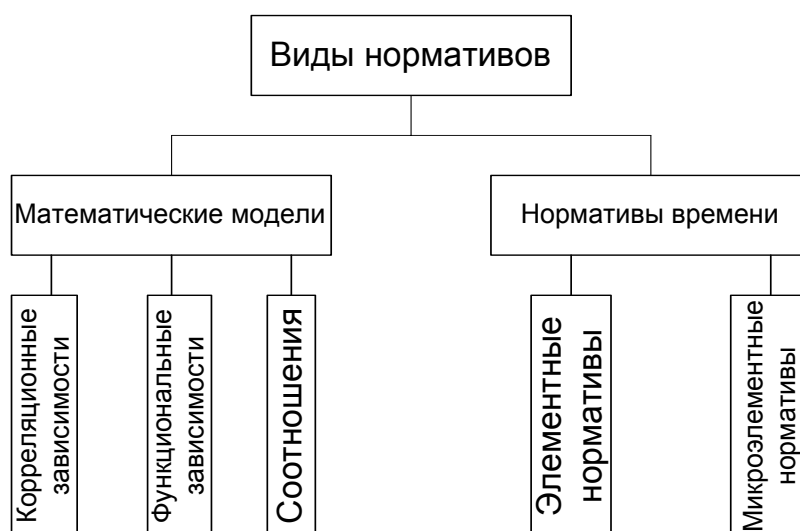
$\gamma$  – коэффициент, учитывающий долю времени на отдых в норме штучно-калькуляционного времени, определяется по результатам фотографии рабочего времени ;

$n$  – величина обработочной партии.

### 5.2.3.2. Аналитически-расчетный метод (по нормативам).

Принципиально методика расчета нормы времени идентична, различия заключаются в адаптации нормативов для расчета трудоемкости.

Виды нормативов для определения нормы времени на технологическую операцию приведены ниже.



Исключение представляет определение нормы времени на основе **микроэлементных нормативов**. Сущность микроэлементного нормирования сводится к тому, что сложные трудовые действия рабочих являются комбинациями простых микроэлементов, как, например, “взять”, “повер-

нуть”, “переместить” и т.д. **Недостатком** микроэлементного нормирования является невозможность применения его для машинных приемов.

### ***Тема 5.3. Организация оплаты труда.***

Оплата труда работников предприятия должна соответствовать количеству и качеству затраченного труда. Качество и количество труда определяется содержанием трудового процесса и не может быть измерена по единой методике. Поэтому оплата труда рабочих строится на базе **тарифной системы**, а для ИТР применяется **штатно-окладная система** оплаты труда.

**Тарифная система** складывается из **тарифно-квалификационного справочника**, который необходим для определения сложности работы и присвоения ей **тарифно-квалификационного разряда** и **тарифной сетке**, в которой указываются **тарифные ставки** по каждому квалификационному разряду, то есть меру оплаты труда за единицу времени (чаще всего за час работы).

Существуют две основные формы оплаты труда рабочих: **повременная**, по которой расчет заработка ведется в соответствии с отработанным временем в расчетном периоде, и **сдельная**, в которой мерилom труда выступает количество выработанной продукции. Для отдельных категорий работающих эти формы трансформируются в специфические системы.

**Повременная форма**, применительно к оплате труда рабочих, объединяет две системы заработной платы: повременную и повременно-премиальную.

Заработная плата при повременной системе оплаты труда, руб.,

$$L_{пов} = I_{тар} F,$$

где  $I_{\text{та р}}$  – часовая тарифная ставка;  $F$  – время, отработанное рабочим в расчетном периоде в часах.

При повременно-премиальной системе к повременному заработку рабочего прибавляется премия, то есть

$$L_{\text{пп}} = I_{\text{та р}} F + \frac{n I_{\text{та р}} F}{100},$$

где  $n$  – процент премиальных надбавок (преимущественно за количественные показатели), обусловленных положением о премировании.

*Сдельная форма* оплаты труда включает значительное количество систем, которые делятся на прямую и косвенную, индивидуальную и коллективную (бригадную). Эти системы могут быть простыми сдельными и сдельно-премиальными. Характерной чертой сдельных систем является использование расценки, то есть заработной платы, приходящейся на единицу продукции (работы):

$$L_{\text{рас}} = I_{\text{та р}} t_{\text{в}},$$

где  $t_{\text{в}}$  – норма времени на операцию в часах.

При прямой индивидуальной сдельной системе заработная плата рабочего,

$$L_{\text{с}} = L_{\text{рас}} Q,$$

где  $Q$  – фактическая выработка продукции рабочим за расчетный период.

Косвенная сдельная система оплаты труда применяется для расчета заработка вспомогательных рабочих, обеспечивающих труд основных. При организации этой системы определяется косвенная расценка:

$$L_{p.k} = \frac{I_{map}}{\sum_1^m Q_{Hi}},$$

где  $m$  – количество основных рабочих, закрепленных за вспомогательным;  $Q_{Hi}$  – часовая норма выработки  $i$ -го рабочего, занятого в основном производстве, которого обслуживает вспомогательный рабочий.

Заработная плата вспомогательного рабочего при косвенной сдельной системе,

$$L_k = L_{p.k} \sum_1^m Q_i,$$

где  $Q_i$  – фактическая выработка  $i$ -го основного рабочего в том же периоде.

При бригадной сдельной системе оплаты труда вычисляется бригадная расценка изготовления  $j$ -го изделия ( $L_{pб}^j$ ) по формуле

$$L_{pб}^j = t_j \sum_{i=1}^{i=n} l_{map}^i,$$

где  $l_m^i$  – тарифная ставка  $i$ -го члена бригады (коллектива);

$t_j$  – норма времени на операцию или на единицу выполняемой работы;

$n$  – численность бригады (коллектива).

Общий заработок бригады ( $L_{бp}$ ) определяется по формуле

$$L_{бp} = \sum_{j=1}^{j=k} L_{pб}^j Q_j,$$

где  $L_{pб}^j$  – бригадная расценка за технологическую операцию при изготовлении  $j$ -го изделия;

$Q_j$  – фактическая выработка бригады в расчетной период по  $j$ -му изделию;

$k$  – число наименований изделий, выработанных в расчетном периоде.

Структурно заработная плата бригады складывается из суммарного тарифного заработка ( $L_m^{\sigma p}$ ) и сдельного приработка ( $\Delta L$ ), который определяется по формуле

$$\Delta L = L_{\sigma p} - L_m^{\sigma p}.$$

Суммарный тарифный заработок определяется суммой тарифных заработков, которые для каждого  $i$ -го члена бригады (коллектива) ( $L_m^i$ ) определяется по формуле

$$L_m^i = I_{map}^i F_i,$$

где  $F_i$  – время, отработанное  $i$ -ым участником трудового процесса в расчетном периоде.

Вычисленный сдельный приработка распределяется между участниками трудового процесса пропорционально тарифному заработку и коэффициенту личного трудового участия ( $k_{my}$ ), который корректируется в каждом расчетном периоде в зависимости от достижений или упущений в работе.

Таким образом, заработок  $\alpha$ -го члена бригады ( $L_a$ ) может быть определен по формуле

$$L_a = L_m^a + \Delta L \frac{L_m^a k_{my a}}{\sum_{i=1}^{i=n} L_m^i k_{my i}}.$$

Для инженерно-технического или научного работника, кроме фактически отработанного времени в расчетном периоде ( $F$ ) необходимо ввести его плановую величину ( $F_{n.l}$ ) и величину должностного оклада ( $l_o$ ), тогда его заработок определится по формуле

$$L = l_o \frac{F_{n.l}}{F}.$$

Часть достигаемого в результате трудового процесса эффекта должна быть распределена между его участниками в виде премии ( $L_n$ ) пропорционально обобщающему коэффициенту ( $k_{o\bar{o}}$ ). Величина премии  $\alpha$ -го участника трудового процесса может быть определена по формуле

$$l_n^a = L_n \frac{l_n^a k_{o\bar{o}}^a}{\sum_{i=1}^{i=m} l_o^i k_{o\bar{o}}^i},$$

где  $m$  – численность участников трудового процесса, претендующих на премирование.

Обобщающий коэффициент определяется по формуле

$$k_{o\bar{o}} = k_k k_c k_u,$$

где  $k_k$  – коэффициент качества работы исполнителя в расчетном периоде;

$k_c$  – коэффициент срочности работы исполнителя в расчетном периоде;

$k_u$  – коэффициент исполнительской дисциплины участника трудового процесса в расчетном периоде.

Коэффициент  $k_k$  определяется отношением

$$k_{\kappa} = \frac{Q_{\phi}}{Q_{n.l}},$$

где  $Q_{\phi}$  – фактический объем работ, сданных с первого предъявления исполнителем в расчетном периоде;

$Q_{n.l}$  – плановый объем работ исполнителя в расчетном периоде.

Коэффициент  $k_c$  вычисляется делением нормативного срока выполнения заданного объема работ  $T_n$  на фактический срок выполнения задания  $T_{\phi}$ :

$$k_c = \frac{T_n}{T_{\phi}}.$$

Коэффициент  $k_u$  определяется по формуле

$$k_u = \frac{N_{\phi}}{N_n},$$

где  $N_n, N_{\phi}$  – число поручений работнику, соответственно подлежащих исполнению и фактически выполненных.

## **РАЗДЕЛ 6. Оперативное планирование производства.**

*Главная задача* оперативного планирования заключается в конкретизации объемных показателей, технико-экономического или бизнес планирования для организации повседневной планомерной и ритмичной производственной системы.

При этом достигаются следующие *цели*:

- создание предпосылок ритмичной работы, разработка календарных графиков, соблюдение которых обеспечивало бы слаженный и экономически эффективный ход производства равномерному выполнению плана;

- обеспечение сокращения перерывов и длительности производственного цикла;

обеспечение равномерности и комплектности загрузки оборудования и производственных площадей.

Основой решения главной задачи является выбор рациональной *системы оперативного планирования*, которая характеризуется *планово-учетной единицей* (ПУЕ) и зависит от преобладающего типа производственного процесса.

Для *единичного производства* рациональной является *заказная* система, ориентированная на *заказ*.

Для *серийного производства* рациональной будет *комплектная* система, планово-учетной единицей которой является *комплект*.

В зависимости от степени серийности (от крупно-серийного к мелко-серийному) применяются 5 разновидностей комплектов:

- *узловой комплект* применяется в том случае, когда все детали комплекта запускаются в производство с таким расчетом, чтобы на сборку они пришли одновременно;



- **групповой комплект** формируется по общности технологического маршрута, обеспечивая наиболее полную загрузку оборудования;

- **машино-комплект** является разновидностью узлового комплекта и отличается тем, что объектом ПУЕ является машина, состоящая из узлов и деталей;

- **условный машино-комплект** применяется в том случае, когда возникает необходимость планировать запредельное (по количеству машино-комплектов) число разноплановых изделий, для этого выбирается машина, имеющая максимальный удельный вес, а все остальные изделия приводятся к ней через специальные коэффициенты;

- **сутко-комплект** является разновидностью условного машино-комплекта и применяется в случае невозможности установления “ведущего” изделия.

3. Для **крупно-серийного и массового производства** планово-учетной единицей является **деталь**.

#### ***Оперативное планирование в единичном производстве.***

**Цель** оперативного планирования заключается в построении графика выполнения заказов в календарном периоде и достигается в 4 этапа.

1. Определение объема работ в нормо-часах или в натуральном выражении.
2. Вычисление производственных циклов выполнения заказов.
3. Составление объемно-календарного графика выполнения заказов.
4. Оптимизация объемно-календарного графика по критерию полноты и равномерности загрузки оборудования и производственных площадей.

#### ***Оперативное планирование в серийном производстве.***

Прежде всего, выполняются следующие нормативно-плановые расчеты.

1. Определяется размер партии  $n$  и величина повторяемости партии  $R$  и периодичности запуска  $T$ .

$$n = \frac{(1 - \alpha) \Pi}{\alpha r} \text{ применительно к поточной линии и } n = \frac{t_{п.з}}{t_e \alpha} \text{ для не}$$

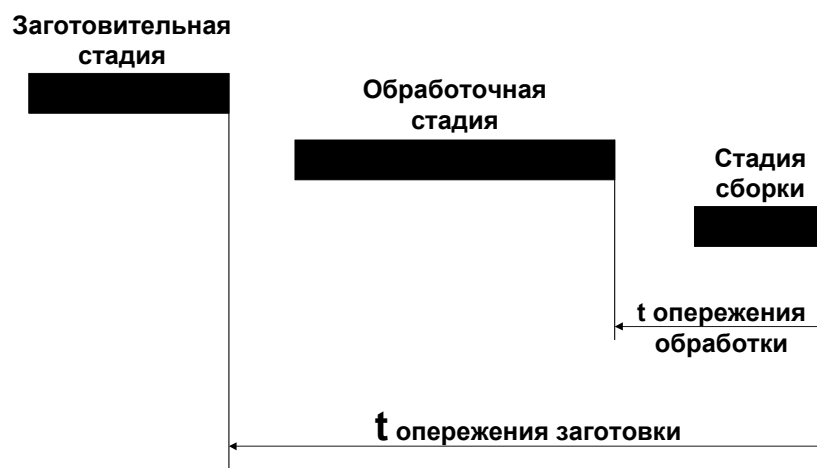
поточных методов производства,

где  $\alpha$  – коэффициент допустимых потерь времени на переналадку;  $r$  – такт поточной линии;  $\Pi$  – реальное время переналадки линии;  $t_{п.з}$  – подготовительно-заключительное время;  $t_e$  – норма времени на операцию.

$$R = \frac{nT}{Q}, \text{ где } Q \text{ – объем выпуска в плановый период } T.$$

2. Длительность производственного цикла и величина времени опережения.

**Временем опережения** называется период, который отделяет ранние сроки начала или окончания работ заготовительных или обрабатывающих цехов от окончательного срока выпуска изделий.



3. Нормативный уровень заделов и общий объем незавершенного производства.

### ***Порядок разработки оперативных планов.***

1. На основании технических спецификаций и расцеховок для каждого цеха составляется список узлов и деталей и рассчитывается их количество.

2. Определяется загрузка и пропускная способность оборудования.

### ***Оперативное планирование в массовом производстве.***

Устанавливаются сменно-суточные задания и заделы между линиями, участками и цехами.

## **Перечень тем практических занятий**

<b><i>Тема дисциплины</i></b>	<b><i>Название и цель проведения занятий (работ)</i></b>
<i>РАЗДЕЛ 1. Организация производственного процесса.</i>	
1.2	Расчет и оптимизация цикла сложного процесса
1.4	Технико-экономическое обоснование уровня автоматизации производства
<i>РАЗДЕЛ 2. Организация и планирование инновационного процесса</i>	
2.3.	Расчет экономической эффективности унификации конструкций
2.4.	Технико-экономическое обоснование уровня оснащенности технологических процессов
2.5.	Выбор стратегии освоения производства нового изделия
2.6.	Разработка планов создания и освоения новой техники. Составление сетевых моделей. Оптимизация планов. Оперативное управление работами с помощью СПУ
<i>РАЗДЕЛ 3. Организация обслуживания основного производства</i>	
3.2.; 3.3.;3.4.; 3.5.	Задачи по планированию инструментоснабжения, ремонтных работ, организации энергетического хозяйства, транспортных и складских операций
<i>РАЗДЕЛ 4. Обеспечение качества и организация контроля качества</i>	
4.2.	Технико-экономическое обоснование выбора метода контроля
<i>РАЗДЕЛ 5. Организация труда и его стимулирование</i>	
5.2.	Расчеты норм времени на операции технологического процесса
5.3.	Расчет заработка рабочих и специалистов. Выбор систем оплаты труда
<i>РАЗДЕЛ 6. Прогнозирование и планирование деятельности предприятия</i>	
6.2.	Расчет показателей, характеризующих объем производства. Расчет численности работающих по категориям и др.
6.3.	Расчет календарно-плановых нормативов

## Перечень тем лабораторных работ

Тема дисциплины	Название и цель проведения лабораторных работ
<u>Тема 1.3.</u>	<i>Формирование рационального перечня работ по созданию сложных изделий</i>
<u>Тема 5.2.</u>	<i>Определение и обоснование нормы времени.</i>
<u>Тема 6.2.</u>	<i>Планирование оптимального портфеля заказов на предприятии</i>

## Содержание домашнего задания.

Тема дисциплины	Цель и содержание задания
<u>Тема 1.2.</u>	<i>Определить аналитически и графически технологические и производственные циклы простого производственного процесса, а также погрешность графического построения.</i>
<u>Тема 1.3.</u>	<i>Осуществить рациональный выбор организационной формы однопредметной поточной линии и рассчитать ее параметры. Выполнить планировку поточной линии и определить технико-экономические показатели.</i>

## Распределение часов по разделам дисциплины и видам занятий

Раздел дисциплины	Всего часов	В том числе по видам занятий				
		Аудиторные занятия	из них			Самостоятельная работа
			лекции	практические занятия (семинары)	лабораторные работы (деловые игры)	
Раздел 1		20	10	4	6	
Раздел 2		6	4	2	-	
Раздел 3		6	4	2	-	
Раздел 4		8	6	2	-	
Раздел 5		16	6	4	6	
Раздел 6		16	6	4	6	
<b>ИТОГО</b>	<b>90</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>

**ФОРМА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ**

<b>Формы контроля</b>	<b>Неделя</b>	<b>Тема, выносимая на контроль</b>
<i>Рубежный контроль №1</i>	8	"Организация и планирование инновационного процесса. Организация производственного процесса"
<i>Рубежный контроль №2</i>	17	"Организация обслуживания основного производства. Обеспечение качества и организация контроля качества. Организация труда и его стимулирование".

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК****Основная:**

1. Организация, планирование приборостроительного производства и управление предприятием: Учебник для студентов приборостроительных специальностей вузов / В.А.Петров, Л.П.Беликова, Э.В.Минько и др.; Под общ. ред. В.А.Петрова. - Л.: Машиностроение. -1987. - 424 с.
2. Организация, планирование и управление предприятием электронной промышленности / Под ред. П.М.Стуколова. - М.: Высш. школа, 1986. - 319 с.

**Дополнительная:**

1. Организация и планирование машиностроительного производства. Учеб./Под ред. М.И. Ипатова, В.И. Постникова, М.К. Захаровой. - М.: Высшая школа, 1988. - 367 с.
2. Практикум по организации и планированию машиностроительного производства. Уч. пособие./Под ред. Ю.В. Скворцова, Л.А. Некрасова. - М.: Высшая школа, 1990. - 224 с.
3. Логистикоориентированное управление организационно-экономической устойчивостью промышленных предприятий в рыночной среде / И.Н. Омельченко, А.А. Колобов, А.Ю. Ермаков, А.В. Киреев. Под редакцией А.А. Колобова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1996. 204 с.
4. Как работают японские предприятия. /Под ред. Я. Мондена и др. - М.: Экономика, 1989. - 262 с.
5. Шонбергер Р. Японские методы управления производством. - М.: Экономика, 1988. - 251 с.
6. Устинов В.А. Управление инновационной деятельностью в процессе создания новой техники, освоения производства новой продукции. Уч. пособие. - М.: ГАУ, 1995.