

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**“БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА”**

**Кафедра “Тепловозы и тепловые двигатели”**

**Б. А. ЧМЫХОВ, В. А. ХАЛИМАНЧИК, О. А. ИВАНОВ**

# **ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ**

**Учебно-методическое пособие**

**Гомель 2007**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
“БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА”

Кафедра “Тепловозы и тепловые двигатели”

Б. А. ЧМЫХОВ, В. А. ХАЛИМАНЧИК, О. А. ИВАНОВ

# ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

Учебно-методическое пособие

*Одобрено методической комиссией  
механического факультета*

*2-е издание, переработанное и дополненное*

Гомель 2007

УДК 658.5 (075.8)  
ББК 65.290–2  
Ч–74

Рецензент – заведующий кафедрой ”Экономика транспорта“  
профессор В. П. Бугаев (УО „БелГУТ“)

**Чмыхов, Б. А.**

Ч–74 Организация, планирование и управление производством :  
учеб.-метод. пособие / Б. А. Чмыхов, В. А. Халиманчик, О. А.  
Иванов ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. –  
2-е изд., перераб. и доп. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 53 с.

ISBN 978-985-468-325-6

Рассмотрена методика выполнения практических работ, охватывающих широкий спектр вопросов дисциплины “Организация, планирование и управление производством”. Лаконичное изложение основных сведений позволяет за ограниченное время аудиторных занятий повторить ключевой материал лекций, необходимый для выполнения учебных заданий.

Предназначено для студентов механического факультета.

**УДК 658.5 (075.8)**  
**ББК 65.290–2**

**ISBN 978-985-468-325-6**

© Чмыхов Б. А., Халиманчик В. А., 2003  
© Чмыхов Б. А., Халиманчик В. А., Иванов О. А., 2007,  
с изменениями  
© Оформление. УО “БелГУТ”, 2007

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Введение</i> .....	4
1 Оптимизация процесса сборки сложного изделия.....	5
2 Расчет параметров сетевого графика.....	7
3 Исследование влияния на производственный цикл вида перемещения, величины изготавливаемой и передаточной партий изделий.....	12
4 Разработка оптимального размещения оборудования предметно-замкнутого участка предприятия.....	20
5 Определение оптимального варианта замены оборудования цеха.....	23
6 Использование метода экспертных оценок деловых качеств кандидатов при подборе и выдвижении на должность.....	26
7 Техничко-экономическое обоснование выбора ресурсосберегающего варианта технологического процесса.....	30
8 Хронометраж операций.....	32
9 Составление и обработка фотографии рабочего времени.....	37
10 Метод моментных наблюдений.....	41
11 Применение информационных технологий при реализации системы менеджмента качества ремонта подвижного состава.....	42
Список литературы.....	51
Приложение А Темы для самостоятельной работы по информационным технологиям .....	52

## ВВЕДЕНИЕ

Пособие содержит примеры проведения практических занятий по темам дисциплины, которые помогут студентам выработать навыки самостоятельного решения задач по организации, планированию и управлению производством в постоянно усложняющихся экономических условиях.

Отбор тем практических занятий проводился в течение длительного времени, так как требования развития современного производства постоянно вносили те или иные изменения в тематику практических работ. Был также изучен опыт проведения подобных практических занятий более чем в десяти вузах технического профиля.

Предлагаемые задачи охватывают наиболее сложные разделы дисциплины. Их количество обусловлено степенью трудности, важности и новизны материала. Исходные данные выполняемых работ являются условными.

Пособие насыщено графиками и схемами, наглядно поясняющими алгоритмы решения задач или наиболее сложные для понимания элементы работ.

Большое внимание в пособии уделено вопросам оптимизации и технико-экономического обоснования принимаемых управленческих решений, что представляется весьма ценным при подготовке к дипломному проектированию и самостоятельной инженерной работе.

Каждый студент выполняет свой вариант и по полученным результатам отчитывается перед преподавателем. Если студент не укладывается в отведенное аудиторное время, то он заканчивает работу дома.

В работе “Использование метода экспертных оценок деловых качеств кандидатов при подборе и выдвижении на должность” студенты группы разбиваются на три подгруппы, которые по ходу решения общей задачи состязаются между собой в быстроте и правильности принимаемых решений.

Авторы выражают благодарность рецензенту профессору *Бугаеву Виталию Петровичу* за полезные советы и замечания по улучшению качества пособия, а также студенту факультета безотрывного обучения

*Погарцеву Александру Владимировичу* за большой труд по подготовке рукописи пособия к изданию.

# 1 ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СБОРКИ СЛОЖНОГО ИЗДЕЛИЯ

- Цель работы.** 1 Изучить методику построения графика процесса сборки сложного изделия и диаграммы плотности работ.  
2 Освоить методику оптимизации использования ограниченного количества трудовых ресурсов по критерию их максимальной загрузки.

## Основные сведения

По характеру объекта производства процессы сборки бывают простыми и сложными.

Простой процесс состоит из *последовательно выполняемых операций* (например, изготовление одной детали, партии одинаковых деталей, группы разных по конструкции деталей, имеющих технологическое сходство). *Структура (порядок выполнения операций)* такого процесса определяется технологией изготовления детали.

Сложный процесс состоит из *последовательно и параллельно выполняемых операций* (например, изготовление сборочной единицы, состоящей из нескольких деталей, или всего изделия, которое включает определенное количество деталей и сборочных единиц). *Структура этого процесса* зависит не только от состава технологических процессов изготовления и сборки, но и от порядка их выполнения, определяемого конструкцией сборочной единицы или изделия.

Наглядное представление о необходимых трудовых ресурсах в производственном процессе дает *график загрузки ресурсов* (эпюра потребности ресурсов), имеющий масштаб по осям абсцисс (времени) и ординат (плотности работ).

## Исходные данные

1 В таблице 1.1 приведено количество сборочных единиц (СЕ) в изделии (И), их деление на детали (Д), а также трудоемкость (числитель) и плотность работ (знаменатель) для них.

2 Предельные сроки подачи сборочных единиц на сборку изделия:

- СЕ1 – к пятому часу от начала сборки изделия;
- СЕ2 – к восьмому часу от начала сборки изделия;
- СЕ3 – к пятнадцатому часу от начала сборки изделия;
- СЕ4 – к началу сборки изделия.

3 Детали должны быть готовы до начала сборки своих сборочных единиц.

4 Разрешается изменять количество трудовых ресурсов на 50 % (за исключением сборочной единицы СЕ4 и изделия И).

Т а б л и ц а 1.1 – **Исходные данные**

Структура изделия	Трудоёмкость, чел·ч / Плотность работ, чел.
<b>СЕ1 :</b>	4/1
Д11	2/1
Д12	3/1
<b>СЕ2 :</b>	4/1
Д21	2/1
Д22	4/1
Д23	6/1
<b>СЕ3 :</b>	6/2
Д31	7/1
Д32	8/2
<b>СЕ4 (моноблок)</b>	12/2
<b>И</b>	54/3
Максимальное число работников в бригаде – 5.	

### **Выполнение работы**

1 Выбираем масштаб для построения графика сборки изделия (по сумме продолжительностей непрерывно выполняемых работ СЕ4 + И).

2 Наносим вертикальные линии ограничений времени подачи сборочных единиц СЕ1, СЕ2, СЕ3, СЕ4 на сборку изделия И.

3 Строим график сборки сложного изделия с учетом ограничений по подаче сборочных единиц и деталей на сборку (рисунок 1.1).

4 Чтобы судить об интенсивности потребления трудовых ресурсов в производственном процессе, под графиком сборки строим *эпюру потребности в ресурсах (график загрузки ресурсов)*, имеющую масштаб не только по оси абсцисс (времени), но и по оси ординат (плотности работ). При этом построении параллельно оси абсцисс проводим отрезки прямой линии, соответствующие *интенсивности использования данного трудового ресурса в каждый момент времени*. Изменение количества используемого ресурса возможно в моменты окончания и начала работ. В результате построения получаем отрезки прямой линии, параллельные оси абсцисс. Это и есть график загрузки (использования) трудовых ресурсов. Площадь, заключенная между осями координат и ломаной линией, определяет в масштабе *трудоёмкость работ, выполняемых отдельными работниками или бригадами*.

5 Проводим оптимизацию использования ограниченного количества трудовых ресурсов по критерию их максимальной загрузки:

– за счет “сдвига по времени” (изменения начала и окончания выполнения работ в пределах имеющихся резервов времени);

– “сдвига по ресурсу” (изменения численности рабочих на отдельных работах). Число работников на операциях указывается соответствующим



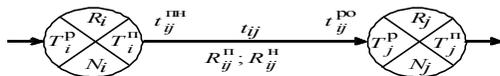


Рисунок 2.1 – Запись параметров сети при расчете ее графическим методом

элементу сети заносят в определенные места графических изображений событий и у стрелок графика (рисунок 2.1).

Рисунок 2.1 – Запись параметров сети при расчете ее графическим методом

Данные, относящиеся к событию, вписывают в его графическое изображение: внизу – номер события, слева – ранний срок его свершения, справа – поздний срок, вверху – резерв времени события.

Данные, относящиеся к работе, пишут у стрелки: позднее начало – в хвосте над стрелкой, раннее окончание – у острия над стрелкой, продолжительность выполнения – в средней части над стрелкой, резервы времени – в средней части под стрелкой.

Затем для не критических работ рассчитывают резервы времени.

**Продолжительности и связи между работами определяются технологическим процессом изготовления или ремонта изделия.**

### Исходные данные

Код и продолжительность выполнения работ приведены в таблице 2.1.

Т а б л и ц а 2.1 – Исходные данные

Код работ													
0 – 1	0 – 2	0 – 3	1 – 4	2 – 5	2 – 6	3 – 6	4 – 8	5 – 7	5 – 8	6 – 7	7 – 8	8 – 9	
Продолжительность выполнения работ													
3	5	2	15	7	9	3	2	10	4	12	8	6	

### Выполнение работы

1 На первом этапе при проходе сетевого графика от исходного события до завершающего рассчитывают раннее окончание работ и ранний срок свершения событий (рисунок 2.2):

$$t_{ij}^{P^0} = T_i^P + t_{ij} = T_j^P.$$

Ранний срок свершения исходного события равен 0. Расчет ранних сроков других событий следует начинать с пути, имеющего событие первого ранга (для такого события ранний срок равен продолжительности выполнения работы).

Расчет ведут последовательно по всем работам этого пути до события, к которому сходится несколько путей, после чего переходят к расчету параметров графика на других путях, ведущих к данному событию.

Величину раннего срока свершения события со сходящимися путями принимают согласно правилам сетевой логики по максимальному пути (т. е.

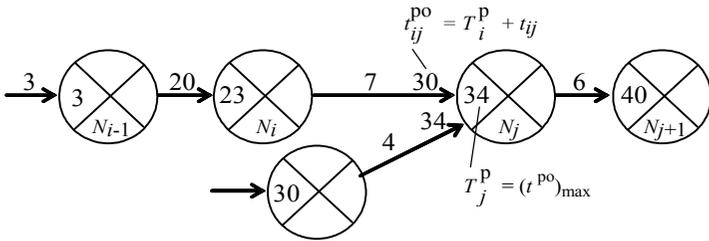


Рисунок 2.2 – Определение  $t_{ij}^{po}$  и  $T_j^p$  при расчете сети

наибольшей величине  $t^{po}$  среди работ, сходящихся у этого события).

Далее рассчитывают параметры следующих работ этого пути до очередного события со сходящимися путями, где снова применяют указанное правило определения ранних сроков.

Расчет продолжают до завершающего события, устанавливая продолжительность выполнения всего комплекса работ, т. е. величину  $T_{кр}$ .

2 На втором этапе при проходе сети от завершающего события к исходному рассчитывают *позднее начало работ и поздний срок свершения событий* (рисунок 2.3):

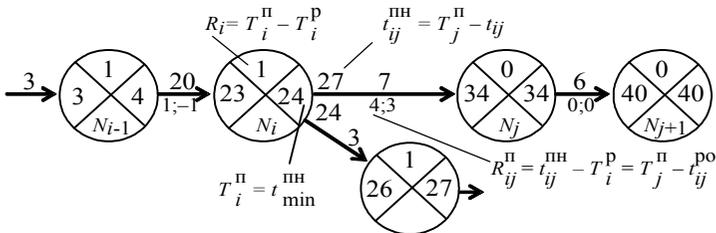


Рисунок 2.3 – Определение  $t_{ij}^{pn}$ ,  $T_i^p$ ,  $R_i$ ,  $R_{ij}^p$  и  $R_{ij}^h$  при расчете сети

$$t_{ij}^{pn} = T_j^p - t_{ij} = T_i^p.$$

Расчет ведут последовательно по всем расположенным на пути работам до события, от которого расходится несколько путей, после чего переходят к расчету параметров по другим путям, идущим от этого события.

Согласно правилам сетевой логики значение позднего срока для такого события принимают равным наименьшей величине  $t^{pn}$  среди работ, расходящихся от данного события.

Затем снова продолжают расчет параметров следующих событий этого пути до очередного события с расходящимися от него путями, где опять применяют указанное правило вычисления поздних сроков.

В таком порядке выполняют расчеты до исходного события. При правильном расчете сети поздний срок свершения исходного события будет равен 0.

3 На третьем этапе рассчитывают резервы времени событий по “уравнению времени” и по событиям с нулевым резервом времени устанавливают критический путь.

4 На четвертом этапе рассчитывают следующие резервы времени работ (рисунок 2.4):

- полный (большой)  $R_{ij}^{\Pi}$ ;
- независимый (малый)  $R_{ij}^{\text{H}}$ ;
- частный I вида (аварийный)  $R_{ij}^{\text{I}}$ ;
- частный II вида (свободный)  $R_{ij}^{\text{II}}$ .

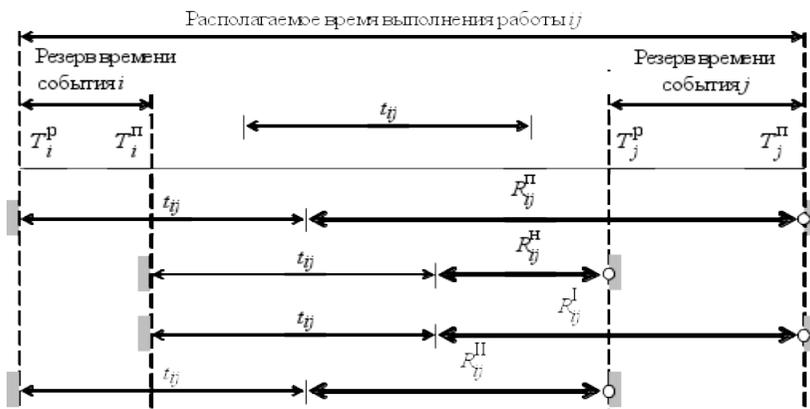


Рисунок 2.4 – Графическое изображение резервов времени работы

Полный резерв  $R_{ij}^{\Pi}$  – время, на которое можно увеличить продолжительность работы или задержать ее выполнение без изменения продолжительности критического пути:

$$R_{ij}^{\Pi} = T_j^{\text{П}} - T_i^{\text{П}} - t_{ij}.$$

Он равен резерву времени пути, на котором выполняется данная работа. Если работа принадлежит нескольким путям, то ее полный резерв времени принимается равным резерву времени максимального пути, проходящего через данную работу.

Полный резерв времени является зависимым резервом, так как использование его в ходе выполнения работы переводит ее в разряд

критических и требует пересчета сети для нового распределения резервов.

Для вычисления полных резервов времени работ удобнее пользоваться следующими формулами:

$$R_{ij}^n = T_j^n - t_{ij}^{po} \quad \text{или} \quad R_{ij}^n = t_{ij}^{nn} - T_i^p.$$

Независимый резерв  $R_{ij}^n$  – время, на которое можно увеличить продолжительность работы или задержать ее выполнение без изменения раннего начала последующих работ:

$$R_{ij}^n = T_j^p - T_i^n - t_{ij}.$$

Независимый резерв времени принадлежит только данной работе и не может быть по величине больше полного. Его имеют лишь работы, у которых

$$t_{ij} < T_j^p - T_i^n.$$

Полный и независимый резервы времени являются основными резервами времени работ.

Равенство нулю полного резерва времени работы является *необходимым и достаточным признаком* того, что данная работа – критическая.

Независимый резерв времени может быть равным нулю и у некритических работ. Отрицательный независимый резерв времени означает следующее. Если при позднем сроке свершения начального события этой работы увеличить ее продолжительность на величину модуля свободного резерва, то все работы, лежащие на максимальном пути, соединяющем конечное событие этой работы с завершающим, придется начать с опозданием на величину модуля свободного резерва по сравнению с их ранними сроками.

Частные резервы времени представляют собой часть полного резерва и образуются у работ, имеющих общее начальное или конечное событие и не находящихся на максимальном пути этого события:

I вида – у работ, непосредственно следующих за общим начальным событием;

II вида – у работ, непосредственно предшествующих общему конечному событию.

Частный резерв I вида (*аварийный*)  $R_{ij}^I$  – время, на которое можно увеличить продолжительность работы или задержать ее выполнение при условии, что начальное и конечное события работы свершаются в поздние сроки:

$$R_{ij}^I = T_j^n - T_i^n - t_{ij}.$$

Частный резерв II вида (*свободный*)  $R_{ij}^{II}$  – время, на которое можно увеличить продолжительность работы или задержать ее выполнение при условии, что начальное и конечное события работы свершаются в ранние



## Основные сведения

Различают одно- и многооперационные производственные процессы. Величина *однооперационного* производственного цикла партии изделий

где  $n$  – величина производственной партии изделий;

$t_{шт}$  – штучное время выполнения операции;

$t_{пз}$  – подготовительно-заключительное время операции;

$t_{шк}$  – штучно-калькуляционное время операции,

Если производственный процесс происходит на параллельных рабочих местах (однотипном одновременно работающем оборудовании), то его величина

$$T_{ц}^{одн} = nt_{шк} / c,$$

где  $c$  – число параллельных рабочих мест или единиц однотипного оборудования.

В производственных условиях чаще встречаются *многооперационные* процессы, при определении производственного цикла которых необходимо учитывать степень одновременности работы на операциях и порядок передачи предметов труда с одной операции на другую. Эта работа выполняется, как правило, технологами.

Характер перемещения предметов труда в производственном процессе является важным фактором, определяющим величину производственного цикла.

В зависимости от *возможностей и целей*, которые ставятся при организации многооперационного производственного процесса, могут быть применены следующие виды перемещения производственной партии предметов труда: *последовательный, параллельно-последовательный, параллельный и непрерывно-поточный*.

Научная теория организации производственного процесса во времени, в том числе видов перемещения партии предметов труда по операциям, разработана в 30-е годы XX века профессором Ленинградского политехнического института *И. О. Непорентом* (1886–1966).

## Исходные данные

1 Величина партии изготавливаемых изделий  $n = 12$  шт.

2 Число рабочих мест на каждой операции (кроме непрерывно-поточного вида перемещения)  $c = 1$ .

3 Величина передаточной партии  $p = 4$  шт.

- 4 Нормы времени на изготовление одного изделия по операциям, мин:  
 $t_1 = 3$ ;  $t_2 = 9$ ;  $t_3 = 6$ ;  $t_4 = 12$ ;  $t_5 = 3$ .  
 5 Время межоперационного перемещения  $t_{\text{мо}} = 3$  мин.

### Выполнение работы

1 Построить графики перемещения изготавливаемой партии изделий (рисунки 3.1–3.4).

1.1 При *последовательном* виде перемещения сохраняется непрерывность изготовления всей партии изделий на каждой операции. Передача на последующую операцию осуществляется только после изготовления последнего изделия партии на предшествующей операции. Поэтому лишь одно изделие из партии изготавливается непрерывно (см.

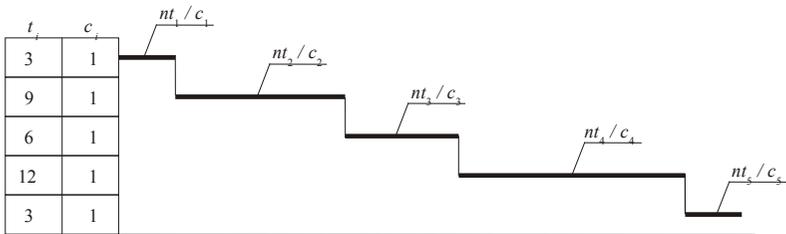


рисунок 3.1).

Рисунок 3.1 – График организации производственного процесса при последовательном виде перемещения изготавливаемой партии изделий

Данный вид перемещения имеет *перерывы партионности* на всех операциях. Используется в единичном и мелкосерийном производствах при небольшом количестве операций и малой величине изготавливаемых партий изделий, когда перерывы партионности не могут существенно повлиять на производственный цикл.

Продолжительность цикла при данном виде перемещения

$$T_{\text{посл}} = n \sum_{i=1}^5 \frac{t_i}{c_i} + \sum_{i=1}^4 t_{\text{моi}};$$

$$T_{\text{посл}} = 12(9 + 3 + 12 + 6 + 3) + 4 \cdot 3 = 408 \text{ мин.}$$

1.2 При *параллельно-последовательном* виде перемещения изготавливаемой партии изделия с операции на операцию перемещаются передаточными партиями.

Сохраняется непрерывность изготовления всей партии изделий на каждой операции при частичном совмещении времени выполнения

смежных операций (см. рисунок 3.2).

С короткой операции на длинную передаточная партия перемещается сразу по её готовности. При передаче с длинной операции на короткую для сохранения непрерывности изготовления на короткой операции последняя передаточная партия передается сразу по её готовности на длинной операции. Время исполнения остальных передаточных партий откладывается влево от момента этой передачи.

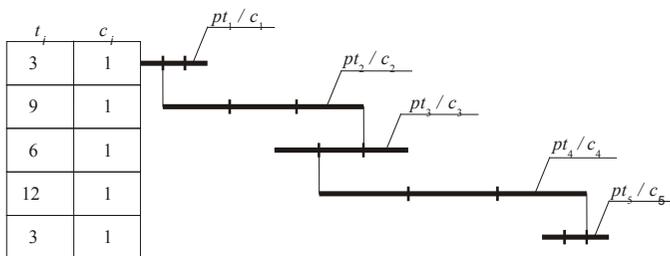


Рисунок 3.2 – График организации производственного процесса при параллельно-последовательном виде перемещения изготавливаемой партии изделий

Данный вид перемещения, как и предыдущий, имеет *перерывы партионности*, только меньшей продолжительности, и используется для больших величин изготавливаемых партий изделий с большой трудоемкостью. На практике *встречается наиболее часто*.

Продолжительность цикла при этом виде перемещения

$$T_{\text{пп}} = n \sum_{i=1}^5 \frac{t_i}{c_i} - (n - p) \sum_{i=1}^4 \left( \frac{t_i}{c_i} \right)_{\text{кор}} + \sum_{i=1}^4 t_{\text{моi}};$$

$$T_{\text{пп}} = 12 \cdot 33 - (12 - 4)(3 + 6 + 6 + 3) + 4 \cdot 3 = 264 \text{ мин.}$$

1.3 При *параллельном* виде перемещения изготавливаемой партии изделия каждой передаточной партии изготавливаются непрерывно и перемещаются на последующую операцию по готовности на предшествующей (см. рисунок 3.3).

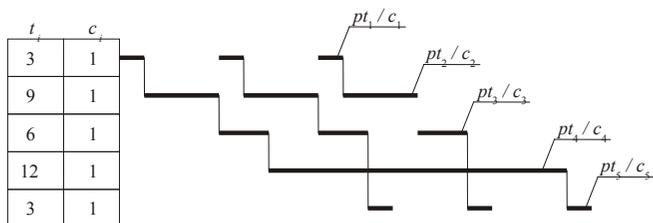


Рисунок 3.3 – График организации производственного процесса при параллельном виде перемещения изготавливаемой партии изделий

Недостатком являются *перерывы ожидания* почти на всех операциях из-за их неодинаковой продолжительности. Эти перерывы заполняются обслуживанием рабочими нескольких рабочих мест (например, многостаночное обслуживание в машиностроении, текстильной

промышленности). Однако загрузка оборудования даже в этом случае остается неполной.

Используется в массовом и крупносерийном производствах.

Продолжительность цикла при этом виде перемещения

$$T_{\text{пар}} = p \sum_{i=1}^5 \frac{t_i}{c_i} + (n - p) \left( \frac{t_i}{c_i} \right)_{\text{дл}} + \sum_{i=1}^4 t_{\text{Мои}};$$

$$T_{\text{пар}} = 4(3 + 9 + 6 + 12 + 3) + (12 - 4) 12 + 4 \cdot 3 = 240 \text{ мин.}$$

1.4 *Непрерывно-поточный* вид перемещения изготавливаемой партии изделий является частным случаем и высшей формой параллельного вида перемещения, при которой время выполнения всех операций согласовано с *партионным тактом* (например, за счет регулирования числа рабочих мест на операциях – см. рисунок 3.4).



Число рабочих мест на операциях находят, используя наибольший общий делитель времени выполнения всех операций.

Партионный такт

$$T_{\text{п}} = p \frac{t_1}{c_1} = p \frac{t_2}{c_2} = p \frac{t_3}{c_3} = p \frac{t_4}{c_4} = p \frac{t_5}{c_5};$$

$$T_{\text{п}} = 4 \cdot (3/1) = 4 \cdot (9/3) = 4 \cdot (6/2) = 4 \cdot (12/4) = 4 \cdot (3/1) = 12 \text{ мин/партия.}$$

Производственный цикл при этом виде перемещения

$$T_{\text{пп}} = \frac{n}{p} T_{\text{п}} + (m - 1) T_{\text{п}} + \sum_{i=1}^4 t_{\text{моi}};$$

$$T_{\text{пп}} = (12/4) \cdot 12 + (5 - 1) \cdot 12 + 4 \cdot 3 = 36 + 48 + 12 = 96 \text{ мин.}$$

Этот вид используется в массовом, а также крупносерийном производствах при большом объеме выпуска изделий. Его *достоинства*: полные непрерывность и синхронность процесса, а также загрузка рабочих; *недостаток*: трудность синхронизации операций процесса.

2 Оценить изменения производственного цикла при различных видах перемещения изготавливаемой партии изделий, приняв за 100 % производственный цикл при последовательном виде перемещения (рисунок 3.5):

- последовательный  $T_{\text{посл}} = 408 \text{ мин (100 \%);}$
- параллельно-последовательный  $T_{\text{пп}} = 264 \text{ мин (64,71 \%);}$
- параллельный  $T_{\text{пар}} = 240 \text{ мин (58,82 \%);}$
- непрерывно-поточный  $T_{\text{пн}} = 96 \text{ мин (23,5 \%)}.$

Уметь объяснить полученные результаты.

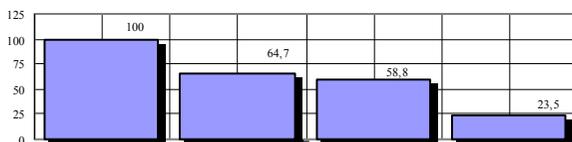


Рисунок 3.5 – Производственный цикл при различных видах перемещения изготавливаемой партии изделий

3 Установить, при каком виде перемещения производственный цикл изменяется более интенсивно, если увеличить первоначальное значение изготавливаемой партии изделий двух- и трехкратно. Построить графики зависимости  $T_{\text{ц}} = f(n)$ , используя исходные и вновь полученные данные.

Результаты расчета по п. 3 представлены в таблице 3.1, а полученные зависимости – на рисунке 3.6.

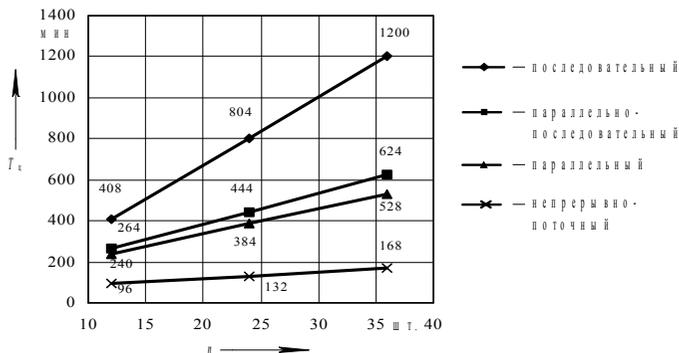
**Т а б л и ц а 3.1 – Результаты расчета производственного цикла в зависимости от числа изделий в изготавливаемой партии**

n	Величина производственного цикла при перемещении			
	последовательном	параллельно-последовательном	параллельном	непрерывно-поточном
12	408	264	240	96
24		444		
36	1200	624	528	168

4 Установить, для какого из рассмотренных видов перемещения коэффициент параллельности (одновременности) выполнения операции

$\alpha = \frac{n}{T_{ц}} \sum_{i=1}^m t_i$  изменяется более интенсивно. Для этого, выполнив соответствующие расчеты при  $n = 12; 24; 36$ , построить графики зависимости  $\alpha = f(n)$ .

Результаты расчета по п. 4 представлены в таблице 3.2, а полученные зависимости – на рисунке 3.7.



**Рисунок 3.6 – Зависимость производственного цикла от числа изделий в изготавливаемой партии**

**Т а б л и ц а 3.2 – Результаты расчета зависимости коэффициента параллельности  $\alpha$  от числа изделий в изготавливаемой партии**

n	Коэффициент $\alpha$ при производственном цикле			
	последовательном	параллельно-последовательном	параллельном	непрерывно-поточном
12				
24				
36				

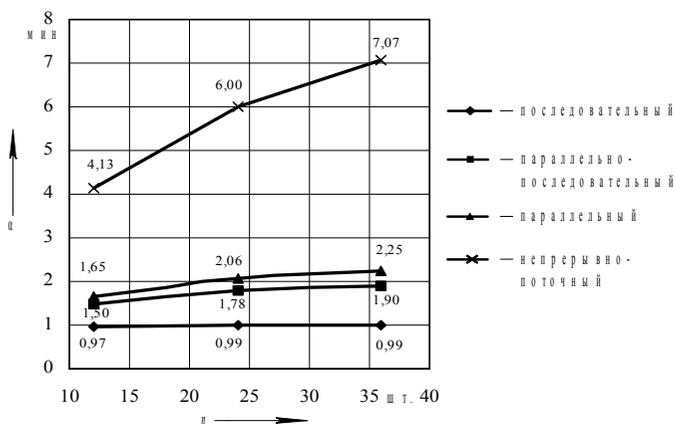


Рисунок 3.7 – Зависимость коэффициента параллельности  $\alpha$  от числа изделий в изготавливаемой партии

5 Определить производственный цикл при параллельно-последовательном виде перемещения, уменьшив на одну минуту продолжительность самой длинной операции. Выполнить такой же расчет при уменьшении на одну минуту самой короткой операции. Установить, как такое уменьшение влияет на производственный цикл и в каком случае это влияние более существенно.

Производственный цикл при уменьшенной на одну минуту продолжительности самой длинной операции (т. е. при  $t_1 = 3, t_2 = 9, t_3 = 6, t_4 = 11, t_5 = 3$  мин)

$$T_{\text{min}} = n \sum_{i=1}^5 \frac{t_i}{c_i} - (n - p) \sum_{i=1}^4 \left( \frac{t_i}{c_i} \right)_{\text{кор}} + \sum_{i=1}^5 t_{\text{Мор}};$$

$$T_{\text{min}} = 12 (3 + 9 + 6 + 11 + 3) - (12 - 4) (3 + 6 + 6 + 3) + 4 \cdot 3 = 252 \text{ мин.}$$

Производственный цикл при уменьшенной на одну минуту продолжительности самой короткой операции (т. е. при  $t_1 = 2, t_2 = 9, t_3 = 6, t_4 = 12, t_5 = 3$  мин)

$$T_{\text{min}} = 12 (2 + 9 + 6 + 12 + 3) - (12 - 4) (2 + 6 + 6 + 3) + 4 \cdot 3 = 260 \text{ мин.}$$

Как видно из расчетов, сокращение длинной операции более эффективно.

6 Определить для исходных данных влияние ранжирования последовательности выполнения операций на коэффициент параллельности  $\alpha$  при параллельно-последовательном виде перемещения, выполнив ранжирование по убыванию (или возрастанию) времени операций и по чередованию наиболее длинных и коротких операций. При каком

ранжировании операций коэффициент  $\alpha$  имеет минимальное и максимальное значения?

Производственный цикл при ранжировании по возрастанию времени операций (т. е. при  $t_1 = 3, t_5 = 3, t_3 = 6, t_2 = 9, t_4 = 12$  мин)

$$T_{\text{ин}} = 12 \cdot (9 + 3 + 12 + 6 + 3) - (12 - 4) \cdot (3 + 3 + 6 + 9) + 4 \cdot 3 = 240 \text{ мин};$$

$$\alpha = \frac{n}{T_{\text{ин}}} \sum_{i=1}^5 t_i; \quad \alpha = \frac{12}{240} \cdot 33 = 1,65.$$

Производственный цикл при ранжировании по чередованию времени длинных и коротких операций (т. е. при  $t_4 = 12, t_1 = 3, t_2 = 9, t_5 = 3, t_3 = 6$  мин)

$$T_{\text{ин}} = 12 \cdot (9 + 3 + 12 + 6 + 3) - (12 - 4) \cdot (3 + 3 + 3 + 3) + 4 \cdot 3 = 312 \text{ мин};$$

$$\alpha = (12/312) \cdot 33 = 1,27.$$

Согласно полученным результатам целесообразнее ранжировать операции по возрастанию (или убыванию) их времени.

7 Установить влияние величины передаточной партии ( $p = 2$  или  $3; 4; 6$ ) на производственный цикл при параллельно-последовательном виде перемещения изготавливаемой партии изделий. Для этого построить зависимости  $T_{\text{ц}} = f(p)$  для исходной величины и величины изготавливаемой партии изделий и её двух- и трёхкратного увеличения.

Результаты расчета по п. 10 представлены в таблице 3.3, а графические зависимости – на рисунке 3.8.

**Таблица 3.3 – Результаты расчета зависимости производственного цикла от величины передаточной партии  $p$  при различных  $n$**

$n$	Производственный цикл при параллельно-последовательном виде перемещения, мин		
	$p = 2$	$p = 4$	$p = 6$
12	228	264	300
24	408	444	480
36	588	624	660

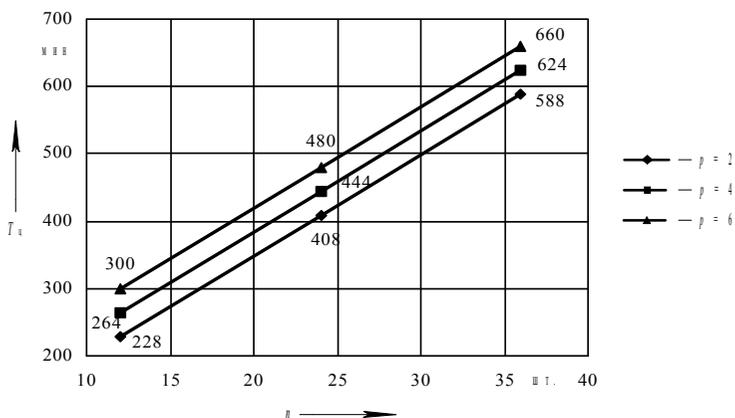


Рисунок 3.8 – Зависимость производственного цикла от величины передаточной партии  $p$  при различных  $n$

#### 4 РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДМЕТНО-ЗАМКНУТОГО УЧАСТКА ПРЕДПРИЯТИЯ

**Цель работы.** Изучить методику оптимизации расположения оборудования на производственном участке по критерию минимальных затрат на перемещение деталей по рабочим местам.

##### Основные сведения

Оборудование размещают согласно принципам рациональной планировки рабочих мест, участков, цехов по ходу технологического процесса. Это характерно для одноименклатурного производства.

В многоименклатурном производстве при поиске оптимального варианта размещения оборудования необходимо учитывать последовательность выполнения технологических операций всех деталей, сборочных единиц или изделий производственной программы, их количество и массу.

Суммарный грузооборот на участке при  $j$ -м расположении станков

$$Q_j = l_{ij} \sum_{i=1}^m n_i q_i,$$

где  $l_{ij}$  – общая длина транспортного пути за весь производственный цикл  $i$ -й детали при  $j$ -м варианте размещения оборудования, м;  
 $n_i$  – объем выпуска деталей  $i$ -го наименования, шт. ;  
 $q_i$  – масса  $i$ -й детали, кг.

### Исходные данные

1 Исходные данные для выполнения данной работы представлены в таблице 4.1.

Т а б л и ц а 4.1 – Исходные данные

Номера деталей $m_i$	Объем выпуска $n_i$ , шт.	Масса детали $q_i$ , кг	Общая масса партии $Q_i$ , кг	Маршрут обработки
5	100	8	800	С – Ф – Т – Р
7	250	4	1000	Т – Р – Ф – С – Ш
9	100	14	1400	С – Р – Т – Ш
10	100	20	2000	Ф – Т – Р

2 Размещение станков на участке – прямолинейное однорядное.

3 Разрыв между станками – 1 м. Длиной станков пренебречь.

### Выполнение работы

1 Принимаем первоначальное размещение станков, охватывающее все маршруты обработки, и строим для него матрицу расстояний между станками (таблица 4.2).

Т а б л и ц а 4.2 – Матрица расстояний между станками

Станки	С	Ф	Т	Р	Ш
С		1	2	3	4
Ф	1		1	2	3
Т	2	1		1	2
Р	3	2	1		1
Ш	4	3	2	1	

2 В соответствии с технологическим процессом изготовления деталей строим матрицу шахматной ведомости перемещаемых грузов (от питающих рабочих мест к потребляющим) (таблица 4.3).

Т а б л и ц а 4.3 – Матрица перемещаемых грузов

Питающие места	Потребляющие места				
	С	Ф	Т	Р	Ш
С		800	0	1400	1000
Ф	1000		2800	0	0
Т	0	0		3800	1400
Р	0	1000	1400		0
Ш	0	0	0	0	

Обозначения столбцов и строк матрицы соответствуют первоначальной последовательности размещения оборудования на участке. В клетках этой матрицы указываем **общую массу деталей**, перемещаемых от одного станка к другому.

3 Суммарный грузооборот на участке при исходном расположении станков определяем как произведение одноименных клеток матриц расстояний и грузооборота:

$$Q_i = 800 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 1400 \cdot 3 + 1000 \cdot 4 + 1000 \cdot 1 + 2800 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 3 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 1 + 3800 \cdot 1 + 1400 \cdot 2 + 0 \cdot 3 + 1000 \cdot 2 + 1400 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 4 + 0 \cdot 3 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 1 = 23800 \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

4 Определяем суммарный грузооборот при ином размещении оборудования. Для получения лучшего варианта нужно более массивные грузы располагать ближе к диагонали, а худшего – дальше от нее.

Для сравнения получим худший вариант (таблица 4.4).

Т а б л и ц а 4.4 – Матрица перемещаемых грузов (худший вариант)

Питающие места	Потребляющие места				
	Т	С	Ш	Ф	Р
Т		0	1400	0	3800
С	0		1000	800	1400
Ш	0	0		0	0
Ф	2800	1000	0		0
Р	1400	0	0	1000	

5 Грузооборот при худшем варианте

$$Q_i = 0 \cdot 1 + 1400 \cdot 2 + 0 \cdot 3 + 3800 \cdot 4 + 0 \cdot 1 + 1000 \cdot 1 + 800 \cdot 2 + 1400 \cdot 3 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 2800 \cdot 3 + 1000 \cdot 2 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 1400 \cdot 4 + 0 \cdot 3 + 0 \cdot 2 + 1000 \cdot 1 = 41800 \text{ кг} \cdot \text{м},$$

т. е. отличается на по сравнению с первоначальным вариантом.

## 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ЗАМЕНЫ ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА

**Цель работы.** Изучить методику использования динамического программирования для решения невыпуклых задач организации производства.

## Основные сведения

Принцип динамического программирования основан на очевидном правиле: “Каждый отрезок оптимальной траектории есть оптимальная траектория между своими концами”.

Процесс принятия решения в этом случае является многошаговым. Полученные на предшествующем шаге  $k - 1$  результаты вводятся в соответствующее уравнение данного  $k$ -го шага. Таким образом, оптимизационная задача разбивается на отдельные этапы, каждый из которых решается самостоятельно. Сложная задача со многими переменными сводится ко многим задачам с малым числом или даже одной переменной. Это значительно сокращает объём вычислений, ускоряет процесс принятия управленческого решения.

Метод применяется в основном для решения задач двух классов:

– планирование деятельности предприятия (или его подразделений) с учетом изменения объема выпуска продукции во времени;

– распределение ресурсов по различным направлениям во времени.

Недостатком является отсутствие единого универсального метода решения и большая трудоемкость решения многошаговых задач.

## Исходные данные

1 В цеху установлено вновь приобретенное оборудование. Стоимостная зависимость выпуска продукции на этом оборудовании, а также затрат на его содержание и ремонт от времени эксплуатации представлены в таблице 5.1.

Т а б л и ц а 5.1 – Стоимостные показатели эксплуатации оборудования

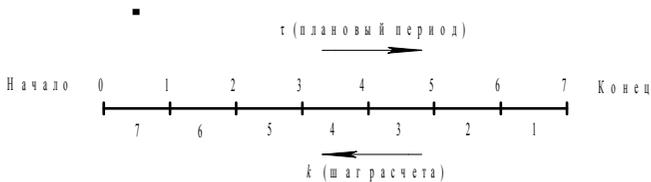
Показатель эксплуатации	Время использования оборудования $\tau$ , месяцы						
	0	1	2	3	4	5	6
Стоимость выпуска продукции по месяцам $R(\tau)$	52	52	50	47	44	42	37
Затраты на содержание и ремонт оборудования по месяцам $z(\tau)$	17	18	20	22	24	26	27
Затраты на приобретение и установку нового оборудования $P = 21$							

2 Составить план замены оборудования, при котором прибыль  $F$  за плановый период эксплуатации  $\tau = 7$  месяцев будет максимальной:

$$F = \sum_{i=1}^{\tau} [R(\tau) - z(\tau)]_i = \max.$$

## Выполнение работы

1 Составим схему решения задачи:



$$F_k(\tau) = \max \left\{ \begin{array}{l} R(\tau) - z(\tau) + F_{k-1}(\tau+1) \\ R(0) - z(0) - P + F_{k-1}(1) \end{array} \right\}.$$

Если из двух значений большее получено по первому уравнению, то оборудование сохраняется (с.), если по второму – то производят его замену (з.).

2 Рассмотрим все варианты получения прибыли при различных значениях  $\tau$ .

При  $k = 1$  (в последний месяц планового периода):

$$\tau = 5 \quad F_1(5) = \max \left\{ \begin{array}{l} 42 - 26 + 0 = 16 \\ 52 - 17 - 21 + 0 = 14 \end{array} \right\} = 16 \text{ с.},$$

$$\tau = 6 \quad F_1(6) = \max \left\{ \begin{array}{l} 37 - 27 + 0 = 10 \\ 52 - 17 - 21 + 0 = 14 \end{array} \right\} = 14 \text{ з.}$$

При  $k = 2$  (в последние два месяца):

$$\tau = 1 \quad F_2(1) = \max \left\{ \begin{array}{l} 52 - 18 + 30 = 64 \\ 52 - 17 - 21 + 34 = 48 \end{array} \right\} = 64 \text{ с.},$$

$$\tau = 2 \quad F_2(2) = \max \left\{ \begin{array}{l} 50 - 20 + 25 = 55 \\ 52 - 17 - 21 + 34 = 48 \end{array} \right\} = 55 \text{ с.},$$

$$\tau = 3 \quad F_2(3) = \max \left\{ \begin{array}{l} 47 - 22 + 20 = 45 \\ 52 - 17 - 21 + 34 = 48 \end{array} \right\} = 48 \text{ з.},$$

$$\tau = 4 \quad F_2(4) = \max \left\{ \begin{array}{l} 44 - 24 + 16 = 36 \\ 52 - 17 - 21 + 34 = 48 \end{array} \right\} = 48 \text{ з.},$$

$$\tau = 5 \quad F_2(5) = \max \left\{ \begin{array}{l} 42 - 26 + 14 = 30 \\ 52 - 17 - 21 + 34 = 48 \end{array} \right\} = 48 \text{ з.}$$

При  $k = 3$  (в последние три месяца):

$$\begin{aligned} \tau = 1 \quad F_3(1) &= \max \left\{ \begin{array}{l} 52 - 18 + 55 = 89 \\ 52 - 17 - 21 + 64 = 78 \end{array} \right\} = 89 \text{ с.}, \\ \tau = 2 \quad F_3(2) &= \max \left\{ \begin{array}{l} 50 - 20 + 48 = 78 \\ 52 - 17 - 21 + 64 = 78 \end{array} \right\} = 78 \text{ с.}, 3., \\ \tau = 3 \quad F_3(3) &= \max \left\{ \begin{array}{l} 47 - 22 + 48 = 73 \\ 52 - 17 - 21 + 64 = 78 \end{array} \right\} = 78 \text{ з.}, \\ \tau = 4 \quad F_3(4) &= \max \left\{ \begin{array}{l} 44 - 24 + 48 = 68 \\ 52 - 17 - 21 + 64 = 78 \end{array} \right\} = 78 \text{ з.} \end{aligned}$$

При  $k = 4$  (в последние четыре месяца):

$$\begin{aligned} \tau = 1 \quad F_4(1) &= \max \left\{ \begin{array}{l} 52 - 18 + 78 = 112 \\ 52 - 17 - 21 + 89 = 103 \end{array} \right\} = 112 \text{ с.}, \\ \tau = 2 \quad F_4(2) &= \max \left\{ \begin{array}{l} 50 - 20 + 78 = 108 \\ 52 - 17 - 21 + 89 = 103 \end{array} \right\} = 108 \text{ с.}, \\ \tau = 3 \quad F_4(3) &= \max \left\{ \begin{array}{l} 47 - 22 + 78 = 103 \\ 52 - 17 - 21 + 89 = 103 \end{array} \right\} = 103 \text{ с.}, 3. \end{aligned}$$

При  $k = 5$  (в последние пять месяцев):

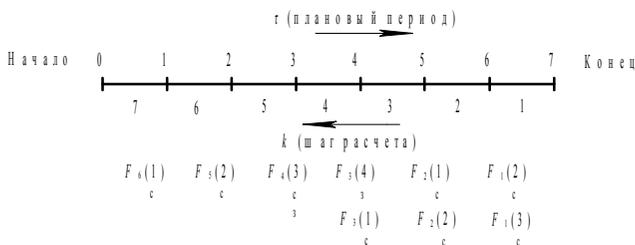
$$\begin{aligned} \tau = 1 \quad F_5(1) &= \max \left\{ \begin{array}{l} 52 - 18 + 108 = 142 \\ 52 - 17 - 21 + 112 = 126 \end{array} \right\} = 142 \text{ с.}, \\ \tau = 2 \quad F_5(2) &= \max \left\{ \begin{array}{l} 50 - 20 + 103 = 133 \\ 52 - 17 - 21 + 112 = 126 \end{array} \right\} = 133 \text{ с.} \end{aligned}$$

При  $k = 6$  (в последние шесть месяцев):

$$\tau = 1 \quad F_6(1) = \max \left\{ \begin{array}{l} 52 - 18 + 133 = 167 \\ 52 - 17 - 21 + 142 = 156 \end{array} \right\} = 167 \text{ с.}$$

При  $k = 7$  (за весь период):

3 На основании расчетов устанавливаем оптимальный вариант использования оборудования:



## 6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ДЕЛОВЫХ КАЧЕСТВ КАНДИДАТОВ ПРИ ПОДБОРЕ И ВЫДВИЖЕНИИ НА ДОЛЖНОСТЬ

**Цель работы.** Обучение научной методологии, рациональным принципам и системному подходу к подбору и выдвижению управленческих кадров.

### Основные сведения

Схема принятой модели кадровой оценки приведена на рисунке 6.1.

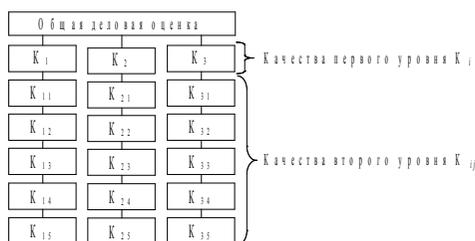


Рисунок 6.1 – Схема модели кадровой оценки

Перечень качеств **первого** уровня:

$K_1$  – специальные знания и практические навыки по управлению;

$K_2$  – умение выполнять профессиональную работу по управлению;

$K_3$  – нравственно-психологические качества, характеризующие способности работать с людьми и управлять самим собой.

Перечень качеств **второго** уровня:

$K_{11}$  – общая экономико-правовая и профессиональная подготовка, практический опыт и навыки в сфере управления;

$K_{12}$  – умение управлять производственными ресурсами;

- К<sub>13</sub> – знание современных управленческих теорий и разрешения конфликтов;
- К<sub>14</sub> – умение проводить деловые переговоры, совещания, прием посетителей;
- К<sub>15</sub> – умение работать с документами;
- К<sub>21</sub> – способность оперативно прорабатывать сложные проблемы, принимать качественные решения в условиях риска и неопределенности;
- К<sub>22</sub> – способность формировать и развивать эффективные рабочие команды;
- К<sub>23</sub> – умение планировать, организовывать и контролировать работу;
- К<sub>24</sub> – умение поддерживать дисциплину;
- К<sub>25</sub> – умение изучать и обучать подчиненных;
- К<sub>31</sub> – порядочность, честность, надежность;
- К<sub>32</sub> – способность управлять собой, тактичность;
- К<sub>33</sub> – способность убеждать, влиять на окружающих;
- К<sub>34</sub> – готовность к разумному риску и упорному труду;
- К<sub>35</sub> – требовательность к себе и окружающим.

### Исходные данные

- 1 Вакантная должность – начальник участка ТО–2.
- 2 Кандидатуры: Шимукович М. Р., Пинчук В. А., Якушин А. В.
- 3 Фамилии экспертов третьей группы: Антонов О. П., Ивлев В. А., Березкин А. А., Петренко В. А., Сорока Д. Д.

### Выполнение работы

- 1 Рассчитаем коэффициент значимости качеств первого уровня:

где  $n_i$  – число рассматриваемых качеств  $i$ -го уровня.

Примем для нашего случая  $a_1 = 0,4$ ;  $a_2 = 0,3$ ;  $a_3 = 0,3$ .

2 Каждый эксперт составляет матрицу предпочтения качеств второго уровня. На первом шаге заполняется первая строка и первый столбец в зависимости от выбранных предпочтений по первой строке. Более предпочтительному качеству отдается два балла, а менее предпочтительному – ноль баллов; при невозможности предпочтения – каждому по одному баллу. Например, К<sub>31</sub>, К<sub>32</sub>, К<sub>33</sub>, К<sub>34</sub>, К<sub>35</sub> по строке и столбцу равны, поэтому имеют значение, равное единице. Все элементы матрицы относительно главной диагонали взаимно соответствуют.

В таблице 6.1 приведена матрица предпочтения качеств второго уровня, составленная экспертом третьей группы Ивлевым В. А.

Т а б л и ц а 6.1 – Матрица предпочтения качеств второго уровня

Качества	К <sub>31</sub>	К <sub>32</sub>	К <sub>33</sub>	К <sub>34</sub>	К <sub>35</sub>	ΣR <sub>i</sub>		R <sub>i</sub> – ранговая

								оценка
K <sub>31</sub>	1	2	2	2	0	7	0,28	1
K <sub>32</sub>	0	1	2	2	2	7	0,28	1
K <sub>33</sub>	0	0	1	2	2	5	0,2	3
K <sub>34</sub>	0	0	0	1	2	3	0,12	4
K <sub>35</sub>	2	0	0	0	1	3	0,12	4

3 В таблице 6.2 дана матрица статистической обработки экспертных оценок третьей группы.

**Таблица 6.2 – Матрица статистической обработки экспертных оценок третьей группы**

Эксперты третьей группы $m$	Оцениваемые качества $n$					$T_i = \sum_1^L (t_c^3 - t_c)$
	K <sub>31</sub>	K <sub>32</sub>	K <sub>33</sub>	K <sub>34</sub>	K <sub>35</sub>	
	$a_i / R_i$					
Ивлев В. А.	0,28/1	0,28/1	0,20/3	0,12/4	0,12/4	12
Антонов О. П.	0,12/3	0,12/3	0,32/1	0,32/1	0,12/3	30
Березкин А. А.	0,16/3	0,36/1	0,12/5	0,16/3	0,20/2	6
Петренко В. А.	0,16/4	0,24/1	0,16/4	0,20/3	0,24/1	12
Сорока Д. Д.	0,20/2	0,28/1	0,20/2	0,12/5	0,20/2	24
$A_{ij} = \frac{1}{m} \sum_1^m a_i$	Осредненный коэффициент значимости качеств					$\sum_1^m T_i = 84$
	0,184	0,256	0,200	0,184	0,176	
$S_i = \sum_1^m R_i$	13	7	15	16	12	
$M[S] = \frac{1}{n} \sum_1^n$	12,6					
$d_i = S_i - M[S]$	0,4	-5,6	2,4	3,4	0,6	
$\sum_1^n d_i^2$	49,2					
$t_c$ – число связанных рангов, $L$ – число групп связанных рангов, $m$ – число экспертов в группе						

Коэффициент конкордации (согласованности мнений)

$$W = 12 \sum_1^n d_i^2 / \left[ m^2 (n^3 - n) - m \sum_1^L T_i \right],$$

$$W = \frac{12 \cdot 49,2}{5^2 (5^3 - 5) - 5 \cdot 84} = 0,229.$$

Величина этого коэффициента может находиться в пределах от 0 до 1. Если  $W < 0,5$ , то эксперты признаются некомпетентными, их следует

заменить и заново провести всю работу по ранжированию показателей. Если  $W > 0,5$ , мнения экспертов считаются достаточно согласованными.

4 Индивидуальную оценку качеств кандидатов на должность дает по четырехбалльной системе каждый участвующий (кроме претендентов): оценку 5 – если соответствующее качество всегда есть, 4 – если оно проявляется очень часто, 3 – если оно проявляется иногда, 2 – если таковое отсутствует.

В таблице 6.3 приведена такая оценка, сделанная Ивлевым В. А.

Т а б л и ц а 6.3 – **Индивидуальные оценки качеств кандидатов на должность**

Качества	K <sub>11</sub>	K <sub>12</sub>	K <sub>13</sub>	K <sub>14</sub>	K <sub>15</sub>	K <sub>21</sub>	K <sub>22</sub>	K <sub>23</sub>	K <sub>24</sub>	K <sub>25</sub>	K <sub>31</sub>	K <sub>32</sub>	K <sub>33</sub>	K <sub>34</sub>	K <sub>35</sub>
A <sub>ij</sub>	0,19	0,14	0,22	0,31	0,28	0,24	0,2	0,22	0,18	0,17	0,19	0,26	0,2	0,19	0,18
Шимукович М. Р.	4	4	4	5	4	3	4	5	3	3	5	4	5	5	5
Пинчук В. А.	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	5	5	4	4	4
Якушин А. В.	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5

5 Общая деловая оценка кандидатов, выполненная Ивлевым В. А.,

где B<sub>ij</sub> – индивидуальная оценка кандидата по данному качеству.

$$\begin{aligned} \text{ОДО}_\text{ш} &= 0,4 \cdot (0,19 \cdot 4 + 0,14 \cdot 4 + 0,22 \cdot 4 + 0,31 \cdot 5 + 0,28 \cdot 4) + 0,3 (0,24 \cdot 3 + \\ &+ 0,2 \cdot 4 + 0,22 \cdot 5 + 0,18 \cdot 3 + 0,17 \cdot 3) + 0,3 (0,19 \cdot 5 + 0,26 \cdot 4 + \\ &+ 0,2 \cdot 5 + 0,19 \cdot 5 + 0,18 \cdot 5) = 1,948 + 1,101 + 1,452 = 4,5. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ОДО}_\text{я} &= 0,4 \cdot (0,19 \cdot 3 + 0,14 \cdot 3 + 0,22 \cdot 4 + 0,31 \cdot 4 + 0,28 \cdot 3) + 0,3 (0,24 \cdot 3 + \\ &+ 0,2 \cdot 4 + 0,22 \cdot 4 + 0,18 \cdot 3 + 0,17 \cdot 3) + 0,3 (0,19 \cdot 5 + 0,26 \cdot 5 + \\ &+ 0,2 \cdot 4 + 0,19 \cdot 4 + 0,18 \cdot 4) = 1,58 + 1,035 + 1,359 = 3,97. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ОДО}_\text{п} &= 0,4 \cdot (0,19 \cdot 5 + 0,14 \cdot 5 + 0,22 \cdot 4 + 0,31 \cdot 5 + 0,28 \cdot 4) + 0,3 \cdot (0,24 \cdot 4 + \\ &+ 0,2 \cdot 5 + 0,22 \cdot 5 + 0,18 \cdot 5 + 0,17 \cdot 5) + 0,3 (0,19 \cdot 5 + 0,26 \cdot 5 + \\ &+ 0,2 \cdot 5 + 0,19 \cdot 5 + 0,18 \cdot 5) = 2,08 + 1,441 + 1,53 = 5,0. \end{aligned}$$

6 Средняя общая деловая оценка кандидатов определяется по частному от деления суммы оценок ОДО<sub>i</sub> на число участвующих в опросе (таблица 6.4).

**Т а б л и ц а 6.4** – Результаты расчета ОДО кандидатов

Кандидаты	ОДО <sub>i</sub>										ΣОДО <sub>i</sub>	
Шимукович М. Р.	4,39	3,83	3,83	4,50	3,41	4,03	3,05	3,72	3,47	3,50	37,67	3,767
Якушин В. А.	4,00	3,88	3,88	3,97	3,48	3,85	3,23	3,67	3,39	3,17	36,63	3,663
Пинчук А. В.	4,07	4,09	4,09	5,0	3,96	4,47	3,23	4,34	4,60	3,50	41,44	4,144

*Заключение.* Наиболее подходящим кандидатом на должность является Пинчук В. А.

## **7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

**Цель работы.** Изучить методику выбора оптимального варианта технологического процесса.

### **Основные сведения**

Современное производство позволяет выпускать одну и ту же продукцию различными способами. Оптимальное технологическое решение находят по выбранному критерию оптимальности и результатам проведенного технико-экономического анализа. В качестве критерия оптимальности могут быть приняты:

- минимизация технологической себестоимости ремонта или изготовления деталей, сборочных единиц, изделий;
- минимальные приведенные затраты;
- максимальное использование оборудования по мощности и т. д.

Критерий минимизации себестоимости принимают при сопоставлении вариантов техпроцесса ремонта или изготовления. Если варианты технологических решений требуют дополнительных капиталовложений на приобретение оборудования или его модернизацию, проведение НИР, то за критерий оптимальности принимают минимальные приведенные затраты.

При выборе решения на основе минимизации технологической себестоимости входящие в нее затраты делятся:

- на переменные  $V$ , зависящие от объема выпуска (охватывают основные материалы, топливо и энергию для технологических целей, оплату труда основных производственных рабочих, эксплуатацию оборудования и инструмента);
- постоянные  $W$ , не зависящие от объема выпуска (охватывают оплату

подготовительно-заключительного времени наладчиков, содержание и эксплуатацию оснастки и др.).

Технологическая себестоимость годового объема выпуска

$$C_r = V + W = v\Pi + W,$$

где  $v$  – переменные расходы на единицу продукции;

$\Pi$  – годовой объем выпуска продукции данного вида.

Технологическая себестоимость единицы продукции данного вида

$$C_d = v + W / \Pi.$$

Сравнение двух вариантов техпроцесса ведут исходя из равенства годовых затрат по первому и второму вариантам:

$$v_1\Pi + W_1 = v_2\Pi + W_2.$$

Точка пересечения линии суммарных расходов или технологической себестоимости изделия соответствует равенству затрат по обоим вариантам (одинаковой экономической эффективности). Объем выпуска изделий, соответствующий этой точке, называется критическим:

$$\Pi_k = (W_2 - W) / (v_1 - v_2).$$

### Исходные данные

$$v_1 = 1, \quad v_2 = 0,577; \quad W_1 = 50, \quad W_2 = 200.$$

### Выполнение работы

1 Определяется критический объем для исходных данных:

$$\Pi_k = (W_2 - W_1) / (v_1 - v_2) = (200 - 50) / (1 - 0,577) = 354,6.$$

2 По ранее приведенным формулам вычисляются данные (таблица 7.1), необходимые для построения графиков  $C_r = f(\Pi)$ ,  $C_d = f(\Pi)$ .

**Т а б л и ц а 7.1 – Результаты расчета искомых величин**

$\Pi_k$	$C_{r1}$	$C_{r2}$	$C_{d1}$	$C_{d2}$	$\Pi_k$	$C_{r1}$	$C_{r2}$	$C_{d1}$	$C_{d2}$
35,5	85,5	220,5	2,41	6,22	390,1	440,1	425,1	1,13	1,09
70,9	120,9	241,0	1,70	3,40	425,5	475,5	445,5	1,12	1,05
106,4	156,4	261,4	1,47	2,46	461,0	511,0	461,0	1,11	1,01
141,8	191,8	281,8	1,35	1,99	496,5	546,4	486,5	1,10	0,98
177,3	227,3	302,3	1,28	1,70	532,0	581,9	506,9	1,09	0,95
212,8	262,8	322,7	1,23	1,52	567,4	617,4	527,4	1,09	0,93
248,2	298,2	343,2	1,20	1,38	602,8	652,8	547,8	1,08	0,91
283,7	333,7	363,7	1,18	1,28	638,3	688,3	568,4	1,08	0,89
319,1	369,1	384,1	1,16	1,20	673,8	723,8	588,8	1,07	0,87
354,6	404,6	404,6	1,14	1,14	709,2	759,2	609,2	1,07	0,86

3 Строятся графики  $C_r = f(\Pi)$ ,  $C_d = f(\Pi)$  (рисунок 7.1).

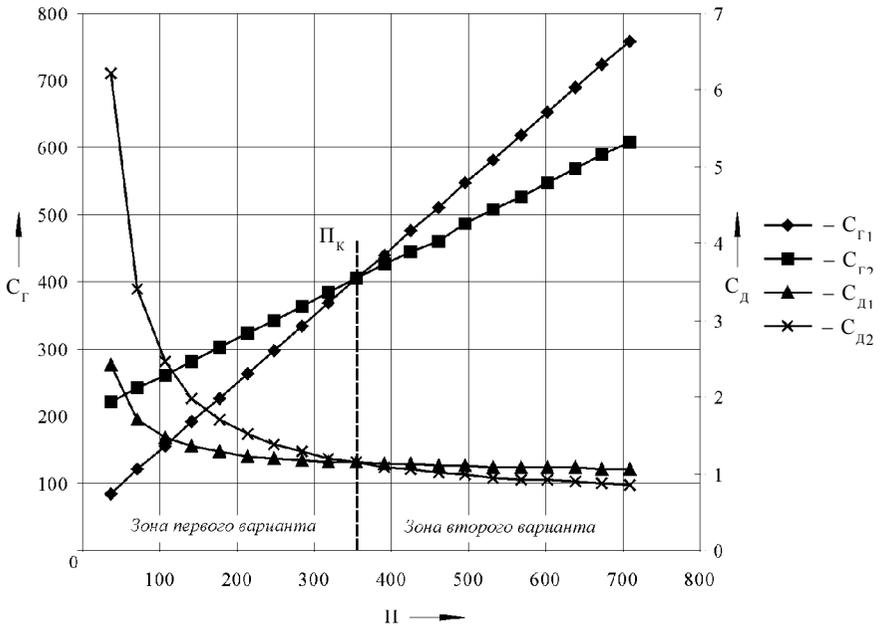


Рисунок 7.1 – Зависимость технологической себестоимости и приведенных затрат от годового объема выпуска

## 8 ХРОНОМЕТРАЖ ОПЕРАЦИЙ

**Цель работы.** Изучить методику проведения хронометража операций.

### Основные сведения

Хронометраж применяется при установлении норм экспериментально-аналитическим и аналитическим методами; разработке нормативов вспомогательного времени; проверке норм, установленных расчетным путем; изучении передовых методов работы и причин невыполнения норм.

Хронометраж проводится нормировщиками, технологами, мастерами и инженерами, хорошо знающими технологические процессы.

При исследовании трудовых процессов с быстрыми движениями и малыми отрезками времени могут использоваться кино- и видеосъемки.

## Выполнение работы

### 1 Подготовка к наблюдениям:

– подробное ознакомление на рабочем месте с оснащением, организацией труда, тарификацией работы и соответствием ей квалификации рабочего, разъяснение рабочему целей хронометража;

– заполнение части исходных данных хронокарты (цель хронометража; наименование изделий и деталей, операций; число изделий в партии; сведения о материале и массе деталей, оборудовании, инструменте и приспособлениях; разряде работы, фамилии, специальности, стаже и разряде рабочего) – рисунок 8.1;

– предварительное расчленение операций по элементам и установление фиксажных точек;

– занесение на рабочую часть хронокарты в технологической последовательности элементов операции;

– определение необходимого числа наблюдений.

Количество наблюдений зависит от типа производства, продолжительности элементов операции, требуемой точности результатов, квалификации рабочего и нормировщика.

2 *Проведение наблюдения*: замер времени по каждому элементу операции для данной заготовки и запись результатов на рабочую часть хронокарты по символу Т.

### 3 Обработка данных наблюдения:

– определение продолжительности элементов операции и запись данных по символу П;

– определение степени устойчивости хронометражного ряда  $K_y = (t_{\max} / t_{\min}) \rightarrow 1$

;

– сравнение полученного  $K_y$  с нормативными коэффициентами по справочнику;

– определение суммы продолжительностей каждого элемента операции и их среднеарифметического значения.

4 *Анализ результатов и проектирование более рациональных трудовых процессов*:

– установление возможности полного или частичного совмещения выполнения элементов операции;

– разработка мероприятий по уменьшению затрат времени на отдельные элементы операций;

– установление рационального содержания операции, условий её выполнения и продолжительности ее отдельных элементов;

– заполнение нижней части оборотной стороны хронокарты.

При анализе выявляются причины потерь рабочего времени и их величины по каждой из причин. Разрабатываются мероприятия по

выполнению норм выработки. Через администрацию предприятия принимаются меры по устранению недостатков в организации труда.

Лицевая сторона

Предприятие _____		<b>ХРОНОКАРТА</b>										Цех _____ Участок _____						
Цель хронометража					Дата		Начало наблюдения		Конец наблюдения									
<b>Рабочий</b> Фамилия _____ Специальность _____			<b>Изделие</b> Наименование _____			<b>Работа</b> Наименование операции _____			<b>Оборудование</b> Станок _____									
Разряд рабоч.		Таб. №		Наименование дет. _____			Действующая норма времени			Инвент. номер _____								
Стаж по спец.		Стаж по данной работе		Масса детали _____ Материал _____			Разряд работы _____			Характеристика приспособ. _____								
№ п / п	Наименование элементов операции		Запись хрононаблюдений										Сумма	Средняя продолж.	К <sub>у</sub> нормативный	К <sub>у</sub> принятый	Норм. продолж.	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
		Т																
		П																
		Т																
		П																
		Т																

Т - текущее время; П - продолжительность элемента.



## 9 СОСТАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ФОТОГРАФИИ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ

**Цель работы.** Изучить методику составления и обработки фотографии рабочего времени.

### Основные сведения

Фотография рабочего времени (ФРВ) – метод изучения использования рабочего времени и выявления его резервов, заключающийся в наблюдении и непосредственном замере затрат времени на любые мероприятия в течение рабочего дня или его определенной части. Используется для составления фактического баланса времени и разработки на его основе мероприятий по улучшению использования рабочего времени, для установления нормативов на категории времени  $t_{пз}$ ,  $t_{об}$  и  $t_{п}$ , выполнения действующих норм, изучения обслуживания рабочего места и расчета норм расхода рабочей силы для этих целей. Проводится нормировщиками, технологами, мастерами и инженерами, хорошо знающими технологические процессы.

В зависимости от охвата количества рабочих ФРВ бывает:

- индивидуальная (объект наблюдения – один рабочий);
- групповая (объект наблюдения – группа рабочих, выполняющих одинаковые или различные работы независимо друг от друга);
- бригадная (объект наблюдения – группа рабочих, выполняющих одно производственное задание);
- маршрутная (объект наблюдения – группа рабочих, объединенных выполняемой работой, но не связанных одним производственным участком);
- многостаночника (для расчета нормы обслуживания оборудования одним рабочим).

### Выполнение работы

1 *Подготовка к наблюдению.* Предварительное ознакомление с объектом наблюдения на месте и заполнение исходных данных наблюдательного листа (рисунки 9.1):

- сведений о выполняемой работе, изделии и детали;
- оборудовании и технологической оснастке;
- о рабочем (фамилия, разряд, специальность, стаж).

2 *Наблюдение.* Ведется непрерывно по текущему времени с отметкой начала элементов структуры рабочего времени по часам или хронометру в

последовательном порядке на рабочей части наблюдательного листа.

Началом каждого элемента работы считают момент окончания выполнения предшествующего элемента.

Для удобства последующей обработки данных ФРВ проставляют индексы всех структурных составляющих времени.

Для наблюдения может быть использовано промышленное телевидение.

*3 Обработка данных наблюдения:*

- вычисляют продолжительность времени по каждому элементу;
- группируют и суммируют элементы согласно общепринятой классификации одноименных затрат рабочего времени;
- составляют сводный баланс фактического использования рабочего времени по всем учтенным структурным элементам с записью результатов в нижней части оборотной стороны наблюдательного листа.

*4 Анализ результатов и проектирование более рациональных трудовых процессов:*

- анализ фактического использования времени;
- проектирование нового состава рабочего времени с учетом возможности совмещения работ и элементов процесса, исключение лишних затрат и нерегламентированных перерывов;
- определение коэффициента использования рабочего времени за смену и коэффициента возможного его уплотнения;
- разработка более рациональных трудовых приемов, а также организационно-технических мероприятий по улучшению использования рабочего времени путем устранения его потерь, непроизводительных затрат.

Для повышения точности результатов наблюдений рекомендуется ФРВ выполнять до пяти раз.

На основе обобщения данных ряда выполненных ФРВ разрабатывают нормативы по категориям времени  $t_{пз}$ ,  $t_{об}$  и  $t_{п}$ .

При составлении ФРВ оперативное время фиксируют без подразделения по конкретным операциям, следовательно, здесь имеется резерв для повышения производительности труда, так как разные работники выполняют одни и те же операции за различное время.

Составление ФРВ – длительный и трудоемкий процесс, поэтому иногда с целью выявления резервов времени проводят *самофотографию рабочего времени* по упрощенной схеме (с фиксацией лишь перерывов в работе). Работникам выдают *карты самофотографии*, в которых они фиксируют перерывы, их продолжительность, причины и частоту повторения. Заполненные карты собирают, обрабатывают и на основе результатов этого

анализа принимают соответствующие меры.





Оборотная сторона

Сумма Переработка действующих норм _____ проц. по фотографии рабочего времени _____ За время наблюдения изготовлено (обработано) деталей _____ Общее нормированное время изготовления (обработки) деталей _____	Сумма Примечание _____ _____ _____ _____ _____
---	---

### СВОДКА ФОТОГРАФИИ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ

Категория затрат рабочего дня	Составные части рабочего времени	Индекс	По наблюдению		Возможно сокращ. продолжит. работы		Нормальный состав рабочего времени		Примечание
			процент	мин	процент	мин	процент	мин	
Полезная работа	Подгот.-заключ. время								
	Вспомогат. время								
	Основное время								
	<b>Итого</b>								
Бесполезная работа	Зависящая от исполнит.								
	Не зависящ. от исполн.								
	<b>Итого</b>								
Потери	Организационные								
	Технические								
	Отдых и личн. надобн.								
	Прочие								
	<b>Всего</b>								

Составил \_\_\_\_\_ Проверил \_\_\_\_\_ Утвердил \_\_\_\_\_

Рисунок 9.1 – Наблюдательный лист

## 10 МЕТОД МОМЕНТНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

**Цель работы.** Изучить методику применения метода моментных наблюдений.

### Основные сведения

Метод моментных наблюдений используется для получения в короткие сроки одним наблюдателем данных о составе и значении затрат рабочего времени большого числа одновременно работающих исполнителей (от 10 до 100). Этим методом определяют:

- состав затрат рабочего времени по категориям, абсолютные значения и доли этих затрат;
- потери и нерациональные затраты рабочего времени;
- коэффициенты занятости рабочих и использования оборудования;
- исходные данные для разработки нормативов времени на подготовительно-заключительные действия, обслуживание рабочего места и регламентированные перерывы, нормативы численности и нормы обслуживания.

*Объем наблюдений* должен быть достаточным для обеспечения достоверности результатов:

$$M = \rho (1 - k_3) \cdot 100^2 / (k_3 \beta^2),$$

где  $\rho$  – коэффициент, учитывающий стабильность производства; при стабильном производственном процессе с устойчивой технологией и многократной повторяемостью отдельных элементов рабочего времени многих наблюдений  $\rho = 2$ ; в условиях нестабильного производственного процесса, с неустойчивой технологией и нерегулярной или редкой повторяемостью отдельных элементов рабочего времени  $\rho = 3$ ;

$k_3$  – коэффициент занятости рабочего; принимается по данным ранее произведенной ФРВ как отношение продолжительности продуктивного времени к продолжительности смены. Могут использоваться другие отчетные данные ( $k_3 = 0,1 \dots 0,9$ ).

$\beta$  – допустимая относительная ошибка наблюдений ( $\beta = 3 \dots 10 \%$ ).

*Общее число обходов*

$$n_{\text{обх}} = M / N,$$

где  $N$  – число объектов наблюдений.

В зависимости от местных условий применяют *кольцевой* или *маятниковый* вид обхода. При кольцевом обход совершают от первого объекта наблюдения к последнему, при маятниковом – от первого исполнителя к последнему, а затем наоборот. Если длительность перерыва

между обходами позволяет вернуться к первому объекту наблюдения, то применяется кольцевой вид обхода, если же нет, то маятниковый.

При определении длительности перерывов между обходами учитывают *продолжительность одного обхода*, которая включает время подхода наблюдателя к объекту, время оценки и записи вида затрат в наблюдательный лист, выяснения причин потерь рабочего времени или отсутствия исполнителя на рабочем месте.

$$t_{\text{обх}} = t_{\text{см}} / n_{\text{обх}},$$

где  $t_{\text{см}}$  – продолжительность смены.

Вероятная ошибка метода моментных наблюдений зависит от числа наблюдаемых рабочих мест, количества смен наблюдений и интервала обхода (таблица 10.1).

Т а б л и ц а 10.1 – **Вероятная ошибка моментных наблюдений**

В процентах

Число наблюдаемых рабочих мест	Число смен наблюдения									
	3		4		5		6		7	
	Интервал наблюдения, мин									
	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5
Одно	4,6	5,5	3,7	4,8	3,4	4,3	3,2	3,9	2,8	3,6
Два	3,3	3,9	2,7	3,4	2,4	3,1	2,3	2,7	2,0	2,5
Три	2,7	3,0	2,3	2,7	1,9	2,5	1,7	2,2	1,6	2,0
Четыре	2,3	2,7	2,0	2,4	1,7	2,2	1,5	1,9	1,4	1,8
Пять	2,1	2,5	1,7	2,2	1,5	1,9	1,3	1,7	1,2	1,6

## Выполнение работы

1 *Подготовка к наблюдениям.* Знакомятся с организацией производства и труда на выбранных объектах наблюдения, схемой планировки и размещением оборудования.

Устанавливают кратчайший маршрут и вид обхода рабочих мест.

Определяют фиксажные пункты для регистрации действий исполнителей (в человеко-моментах). *Фиксажный пункт* – это место по маршруту следования, поравнявшись с которым, наблюдатель должен установить и зафиксировать, чем в данный момент занят исполнитель. Такими пунктами могут быть какие-либо части оборудования, колонны вблизи рабочих мест и т. п.

Устанавливают общее число обходов, продолжительность одного обхода, число обходов за один час (т. е. частоту обходов).

*Частота обходов* – это число обходов за один час наблюдений:

$$f_{\text{обх}} = 60/t_{\text{обх}}.$$

Составляют на основе объема наблюдений и частоты обходов расписание обходов. Заполняют исходные данные наблюдательного листа.

2 *Проведение наблюдений.* Регистрируют в наблюдательном листе в определенный момент времени условными знаками действие исполнителя без указаний текущего времени и продолжительности их исполнения. В качестве условных знаков используют индексы категорий затрат рабочего времени или их условные обозначения. Это необходимо для дополнительного изучения затрат рабочего времени. Регистрацию наблюдений проводят при последовательном обходе рабочих мест, строго соблюдая маршрут обхода и фиксажные пункты.

Время начала обхода выбирают произвольно, соблюдая частоту и продолжительность одного обхода. Часы используют лишь для отметки начала обхода.

3 *Обработка данных наблюдений.* Заключается в подсчете числа зафиксированных моментов по каждому рабочему месту и каждой категории затрат рабочего времени, определении общего числа моментов по всем наблюдениям и доли моментов по каждой категории затрат рабочего времени в общем числе зафиксированных моментов. Для перевода сумм моментов по каждой категории затрат рабочего времени в минуты следует установить продолжительность одного момента:

$$t_m = t_{cm} / M .$$

Затраты времени по каждой категории определяют умножением количества моментов по каждой из них на продолжительность одного момента.

4 *Анализ полученных данных и разработка мероприятий по устранению выявленных потерь рабочего времени.*

При анализе, а также проектировании рационального баланса рабочего времени и определении возможного роста производительности труда за счет ликвидации его потерь используют те же приемы, что и при ФРВ.

## **11 ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА РЕМОНТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

**Цель работы.** Изучение возможностей практического использования программы *AllFusion Process Modeler 4.1 (BPwin 4.1)* при реализации системы менеджмента качества ремонта подвижного состава и его сборочных единиц.

### **Основные сведения**

Развитие современного производства привело к созданию и широкому применению на практике с 90-х годов XX века *концепции наименьшей стоимости жизненного цикла изделия*, позволяющей эффективно

оценивать, контролировать и управлять реальными затратами в период от начала его разработки до утилизации<sup>1)</sup>.

Стоимость жизненного цикла изделия неразрывно связана с его качеством, в частности, с такими факторами, как стоимость приобретения, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, вывода из эксплуатации и утилизации, а также влияние на здоровье людей и экологическую чистоту.

В стоимости жизненного цикла изделия отдельные эксплуатационные характеристики (например, затраты на техническое обслуживание и ремонт) часто не менее значимы, чем конструкция самого изделия. Поэтому нельзя заниматься ремонтом по старинке. Необходимо использовать современные системы менеджмента качества (СМК) при ремонте тягового подвижного состава (ТПС) и его сборочных единиц.

Практика работы ряда локомотивных депо Белорусской железной дороги (Барановичи, Лида, Молодечно) подтвердила высокую эффективность применения СМК при ремонте. Естественно, что работникам локомотивного хозяйства необходимы знания основ разработки СМК. В этой связи важное значение приобретает изучение возможностей практического использования такого мощного средства системного анализа деловой и производственной активности, как *AllFusion Process Modeler 4.1 (BPwin 4.1)*, позволяющего адекватно отслеживать соответствие структуры бизнес-процесса, документо-оборота, финансовых потоков жестким и динамичным требованиям экономики.

Этот программный продукт можно применять не только для облегчения *проведения сертификации на соответствие стандартам качества*, но и для различного рода других задач, таких как:

- оценка степени влияния различных факторов или событий на производство продукции;
- выявление и устранение высокозатратной деятельности;
- формирование целостной картины деятельности предприятия, цеха, отделения, участка с дальнейшей возможностью его реорганизации;
- автоматизация производства;
- взаимодействие процессов и потоков информации на предприятии;
- управление энергопотреблением через систему нормирования электропотребления производства;
- организация рабочего места;
- документирование различных аспектов деятельности предприятия;
- определение стоимости и прочих характеристик при производстве продукции;

---

<sup>1)</sup> Например, в тендерной документации, экономической части контрактов на поставку железнодорожной техники, нормативных документах и т. п.

- оптимизация организационной структуры, наглядное ведение стратегического планирования;
- организация материально-технического снабжения;
- разработка и оптимизация техпроцесса по времени и использованию производственных ресурсов.

## Выполнение работы

### 1 *Определение точки зрения и целей моделирования бизнес-процесса.*

Модель СМК, равно как и любого другого процесса, не может быть построена без четко сформулированной цели, т. к. она должна отвечать на вопросы относительно моделируемого процесса организации (предприятия). Эти вопросы определяют ширину (т. е. спектр рассматриваемых процессов) и глубину (уровень декомпозиции<sup>2)</sup> процессов) модели. При этом обязательно учитываются:

- точка зрения на создаваемую модель (например, руководства локомотивного депо);
- цель моделирования (например, требования СМК, реализуемые при ремонте колесных пар).

### 2 *Определение границы (пространства) модели.*

При задании точки зрения и цели моделирования строится контекстная диаграмма, которая определяет пространство моделирования. Внешние связи (потребители, поставщики и т. п.) заменяются стрелками, определяющими входные данные (требования заказчика, материальные ресурсы и т. д.), которые при наличии управления с помощью “механизма” преобразуются бизнес-процессом в выход. Построение контекстной диаграммы (рисунок 11.1) свидетельствует об окончании начального этапа моделирования, являющегося наиболее ответственным.



Рисунок 11.1 – Контекстная диаграмма “Ремонтировать колесные пары”

<sup>2)</sup> Декомпозиция – разделение целого на составляющие на более детальной диаграмме.

### 3 Декомпозиция контекстной диаграммы.

При декомпозиции контекстной диаграммы (как и последующих бизнес-процессов) следует выделять и описывать процессы, наиболее полно отображающие суть проблемы моделирования. Блоки бизнес-процессов изображаются в доминирующем порядке: слева – направо и сверху – вниз. В левом верхнем углу диаграммы располагается самый доминантный блок, в правом нижнем – менее доминантный. Связь между блоками (бизнес-процессами) изображается при помощи стрелок (рисунки 11.2–11.5).

Существуют пять видов связей:

1) связь *выход – вход* является наиболее простой. При ней выход одного бизнес-процесса является входными данными для другого (распределенные задания, продукция для контроля и др.);

2) *выход – управление*. При этом выход одного блока является управлением менее доминантным блоком (например, план производства);

3) *выход – механизм*. Эта связь показывает, что один бизнес-процесс подготавливает “механизм” (ресурсы) для проведения другого (обученные кадры, обслуживающее оборудование и др.);

4) *обратная связь по входу*. Выход менее доминантного бизнес-процесса направляется на вход более доминантного. Такая связь используется для описания циклов и показывает эффективность используемых ресурсов (результаты аудитов, несоответствующая продукция в переделку и др.);

5) *обратная связь по управлению*. Выход менее доминантных бизнес-процессов является управлением для более доминантных. Такая связь свидетельствует об эффективном управлении организацией (корректирующие действия).

### 4 Декомпозиция бизнес-процесса как ограниченного объекта.

При последующих декомпозициях бизнес-процессов объекта сохраняется стратегия, как и при декомпозиции контекстной диаграммы, но значительно проще его. Во-первых, цель и точка зрения каждой новой диаграммы определены на контекстной диаграмме. Во-вторых, блок, декомпозируемый в новую диаграмму, является ограниченным объектом. Весь перечень данных, которые требуются для дальнейшей декомпозиции, определен. Строить такую диаграмму, исходя из этой информации, значительно легче.

В реальных диаграммах к каждому блоку бизнес-процесса может подходить и отходить около 10 стрелок. Если диаграмма содержит 6–8 бизнес-процессов, то она может содержать 30–40 стрелок, которые могут сливаться, разветвляться и пересекаться. Такие диаграммы трудно читаемы. В практике по построению диаграмм существуют правила, которые призваны облегчить чтение и экспертизу модели. Некоторые правила поддерживаются автоматически, выполнение других следует обеспечивать вручную.

Желательно:

- максимально увеличивать расстояние между входящими или выходящими стрелками на одной грани блока бизнес-процесса, а также расстояния между блоками, поворотами и пересечениями стрелок;
- минимизировать число пересечений, петель и поворотов стрелок; в случае насыщенных диаграмм – это ручная и творческая работа;
- рисовать обратную связь: по входу – “нижней” петлей, по управлению – “верхней”.

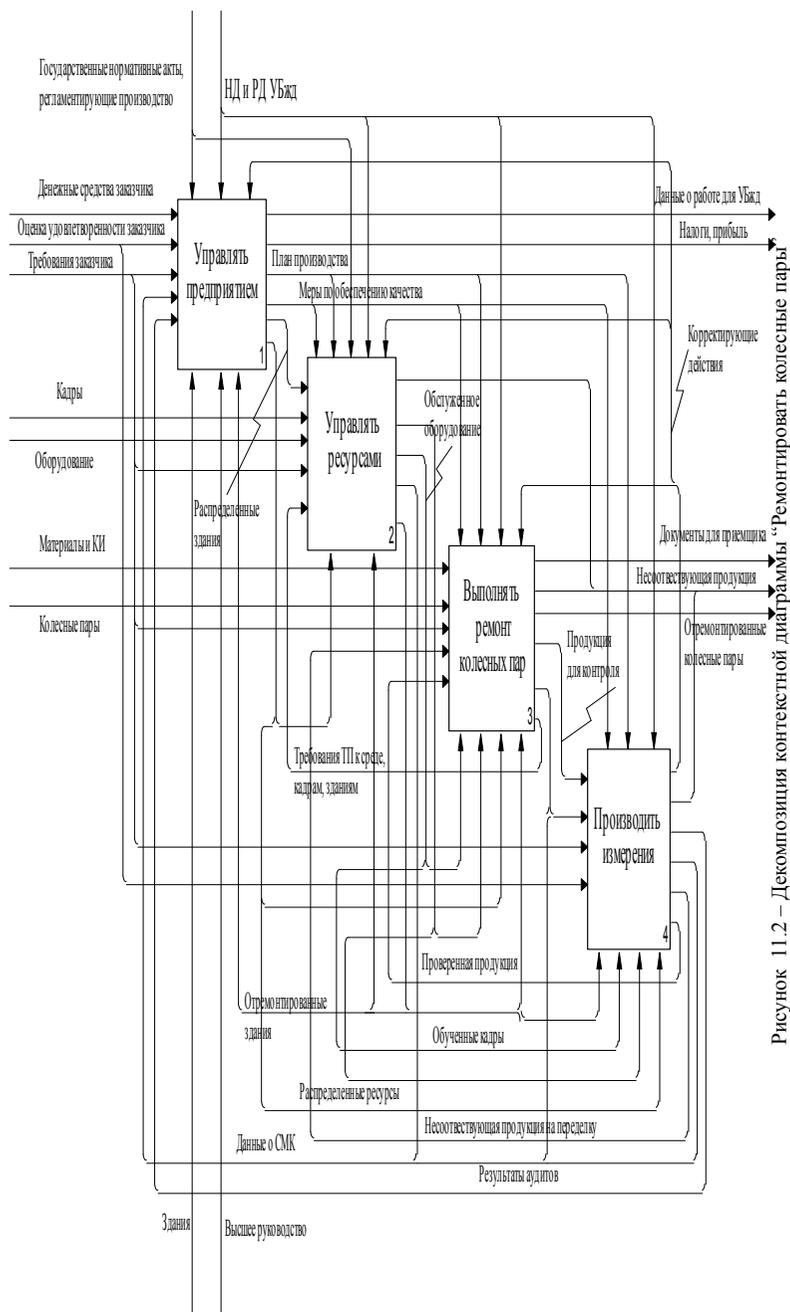


Рисунок 11.2 – Декомпозиция контекстной диаграммы "Ремонтировать колесные пары"

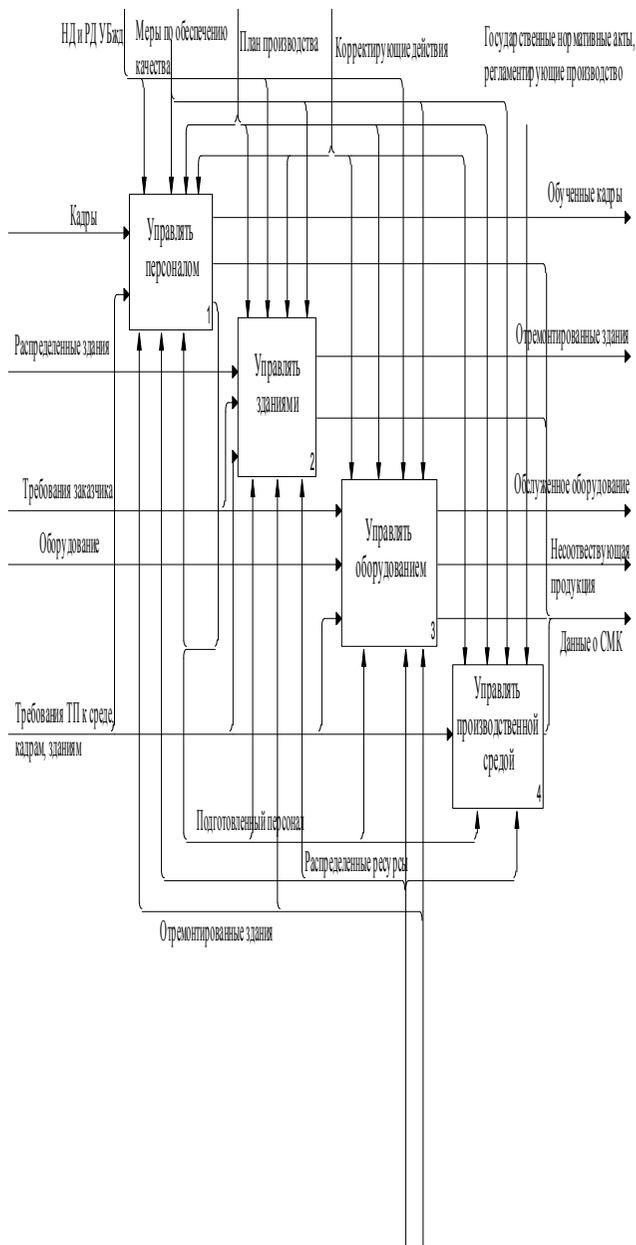


Рисунок 11.3 – Декомпозиция блока “Управлять ресурсами”

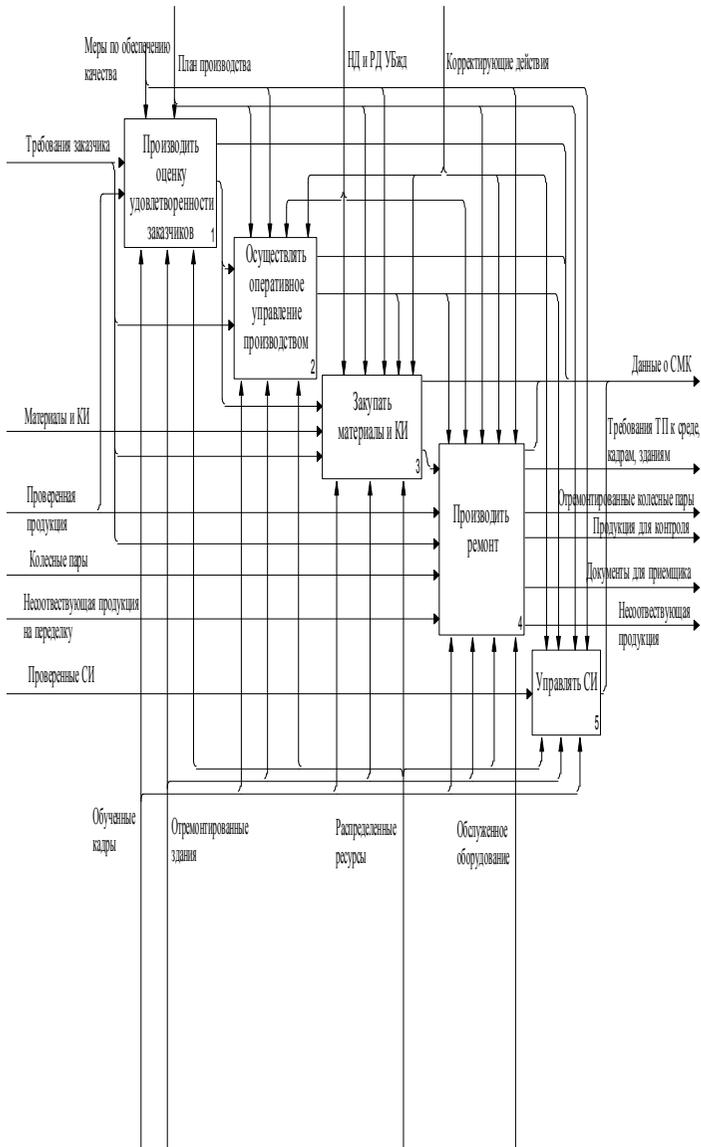


Рисунок 11.4 – Декомпозиция блока “Выполнять ремонт колесных пар”

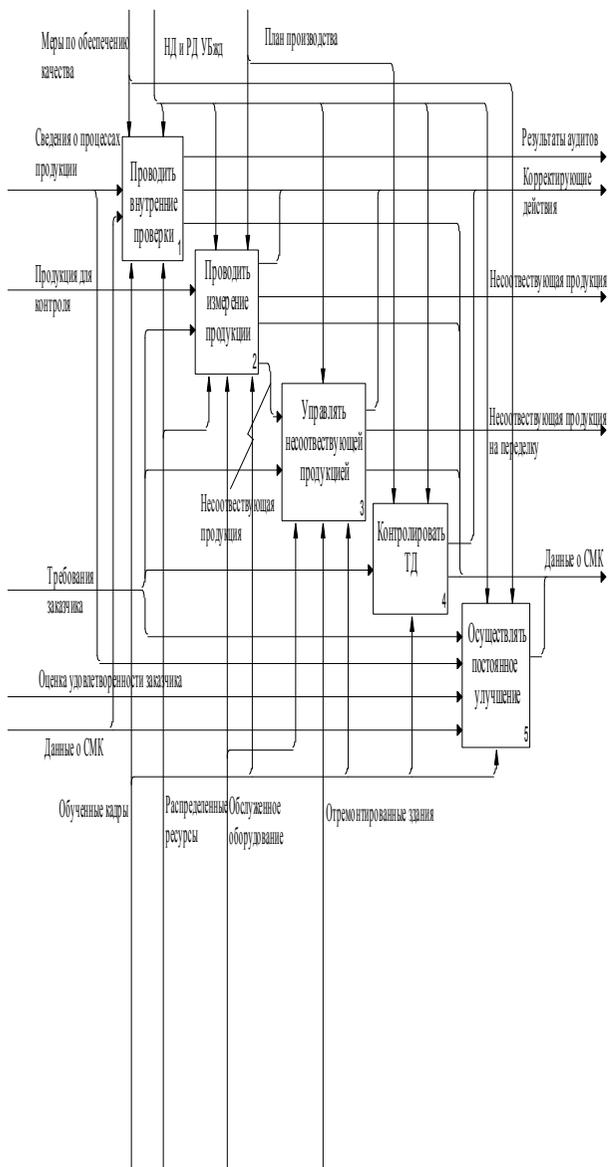


Рисунок 11.5 – Декомпозиция блока “Производство измерения”

5 Диаграмма дерева узлов как иерархия работ в удобном и компактном виде.

На рисунке 11.6 представлена диаграмма дерева узлов, показывающая иерархию работ разрабатываемой модели. Верхний узел соответствует бизнес-процессу контекстной диаграммы, а последующие нижние узлы представляют собой дочерние уровни декомпозиции.



Рисунок 11.6 – Диаграмма дерева узлов

В результате выполненной работы спроектирована СМК бизнес-процесса “Ремонтировать колесные пары”, которая соответствует требованиям и рекомендациям стандартов ИСО 9000 версии 2000 г. Она используется прежде всего как средство повышения эффективности деятельности предприятия, а затем, при необходимости, и сертификации СМК.

Использование программы *AllFusion Process Modeler 4.1 (BPwin 4.1)* сводит к минимуму опасность формального внедрения этих стандартов. На первое место выдвигается не документирование процедур, а качество продукции и процессов, творческий подход к решению проблем качества, т. е. деятельность по улучшению качества не будет заменена работой с бумагами.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Нагорный, И. В.** Методические указания к проведению игрового занятия “КОКУР” (Кадровая оценка качеств управленческих работников) / И. В. Нагорный. – Днепропетровск : ДИИТ, 1988. – 24 с.

2 **Непорент, О. И.** Технические основы календарного движения производства / О. И. Непорент. – Л. – М. : Стандартизация и рационализация, 1933. – 413 с.

3 **Нечаев, Е. Г.** Методические указания к лабораторным работам по курсу “Организация и планирование производства. Управление тепловозоремонтным предприятием”: в 2 ч. Ч. II / Е. Г. Нечаев, Б. Е. Боднар, М. И. Капица. – Днепропетровск : ДИИТ, 1988. – 42 с.

4 Организация, нормирование и оплата труда на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / Ю. Д. Петров [и др.] ; под ред. Ю. Д. Петрова, М. В. Белкина. – М. : Транспорт, 1998. – 279 с.

5 **Пашуто, В. П.** Организация и нормирование труда на предприятии : учеб. пособие. / В. П. Пашуто. – 2-е изд., испр. и доп – Минск : Новое знание, 2002. – 319 с.

6 **Чмыхов, Б. А.** Организация, планирование и управление тепловозоремонтным производством : учеб. пособие / Б. А. Чмыхов. – Гомель : БелГУТ, 2002. – 275 с.

7 **Яковлев, Г. Ф.** Организация, планирование и управление тепловозоремонтными предприятиями : метод. указания к практическим занятиям / Г. Ф. Яковлев, Е. Л. Стащук. – Л. : ЛИИЖТ, 1981. – 27 с.

8 **Горленко, О. А.** Создание систем менеджмента качества в организации : [монография] / О. А. Горленко, В. В. Мирошников. – М. : Машиностроение-1, 2002. – 126 с.

9 **Маклаков, С. В.** Создание информационных систем с *AllFusion Modeling Suite* / С. В. Маклаков. – М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 432 с.

10 **Марка, Д. А.** Методология структурного анализа и проектирования *SADT* / Д. А. Марка, К. МакГоуэн. – М. : Метатехнология, 1993. – 243 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

### Темы для самостоятельной работы по информационным технологиям

#### **IDEF0-технологии**

Создать функциональную модель деятельности (работы):

- бухгалтерии промышленного предприятия. Бухгалтерия обрабатывает счета-фактуры от поставщиков, клиентов, начисляет заработную плату работникам, обрабатывает информацию по контрактам, работает с налоговыми органами и социальными фондами;
- библиотеки, учитывая ее работу с читателями и поставщиками книг. Современные библиотеки оказывают своим читателям дополнительные услуги: выдают читателям *CD*, видео- и аудиокассеты, проводят конференции, копируют, ламинируют, позволяют работать с электронными каталогами и выходить в Интернет;
- вуза, учитывая его работу как по основным направлениям деятельности (обеспечение учебного процесса, научной работы), так и по дополнительным процессам (международная деятельность, работа по договорам, социальная работа);
- кафедры вуза, учитывая следующие направления ее деятельности: обеспечение учебного процесса, работа по хозяйственным договорам, научно-исследовательская работа сотрудников и студентов и т. д.;
- банка, учитывая что современные банки оказывают своим клиентам широкий спектр услуг, начиная от обслуживания счетов, принятия вкладов, кредитования и заканчивая работой на рынке ценных бумаг, с инвестициями, валютными операциями и другими возможными направлениями деятельности;
- торговой фирмы по реализации продовольственной продукции, учитывая работу фирмы с клиентами, поставщиками, доставкой продукции от поставщиков и по торговым точкам клиентов;
- компьютерной фирмы, учитывая, что фирма торгует компьютерами в собранном виде и комплектующими, работает с производителями компьютерной техники и клиентами, оказывает ряд дополнительных услуг: установка программного обеспечения, подключение к Интернету клиентов, гарантийное обслуживание и т. д.;
- крупного автосалона, учитывая то, что автосалон оказывает услуги по гарантийному обслуживанию клиентов, имеет собственную автомастерскую, работает непосредственно с производителями машин и клиентами, оказывает услуги по оформлению документов;
- строительной фирмы, учитывая, что она работает как с поставщиками, так и с клиентами. В настоящее время строительные организации обеспечивают полный технологический процесс, начиная с проведения исследований рынка, создания проекта, закупки материалов, непосредственного строительства и заканчивая продажей квартир;
- аэропорта, учитывая работу аэропорта с авиакомпаниями, клиентами, поставщиками и т. д. Учесть всевозможные работы аэропорта по техническому обслуживанию самолетов, обслуживанию клиентов через кассы, работу диспетчерской службы аэропорта.

#### **IDEF3-технологии**

1 Технологический процесс:

- сборки (ремонта) автомобиля;
  - ремонта телевизора;
  - строительства дома;
  - ремонта компьютера;
  - сборки компьютера;
  - создания микросхемы;
  - изготовления электроламп;
  - разработки программного продукта;
  - выпуска сотовых телефонов;
  - перегонки нефти по трубопроводу;
  - строительства (ремонта) нефтепровода;
  - производства мебели на заказ;
  - пошива изделия.
- 2 Процесс издания (написания) книги.
- 3 Процесс заказа (получения) товара через Интернет.
- 4 Процесс получения денег через банкомат (работа банкомата).
- 5 Процесс поступления в вуз.
- 6 Процесс проведения соревнований.
- 7 Процесс съемок кинофильма и выпуска его в прокат.
- 8 Процесс организации театрального представления.

### **DFD-технологии**

Создать диаграмму потоков данных процесса:

- “ПЛАНИРОВАТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ”, учитывая финансовую, хозяйственную и прочую деятельность предприятия;
- “ПРОВЕСТИ МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ”, подробно рассмотрев все процессы, происходящие при этом. В качестве внешних сущностей можно выбрать “клиент” и “рынок”;
- “ОБЕСПЕЧИТЬ ПРЕДПРИЯТИЕ ТОВАРОМ” при работе отдела материально-технического снабжения с поставщиками;
- “ОБЕСПЕЧИТЬ ПРОДАЖУ ТОВАРА” при работе отдела сбыта крупного предприятия, работающего на местном и мировом рынках;
- “СОЗДАТЬ ПРОГРАММУ” при работе программиста над разработкой и созданием ПО;
- “РАЗРАБОТАТЬ КОНСАЛТИНГОВЫЙ ПРОЕКТ”, учитывая основные этапы проведения консалтинга:
  - 1) анализ первичных требований;
  - 2) проведение обследования деятельности предприятия;
  - 3) построение моделей “как есть” (“*as is*”) и “как должно быть” (“*to be*”);
  - 4) оценка эффективности деятельности предприятия;
  - 5) реорганизация деятельности;
  - 6) разработка системного проекта;
  - 7) разработка предложений по автоматизации;
  - 8) выбор, разработка и внедрение новой информационной системы. Создание словаря данных с описанием всех хранилищ данных и внешних сущностей;
- “ОБСЛУЖИТЬ ЧИТАТЕЛЯ” при работе библиотекаря, начиная с заказа читателем нужного ему издания из хранилища;
- “ОБСЛУЖИТЬ ПОКУПАТЕЛЯ” при приобретении им акций на рынке ценных бумаг;

– “ОБЕСПЕЧИТЬ РАБОТУ ТУРИСТСКОЙ ФИРМЫ” при ее проектировании с использованием компьютера.

Учебное издание

**Чмыхов** Борис Андреевич,  
**Халиманчик** Валерий Ананьевич,  
**Иванов** Олег Алексеевич

**ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ  
ПРОИЗВОДСТВОМ**

Учебно-методическое пособие

Редактор **И. И. Эвентов**  
Технический редактор **В. Н. Кучерова**

Подписано в печать 27.08.2007 г. Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 3,20. Тираж 300 экз.  
Изд. № 90. Зак. №

Издатель и полиграфическое исполнение  
Белорусский государственный университет транспорта:  
ЛИ № 02330/0133394 от 19.07.2004 г.  
ЛП № 02330/0148780 от 30.04.2004 г.  
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.