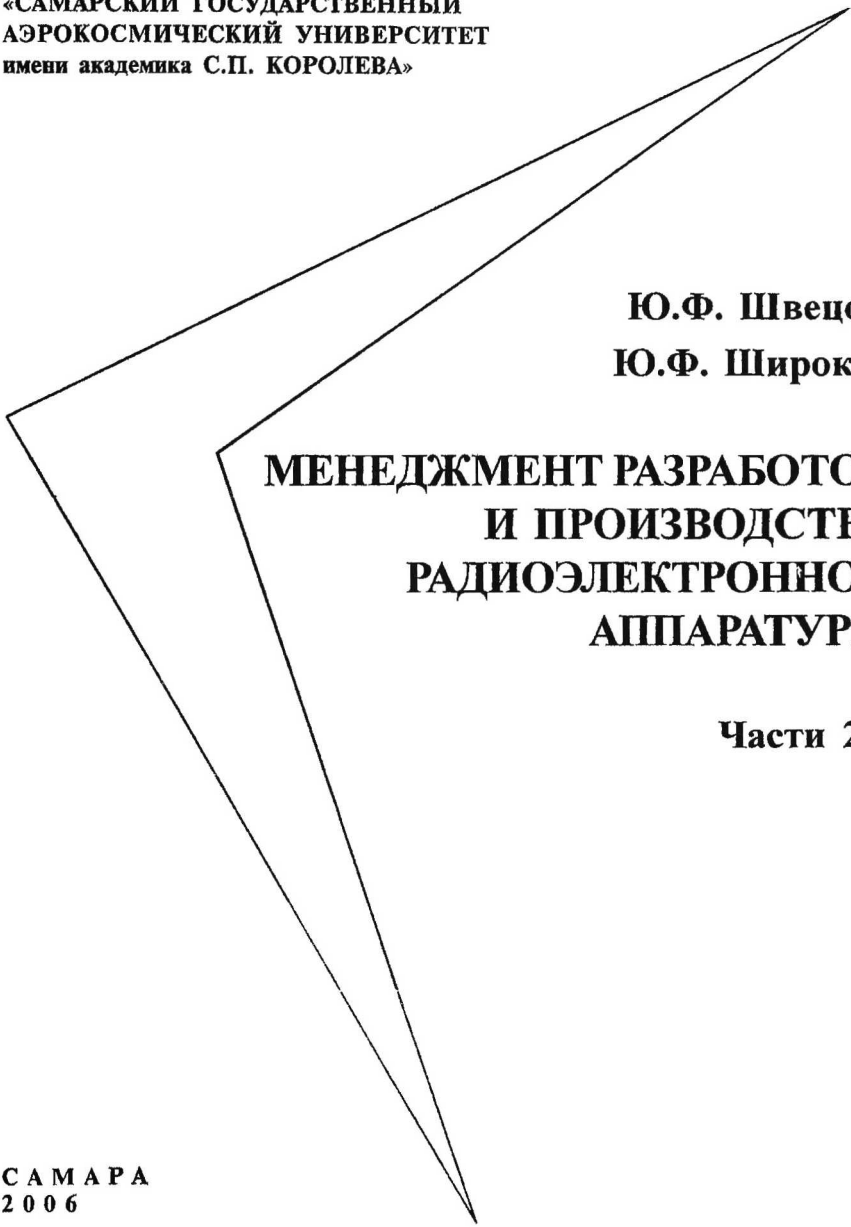
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика С.П. КОРОЛЕВА»



Ю.Ф. Швецов,
Ю.Ф. Широков

МЕНЕДЖМЕНТ РАЗРАБОТОК И ПРОИЗВОДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Части 2-3

САМАРА
2006

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

Ю.Ф. Швецов, Ю.Ф. Широков

МЕНЕДЖМЕНТ РАЗРАБОТОК И ПРОИЗВОДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Части 2-3

Рекомендовано учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 210201 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» направления 210200 «Проектирование и технология электронных средств»

САМАРА
Издательство СГАУ
2006

ББК 65.050

Рецензенты: доц. Санкт-Петербург. гос. ун-та телекоммуникаций Л. М. Макаров, канд. техн. наук, доц. Санкт-Петербург. гос. электротехнического ун-та А. А. Иванов, дир. Самар. отрасл. НИИ радио, д-р техн. наук С. Н. Елисеев

Швецов Ю.Ф.

Менеджмент разработок и производства радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие. Ч. 2-3 / *Ю.Ф. Швецов, Ю.Ф. Широков.* Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 220 с.: ил.

ISBN 5-7883-0372-9

Изложены основные понятия о менеджменте, особенности, общие характеристики и факторы системы менеджмента, основные понятия об уровнях, методах и функциях менеджмента. Описываются основные общие функции менеджмента: планирование, организация, координация, мотивация и контроль. Излагаются методы организации и планирования разработок новой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), начиная с научных исследований и кончая разработкой рабочей конструкторской документации, изготовления опытных образцов и их испытаний. Рассматриваются вопросы организации и планирования производства новой РЭА, включая принципы эффективной организации производства, его типы и виды. Особое внимание уделяется вопросам организации поточного производства в пространстве и во времени.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по радиотехническим специальностям, особенно по специальности "Бытовая радиоэлектронная аппаратура".

ISBN 5-7883-0372-9

© Ю.Ф. Швецов, Ю.Ф. Широков, 2006
© Самарский государственный аэрокосмический университет, 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение..... 6

Часть 2 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ РАЗРАБОТОК НОВОЙ РЭА..... 8

9. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАЗРАБОТОК НОВОЙ РЭА..... 8

9.1. Сокращение сроков создания и ускорение обновляемости новой продукции..... 8
9.2. Рост наукоемкости продукции..... 10
9.3. Формы управления новыми разработками..... 13
9.4. Основные методы организации инновационного процесса..... 19
9.5. Основные структуры управления, используемые в службах НИОКР..... 22
Контрольные вопросы и задачи..... 31

10. ОРГАНИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА..... 33

10.1. Организация научных исследований..... 33
10.2. Организация разработки новой продукции..... 35
Контрольные вопросы и задачи..... 46

11. ПЛАНИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ..... 48

11.1. Общие понятия и типовые договоры..... 48
11.2. Определение трудоемкости и сметной стоимости НИР..... 49
11.3. Определение трудоемкости выполнения ОКР..... 51
11.4. Определение сметной стоимости ОКР..... 59
11.5. Основные системы планирования инновационного процесса. План-график (график Ганта)..... 61
11.6. Сущность сетевого планирования и управления..... 63
11.7. Порядок построения сетевых графиков..... 64
11.8. Определение продолжительности работ..... 66
11.9. Параметры сетевого графика..... 68
11.10. Расчет параметров сетевого графика..... 71
Табличный метод расчета СГ..... 74
11.11. Оптимизация сетевых моделей..... 75
11.12. Составление сетевого графика с использованием типовых перечней укрупненных работ..... 79
11.13. Освоение производства новой продукции..... 84
Контрольные вопросы и задачи..... 86
Библиографический список..... 89

Часть 3 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА РЭА... 91

12. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА..... 91

12.1. Производственный процесс и его структура..... 91

12.2. Особенности производственного процесса на радиотехнических предприятиях..... 93
12.3. Принципы и формы организации производственного процесса..... 94
12.4. Типы производства и их технико-экономические характеристики..... 95
12.5. Организация производственного процесса в пространстве. Производственная структура завода..... 97
Типы производственных структур заводов..... 100
Генеральный план завода..... 101
12.6. Организация производственного процесса во времени..... 102
Длительность и структура производственного цикла..... 102
Пути сокращения ДПЦ..... 108
Контрольные вопросы и задачи..... 109

13. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА..... 112

13.1. Сущность и основные виды поточного производства..... 112
Основные виды поточных линий..... 113
13.2. Организация движения предметов труда на поточной линии... 116
13.3. Расчеты параметров поточных линий..... 119
Определение такта выпуска готовых изделий..... 119
Расчет количества рабочих мест на поточной линии..... 119
Расчет численности производственных рабочих..... 120
13.4. Заделы на поточной линии..... 121
13.5. Особенности организации несинхронизированных потоков... 123
13.6. Многопредметные поточные линии..... 126
13.7. Автоматические поточные линии..... 128
13.8. Гибкие производственные системы..... 130
Контрольные вопросы и задачи..... 133

14. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ..... 137

14.1. Сущность и задачи научной организации труда..... 137
14.2. Рациональное разделение и кооперация труда..... 138
14.3. Организация и обслуживание рабочих мест..... 143
14.4. Условия труда. Их рационализация..... 146
14.5. Организация работы по НОТ..... 151
14.6. Эффективность мероприятий НОТ..... 152
Контрольные вопросы..... 153

15. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА..... 155

15.1. Сущность и задачи технического нормирования труда..... 155
15.2. Состав и классификация затрат рабочего времени..... 155
15.3. Методы изучения затрат рабочего времени..... 157
Фотография рабочего времени..... 158
Метод моментных наблюдений..... 160
Хронометраж..... 162

15.4. Виды норм труда и методы технического нормирования..... 165
Методы технического нормирования труда..... 167
15.5. Организация работы по нормированию труда..... 168
Контрольные вопросы и задачи..... 169

16. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА..... 171

16.1. Содержание технологической подготовки..... 171
16.2. Организация проектирования технологических процессов..... 171
16.3. Организация проектирования технологического оснащения... 175
16.4. Организация технологической подготовки производства..... 176
16.5. Выбор варианта ТП в зависимости от объема выпуска изделий..... 177
Контрольные вопросы и задачи..... 178

17. ВНУТРИЗАВОДСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ..... 180

17.1. Содержание и задачи внутризаводского планирования..... 180
17.2. Годовой план. Его содержание и порядок разработки..... 181
17.3. План производства и реализации продукции..... 182
17.4. Планирование технического развития, организации производства и повышения его эффективности..... 185
17.5. Показатели повышения экономической эффективности производства..... 188
17.6. План материально-технического обеспечения..... 188
17.7. План по труду и кадрам..... 190
Планирование производительности труда..... 191
Планирование численности работающих..... 192
Планирование фонда зарплаты..... 194
Среднемесячная зарплата..... 196
17.8. План по себестоимости продукции, прибыли и рентабельности..... 196
Планирование прибыли и рентабельности..... 200
17.9. Планирование фондов экономического стимулирования..... 201
17.10. Планирование социального развития коллектива..... 201
Контрольные вопросы..... 202

18. ОПЕРАТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА..... 204

18.1. Задачи и содержание оперативно-календарного планирования..... 204
18.2. Системы оперативного планирования..... 205
18.3. Расчет календарно-плановых нормативов..... 206
Расчет КПН в серийном производстве..... 206
18.4. Расчет заделов..... 211
18.5. Порядок разработки производственных планов для цехов..... 213
18.6. Внутрицеховое планирование..... 215
Контрольные вопросы..... 218
Библиографический список..... 219

ВВЕДЕНИЕ

Целью настоящего пособия является ознакомление будущих радиоинженеров с основами управления (менеджмента) разработками и производством радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Пособие состоит из трех частей:

1. Основы менеджмента.

2. Организация научных исследований и разработок новой продукции.

3. Основы организации производства и планирования новой продукции.

Часть 2 посвящена вопросам организации и планирования исследований и разработок новой продукции применительно к области радиоэлектроники. Она включает в себя главы 9,10,11.

В главе 9 рассматриваются основы организации инновационного процесса по созданию новой продукции. Указывается на необходимость сокращения сроков создания и ускорение обновляемости продукции, особенно радиоэлектронной, на рост наукоемкости продукции. Описываются формы управления инновационными процессами, методы организации этих процессов, основные структуры управления, используемые в службах исследований и разработок.

В главе 10 излагаются этапы и порядок организации научных исследований, этапы и порядок организации разработки новой продукции.

В главе 11 представлены вопросы планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИР и ОКР). Приводятся общие понятия планирования и типовые договоры на НИР и ОКР, порядок определения трудоемкости и сметной стоимости НИР, трудоемкости выполнения ОКР и сметной стоимости ОКР. Рассматриваются основные системы графического планирования НИОКР: планы-графики и сетевые графики с порядком расчета их параметров и оптимизации.

Часть 3 посвящена вопросам организации и планирования РЭА. Она включает в себя главы с 12-й по 18-ю.

В главе 12 излагаются вопросы организации производственного процесса в пространстве и во времени. Приводятся понятие производственного процесса и его структура, особенности производственных процессов на радиотехнических предприятиях, принципы и формы организации производственного процесса, типы производства и их технико-экономические характеристики. Рассматриваются производственная структура завода и их типы, требования к генеральному плану завода.

Здесь же рассматриваются вопросы организации производственного процесса во времени: длительность производственного цикла и его структура, виды движения предметов труда в процессе обработки, пути сокращения длительности производственного цикла.

В главе 13 описываются вопросы организации поточного производства: сущность и основные виды поточного производства, основные виды поточных линий, организация движения предметов труда на поточной линии, расчет параметров поточной линии, заделы на поточной линии, особенности организации прерывных потоков и многопредметных поточных линий.

В главе 14 приводятся вопросы научной организации труда (НОТ) на предприятии: сущность и задачи НОТ, разделение и кооперация труда, организация и обслуживание рабочих мест, условия труда и их рационализация, эффективность мероприятий НОТ.

Глава 15 посвящена техническому нормированию труда. Здесь излагаются сущность и задачи технического нормирования труда, состав и классификация затрат рабочего времени, методы изучения затрат рабочего времени, виды норм труда и методы технического нормирования, организация работы по нормированию труда.

В главе 16 кратко излагаются некоторые основные вопросы технологической подготовки производства: её содержание, организация проектирования технологических процессов, организация проектирования технологического оснащения, организация технологической подготовки производства.

В главе 17 рассматриваются вопросы внутризаводского планирования. Здесь – содержание и задачи внутризаводского планирования, содержание и порядок разработки годового плана, планирование производства и реализации продукции, планирование технического развития, организации производства и повышения его эффективности, планирование материально-технического обеспечения, производительности труда и кадров, себестоимости, прибыли и рентабельности и других разделов годового плана.

Глава 18 посвящена вопросам оперативно-производственного планирования (оперативно-календарного планирования – ОКП). Здесь излагаются задачи и содержание ОКП, порядок расчета календарно-плановых нормативов, заделов, порядок разработки производственных планов для цехов, порядок внутрицехового планирования.

В конце каждой главы приводятся контрольные вопросы и задачи для закрепления пройденного материала.

Библиография приводится для каждой части пособия отдельно.

Часть 2
ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ РАЗРАБОТОК НОВОЙ РЭА

9. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАЗРАБОТОК НОВОЙ РЭА

В последние годы в России под зарубежным влиянием управление разработками новой продукции стали называть инновационным менеджментом. Отсюда и в данном учебном пособии в некоторых местах будет применяться этот термин.

9.1. Сокращение сроков создания и ускорение обновляемости новой продукции

На заре развития науки и техники время создания новой продукции от появления изобретения до готовой продукции измерялось десятилетиями. Так, от момента изобретения фотографии (1728 год) до ее практического использования (1840 год) прошло 112 лет. От момента изобретения парового локомотива (1780 год) до его практического использования (1845 год) прошло 65 лет. От момента изобретения телефона (1820 год) до его практического использования (1876 год) прошло 56 лет. В табл. 1 представлены временные циклы реализации некоторых важных нововведений от появления изобретения до его практического использования.

Таблица 1

Временные циклы реализации некоторых важных изобретений

Наименование нововведения	Год появления изобретения	Год начала практ. исп-я	Количество лет с появлениях до исп-я изобретения
Фотография	1728	1840	112
Паровоз	1780	1845	65
Телефон	1820	1876	56
Радио	1870	1905	35
Радиолокация	1925	1940	15
Транзистор	1948	1953	5
Солнечная батарея	1948	1951	3

Из таблицы видно, что чем ближе к нашему времени, тем быстрее новые идеи воплощаются в новую готовую продукцию, поль-

зующуюся спросом и используемую потребителем. Время процесса создания новой продукции сократилось с десятилетий до трех лет еще 50 лет тому назад. Сейчас этот период сократился еще сильнее, но не по линейной зависимости. На рис.20 изображена усредненная зависимость продолжительности процесса создания новой продукции (инновационного процесса) от календарного времени с 1700 г. по 2000г.

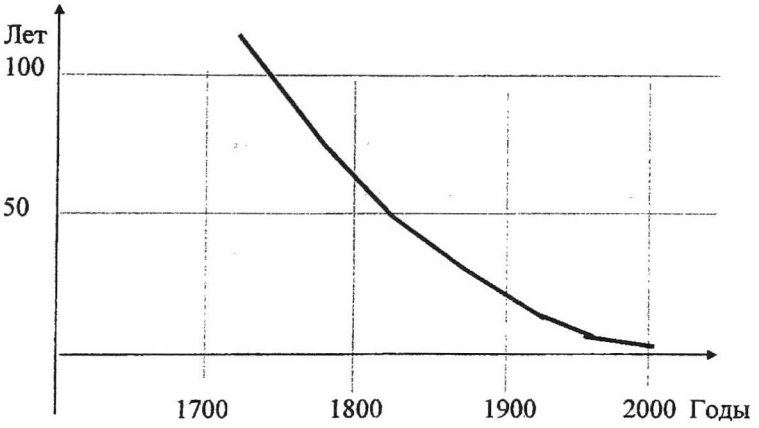


Рис. 20. Сокращение времени создания нововведений с 1700 г.

Для оценки динамики сокращения времени создания новой продукции используется такой показатель, как *обновляемость* продукции. Под *обновляемостью* продукции понимается удельный вес объема продаж «новой» продукции в суммарном объеме продаж фирмы. Под новой продукцией понимается обычно продукция, выпускаемая фирмой не более 5 лет. Для РЭА этот срок сокращается до 3 лет. Некоторые фирмы для повышения конкурентоспособности даже планируют этот показатель. Например, в перспективный (5-летний или 3-летний) или годовой план записывается, что объем продаж «старой» продукции должен быть не более 25%. Динамику обновляемости продукции в одной из передовых компаний «Хьюлетт-Паккард» можно видеть в табл. 2.

Из таблицы видно, что доля более новой продукции, однолетней и двухлетней (особенно однолетней) растет, а доля 3-летней и 4-летней снижается. Доля продукции с возрастом более 4 лет в 1981 году была 31%, а в 1984 году - 26%. Аналогичную картину можно наблюдать и в других фирмах, например в фирме «Сименс».

Таблица 2

Динамика обновляемости продукции в компании «Хьюлетт-Паккард»

Время нахождения продукции в производстве и продаже (лет)	Процент продаж соответствующей продукции в общем объеме продаж в годы:	
	1980	1984
1 год	7	21
2 года	17	26
3 года	25	15
4 года	20	12

Особенно быстрое обновление продукции идет в области радиоэлектроники и информационных технологий, т.е. в наукоемких отраслях.

9.2. Рост наукоемкости продукции

С 1960-х, а особенно с 70-х годов на рынке стало появляться все больше наукоемкой продукции. Что же это за продукция? И что понимается под понятием наукоемкость продукции? Под наукоемкостью продукции понимается отношение расходов фирмы на первые этапы инновационного процесса (расходов на НИОКР) к объему продаж продукции фирмы.

Большинство передовых фирм (особенно занимающиеся разработкой и производством радиоэлектронной продукции и средств обработки информации и связи) имели этот показатель еще в середине 80-х годов на уровне 10-12%, как это видно в табл.3.

Таблица 3

Наукоемкость продукции как отношение расходов на НИОКР к объему продаж некоторых ведущих фирм в 1980-е годы, %

Фирма	**Наукоемкость, %**
АТТ	14,5
"Хьюлетт-Паккард"	12
НЕК (Япония)	10,1
"Хитачи"	10,7

Так, фирма «АТТ» (разработка и производство средств связи) в 1985 году расходовала на НИОКР 14,5% от объема продаж; фирма «Хьюлетт-Паккард» - 12% от объема продаж. Японская фирма «НЕК» в 1990 году расходовала на НИОКР 10,1%, а фирма «Хитачи» в 1991 году - 10,7 % от объема продаж.

Рост наукоемкости продукции можно проследить на стоимости разработки коммутационного оборудования для телефонных станций у фирмы «АТТ» [6]. В 60-е годы она на разработку коммутационной системы «Пентаконта» для АТС (которая пользовалась спросом 20 лет) затратила 40 млн. долларов. В конце 70-х годов на разработку коммутационной системы «1240» - уже около 500 млн. долларов. Раньше темпы развития АТС были достаточно медленными и средняя продолжительность их жизненного цикла составляла 25 лет. С применением интегральных микросхем они стали обновляться значительно быстрее. Разработка новых АТС потребовала значительных средств и стоимость их разработки выросла с 10 млн. долларов до 1млрд. долларов.

Другой пример - по фирме ИБМ - представлен в табл.4.

Таблица 4

Рост наукоемкости продукции (отношение расходов на НИОКР к объему продаж в %) в фирме ИБМ, %

Фирма	1960-е гг.	1970-е гг.	начало 1980-х гг.
ИБМ	3	6	9

Фирма «ИБМ» в 60-е гг. расходовала на НИОКР 3%, в 70-е гг. - 6%, а с начала 80-х гг. - 9% от общего объема продаж. Ежегодно фирма «ИБМ» тратит на НИОКР более 6 млрд. долларов, из которых 400млн. - на фундаментальные исследования (6,5%). С целью снижения затрат она организует часть исследовательских лабораторий за рубежом (там зарплата меньше). Так, из 27 ее крупных лабораторий 7 находятся в Европе, 1 - в Японии и 19 - в США.

Другим показателем *НАУКОЕМКОСТИ* продукции является отношение количества занятых в науке и разработках фирмы к общей численности занятых в фирме. В табл.5 представлен этот показатель наукоемкости для фирм АТТ и "Сименс".

Таблица 5

Наукоемкость продукции как отношение количества занятых в НИОКР к общему количеству занятых в фирме, %, в 1980-е гг.

Фирма	Наукоемкость
АТТ	24
"Сименс"	11

В1985г. этот показатель в фирме «АТТ» был равен 24%, в фирме «Сименс» - 10,75% (36 тыс. человек из 334 тыс. работающих), в 1989г. - 11%.

От *НАУКОЕМКОСТИ* продукции, выпускаемой фирмой, зависят перспективы фирмы и темпы ее роста. Так, 49 из 100 самых быстро растущих фирм США заняты выпуском радиоэлектронной продукции. Самая крупная из этих 49 фирм - фирма «Компакт Компьютер» - имела объем продаж 3,6 млрд. долларов. Наибольшие среднегодовые темпы роста объемов продаж за три года 209% имела фирма «Синоптик коммьюникэйшн» - бывший филиал фирмы «Ксерокс», занимающаяся оборудованием для локальных вычислительных сетей.

Несмотря на высокую наукоемкость большинства современной продукции, требующую длительного времени на исследования и разработки, обновляемость продукции, а следовательно и жизненный цикл изделий, постоянно сокращается. Это требует от руководства фирм постоянно заниматься исследованиями и разработками, чтобы в любой момент поставить на производство и рынок новую продукцию.

Ученые ФРГ подсчитали, что для того, чтобы выдержать конкуренцию с Японией, надо сократить сроки разработок на 30-50%. Только тогда не будет значительных экономических потерь.

В радиоэлектронной промышленности определили, что увеличение сроков разработки на 6 месяцев для изделий с 5-летним жизненным циклом (ЖЦ) приводит к потере 30% прибыли, а изделий с 3-летним ЖЦ - к потере 50% прибыли. Сокращение сроков разработки электронно-вычислительной техники (ЭВТ) на 6 месяцев иногда увеличивает прибыль в 2 раза. В то же время увеличение в 2 раза затрат на разработку (в срок) изделия с 5-летним ЖЦ сокращает прибыль только на 5%. Это проиллюстрировано на рис.21.

Действительно, сокращая время разработки совершенно нового изделия, которого еще нет на рынке, как минимум на полгода ($T_{ип} \le T_о$ - 0,5 г.), фирма захватывает все 100% объема ($Vр$) рынка и в течение нескольких лет может иметь максимальную прибыль ($П = П_м$), так как другим фирмам приходится создавать что-то более совершенное, на что требуется время и большие деньги.

При $T_{ип} \le (T_о$ - 0,5 г.) $Vр = 100\%$, $П = П_м$.

Если же фирма разрабатывает новое изделие в обычные сроки ($T_о$), то высока вероятность того, что как минимум еще одна фирма

выйдет с аналогичным изделием на рынок. Доля рынка нашей фирмы будет не более 50% и прибыль - не более половины максимальной.

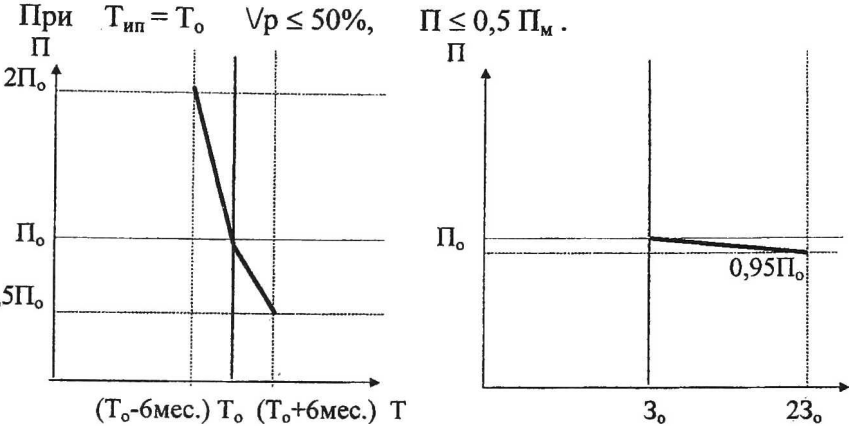


Рис.21. Влияние изменения сроков разработки новых радиоэлектронных изделий Т и увеличения затрат З без изменения сроков разработки на изменение прибыли П

Если же фирма по каким-то причинам увеличивает сроки разработки нового изделия на полгода, то другие фирмы опережают её, захватывают весь рынок этой продукции, и нашей фирме придется нести потери или вкладывать значительно большие средства в разработку более совершенной новой продукции или в покупку фирмы-новатора.

При $T_{ип} \ge (T_o + 0{,}5$ г.) $\forall p \to 0$, $П \to 0$.

Значит, важнее контролировать и ограничивать не затраты на разработки, а их сроки.

9.3. Формы управления новыми разработками

Со времен Второй мировой войны до 1970-х годов существовала в основном централизованная система управления разработками новой продукции. Научными исследованиями и разработками занимались научно-исследовательские центры или институты, подчинявшиеся министерствам и ведомствам, руководству вузов или руководству крупных фирм. От окончания исследований и разработок до производства и сбыта продукции проходило много времени. На рис. 22 представлена централизованная система управления новыми разработками.

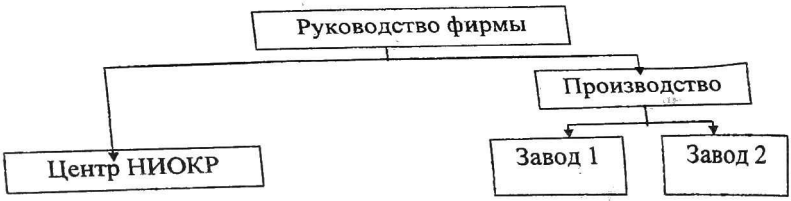


Рис.22. Централизованная форма управления НИОКР

В 70-е годы с целью сокращения длительности инновационного процесса стали формироваться децентрализованные системы управления новыми разработками. Научно-исследовательские и разрабатывающие службы (научно-технические центры, лаборатории) стали создаваться внутри фирм и даже в составе производственных отделений (заводов). Результаты разработок в виде РКД, отчетов, опытных образцов передавались в производство, а результаты производства - в службу сбыта - маркетинга (в то время их приравнивали между собой, хотя сбыт - только часть маркетинга).

Длительность инновационного процесса сократилась, но недостаточно, т.к. и здесь на каждом новом этапе инновационного процесса включались в работу группы новых людей, новых специалистов, которым приходилось много времени тратить на изучение новой продукции, разработку процессов ее изготовления и реализации. Планирование и финансирование новой продукции и выпускаемой продукции осуществляются отдельно. Такая форма организации инновационного процесса осуществляется до сих пор во многих фирмах. На рис.23 представлена такая децентрализованная система управления.

Рис.23. Децентрализованная форма управления НИОКР

В 80-е годы годы бурного развития наукоемких отраслей - передовые фирмы стали переходить к новой системе управления. Появились гибкие структуры инновационного управления с горизонтальными связями между службами НИОКР, производством и службой маркетинга. Взаимосвязи между ними усложнились, что потребовало введения дополнительных процедур согласования их взаимной деятельности и взаимодействия с функциональными подразделениями.

При этом стали использоваться различные смешанные формы инновационного управления.

На высшем уровне управления стали создаваться специализированные подразделения в виде СОВЕТОВ, КОМИТЕТОВ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ И РАЗРАБОТКЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ фирмы (рис.24). Такие комитеты или советы создаются в основном в крупных фирмах, выпускающих наукоемкую продукцию. В состав таких комитетов (советов) входят руководители служб НИОКР, маркетинга, производства, центральных функциональных служб. Один-два штатных работника таких подразделений (секретари) осуществляют функции делопроизводства. Задачей таких комитетов является определение основных направлений инновационной политики и разработка и внесение предложений в Совет директоров для принятия решений. Комитет по планированию осуществляет проведение единой стратегии в области нововведений и подготавливает проекты решений для высшего руководства.

Рис.24. Смешанная форма управления с Комитетом (Советом) по технической политике

В некоторых фирмах для определения целей и направлений технического развития, разработки планов и программ инновационной деятельности, рассмотрения проектов создания новых продуктов, координации инновационной деятельности, наблюдения за ходом разработки новой продукции и ее освоением в производстве в рамках всей фирмы стали создаваться ОТДЕЛЕНИЯ НОВЫХ ПРОДУКТОВ в качестве самостоятельных подразделений (рис.25).

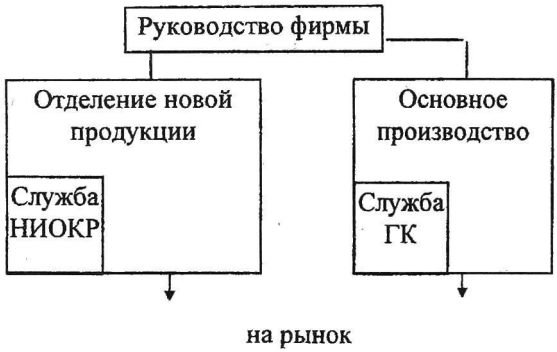


Рис.25. Смешанная форма управления с отделением новой продукции

В некоторых фирмах для координации инновационной деятельности стали создаваться ЦЕНТРАЛЬНЫЕ СЛУЖБЫ РАЗВИТИЯ НОВЫХ ПРОДУКТОВ (рис.26). Они призваны обеспечивать комплексный подход к этой деятельности: разработку единой технической политики, а также координацию и контроль инновационной деятельности, проводимой в различных производственных отделениях (заводах) и других центральных службах.

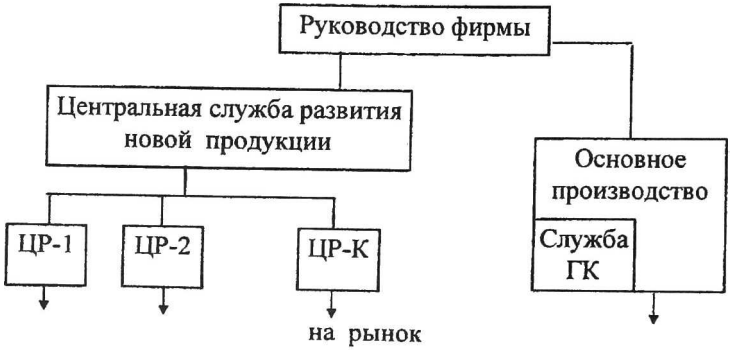


Рис.26. Смешанная форма управления с Центральной службой развития новой продукции

ЦЕНТРЫ РАЗВИТИЯ (ЦР) - это комплексы самостоятельных хозяйственных подразделений по разработке и производству новых видов продукции, не связанных с основной сферой деятельности фирмы. Им устанавливают такие показатели хозяйственной деятельности, которые на этапе освоения новой продукции стимулируют расширение объема продаж (например, минимальная прибыль на начальных этапах вхождения в рынок) и способствуют завоеванию какой-то доли рынка и укреплению на нем. Одновременно осуществляется стимулирование руководства центра и его персонала таким образом, что вознаграждение руководства центра и зарплата его персонала зависят непосредственно от результатов коммерческой деятельности центра. В то же время неудачи, связанные с разработкой, производством и сбытом продукции, не влекут за собой штрафов или иных негативных последствий для работников центра.

На среднем уровне управления для комплексного осуществления инновационного процесса от идеи до серийного производства нового изделия, кроме центров развития, стали создаваться самостоятельные хозяйственные подразделения ПРОЕКТНО-ЦЕЛЕВЫЕ ГРУППЫ (ПЦГ) по проведению научных исследований, разработке и производству новой продукции. Целевые группы подчиняются непосредственно высшему руководству фирмы или могут входить в состав одной из центральных служб маркетинга или службы НИОКР (рис.27).

Рис. 29. Смешанная система управления с использованием проектно-целевых групп

Руководителем такой группы обычно ставят автора идеи или изобретения, для реализации которых создается эта группа. Такие группы (подразделения) могут создаваться на постоянной или временной основе сроком на 2...3 и более лет. Они способствуют более эффективной организации творческого процесса, разработке продукции, освоению ее в производстве и доведению до рынка.

Проектно-целевые группы действуют совершенно самостоятельно, не согласовывают своих действий с другими подразделениями фирмы, имеют собственные системы мотивации и подчиняются только высшему управлению фирмы при решении вопросов рентабельности и финансирования нововведений. Вначале обычно создаются небольшие группы в составе 10...15 человек (например «ИБМ», «Сони», «Мацусита»).

По мере расширения объема работ они преобразуются в самостоятельные научно-производственные комплексы по разработке и производству новой продукции с численностью до 400 человек. Так у фирмы «ИБМ» имеется 11 подразделений - комплексов такого типа, которые сами выбирают стратегию разработки, маркетинга и производства без согласования с высшим руководством. Кроме них в этой фирме создаются временные научно-технические группы по разработке новой продукции.

Более важную роль, чем раньше, стали играть СЛУЖБЫ НИОКР, входящие в состав производственных отделений. Они стали заниматься не только поиском и разработкой новых перспективных идей, но и обеспечением быстрого освоения новых изделий в производстве и их сбыта. В связи с этим они стали более заинтересованы в создании научно-технического задела для следующих поколений продукции.

Для эффективного выполнения нового большого объема обязанностей они стали чаще приглашать для консультаций технологов и других работников производства, сами стали больше вникать в производство вплоть до временного взаимного обмена работниками разных служб. Увеличившийся объем работ потребовал и увеличения финансирования службы НИОКР до 10% объема продаж соответствующего производственного отделения.

В табл.6 представлены достоинства и недостатки всех трех форм управления инновационным процессом (ИП).

В табл.6 ДИЦ – длительность инновационного цикла, т.е. длительность разработки продукции до выхода её на рынок.

Таблица 6

Формы управления ИП	Достоинства	Недостатки
Централизованная	Высокая степень новизны благодаря концентрации ресурсов	Большая ДИЦ из-за отрыва от производства
Децентрализованная	Малая ДИЦ	Малая степень новизны из-за отрыва от фундаментальной науки
Смешанные формы	Малая ДИЦ	Некоторая сложность взаимосвязей субъектов ИП

Очевидно, наиболее эффективными формами управления инновационными процессами являются смешанные формы.

9.4. Основные методы организации инновационного процесса

Инновационный процесс может быть организован одним из трех способов.

Последовательная организация инновационного процесса (рис.28)

Этот традиционный метод организации работ характеризуется тем, что этапы инновационного процесса осуществляются последовательно в различных функциональных подразделениях фирмы. После каждого этапа руководство решает: продолжать работы и их финансирование дальше или прекратить. При положительном решении результаты работы передаются в следующие подразделения и так далее.

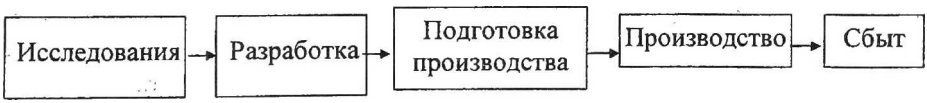


Рис.28. Модель последовательной организации инновационного процесса

Последовательный метод выполнения работ обладает двумя существенными достоинствами. Во-первых, уменьшается финансовый риск, связанный с инновационным процессом. Очевидно, целесообразнее всего отсеивать отобранные идеи на этапе научно-исследовательских работ, когда затраты невелики.

Второе достоинство последовательного метода заключается в простоте планирования и простоте контроля хода работ.

Основным недостатком последовательной организации работ является большая длительность цикла создания нововведения от начала исследований и разработки идеи до ее реализации (коммерциализации), т.е. доведения до рынка, до покупателя. Большая длительность обусловлена тем, что на каждом новом этапе инновационного процесса работа (после оценки руководством фирмы предыдущего этапа и принятия решения о продолжении работы) передается новым группам исполнителей, которым требуется время для ознакомления с результатами работы предыдущего этапа.

Параллельно - последовательная организация работ (рис.29)

Рис.29. Модель параллельно-последовательной организации инновационного процесса

При параллельно-последовательной организации работ последующий этап работ начинается не после завершения предыдущего этапа, оценки его результатов и принятия решения о продолжении работ на следующем этапе, а после первой или второй стадии предыдущего этапа работы. Например, можно начать конструкторскую разработку после первой стадии НИР или в середине второй стадии, когда большая часть теоретических исследований выполнена. Здесь окончательная оценка предыдущего этапа выполняется после его завершения, когда уже израсходована часть сил и средств на работы следующего этапа. Отсюда, при отрицательной оценке работ предыдущего этапа и принятии руководством решения о прекращении работ, будут напрасно израсходованы средства, затраченные не только на предыдущие этапы, но и затраты на уже выполненную часть работ последующего этапа.

Вроде бы этот недостаток серьезный, т.к. удорожает стоимость работ, но и выигрыш может получиться существенным за счет сокращения длительности цикла инновационного процесса. При длительном цикле фирма могла бы опоздать с выдачей на рынок нового изделия, конкуренты могли бы выйти на рынок с аналогичным изделием раньше и занять перспективную нишу. Более короткая длительность цикла инновационного процесса позволит фирме выйти на рынок раньше и опередить конкурентов. Затраты на разработку в этом случае выше, но они с лихвой покроются более ранним по сравнению с конкурентами выходом на рынок с новой продукцией и занятием соответствующей рыночной ниши.

Интегральная организация работ (рис.30)

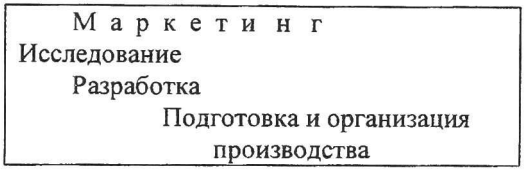


Рис.30. Модель интегральной организации инновационного процесса

При интегральной организации работ совмещаются во времени все виды работ инновационного процесса, связанные с созданием новой продукции. Это обеспечивается созданием смешанной комплексной бригады, в которую включаются все необходимые специалисты: исследователи, разработчики, технологи, специалисты по маркетингу, организации производства и послепродажного обслуживания. В состав бригады включаются и руководители соответствующих подразделений. Бригада оформляется в виде большого самостоятельного временного подразделения, в котором выполняются все работы инновационного процесса в комплексе. Тем самым обеспечивается еще большее сокращение длительности инновационного процесса от формулирования, оценки и выбора идеи до ее реализации в готовой продукции - нововведении. Включение в единый интегральный инновационный процесс различных специалистов позволяет создать атмосферу творчества, постоянного притока новых идей, что повышает эффективность работы и вероятность создания действительно нового, технологичного и нужного потребителям изделия.

Однако вхождение в состав временной комплексной бригады (а фактически - самостоятельного комплексного подразделения или

отделения) не только разных специалистов, но и руководителей нескольких подразделений, занимающихся выполнением различных работ (этапов) инновационного процесса, усложняет организацию совместных работ, особенно принятие управленческих решений по различным вопросам. Для сведения этого недостатка к минимуму необходимы разработка и принятие специальных процедур по организации, выполнению и контролю хода совместных работ, новое определение ролей и функций всех участников инновационного процесса.

В табл.7 представлены основные достоинства и недостатки указанных методов организации работ.

Таблица 7

Методы организации работ ИП	Достоинства	Недостатки
Последовательная организация работ	Простота, минимальный риск потери (и только части) вложенных средств	Большая ДИЦ
Параллельно-последовательная организация работ	Малая ДИЦ	Большой риск потери части вложенных средств
Интегральная организация работ	Минимальная ДИЦ	Сложность взаимоотношений

9.5. Основные структуры управления, используемые в службах НИОКР

В подразделениях НИОКР занято большое количество высококвалифицированных, талантливых специалистов. Тематика их работ часто меняется, т.к. многие идеи, над которыми работают исследователи, отмирают, вместо них появляются новые идеи, из которых многие опять оказываются тупиковыми. Часто меняется тематика исследований. Все это приводит к тому, что вопросы организационной структуры службы НИОКР, структуры ее управления являются очень важными.

Руководство каждой фирмы создает свою организационную структуру, исходя из тематики исследований, численности службы и задач, ставящихся перед нею. При этом грамотные руководители стремятся уменьшить количество уровней управления, сделать структуру управления более плоской, чтобы снизить расходы на управление и приблизить принятие к уровню исполнителей. Посто-

янно меняющиеся тематика исследований и задачи требуют создания более простой и гибкой структуры управления службы НИОКР, чтобы была возможность осуществления быстрого реагирования на требования и решение новых задач.

В мелких фирмах специальная структура не создается. Там просто организуется небольшое подразделение из нескольких исследователей и инженеров-разработчиков (конструкторов), подчиняющихся руководителю этого подразделения, который одновременно является и руководителем службы. В крупных фирмах, как мы уже видели, могут создаваться много научных и разрабатывающих подразделений с разными уровнями подчинения и самостоятельности, т.е. очень сложные структуры. Из их большого разнообразия можно выделить шесть основных организационных структур:

- отраслевая структура - организована по отраслям (направлениям) науки (и техники);
- продуктовая структура - организована по продуктовому принципу;
- проектная структура - организована по проектам;
- структура, организованная по стадиям НИОКР;
- матричная структура управления;
- комбинированные структуры.

Отраслевая структура

При такой структуре служба НИОКР состоит из отделов или лабораторий, каждая из которых занимается определенной узкой тематикой и включает в себя специалистов только этой области. Они проводят все исследования сами от начала до конца, не привлекая специалистов из других подразделений. В такой структуре все специалисты, занимаясь в одной узкой области знаний, быстро совершенствуют свою квалификацию в этой области знаний, становятся высококлассными специалистами, могут подменять друг друга. Здесь хорошая творческая атмосфера, очень продуктивно используется специальная аппаратура (почти постоянно в работе, без простоев). Например, отделы, занимающиеся исследованиями КВ диапазона, УКВ диапазона и т.д.

Но такая структура приемлема в основном только при теоретических научных исследованиях и в некоторой части прикладных научных исследований. Если задачи работы выходят за пределы данной отрасли (направления), приходится подключать к работе специалистов из других подразделений, других научных направле-

ний. Это не способствует творческой работе и может привести к разногласиям, т.к. специалисты других направлений тоже привыкли к свободной творческой работе и будут без особого желания работать «на дядю». Отсюда в чистом виде эта структура применяется только в подразделениях, занимающихся в основном фундаментальными исследованиями.

ПРОДУКТОВАЯ СТРУКТУРА (рис.31)

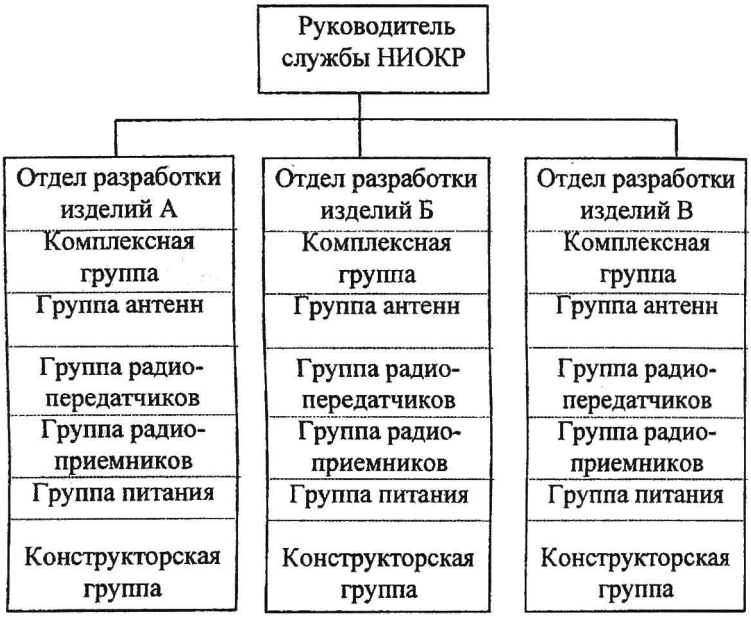


Рис. 31. Примерная продуктовая структура управления НИОКР

При такой структуре подразделения создаются с учетом ориентации на конечный продукт производства. Каждое подразделение занимается разработкой одного вида продукции и имеет у себя всех специалистов для разработки этого изделия. Достоинством является то, что работники этого подразделения, занимаясь одним видом продукции, могут иметь возможность находиться ближе к потребителям, знать их пожелания и запросы и учитывать в будущих разработках или при совершенствовании существующей.

Недостатком этой структуры является то, что в таком подразделении должны работать самые различные специалисты, разных направлений (отраслей) знаний, разного профиля. Например, при разработке радиостанции в таком подразделении должны быть спе-

циалисты по антенным, передающим, приемным, шифрующим устройствам и т.д. Специалистов каждого профиля в подразделении не может быть много, обычно один специалист каждого профиля. Эти специалисты, находясь в отрыве от своих коллег по специальности, отстают от них в знаниях новейших достижений науки и техники в своей области знаний и в дальнейшем уже не могут создавать соответствующие части изделий на передовом уровне.

Проектная структура

Проектная структура управления рассматривалась нами в первой части пособия. Она похожа на продуктовую. Но здесь формируются комплексы структурных подразделений под определенные проекты (направления). Это позволяет концентрировать силы и средства на важных проектах. Однако возникают сложности с перераспределением ресурсов (в том числе и трудовых) при неравномерной загрузке комплексов подразделений, работающих над разными проектами.

Структура, образованная по стадиям НИОКР

Эта структура образуется в соответствии с этапами инновационного процесса. Здесь формируются самостоятельные подразделения фундаментальных исследований, подразделения прикладных исследований, разрабатывающие подразделения и проектные подразделения. Достоинство - концентрация коллег соответствующего профиля в отдельных подразделениях, что позволяет им творчески развиваться и повышать свою квалификацию при общении с коллегами. Главный недостаток - последовательная организация инновационного процесса, сопровождающаяся слабыми связями между исполнителями разных этапов и большой длительностью инновационного процесса. Такая структура управления приведена на рис. 32.

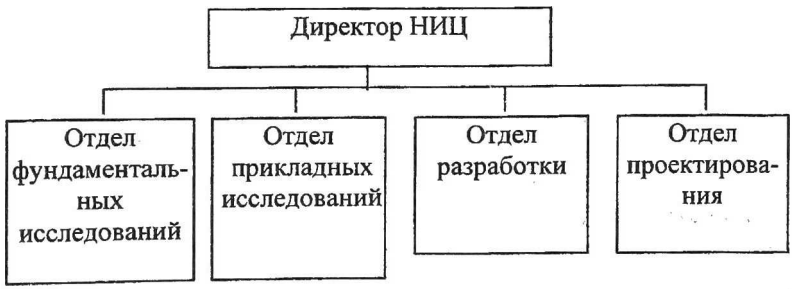


Рис.32. Структура управления по стадиям НИОКР

МАТРИЧНАЯ СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ (рис.33)

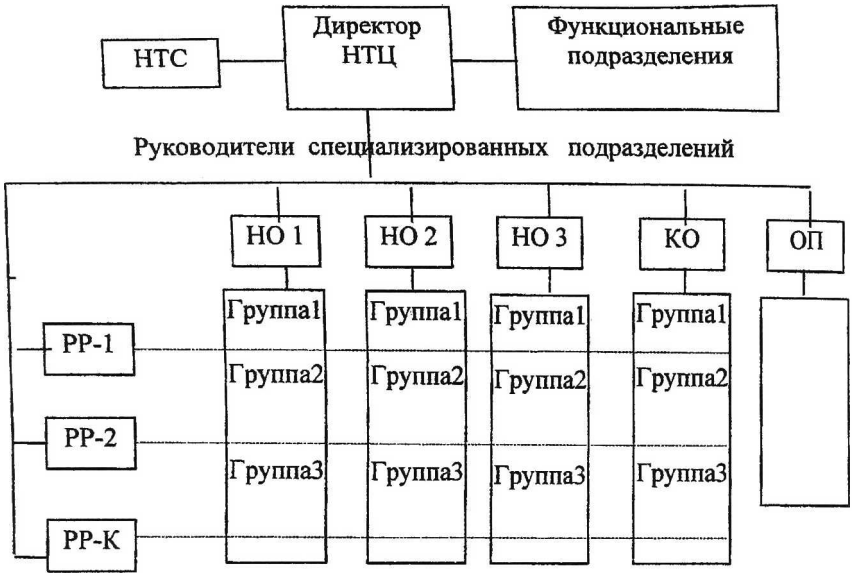


Рис. 33. Матричная структура управления НИОКР:
НТС - научно-технический совет, НО - научный отдел,
КО - конструкторский отдел, ОП - опытное производство

Матричная структура управления рассматривалась нами в первой части пособия. Она является наиболее распространенной структурой в крупных научно-исследовательских и разрабатывающих центрах, институтах, лабораториях.

Матричная структура представляет собою комбинацию отраслевой и проектной структур. Здесь имеются комплексные подразделения, в которых работают руководители проектов (работ) (РП или РР) или главные конструкторы (ГК), а также полный набор специализированных подразделений, в каждом из которых разрабатываются соответствующие части различных крупных изделий.

Например, в составе службы НИОКР (или НТЦ – научно-технического центра) имеются отделы: главного конструктора по разработке радиорелейных линий, главного конструктора по разработке связных радиостанций и др. Кроме этого, должны быть отделы по разработке антенных, фидерных, радиопередающих, радио-

приемных устройств, источников питания, а также конструкторский отдел, опытное производство, административные и вспомогательные отделы.

В отделах главного конструктора, которые обычно называются комплексными или тематическими отделами, разрабатываются техническое задание на всю работу, частные технические задания (ЧТЗ) на составные части изделия, структурная и функциональная схемы изделия. Здесь же определяются техническая политика разработки изделия или всего направления, идеология составления принципиальных электрических схем, перечни-ограничители материалов и комплектующих. В дальнейшем здесь состыковываются все составные части изделия, поступающие из специализированных отделов, в единый комплекс, который затем настраивается и испытывается.

В специализированных отделах по различным ЧТЗ, полученным от главных конструкторов изделий (руководителей проектов - РП), разрабатываются соответствующие составные части изделий. Таким образом, каждый специализированный отдел участвует одновременно в разработке нескольких изделий. Для этого в каждом отделе назначаются руководители групп или ответственные исполнители по каждому изделию. Они находятся в административном (линейном) подчинении у своего начальника отдела и в функциональном подчинении у руководителя той работы (проекта), часть которой выполняют. Взаимоотношения усложняются. Но здесь отсутствуют недостатки ранее рассмотренных структур.

Для нормального функционирования такой структуры управления и устранения недостатков, связанных с двойным подчинением и усложнением взаимоотношений, необходимо выполнить специальные организационные мероприятия. Эти мероприятия заключаются в разработке специальных документов (инструкций, положений), которые определяют порядок взаимоотношений при выполнении различных работ.

Во-первых, приказом или распоряжением соответствующего руководителя центра или фирмы определяется официальное открытие темы или заказа с определенного числа, начиная с которого списывают затраты на эту тему. Этим же приказом (распоряжением) назначается руководитель работы или проекта и его заместители по отдельным составным частям или подсистемам изделия, а также все структурные подразделения, которые будут принимать участие в этой работе. Здесь же указываются ответственные исполнители по каждой

составной части изделия, сроки исполнения всех работ, их объемы, чем они заканчиваются, куда передаются и т.д.

Во-вторых, в каждом подразделении выделяются ответственные исполнители или руководители групп, за которыми закрепляется определенный объем работ по данной теме.

В-третьих, для четкого распределения функций и ответственности между линейными руководителями (начальниками отделов) и руководителями проектов (РП) разрабатываются соответствующие стандарты предприятия (СТП), например, положение о руководителе проекта (работы). В зарубежных фирмах это называется разработкой правил и процедур.

В-четвертых, подробно описываются все организационные связи с указанием, кто и в какой степени участвует в работах и как они организуются. Для этого составляются соответствующие СТП, например, Положение о выполнении НИР и ОКР и др.

Структуры управления для интегральной организации ИП

На рис.34 представлена примерная структура комплексной бригады, которая является основой для интегральной организации инновационного процесса в службе НИОКР [6].

Рис.34. Состав комплексной бригады при интегральной организации работ

Исследователи участвуют на начальном этапе инновационного процесса. Они могут быть инициаторами создания новых изделий, а могут выполнять работу и по заданию руководства фирмы. Они

должны найти новые подходы к созданию новых изделий. В своей работе исследователи совершенно свободны, их творчество ничем не ограничивается. Тогда как другие участники процесса работают в условиях многих ограничений, например, по затратам, срокам и качеству. Отсюда не все идеи и предложения исследователей находят воплощение в разработанном новом изделии. Это может вызвать непонимание, обиды и нарекания с их стороны, поэтому желательно ограничить участие исследователей только начальными этапами инновационного процесса. На практике осуществить это бывает довольно сложно, поэтому желательно с самого начала четко определить их роли и функции и записать их в соответствующих документах (например, в положении о бригаде или в положении о порядке выполнения работ в бригаде).

В состав комплексной бригады входят *руководители* из исследовательских, разрабатывающих, технологических и маркетинговых подразделений, административный персонал, основные специалисты - исполнители и спонсор - организатор бригады. Рассмотрим кратко их функции и взаимодействие.

Разработчики занимаются превращением технических идей и предложений в рабочую конструкторскую документацию и реальную продукцию, поэтому их роль в инновационном процессе самая важная. Для успешного выполнения своей задачи они должны наладить тесное творческое сотрудничество с исследователями и экспертами-консультантами. Это не всегда сразу удается и может возникать недопонимание и обиды. Разработчики могут завидовать свободе и более творческому характеру работы исследователей, а исследователи могут быть недовольны тем, что не все их идеи и предложения принимаются разработчиками к реализации в продукции. Они могут считать, что если бы они занимались разработкой, то сделали бы иначе и все свои идеи и предложения воплотили в продукции. Возникающие недовольства и возможные конфликты отрицательно сказываются на ходе инновационного процесса.

Руководство должно принимать меры для сглаживания противоречий между исследователями и разработчиками. Для этого разработчики могут привлекаться к участию в исследованиях, а исследователи - к участию в разработках. В число исследователей желательно включать людей, пользующихся авторитетом у разработчиков, например, бывших разработчиков. Успеху способствует

более тесное совместное общение тех и других, а также разработчиков и экспертов-консультантов.

Эксперты-консультанты являются штатными специалистами фирмы по организации производства (технологи и организаторы), маркетингу, финансам, торговле и другим вопросам. Они временно прикомандировываются к комплексной бригаде из своих подразделений и работают совместно с другими участниками инновационного процесса. Их участие необходимо, т.к. без этого разработчики не смогли бы учесть все требования эффективной организации производственного процесса, требования покупателей и потребителей к продукции по эксплуатационным, экономическим и эстетическим показателям и т.д.

Организатор (по-английски - спонсор) играет ведущую роль в организации взаимодействия между руководством фирмы и комплексной бригадой. Он вовлекает в инновационный процесс руководителей подразделений, участвующих в этом процессе, защищает комплексную бригаду и инновационный проект от нападок со стороны силой своего авторитета. Он обеспечивает соответствие инновационного проекта общей политике фирмы. Он обеспечивает членам комплексной бригады поддержку при возникновении конфликтов.

Руководители, входящие в состав комплексной бригады, осуществляют непосредственное управление инновационным процессом, каждый в пределах своих функций и полномочий. Они назначаются вышестоящим руководством из числа высококвалифицированных специалистов, обладающих организаторскими способностями. Эти руководители несут ответственность за организацию работ в комплексной бригаде, определение задач и контроль за ходом выполнения проекта. Они руководят созданием нового изделия, анализируют деятельность фирм-конкурентов, учитывают потенциальные нужды потребителей и последние достижения науки и техники, чтобы своевременно вносить изменения, необходимые для успешного завершения проекта. Они обеспечивают взаимодействие членов комплексной бригады с другими подразделениями фирмы, внешними организациями, а также привлекают потенциальных потребителей к участию в исследованиях и разработках новых изделий.

Административный персонал в основном занимается выполнением функций планирования, контроля хода работ и других административных функций.

Комбинированные структуры управления

Их используют крупные фирмы, имеющие крупные научно-исследовательские центры и лаборатории. При разработке и производстве многих видов разной продукции комбинации различных структур управления могут быть оправданы.

В табл. 8 представлены достоинства и недостатки указанных структур управления.

Таблица 8

Структуры управления	Достоинства	Недостатки
Отраслевая (по специальностям)	Взаимозаменяемость, углубление знаний и рост квалификации	Мелкотемье, отрыв от конкретных потребителей
Продуктовая	Хорошее знание и учет запросов потребителей	Снижение квалификации узких специалистов
Проектная	Концентрация сил и средств	Трудности с перераспределением ресурсов
По стадиям НИОКР	Возможности творческого развития	Большая ДИЦ
Матричная	Возможность перераспределения ресурсов	Сложность взаимосвязей и отношений
Структура для интегральной организации работ	Минимальная ДИЦ	Сложность взаимоотношений
Комбинированные	В соответствии с комбинациями	В соответствии с комбинациями

Контрольные вопросы и задачи

1. Каковы основные формы инновационного менеджмента?

Какие органы и подразделения создаются на высшем уровне фирмы при смешанной форме инновационного менеджмента для планирования и разработки научно-технической политики?

Какие органы и подразделения создаются на среднем уровне?

2. Каковы основные методы организации инновационного процесса?

Что представляет собой последовательная организация работ?

Что представляет собой параллельно-последовательная организация работ?

Что представляет собой интегральная организация работ?

3. Создание и использование временных трудовых коллективов.

Для чего они создаются?

Как стимулируются специалисты со стороны?

Почему это выгодно фирме?

Много ли свободных высококвалифицированных специалистов работают во временных коллективах в США?

Много ли фирм в США занимается поставкой временных высококвалифицированных специалистов?

4. Каковы основные структуры управления в службах НИОКР?

Что такое отраслевая структура управления? Где используется?

Что такое продуктовая структура управления?

Что такое проектная структура управления?

Что такое структура управления по стадиям НИОКР?

Что такое матричная структура управления? Что должно быть сделано, чтобы она нормально функционировала?

Что такое комбинированные структуры управления?

Решить задачу

Задача.

Определить, на сколько сократится продолжительность разработки нового изделия при параллельно-последовательной организации инновационного процесса по сравнению с последовательной организацией при следующих условиях: продолжительность НИР = 12 месяцев; продолжительность ОКР = 18 месяцев; продолжительность испытаний = 6 месяцев; продолжительность подготовки производства = 6 месяцев; ОКР начали после того, как получили положительные результаты НИР (через 8 месяцев); испытания начали после изготовления 1-го образца (через 12 месяцев после начала ОКР); подготовку производства начали сразу после окончания ОКР, не дожидаясь результатов испытаний.

10. ОРГАНИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА

10.1. Организация научных исследований

Все научные исследования подразделяются на следующие виды:

• теоретические (фундаментальные и поисковые), направленные на углубление научных знаний, поиск новых явлений и закономерностей. Они обычно выполняются академическими НИИ, вузами, исследовательскими центрами и лабораториями крупных передовых фирм (Мацусита, Дженерал-электрик и др.).

• прикладные, направленные на изыскание возможностей создания новых изделий. Они выполняются в основном отраслевыми НИИ, научными центрами и лабораториями крупных фирм.

• текущие (или технические), предназначенные для разрешения повседневных производственных нужд. Выполняются научными подразделениями фирм.

Прикладные НИР могут основываться на результатах теоретических НИР, для исследования возможности воплощения этих результатов в реальные новые материалы и изделия, но могут основываться и на новых идеях, выработанных и оцененных специалистами и руководителями. Характер и содержание НИР обширны и разнообразны: здесь и принципы создания новых изделий и конструкций, и исследования и разработка новых технологий, новых материалов, новых методов организации и совершенствования производства, труда и управления. Для лучшей организации и планирования НИР (а также поэтапного финансирования) все они выполняются по определенным стадиям:

1. На подготовительной стадии (или «Выбор направления») разрабатываются техническое задание (ТЗ) и методика выполнения темы (НИР). Здесь же осуществляются изучение и анализ литературы (нашей и мировой) по данной теме.

В отчете по подготовительной стадии (он составляется, если НИР выполняется около года или больше и если этого требует Заказчик) даются обзор литературы, ее анализ, анализ ТЗ, описание выбранных направлений и методов исследований, их обоснование, технико-экономическое обоснование темы (ТЭО).

2. На основной стадии выполняются теоретические и экспериментальные исследования, проверяются выдвинутые технические идеи. Здесь большое значение имеют выбор методики выполнения

НИР, способов расчета, моделирования, выполнения экспериментальных исследований, т.к. все это влияет на сроки, качество и стоимость НИР.

Исследования обычно начинаются с расчленения поставленной задачи на ряд частных задач, разработки и выдачи частных технических заданий (ЧТЗ) другим подразделениям-соисполнителям. Это осуществляет Руководитель работы (РР) или его заместитель (ЗРР), которые назначаются приказом Генерального директора фирмы или директора по маркетингу (или новой технике). Затем выдаются задания (индивидуальные или групповые) исполнителям каждой лаборатории и отдела.

Например, если речь идет о НИР «Исследование возможности создания самолетной радиостанции КВ диапазона с пропускной способностью 1200 бод», то необходимо участие в этой НИР и антенного отдела, и отдела радиопередатчиков, и отдела радиоприемников, и отдела возбудителей и синтезаторов (самой сложной части радиопередатчика), и отдела вторичных источников питания.

Необходимо отметить, что независимо от того, кто выполняет НИР - самостоятельное НИИ или ОКБ или исследовательское подразделение фирмы, - в любом из них для обеспечения исследований по разработке соответствующих профилю фирмы изделий должны быть соответствующие структурные подразделения (отделы или лаборатории). Сюда относятся комплексные отделы (отвечающие за исследования по всему изделию или системе в целом) и специализированные (отвечающие за исследования и разработку отдельных специфических составных частей изделия). Например, отделы антенных, радиопередающих, радиоприемных, индикаторных, регистрирующих, высокочастотных узлов и устройств, вторичных источников питания и др.

Теоретические расчеты обычно надо проверить и подтвердить экспериментальным путем или путем имитационного моделирования. В первом случае изготовляются макеты соответствующих узлов или устройств в макетных мастерских или в опытном производстве (предприятии), которые затем исследуются и испытываются. Во втором случае - имитационное моделирование осуществляется обычно на ЭВМ.

Отчет по основной стадии НИР защищается на научно-техническом совете (НТС) фирмы в присутствии Заказчика и утвер-

ждается первым руководителем фирмы или директором по маркетингу (или новой технике).

3. На заключительной стадии осуществляется обобщение результатов исследований. Делаются окончательные выводы о возможности и целесообразности разработки новых изделий. Готовятся проекты ТЗ на ОКР по разработке рабочей конструкторской документации (РКД) новых изделий.

В конце этой стадии составляется итоговый отчет по НИР – не отчет по заключительной стадии, а итоговый отчет по всей работе. В итоговом отчете, кроме вышеуказанного, должны быть: краткие результаты предыдущих стадий, материалы по технико-экономическим и маркетинговым исследованиям, определению предполагаемой экономической эффективности разработки, предполагаемому объему выпуска новых изделий.

Результаты НИР обсуждаются на НТС, утверждаются руководством фирмы и предъявляются Заказчику. Заказчик может потребовать представления протоколов испытаний макетов или имитационного моделирования, подтверждающих теоретические выводы. НИР считается законченной после утверждения Акта о ее приемке Заказчиком.

10.2. Организация разработки новой продукции

Работы по разработке новой продукции называются экспериментально-конструкторскими или опытно-конструкторскими. В нашей стране исторически прижилось и оформилось в виде государственных стандартов (ГОСТов) название "Опытно-конструкторская разработка" (ОКР). Применяется и термин "Конструкторская подготовка производства" (КПП).

Стадии и содержание ОКР

Целью ОКР является создание новой или модифицированной конструкции изделия с новыми тактико-техническими, эксплуатационно-экономическими и производственными характеристиками. Она может выполняться по результатам рекомендаций НИР или как составная часть комплекса проектно-конструкторских работ.

Организация опытно-конструкторских работ в нашей стране базируется на Единой системе конструкторской документации (ЕСКД). ЕСКД представляет собой комплекс государственных стандартов (ГОСТов), устанавливающих взаимоувязанные правила и положения

о порядке разработки, оформления и обращения конструкторской документации. Аналогичные государственные стандарты есть во всех передовых странах как основные базовые требования к конструкторской документации при разработке новой продукции.

В соответствии с ГОСТ 2.103-68 «Стадии разработки» ОКР (или КПП) может состоять из следующих стадий:

- техническое задание (ТЗ),
- техническое предложение (ПТ) или аванпроект,
- эскизный проект (ЭП),
- технический проект (ТП),
- разработка рабочей конструкторской документации (РКД) и изготовление опытных образцов (стадия рабочего проектирования РП или стадия РКД).

Стадии могут подразделяться на этапы работ, состоящие из отдельных их видов. Продолжением ОКР является работа по авторскому надзору за изделиями, находящимися в процессе производства и эксплуатации.

Стадия «ТЗ» чаще всего выполняется самим разработчиком, но может выполняться и Заказчиком, если у Заказчика есть высококвалифицированные специалисты в данной области знаний. Техническое задание составляется с учетом обзора предыдущих работ в этой области.

Техническое задание (ТЗ) должно состоять из следующих разделов:

- основное назначение изделия и область его применения,
- тактико-технические (или технические) характеристики изделия,
- показатели качества,
- технико-экономические требования, предъявляемые к изделию,
- специальные требования к изделию,
- требования к упаковке и условиям хранения.

В ТЗ могут вводиться при необходимости и другие разделы.

При составлении ТЗ используются достижения отечественной и зарубежной науки и техники. Для этого разработчики изучают изобретения и патенты, результаты НИР и ОКР отечественных и зарубежных стран. Можно для этого использовать различные информационные системы, например «Патент», «Интернет» и др. Для

сокращения сроков разработки отдельных устройств или решения отдельных проблем в случае необходимости даются предложения о приобретении лицензий на право использования того или иного устройства или технического решения.

В ТЗ на основе предварительных заявок потребителей, которые собираются обычно при выполнении НИР или маркетинговых исследований, определяется будущий объем выпуска изделия. Устанавливается также высокий предварительный уровень стандартизации и унификации, который упрощает процесс освоения серийного выпуска изделий, сокращает расход материалов, уменьшает трудоемкость изготовления изделия, упрощает его эксплуатацию и сокращает затраты на его ремонт.

В разработке ТЗ участвуют один из тематических (комплексных) отделов и специализированные отделы предприятия-разработчика (или Службы исследований и разработок фирмы). ТЗ согласовывается с основными потребителями и основным Заказчиком и утверждается вышестоящим руководством или одним из руководителей фирмы. На основе утвержденного ТЗ и подписанного договора на выполнение ОКР выпускается приказ по предприятию об открытии заказа или темы с такого-то числа. И только с этого числа можно списывать затраты на эту тему (если иное не оговорено договором с заказчиком).

На стадии ТЗ формируется в основном концепция будущего изделия. Всегда ли нужна стадия ТЗ? Не всегда. Если ОКР выполняется на основе результатов хорошо выполненной НИР, то проект ТЗ уже имеется - он разрабатывается на последней стадии НИР. Остается только его согласовать с основными потребителями и Заказчиком, внести необходимые коррективы и утвердить. Утвержденное ТЗ является базой для разработки технического предложения (ТП).

Стадия «*Техническое предложение*» (ТП) согласно ГОСТ 2.118-73 - это комплекс работ по предварительной конструкторской проработке и анализу различных вариантов построения изделия, направленных на уточнение требований к изделию и выявлению дополнительных требований, которые не могли быть выполнены на стадии «ТЗ». Отсюда видно, что эта стадия тоже не всегда нужна.

Эта стадия не нужна, если ТЗ было глубоко проработано и обосновано или была выполнена предварительно экспериментальная НИР с макетом изделия. Но эта стадия обязательно нужна, если потребовалось разместить изделие на новые объекты (самолеты, вертолеты, ракеты, корабли, машины и т.д.) или возникли новые требова-

ния к изделию, реализация которых требует предварительной проработки различных вариантов конструктивного построения изделия.

На этой стадии осуществляется подбор и изучение соответствующего информационного материала, выполняются предварительные расчетно-поисковые работы и сравнительные оценки. В зависимости от объекта размещения определяются предварительно конфигурация и габариты изделия. При необходимости могут проводиться экспериментальные работы для подтверждения выполнимости отдельных новых технических решений. Стадия должна подтвердить возможность выполнения требований ТЗ в заданных условиях.

Заканчивается стадия составлением пояснительной записки (ПЗ). ПЗ должна содержать все предварительные расчеты и сравнительные документы, предварительные данные об уровне стандартизации и унификации, предполагаемый объем производства изделия, дополнительные требования к нему и перечень работ, которые необходимо выполнить на следующих стадиях разработки изделия. К ПЗ прилагаются копии ТЗ, чертежи общего вида (варианты) и ведомость технического предложения, в которой отражаются все разработанные конструкторские документы.

Всей технической документации, разработанной на этой стадии, присваивается литера «П». На этой стадии обычно проводится конкурс на лучшее предложение и выбор лучшего варианта, чтобы отдать заказ тому разработчику, который выполнит его лучше и быстрее (иногда и дешевле).

Результаты стадии согласовываются с Заказчиком, защищаются на научно-техническом Совете (НТС) предприятия и утверждаются в установленном порядке. Положительное утвержденное решение НТС является основанием для разработки эскизного (или сразу технического) проекта.

Стадия «*Эскизный проект*» («ЭП») - это комплекс работ, при выполнении которых в принципе решается вопрос о возможности создания нового изделия с заданными тактико-техническими характеристиками (ТТХ), выявляются варианты возможных решений, их особенности, проводится их конструкторская проработка с целью сопоставления вариантов.

На стадии «Эскизный проект» в соответствии с ГОСТ 2.119-73 принимают участие тематический (комплексный) отдел, специализированные отделы и опытное производство (предприятие). Тематический отдел осуществляет разработку всей идеологии по создаваемо-

му изделию, техническую политику и координацию всех работ. Он разрабатывает принципы работы изделия, структурные и функциональные схемы, частные технические задания (ЧТЗ) на отдельные составные части изделия, определяет идеологию составления принципиальных электрических и кинематических схем. Он же составляет технические перечни (например, перечни-ограничители применяемых материалов и покупных комплектующих изделий). Он также проводит согласование с головным потребителем габаритных, стыковочных и других параметров (например, с разработчиком самолета, вертолета, ракеты или корабля надо согласовать конфигурацию, габариты изделия, питающие напряжения, потребляемую мощность, схему разводки и крепления высокочастотных волноводов, размещение и крепление всех блоков изделия, типы стыковочных разъемов и т.д.).

Специализированные отделы занимаются проработкой вопросов создания соответствующих составных частей изделия: антенно-фидерных, передающих, приемных, индикаторных, регистрирующих устройств, вторичных источников питания, устройств управления и других составных частей изделия. Они же участвуют, при необходимости, совместно с тематическим отделом в решении вопросов сопряжения изделия с другими изделиями, которые установлены или будут устанавливаться на общий объект.

Как уже отмечалось, при эскизном проектировании прорабатывается несколько вариантов построения изделия. Сравнительную оценку вариантов проводят по показателям качества изделия: надежности, стандартизации и унификации, технологичности, экономичности, эстетичности и т.д.

Очень важно при проведении сравнительного анализа установить уровень потребительских качеств разрабатываемого изделия. Оценку потребительских качеств принятого варианта обычно проводят путем расчета интегрального показателя потребительских качеств изделия - коэффициента потребительских качеств Кпк простым балловым методом или методом взвешенных оценок по основным тактико-техническим параметрам изделия B_K. Указанные параметры должны быть записаны в ТЗ на разработку изделия и иметь количественную оценку.

Расчет Кпк простым методом осуществляется следующим образом. Логическим путем устанавливается степень значимости абсолютных значений сравниваемых параметров B_K. Затем абсолютные

значения параметров нормируются, то есть переводятся в относительные значения. Более высокий уровень параметра оценивается единицей, если выбрана шкала нормирования от 0 до 1. (Можно выбрать шкалу нормирования от 0 до 10 или от 0 до 100, или другую, удобную для исполнителя). Более низкий уровень параметра рассчитывается по формуле

$$P_{Ki} = B_{ki} / B_{max},$$

где B_{Ki} - абсолютное значение к-го параметра i-го варианта,

P_{Ki} - относительное значение к-го параметра i-го варианта,

B_{max} - максимальное абсолютное значение к-го параметра.

Суммарная балловая оценка каждого из сравниваемых вариантов определяется по формуле

$$P_{ОБ} = P_1 + P_2 + P_3 + ... + P_M,$$

где м - количество параметров, по которым сравниваются варианты или изделия.

$Кпк_{(Н)}$ нового изделия по сравнению с базовым изделием (Б)

$$Кпк_{(Н)} = P_{ОБ(Н)} / P_{ОБ(Б)}.$$

При расчете Кпк методом взвешенной оценки учитывается важность, значимость каждого параметра с помощью весовых коэффициентов $К^{В}_{К}$, сумма значений которых должна быть равна единице. Взвешенное относительное значение каждого параметра определяется произведением относительного значения параметра на весовой коэффициент:

$$P^{В}_{К} = P_{К} \cdot К^{В}_{К}.$$

Суммарная взвешенная оценка каждого варианта определяется суммой взвешенных относительных значений параметров, а коэффициент потребительских качеств - методом взвешенной оценки - отношением суммарных взвешенных оценок вариантов. В табл. 9 представлен пример расчета Кпк магнитофонов простым балловым методом и методом взвешенной оценки.

Из таблицы видно, что при простом методе балловой оценки Кпк второго варианта по сравнению с первым

$$Кпк = 4{,}40 / 4{,}35 = 1{,}01,$$

то есть варианты примерно одинаковы по совокупности потребительских качеств.

Но если мы учтем значимость каждого параметра, его важность для потребителя (хотя для разных потребителей значимость параметров будет разная), то взвешенная оценка Кпк второго варианта по сравнению с первым будет

$$Кпк = 1,04 / 0,87 = 1,2.$$

Понятно, что при другом выборе значимости, важности параметров Кпк будет иметь иное значение.

Таблица 9

Показатели	Абсолютные значения ($В_К$)		Относительные значения ($Р_К$)		Значимость $Зн_К$	Весов. коэф. $К^В_К$	Взвешенная оценка	
	Вар. 1	Вар. 2	Вар.1	Вар. 2			Вар. 1	Вар. 2
Полоса частот, кГц	15	20	0,75	1	5	0,33	0,25	0,33
Вых. мощность, Вт	10	5	1	0,5	3	0,2	0,2	0,25
Дизайн	хор.	отл.	0,8	1	2	0,13	0,11	0,13
Масса, кг	2,5	2	0,8	1	2	0,13	0,11	0,13
Цена, р	450	500	1	0,9	3	0,2	0,2	0,18
Сумма			4,35	4,40	15	1,00	0,87	1,04

При эскизном проектировании устанавливаются также дополнительные технико-экономические показатели, которые не могли быть установлены на предыдущих стадиях, и составляется перечень работ, которые необходимо выполнить на последующих стадиях. Для проверки и подтверждения новых технических решений осуществляются макетирование отдельных узлов и их тщательные испытания. Может проводиться также математическое и имитационное моделирование всего изделия или его отдельных составных частей.

На стадии эскизного проектирования создаются блок-схемы, функциональные схемы изделия, предварительные принципиальные электрические схемы, габаритные чертежи и чертежи общего вида. Конструкторские документы, созданные на этой стадии, называются эскизно-конструкторскими документами (ЭКД). Всем разработанным документам присваивается литера «Э». На этой стадии в основном выполняется и завершается синтез и оптимизация нового изделия.

По результатам выполнения эскизного проекта составляется пояснительная записка (ПЗ), к которой прилагаются чертежи общего вида и ведомость эскизного проекта, в которой указывается весь

комплект ЭКД, созданной на стадии эскизного проекта. Эскизы макетов узлов, создаваемых для проверки технических решений, не прилагаются.

ПЗ к эскизному проекту должна включать в себя следующие разделы:

- введение (с основанием для выполнения работы),
- назначение и область применения разрабатываемого изделия,
- тактико-технические (или просто технические) характеристики,
- описание и обоснование выбранной конструкции, технических решений,
- расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность изделия,
- описание организации работ с применением разрабатываемого изделия (проект инструкции по эксплуатации),
- ожидаемые технико-экономические показатели,
- уровень стандартизации и уровень унификации.

Могут вводиться и другие разделы при необходимости.

Эскизный проект (ЭКД и ПЗ) согласовывается со всеми заинтересованными организациями и Заказчиком, рассматривается на НТС и утверждается в установленном порядке. Утвержденный эскизный проект служит основанием для разработки технического проекта (ТП). В целях сокращения сроков разработки часто стадия «Эскизный проект» не выполняется, а работу после утверждения ТЗ и заключения договора сразу начинают со стадии «Технический проект», если разработчики уверены в своих силах и знаниях практически всех технических решений, на которых основывается новое изделие.

Стадия «*Технический проект*» (ТП) выполняется в соответствии с ГОСТ 2.120-73. Ее целью является установление окончательных технических решений, дающих полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, его конструкции, выполнении требований ТЗ, технологичности, ремонтопригодности и т.д. На этой стадии разрабатываются функциональные и принципиальные схемы и чертежи всего изделия, всех его составных частей, блоков, узлов, элементов, деталей. Особенно большой объем работ ложится на конструкторский отдел, который должен разработать и выпустить полный комплект чертежей на изделие по техническим заданиям на конструирование (ТЗК), выдаваемым тематическим и специализированными отделами.

Полный комплект чертежей необходим для изготовления в опытном производстве действующего макета технического проекта изделия. При разработке конструкторской документации (КД) должно обеспечиваться выполнение заданных показателей надежности, технологичности, эксплуатационных требований (взаимозаменяемости, ремонтопригодности, удобства обслуживания и др.), уровней стандартизации и унификации, патентной чистоты и конкурентоспособности. При этом окончательно должны быть выявлены необходимые для изготовления изделия новые материалы и покупные комплектующие изделия (ПКИ).

Работники опытного производства, изготавливая макет технического проекта, оценивают тем самым не только качество КД, но и качество новых технических решений. Здесь большую роль должна сыграть технологическая служба, которая разрабатывает технологию изготовления частей и деталей макета и проектирует всё необходимое технологическое оснащение. Её задача - разработать прогрессивные технологические процессы, которые обеспечивали бы минимально возможную трудоемкость изготовления изделия при минимальных затратах ресурсов. Во многих случаях технологам приходится поправлять конструкторов. И конструкторы с целью повышения технологичности своих конструкций вынуждены вносить изменения в свои чертежи по рекомендациям технологов (и даже рабочих опытного производства).

Изготовленный макет изделия настраивается и тщательно испытывается вначале по узлам и блокам в соответствующих отделах, а потом - в комплексе в тематическом отделе с привлечением разработчиков узлов и блоков из других отделов. Испытания проводятся в нормальных лабораторных условиях при номинальных напряжениях и при изменении этих напряжений в соответствии с требованиями ТЗ, а также в ухудшенных климатических условиях.

Кроме вышеназванных документов на стадии «Технический проект» разрабатываются также электрическая схема, кинематическая схема, схема управления, составляются материальная спецификация и спецификация покупных изделий, проекты технических условий на узлы, блоки и все изделие в целом, ведомость технического проекта и другие необходимые документы. В проектах технических условий (ТУ) должны быть отражены параметры и требования к изделиям в соответствии с ГОСТ 2.114-70 и требования, оговоренные в

ТЗ на разработку изделия. Вся разработанная конструкторская и текстовая документация получает литеру «Т».

Стадия «ТП» заканчивается составлением пояснительной записки (ПЗ), как и на стадии «ЭП». В ней, кроме вопросов, указанных в ПЗ к эскизному проекту, должны быть конструкторские расчеты, технико-экономические расчеты по обоснованию проекта, результаты экспериментальных работ и испытаний, перечень необходимых последующих работ на стадии «РКД».

Совокупность конструкторской (КД) и технической документации, созданной на стадии «ТП», и ПЗ к ТП представляет собой технический проект, который рассматривается на НТС предприятия и представляется на утверждение Заказчику и другим органам в установленном порядке. Таким образом, технический проект содержит окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве и конструкции разрабатываемого изделия и исходные данные для выполнения стадии «Разработка РКД и изготовление опытных образцов».

На стадии *рабочего проектирования РП или «Разработка РКД»* создается рабочая конструкторская документация (РКД, а не просто КД - как при техническом проектировании и не ЭКД - как при эскизном проектировании) и технологическая документация, необходимая для изготовления и эксплуатации нового изделия. РКД присваивается литера «О». Здесь дорабатывается технический проект по замечаниям Заказчика, выполняются окончательные расчеты, разрабатываются рабочие чертежи деталей, сборочные чертежи, электромонтажная и другие схемы. Окончательно составляются:

- спецификации сборочных единиц,
- ведомость стандартизованных деталей,
- эксплуатационные, ремонтные и другие документы,
- ТУ опытного образца.

Здесь разрабатывается рабочая технология опытного образца, проектируется и изготавливается специальное технологическое оснащение для его изготовления.

При изготовлении опытного образца еще раз оценивается качество конструкторской документации, теперь уже рабочей (РКД), требования к которой значительно выше, чем к КД. При необходимости в неё вносятся коррективы путем выпуска «Извещений об изменении», утверждаемых главным конструктором (ГК) изделия.

Изготовленные опытные образцы настраиваются и подвергаются всевозможным испытаниям: на работоспособность при изменении питающих напряжений, на устойчивость к климатическим воздействиям (теплоустойчивость, холодоустойчивость, влагоустойчивость, устойчивость к воздействию инея и росы), на устойчивость к механическим воздействиям (вибропрочность, виброустойчивость, ударную прочность, ударную устойчивость, транспортировку). Испытания проводят вначале по узлам и блокам, а потом - в комплексе. Во всех этих условиях (кроме транспортировки) и после их воздействия параметры изделия должны находиться в пределах требований ТЗ и ТУ.

Затем проводятся лабораторные заводские испытания по программе и методике (ПМ), составленной разработчиком изделия и согласованной с Заказчиком. Акт испытаний направляется Заказчику и другим установленным организациям. Обнаруженные дефекты устраняются с доработкой документации. При существенных доработках проводятся повторные испытания с участием представителя Заказчика.

После лабораторных проводятся эксплуатационные испытания по ПМ, согласованной с Заказчиком. Эксплуатационные испытания проводятся в реальных условиях эксплуатации изделия: на самолете, вертолете, или другом объекте, или в условиях сильных электромагнитных полей радиоцентра, если изделие предназначено к работе на радиоцентре. Акт испытаний также направляется Заказчику. При необходимости и желании Заказчика представители Заказчика участвуют в испытаниях. После утверждения Акта об эксплуатационных испытаниях опытные образцы предъявляются на государственные, ведомственные или межведомственные испытания.

Государственные, ведомственные или межведомственные испытания проводятся специальной комиссией, утверждаемой Заказчиком. Заключение комиссии и Акт испытаний утверждаются Заказчиком. При существенной доработке опытных образцов при проведении испытаний и соответствующей существенной доработке документации, а также если изделие не выдержало какие-то испытания, изделие может быть возвращено на доработку и повторные испытания.

После утверждения Акта государственных испытаний РКД готовится к передаче в серийное производство для изготовления устано-

вочной партии. РКД присваивается литера «$О_1$». После выпуска установочной партии РКД присваивается литера «А», а при переходе в серийное или массовое производство - литера «Б».

Хорошо отработанная конструкторская и технологическая документация позволяет заводам изготавливать изделия с минимальными затратами труда и других ресурсов (с минимальной себестоимостью) в соответствии с требованиями ТУ, а потребителю - правильно их эксплуатировать.

Контрольные вопросы и задачи

1. Как организуются научные исследования?

Кто выполняет фундаментальные научные исследования?

Кто выполняет прикладные научные исследования?

Каковы стадии НИР? Что выполняется на этих стадиях?

Как называется отчет на заключительной стадии? Что он содержит?

Где обсуждаются отчеты? Кто их утверждает?

Когда считается НИР законченной?

2. Как организуется разработка новой продукции?

Каковы основные задачи служб разработки?

Каковы основные стадии ОКР?

Каково содержание стадии ТЗ? Всегда ли она нужна?

Каково содержание стадии ПТ? Всегда ли она нужна?

Каково содержание стадии ЭП? Всегда ли она нужна?

Чем заканчивается каждая стадия?

Каково содержание пояснительной записки (ПЗ) к эскизному проекту?

Что является интегральной оценкой потребительских качеств продукции? Как определяется коэффициент потребительских качеств?

3. Каково назначение и содержание стадии ТП? Каков объем конструкторской документации? Как называется конструкторская документация? Что изготавливается на стадии ТП? Для чего?

Что включается в ПЗ? Как заканчивается стадия? Где обсуждается?

Кто утверждает акт о выполнении стадии ТП?

4. Каково назначение и содержание стадии «РКД»? Как называется конструкторская документация? Каков объем документации?

Что изготавливается? Сколько экземпляров? Для чего изготавливается?

Чем заканчивается стадия РКД? Кто составляет и согласовывает программы и методики к заводским лабораторным и эксплуатационным испытаниям?

Как называются следующие, окончательные испытания? Кто назначает комиссию по проведению этих испытаний? Кто утверждает Акт ведомственных и государственных испытаний? Кто принимает решение о запуске изделия в производство?

Решить задачу.

Задача.

Определить коэффициент потребительских качеств нового холодильника по сравнению с лучшим на рынке аналогичного класса (базовым) при следующих условиях:

Показатели	Новый	Базовый
Объем холод. камеры ($дм^3$)	300	280
Объем мороз. камеры ($дм^3$)	50	40
Потребл. мощность (кВт/ч в сутки)	1,5	1,2
Масса (кг)	80	70
Дизайн	Отл.	Хор.
Цена (тыс. р.)	8,0	7,0

11. ПЛАНИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

11.1. Общие понятия и типовые договоры

В основе планов НИР и ОКР лежат договоры с Заказчиком. Заказчиком может выступать вышестоящая организация, сторонняя организация или руководство собственной фирмы в лице руководителя службы маркетинга (директор или вице-президент по маркетингу).

Исполнителями НИР и ОКР могут быть как самостоятельные научно-исследовательские и разрабатывающие фирмы (научно-исследовательские институты, опытно-конструкторские бюро и пр.), так и научно-исследовательские и конструкторские подразделения службы исследований и разработок или службы НИОКР собственной фирмы. На крупных заводах имеются свои самостоятельные научно-исследовательские и опытно-конструкторские подразделения. Например, при заводе «Экран» действуют научно-технический центр (НТЦ) «Спектр», центральное специализированное конструкторско-технологическое бюро (ЦСКТБ) «Акустрон». Кроме того, на том же заводе в службе главного конструктора имеются свои разрабатывающие подразделения: отделы по разработке телевизоров, по разработке других товаров народного потребления, по разработке радиоэлементов (потенциометров, импульсных трансформаторов, гибридных микросхем). В этой же службе действуют радиотехнический отдел (РТО) и серийно-конструкторский отдел (СКО), курирующие освоение производства новых изделий, и свой опытно-экспериментальный цех.

Итак, основой плана являются договоры с Заказчиком.

Типовой договор на НИР должен содержать следующие разделы:

1) предмет договора - что обязуется выполнить Исполнитель и сдать Заказчику;

2) технические условия - ссылка на ТЗ и дополнительные условия;

3) сроки исполнения;

4) порядок сдачи и приемки выполненных работ;

5) стоимость работ и порядок расчетов;

6) имущественная ответственность сторон;

7) прочие условия договора;

8) рассмотрение споров;

9) срок действия договора.

Внизу приводятся юридические адреса сторон и платежные реквизиты.

Приложениями к договору являются:

1. Протокол согласования цены с приложениями:
   а) ПЗ к протоколу согласования цены;
   б) Структура цены (калькуляция).
2. Календарный план проведения работ с наименованиями и сроками выполнения этапов и их ценой.

Типовой договор на ОКР аналогичен этому, только добавляется еще раздел 10, "Хранение, упаковка и отправка образцов и документации" и, вместо календарного плана НИР, к договору прилагается «Ведомость исполнения ОКР». В "Ведомости...", кроме наименования этапов, сроков их исполнения и цены, указывается перечень документации и количество ее экземпляров, представляемых Заказчику на каждом этапе, а также количество опытных образцов, представляемых Заказчику.

Для небольших работ и передачи научно-технических достижений заключаются упрощенные сокращенные договоры.

11.2. Определение трудоемкости и сметной стоимости НИР

Для определения сметной стоимости работы, ее цены необходимо вначале определить трудоемкость работы. Плановая трудоемкость НИР может быть определена по формуле

$$T_{НИР} = \sum_{j=1}^{3} T_j,$$

где T_j - трудоемкость **j**-той стадии НИР, которая может быть определена по формуле

$$T_j = \sum n_i t_i,$$

где n_i - количество исполнителей на **i**-й части работы,

t_i - продолжительность **i**-й части работы,

к - количество частей работы (узлов, блоков, разрабатываемых в разных подразделениях, и других работ).

Сметная стоимость НИР обычно определяется методом калькуляции. Вначале определяется плановая трудоемкость основных лабораторий и отделов, других подразделений в человеко-днях или человеко-месяцах: всего, на год, в том числе по кварталам. А потом

исходя из трудоемкости, определяется зарплата: всего, в том числе основных лабораторий и отделов, других подразделений (по тем же графам) и т.д.

Плановая калькуляция НИР представлена в табл.10.

Таблица 10

Наименование статей	Ед. изм.	Всего	На год	В том числе по кварталам			
				1	2	3	4
Плановая трудоемкость, всего	чел/дн						
в т.ч.: осн. лабор. и отделы,							
др. подразделения							
1. Основная зарплата, всего	тыс.р.						
в т.ч.: осн. лаб. и отделы,	тыс.р.						
др. подразделения	тыс.р.						
2. Дополн. зарплата	тыс.р.						
3. Всего зарплата	тыс.р.						
4. Отчисления на страхов.	тыс.р.						
5. Стоимость матер-в и КИ	тыс.р.						
6. Стоимость спецоборудов.	тыс.р.						
7. Прочие прямые расходы	тыс.р.						
8. Накладные расходы	тыс.р.						
в т.ч.: износ (амортизация)	тыс.р.						
9. Итого: собств-е работы	тыс.р.						
10. Прибыль	тыс.р.						
Всего собст-я стоимость	тыс.р.						
11.Оплата работ стор-х орг.	тыс.р.						
12.Опытное пр-во (свое)	тыс.р.						
13. НДС	тыс.р.						
Общая стоимость	тыс.р.						

Примечания: 1. Дополнительная зарплата планируется в % от основной и составляет порядка 11% основной зарплаты.

2. Отчисления на страхование – единый социальный налог, равный с 2005 г. 26% от всей зарплаты.

3. Прочие прямые расходы (командировки и т.д.) составляют порядка 4 % основной зарплаты.

4. Накладные расходы вместе с амортизационными начислениями планируют в % от основной зарплаты. Для НИИ и ОКБ они обычно порядка 200%, для заводов - доходят до 500 - 800 %.

5. НДС - налог на добавленную стоимость (разность между общей стоимостью и стоимостью материалов и покупных комплектующих изделий) равен 18%.

Для первичной оценки сметной стоимости НИР можно воспользоваться и укрупненным методом. Им чаще всего пользуются представители Заказчика для оценки стоимости работы при рассмотрении приложения к договору - протокола согласования цены работы. По этому методу стоимость работы определяется произведением трудоемкости работы в человеко-днях на среднюю дневную выработку одного работника данной фирмы:

$$C_{НИР} = T_{НИР} \cdot B,$$

где В - средняя стоимость (выработка) одного человеко-дня. Она определяется отношением годового объема НИР к численности занятых работников.

В 1990 году она была в СССР на НИР порядка 30 р., а на ОКР - порядка 50 р. при средней зарплате порядка 200р. В 2005году средняя зарплата стала порядка 7000 р., то есть выросла в 35 раз. Отсюда грубо можно считать, что средняя дневная выработка одного работника на НИР выросла в 35 раз, то есть стала в 2005 году $B_{2005} = 1050$ р.

При более точном расчете дневной выработки надо учитывать и возросшую стоимость материалов и услуг (особенно коммунальных), которые выросли за это время не в 35 раз, а в 50…100 раз. Доля зарплаты в стоимости НИР составляла порядка 40%, доля стоимости материалов и услуг - тоже порядка 40%, а порядка 20% составляла прибыль. С учетом этого средняя дневная выработка одного человека на НИР в 2005 году составит

$$A_{2005} = 30\ (0{,}4 \cdot 35 + 0{,}4 \cdot 50 + 0{,}2 \cdot 35) = 30\ (14+20+7) = 1230 \text{ р.}$$

11.3. Определение трудоемкости выполнения ОКР

Ориентировочно трудоемкость рассчитывается перед заключением договора на разработку нового изделия для определения цены (стоимости) работы путем составления калькуляции. Одной из основных статей калькуляции является статья «Расходы на оплату труда» (или «Основная зарплата»). Эти расходы могут быть определены путем умножения трудоемкости в человеко-месяцах на среднемесячную зарплату.

Опытно-конструкторские работы (ОКР) по разработке нового изделия выполняются обычно в несколько стадий, поэтому трудоёмкость надо определять для каждой стадии.

Для большинства машиностроительной продукции, при разработке и производстве которой преобладают конструкторские работы и механическая обработка, трудоёмкость ОКР может быть определе-

на через трудоёмкость конструкторских работ, которые обычно нормируются. При разработке РЭА основная трудоёмкость падает не на конструкторские работы, а на работы инженеров-электронщиков. Эти работы имеют большую степень неопределённости и обычно не поддаются нормированию.

Для оценки трудоёмкости этих работ необходимо, прежде всего, составить структурную схему изделия и перечень всех работ, которые надо выполнить для разработки каждой составной части изделия (узла и блока) и всего изделия в целом. Затем специалисты-разработчики соответствующих составных частей на основе своего многолетнего опыта разработки аналогичных изделий оценивают трудоёмкость каждой работы с учётом коэффициента усложнения новой составной части по сравнению с аналогом.

На основе структурной схемы изделия составляется перечень основных составных частей изделия. Под *основными составными частями* понимаются конструктивно самостоятельные функциональные блоки и узлы (сборочные единицы - СбЕ), имеющие в своей основе собственную принципиальную электрическую схему или кинематическую схему и самостоятельный сборочный чертеж.

Затем составляется перечень всех работ, которые необходимо выполнить для разработки каждой составной части. После этого оценивается трудоёмкость каждой работы в человеко-днях. Для этого вначале оценивают, сколько человек (инженеров и техников) и в течение какого времени могут выполнить ту или иную работу.

Перечни работ составляются главным конструктором изделия или его заместителем. Эти перечни могут быть самыми различными. Для сокращения времени и затрат рекомендуется использовать нижеприведенный типовой перечень укрупненных работ. Для разработки каждой составной части изделия требуется выполнить следующие укрупненные типовые работы:

1) разработать, согласовать, оформить и утвердить у главного конструктора или его первого заместителя частное техническое задание (ЧТЗ) на разработку составной части изделия;

2) разработать и оформить техническое задание на конструирование составной части изделия (ТЗК);

3) разработать и оформить конструкторскую документацию (КД) на стадии технического проекта (ТП) и рабочую конструкторскую документацию (РКД) на стадии рабочего проекта (РП);

4) разработать технические условия (ТУ) и инструкцию по настройке (ИН) составной части на стадии РП или проекты ТУ и ИН - на стадии ТП;

5) изготовить макет (стадия ТП) или опытные образцы (стадия РП) составной части;

6) собрать составную часть с входящими в неё узлами;

7) настроить макет или образцы составной части;

8) провести испытания составной части в нормальных лабораторных условиях при изменении напряжения питания и входных сигналов;

9) провести испытания в ухудшенных климатических и механических условиях в соответствии с ТЗ на изделие;

10) доработать составную часть и конструкторскую документацию с целью обеспечения работоспособности составной части во всех ухудшенных условиях в соответствии с ТЗ;

11) разработать соответствующие части технического описания (ТО), инструкции по эксплуатации (ИЭ), пояснительной записки (ПЗ), касающиеся данной составной части, - текстовой документации (ТД).

Далее составные части поставляются на сборку (стыковку) комплекса изделия, который настраивается, испытывается и т.д.

Под разработкой и оформлением КД понимается не только разработка чертежей (детальных, сборочных, общего вида и т.д.), но и их проверка (в том числе и нормоконтролером), оформление всеми подписями и передача в ОНТД для машинного изготовления подлинника и размножения для производства.

Работы по комплексу изделия проводятся в отделе главного конструктора и начинаются с анализа ТЗ, разработки технико-экономического обоснования (ТЭО), плана работ и ЧТЗ. Их можно объединить под одним общим названием *"Разработка ЧТЗ"*.

Остальные работы тоже можно назвать аналогично работам по составным частям, имея в виду, что в комплекс входит корпус (стойка) изделия, в который вставляются составные части (сборочные единицы - СбЕ), комплект кабелей, волноводов и пр. Текстовая документация здесь уже полная и соответствующим образом оформленная.

Далее на стадии технического проекта (ТП) пойдёт разработка демонстрационных материалов для защиты технического проекта и сама защита, а на стадии рабочего проектирования (РП) - разработка программы и методики (ПМ) заводских лабораторных испытаний и сами испытания.

Затем комплекс подвергается эксплуатационным испытаниям, межведомственным (или государственным) испытаниям с соответствующими доработками (при необходимости) после каждого вида испытаний, и РКД передаётся в серийное производство (вначале - для изготовления установочной партии, а затем - серийного производства).

Последние испытания и работы не входят в стадию РП и выполняются по отдельным договорам.

Перечень работ на каждой стадии можно изобразить в виде последовательного столбца, что удобно для составления плана-графика с указанием календарных сроков начала и окончания каждой работы. Но он будет многостраничным и не очень наглядным. Лучше изобразить перечень работ в виде матрицы (табл. 11), в первом столбце которой перечисляются составные части изделия (СбЕ) и комплекс, а в наименованиях остальных столбцов - все перечисленные на предыдущей странице работы. На пересечениях строк и столбцов можно указать трудоёмкость и продолжительность каждой работы по каждой составной части.

Трудоёмкость каждой работы методом экспертной оценки можно определить следующим образом:

$$T = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} n_i \cdot t_i, \qquad (11.1)$$

где n_i, t_i - оценка количества исполнителей и продолжительности работы, даваемая i-м экспертом,

m - количество экспертов.

Продолжительность каждой j-й работы определяется как:

$$t_j = T_j \cdot 1/n_{фj}, \qquad (11.2)$$

где $n_{фj}$ - фактическое количество исполнителей нужной квалификации в лаборатории, которым можно поручить эту работу без ущерба для других работ.

Таблица 11

Матрица перечня работ по разработке изделия на стадии рабочего проектирования (РП) с указанием их трудоёмкостей и длительностей

Сост. части (i)	Труд. Прод.	Работы (j)											
		Разработка				Изг.	Сбор.	Настр.	Испытания в условиях:		Доработка	Разработка ТД	Зав. лаб. испыт.
		ЧТЗ	ТЗК	РКД	ТУ ИН	опытных образцов			норм.	ухудш.			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
СбЕ1	T_{1j}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	t_{1j}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
СбЕ2	T_{2j}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	t_{2j}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
…													
СбЕм	T_{mj}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	t_{mj}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Комп. К	T_{Kj}	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	t_{Kj}	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	$\sum T_{ij}$	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Примечание. В табл.11 сокращения расшифровываются следующим образом: Труд. - трудоёмкость, Прод. - продолжительность, Изг. - изготовление, Сбор. - сборка, Настр. - настройка, усл. - условиях, Разр. - разработка, Зав.лаб.исп. - заводские лабораторные испытания.

Продолжительности работ t_{ij}, занесённые в табл.11, понадобятся при составлении и расчёте сетевого графика.

Трудоёмкость конструкторских работ по каждому узлу и блоку (гр.3, табл.11) можно рассчитать по соответствующим нормативам (разрабатываемым обычно в НИИ и ОКБ) с учётом количества чертежей, намечаемых к выполнению по каждому узлу и блоку и пересчитанных в формат А4. При этом учитывается сложность узла (блока), его новизна и степень унификации.

Таким образом, трудоёмкость конструирования узла (блока) может быть определена по формуле

$$T_k = T_{A4} \cdot N_{A4} \cdot k_{сл} \cdot k_н \cdot k_T ,$$

где T_{A4} - трудоёмкость разработки чертежа формата А4 по 1-й группе сложности и 5-й группе новизны,

N_{A4} - количество чертежей, которые необходимо разработать для изготовления блока, приведённых к формату А4,

$k_{сл}$ - коэффициент группы сложности блока,

$k_н$ - коэффициент степени новизны блока,

$k_т$ - коэффициент снижения трудоёмкости конструкторских работ в зависимости от степени унификации.

Средние нормы времени конструирования на один формат А4 по 1-й группе сложности и 5-й группе новизны в соответствии с работами [15] и [20] представлены в табл.12.

Таблица 12

Вид аппаратуры	Время (чел-час.)
Антенны и волноводы	4,2
Приёмная и передающая аппаратура	5,0
Блоки питания	3,8
Блоки и пульты управления	4,5
Контрольно-измерительная аппаратура	4,9
Стойки, шкафы, каркасы	3,4
Кинематическая аппаратура	4,7
Блоки с печатным монтажом	3,6
Прочие	4,0

Характеристики степени новизны и коэффициенты новизны согласно работам [15] и [20] приведены в табл.13.

Таблица 13

Степень новизны	Характеристика степени новизны	Коэф. новизны
1	2	3
1	Воспроизведение по имеющимся образцам без значительных конструктивных и других изменений	0,5
2	Модификация изделия с соблюдением идентичности основных конструктивных решений	0,6
3	Модификация изделия с принципиальной конструктивной переработкой отдельных составных частей	0,7
4	Изделия с новыми конструктивными параметрами, проектирование которых требует моделирования или макетирования некоторых составных частей	0,8
5	Новые по конструктивному исполнению изделия, требующие экспериментальной проверки	1,0

Характеристики группы и коэффициенты группы сложности согласно работам [15] и [20] приведены в табл.14.

Таблица 14

Группа сложн.	Характеристика группы сложности	Коэф. гр. сложности
1	Небольшие изделия, узлы и блоки, представляющие собой несложные соединения оригинальных, унифицированных или покупных деталей Небольшие радиоэлектронные узлы и блоки с плоским расположением компонентов, разрабатываемые на базе типовых несущих конструкций	1,0
2	Электротехнические устройства с простой сигнализацией и управлением Радиоэлектронные устройства с узлами оригинальной разработки, или наличием элементов передач движения Например, печатная плата с количеством элементов до 30, платы с навесным монтажом, панели, силовые стойки и т.д.	1,3
3	Изделия со сложными кинематическими передачами и элементами автоматики, требующие специальных конструкторских расчётов Электротехнические устройства с частичной автоматизацией и дистанционным управлением (ДУ) Радиоэлектронные изделия средней сложности с усложнённой компоновкой, с печатными платами с навесным монтажом и количеством элементов более 30, с требованиями минимальных габаритов, включающие в себя до 20 сборочных единиц различного назначения	1,6
4	Сложные электрические коммутационные устройства с ДУ. Сложные радиоэлектронные устройства специального назначения, к которым предъявляются специальные требования по механической прочности, надёжности, конфигурации, массе, объёму, габаритам, изоляции	2,0
5	Изделия, представляющие собой очень сложные соединения сборок, узлов, блоков, конструирование которых требует проведения широких патентно-информационных исследований Сложные радиоэлектронные устройства с автоматическим управлением и самоконтролем. Изделия спецназначения с ограничениями по массе, конфигурации и объему, которые включают в себя не менее 50 сборочных единиц различного назначения	2,3

Коэффициент снижения трудоёмкости в зависимости от степени унификации Кт определяется как:

$$Кт = 1 - 0{,}5\ Ку,$$

где Ку - коэффициент унификации $Ку = (n_o - n_{op}) / n_o$,

n_o - общее количество конструктивных элементов (деталей) в изделии,

n_{op} - количество оригинальных конструктивных элементов в изделии.

Изготовление опытных образцов обычно осуществляется в самостоятельном опытном предприятии, которое само рассчитывает трудоёмкость по видам работ по определённым нормативам (своим или отраслевым), затем определяет стоимость работ (включая необходимую прибыль) и согласовывает эту стоимость с ГК. Поэтому трудоёмкость ОКР обычно рассчитывается без учёта трудоёмкости изготовления опытных образцов. Стоимость этих работ сразу включают в сметную стоимость ОКР. Таким образом, в графу 5 табл.11 включают только оказание помощи опытному производству при изготовлении опытных образцов (или макетов). Трудоёмкость этих работ обычно составляет порядка 10...15% от трудоёмкости конструкторских работ.

Просуммировав трудоёмкости по каждой строке табл.11, получим трудоёмкости разработки каждой составной части и комплекса на соответствующей стадии разработки, а после суммирования этих полученных трудоёмкостей получим трудоёмкость всей стадии разработки. Таким образом, трудоёмкость стадии ***r***

$$T_r = \sum_{i=1}^{k} T_i,$$

где k - количество составных частей плюс комплекс.

T_i - трудоёмкость разработки *i*-й составной части и комплекса на этой стадии ***r***:

$$T_i = \sum_{j=1}^{12} T_{ij}.$$

Трудоёмкость всей ОКР можно определить как:

$$T_{ОКР} = \sum_{r=1}^{p} T_r,$$

где p - количество стадий разработки (обычно не менее двух).

11.4. Определение сметной стоимости ОКР

Сметная стоимость ОКР, как и НИР, определяется при подготовке договора на разработку при определении цены на научно-техническую продукцию. Приложением к протоколу согласования цены является документ «Калькуляция договорной цены» или «Структура цены». В калькуляции приводятся наименования статей затрат и их стоимость, общая и по стадиям работы. Примерная калькуляция представлена в табл.15.

Таблица 15

Наименование статей расходов	Всего	В том числе по стадиям:		
		1	2	3
1. Материалы и ПКИ				
2. Спецоборудование				
3. Расходы на оплату труда				
4. Дополнительная зарплата				
5. Всего зарплата				
6. Отчисл. на страхование				
7. Накл. расх. (с износом)				
8. Прочие расходы				
Себестоимость				
Прибыль				
9. Затраты сторонних организаций				
НДС				
Всего (цена)				

Сметная стоимость ОКР может быть тоже определена упрощенно, как сумма стоимостей стадий работы. При этом стоимость стадии определяется умножением трудоемкости стадии в человеко-днях на среднедневную выработку одного разработчика ОКР. При этом надо учесть, что выработка разработчика ОКР ($B_р$) почти в два раза выше выработки исследователя на НИР, т.к. в процессе выполнения ОКР изготовляется несколько опытных образцов изделия, на которые требуются значительное количество материалов и покупных комплектующих изделий. Доля зарплаты в стоимости ОКР (а значит, и в среднедневной выработке одного работника) составляет уже только 30% (а не 40%, как было на НИР).

Тогда стоимость стадии *r* ОКР можно определить как:

$$C_r = B_Р \quad T_r + C_{оп,r},$$

где $C_{оп,r}$ - стоимость работ опытного предприятия по данному изделию на стадии *r* ОКР.

Эти работы на стадии технического проекта составляют обычно порядка 10...15% от общей стоимости стадии, а на стадии РП могут достигать до 30% в зависимости от количества опытных образцов.

Средняя дневная выработка одного разработчика РЭА в 1990 году ($В_{90}$) была порядка 50 р/день. В то время среднемесячная зарплата была $З_{90} \approx 200$ руб. В 2005 году она стала 7 тыс. руб. Отсюда можно определить среднедневную выработку в 2005 году одного разработчика как:

$$В_{05} = В_{90} \cdot З_{05} / З_{90} = 50 \cdot (7 \cdot 10^3 / 200) = 1750 \text{ (руб.)}$$

Более точно выработку в 2005 г. можно определить с учетом структуры затрат на разработку и роста в абсолютных показателях не только средней зарплаты (в относительных показателях она упала в несколько раз), но и затрат на материалы, коммунальные и прочие расходы. Средняя зарплата в абсолютных показателях выросла в 2005 г. по сравнению с 1990 г. в $\delta З = 7000 / 200 = 35$ (раз).

Затраты на материалы, коммунальные и прочие платежи выросли в 50...100 раз. С учетом этого дневную выработку одного разработчика в 2005 году можно определить по формуле

$$В_{2005} = В_{1990} \times (\delta З \times А + \delta М \times С + \delta П \times Д),$$

где $\delta З$, $\delta М$, $\delta П$ - величины роста соответственно средней зарплаты, стоимости материалов, коммунальных и других платежей и прибыли в 2005г. по сравнению с 1990 годом;

А, С, Д - доли соответственно зарплаты, материалов, коммунальных и других платежей и прибыли в структуре затрат на разработку нового изделия.

Очевидно, $А + С + Д = 1$.

Мы уже определили, что $\delta З = 35$. Возьмем $\delta М = 50$, $\delta П = 35$. В структуре затрат на разработку нового изделия обычно $А = 0,3$; $С = 0,5$; $Д = 0,2$.

Подставив эти значения, получим

$$В_{2005} = 50 (35 \times 0,3 + 50 \times 0,5 + 35 \times 0,2) = 50 (10,5 + 25 + 7) = 2125р.$$

Общая сметная стоимость ОКР равна сумме стоимостей её стадий.

Окончательно цена согласовывается с Заказчиком при подписании протокола согласования цены.

11.5. Основные системы планирования инновационного процесса. План-график (график Ганта)

В наше время большинство изделий представляют собой сложные системы, состоящие из большого количества разнообразных элементов, средств автоматизации и т.п. В разработке отдельных составных частей изделий принимают участие различные специализированные отделы и лаборатории, конструкторские отделы, опытное производство и т.д. Отсюда возникает необходимость в планировании и координации работ всех подразделений, участвующих в разработке нового изделия. Это можно осуществить только при наличии плана разработки нового изделия или более глобального плана технической подготовки производства нового изделия. Этот план должен предусматривать возможность непрерывного текущего контроля хода инновационного процесса и регулирование этого процесса на всех его этапах.

Для отображения хода работ, их состояния в каждый данный момент и всех возникающих изменений обычно используются графические методы планирования. Графические методы планирования являются наиболее универсальными. Они дают обозримую наглядную информацию о ходе работ.

Широкое распространение получили так называемые планы-графики, на которых горизонтальными отрезками показывают последовательность выполнения работ с указанием объемов работ, количества исполнителей и сроков выполнения работ. В табл.16 представлен пример такого плана-графика на разработку радиоэлектронного изделия.

При составлении графика рассчитывают объем работ (трудоемкость) по отдельным этапам, а также определяют длительность каждого этапа, зависящую от количества исполнителей. Для этого используют нормативы времени, разработанные на те или иные виды работ. Составляя графики, стремятся к максимальному сокращению сроков, предусматривая, где это возможно, параллельное выполнение работ.

Для разработки простых изделий достаточно таких планов-графиков, но для сложных изделий или систем, в разработке которых принимают участие большое количество подразделений и даже не-

сколько предприятий, такие планы-графики становятся слишком сложными, в них трудно вносить коррективы, трудно осуществлять по ним взаимоувязку и согласование изменения хода работ, диктуемых жизнью. В связи с этим через некоторое время после начала работ они теряют свою оперативность, не отражают реального положения дел и значит, не обеспечивают качественное руководство ходом работ.

Таблица 16

Пример плана-графика разработки нового изделия на стадии ТП

№	Наимен. работ	Отделы исполн.	Труд-ты (ч/дни)	Кол-во исп-лей	Месяцы								
					1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	АФУ:	НО-1											
а	ЧТЗ	НО-5	12	1	—								
б	ТЗК	НО-1	100	3	—	—	—						
в	КД	КО	85	3			—	—	—				
г	изгот.	ОП	120						—	—	—		
д	настр	НО-1	3								—		
е	испыт.	НО-1	5								—	—	
ж	ТД	НО-1	60	3			—	—	—	—	—	—	
2	ПРД	НО-2											
а	ЧТЗ	НО-5	10	1	—								
е	испыт.	НО-2	8								—	—	
ж	ТД	НО-2	75				—	—	—	—	—	—	
3	ПРМ	НО-3											
а	ЧТЗ	НО-5	11		—								
7	Компл.	НО-5										—	
а	настр.	НО-5	8	2								—	
б	испыт-я	НО-5	15	2									—
в	ТД	НО-5	120	4									—

Примечание.

В таблице приняты следующие сокращения:

АФУ - антенно-фидерные устройства, НО - научный отдел, ЧТЗ - частное техническое задание, ТЗК - техническое задание на конструирование, ПРД - передатчик, ПРМ - приемник, КД - конструкторская документация, ТД - текстовая документация (техническое описание, технические условия, инструкция по настройке, инструкция по эксплуатации и пр.), изгот. - изготовление, настр.- настройка, испыт. - испытания.

Более совершенной графической моделью планирования сложных разработок являются сетевые графики.

11.6. Сущность сетевого планирования и управления

Сетевое планирование позволяет построить графическую так называемую сетевую модель плана, отражающую порядок выполнения работ, связь между собой всех узловых событий и работ, которые обеспечивают достижение поставленной цели. Сетевая модель дает возможность своевременно получать информацию о состоянии работ, расходовании ресурсов, о предстоящих задержках и возможностях ускорения хода работ. Это позволяет руководству своевременно вносить необходимые коррективы в ход новой разработки, то есть оперативно управлять ее ходом.

Сетевая модель - это логическая схема взаимосвязи всех работ и событий, графическое изображение которой называется сетевым графиком. Сетевой график является наглядным изображением плана, определяющим логическую последовательность всех действий, которые должны быть осуществлены для достижения поставленной цели. Сетевые графики относительно просты, удобны для анализа и позволяют быстро находить наилучшие варианты управляющих воздействий.

Основными элементами сетевого графика являются работа и событие. **Работа** - это трудовой процесс, проходящий во времени, в котором участвуют люди и оборудование и затрачиваются ресурсы, или процесс ожидания (сушка, охлаждение, твердение и др.), при котором затрачивается только время. **Событие** - это конечный результат, получаемый после выполнения одной или нескольких работ, заканчивающихся этим событием. Событие является контрольной точкой в плане. Оно обозначается кружком, не имеет продолжительности, а занимает лишь один момент времени.

В сетевом планировании важна правильная и точная формулировка каждого события. В формулировке события должен быть указан конкретный вид представления работы, чтобы можно было начать сразу следующую работу, для которой данное событие является начальным. Недопустимо формулировать событие, например, так: «ТЗК блока А разработано», т.к. неясно, до конца ли оно разработано, проверено, согласовано, оформлено всеми подписями, утверждено и где оно находится - конструкторский отдел (КО) не может сразу

приступить к работе. Должно быть так: «ТЗК блока А разработано, утверждено и передано в КО». Допустимо просто: «ТЗК блока А передано в КО», имея в виду, что без правильного оформления и утверждения оно не будет принято.

Работа обозначается стрелкой, идущей от одного события (начального для этой работы) к последующему событию - конечному для данной работы. Таким образом, работа соединяет два события: начальное и конечное (для неё). При этом начальное событие для данной работы является конечным событием для предыдущей работы, а конечное событие - начальным для последующей работы. Таким образом, каждую работу можно не только характеризовать, но и обозначать двумя событиями: начальным и конечным, как это представлено на рис.35.

Рис.35. Изображение работ и событий на сетевом графике

Первое событие сетевого графика, которому не предшествует работа, называется *исходным* событием, а последнее событие, отражающее конечную цель всех работ, - *завершающим* событием.

11.7. Порядок построения сетевых графиков

Для построения сетевого графика надо составить перечень всех событий и работ, необходимых для достижения цели, то есть программу разработки нового изделия или системы. Сетевой график может составляться укрупненный на комплекс всех стадий новой разработки и отдельно на каждую стадию (отдельно - на технический проект, отдельно - на стадию РКД).

В перечне указываются порядковые кодовые номера (шифры) событий и их наименования в последовательности от исходного события к завершающему. Шифры работ удобно записывать в виде пары индексов (i,j), где i - шифр начального события данной работы, а j - шифр конечного события этой же работы. На основе такого перечня работ и событий можно строить сетевой график.

Сетевой график можно начинать строить с исходного, нулевого события или с последнего завершающего события - пока длительности работ не определены, это безразлично. При построении сетевого графика необходимо учитывать, что стрелки, изображающие работы, могут иметь три значения и изображения в зависимости от характера связи между событиями:

1) *работа* - изображается сплошной линией и означает, что последующее событие может наступить лишь после выполнения действительной работы, на которую затрачиваются время и ресурсы;

2) *ожидание* - изображается штрихпунктирной линией и означает, что последующее событие может наступить лишь после ожидания, например, когда освободится оборудование, или выполнения естественного процесса (сушки, охлаждения и др.), на который затрачивается время, но не требуется ресурсов;

3) *фиктивная работа* - изображается штриховой линией и означает, что последующее событие зависит от начального, но между ними не выполняется никакой реальной работы. Фиктивная работа означает просто логическую связь между событиями, и продолжительность фиктивной работы равна нулю.

Очевидно, что направление стрелок означает связь между событиями во времени: событие, в которое «входят» стрелки (последующее событие), не может свершиться без предварительного свершения событий, из которых стрелки «выходят» (предшествующих событий).

После построения сетевого графика необходимо тщательно проверить построение сети и исключить из неё:

- так называемые «тупиковые» события, которыми не начинается ни одна работа (кроме завершающего события);
- события, которым не предшествует ни одна работа (кроме исходного);
- замкнутые контуры;
- неправильное изображение параллельных работ между событиями.

Исправление сетевого графика достигается введением фиктивных работ, дополнительных событий и др.

На рис.36 представлены указанные ошибки в построении СГ и методы их устранения.

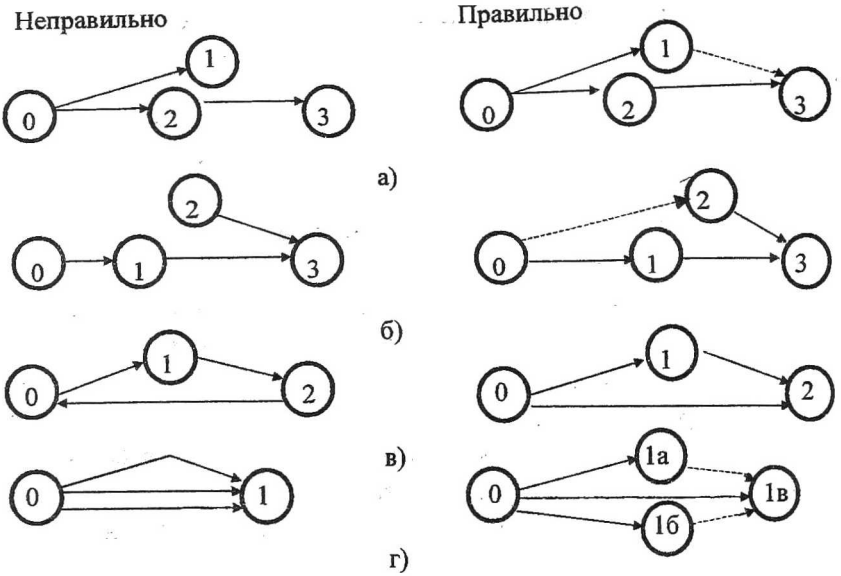


Рис. 36. Основные ошибки при построении сетевого графика и их исправление

После того как схема составлена, проверена и исправлена, т.е. определена логическая последовательность и связь событий, обеспечивающая достижение поставленной цели, и показаны все необходимые зависимости, определяется время выполнения каждой работы, т. е. продолжительность работ.

11.8. Определение продолжительности работ

Продолжительность каждой работы может быть определена по нормативам или экспертным путем. Для работ, которые выполнялись ранее и для которых имеются нормы времени на их выполнение, может быть однозначно установлена наиболее вероятная или нормативная продолжительность с учетом их объема и количества исполнителей. Такие однозначно определенные оценки называют детерминированными, и сетевые графики с однозначно определенными оценками продолжительностей работ называют также детерминированными. Такие сетевые графики применяются в строительстве во многих странах.

Однако для значительной части научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ сделать это очень трудно, поскольку

невозможно учесть все факторы, влияющие на продолжительность работ, слишком высока степень неопределенности. Там, где нет норм, но есть опыт ведущих специалистов и аналоги, может быть применен метод экспертных оценок. Метод экспертных оценок заключается в опросе ведущих специалистов - экспертов (с многолетней практикой проведения подобных работ) о предполагаемой продолжительности работ.

Продолжительность каждой работы определяется с учетом мнения экспертов по формуле

$$t = 1 \Big/ mn \sum_{n}^{m} t_i \cdot n_i ,$$

где **m** - количество экспертов,

t_i - временная оценка каждого эксперта,

n_i - количество исполнителей, принятое экспертом,

n - фактическое количество исполнителей.

Учитывая большую степень неопределенности в новых разработках, разработчики систем «Поларис» (создатели системы ПЕРТ) предложили определять для каждой работы экспертным путем три вероятностные оценки времени:

- оптимистическую (минимальную) t_{min},
- наиболее вероятную $t_{н.в}$,
- пессимистическую (максимальную) t_{max}.

Такие сетевые графики получили название стохастических или вероятностных.

Оптимистическая оценка - это минимально необходимое время выполнения работы при наиболее благоприятных условиях.

Наиболее вероятная оценка - время, которое потребуется для выполнения работы при нормальных, чаще всего встречающихся условиях.

Пессимистическая оценка - максимальное время, которое потребуется для выполнения работы при крайне неблагоприятных условиях.

Эти три оценки являются исходными для расчета ожидаемой продолжительности выполнения работы ($t_{ож}$), которую рассматривают как случайную величину, вероятность которой распределена по закону бета-распределения. Ожидаемая продолжительность работы определяется путем усреднения трех оценок времени по формуле

$$t_{ож} = (t_{min} + 4t_{н.в} + t_{max}) / 6.$$

Среднеквадратическое отклонение такого распределения

$$\sigma_t = (t_{max} - t_{min}) / 6.$$

Дисперсия σ_t^2 дает возможность оценить степень правильности определения продолжительности работы. Продолжительность работ с большей дисперсией имеет меньшую степень достоверности, а сами работы - большую степень неопределенности. Работы с малой дисперсией имеют высокую степень достоверности того, что продолжительность выполнения работы определена правильно и работа будет выполнена в срок.

Расчет ожидаемой продолжительности каждой работы может выполняться и по двум оценкам времени. Тогда

$$t_{ож} = (3t_{min} + 2t_{max}) / 5,$$

$$\sigma_t = (t_{max} - t_{min}) / 5.$$

Эти расчеты заносятся в перечень работ, на основе которого строится сетевой график, и ожидаемое время проставляется в сетевом графике над каждой работой.

11.9. Параметры сетевого графика

К основным параметрам сетевого графика относятся:

- критический путь,
- резервы времени свершения событий,
- резервы времени для выполнения работ.

Путем называется непрерывная последовательность работ, в которой конечное событие одной работы совпадает с начальным событием следующей работы. Путь от исходного события до завершающего называется полным путем. Каждый путь, в том числе и полный, можно записать в виде последовательностей шифров работ или просто в виде последовательностей шифров (номеров) событий, находящихся на этом пути.

Обычно в сетевом графике имеется несколько полных путей, т.к. многие работы выполняются параллельно. Зная продолжительность выполнения каждой работы, можно определить продолжительность каждого пути, которая равна сумме продолжительностей работ, составляющих этот путь.

Полный путь, имеющий наибольшую продолжительность, называется критическим путем. Он обозначается $L_{кр}$, а его продолжи-

тельность - $T_{кр}$. **Критический путь** выделяется **жирной линией**. Ближайший по продолжительности к критическому путь называется подкритическим. Остальные пути в сети называются ненапряженными, т.к. они имеют резервы времени. Например, на простом сетевом графике, представленном на рис. 37 , имеются 6 полных путей:

1) 0,1,4,6,7. Его продолжительность 0+18+5+15 = 38 дней;

2) 0,1,3,4,6,7. Его продолжительность 0+9+11+5+15 = 40 дней;

3) 0,1,2,3,4,6,7. Его продолжительность 0+4+2+11+5+15 = = 37 дней;

4) 0,1,2,5,6,7. Его продолжительность 0+4+8+6+15 = 33 дня;

5) 0,2,3,4,6,7. Его продолжительность 5+2+11+5+15 = 38 дней;

6) 0,2,5,6,7. Его продолжительность 5+8+6+15 = 34 дня.

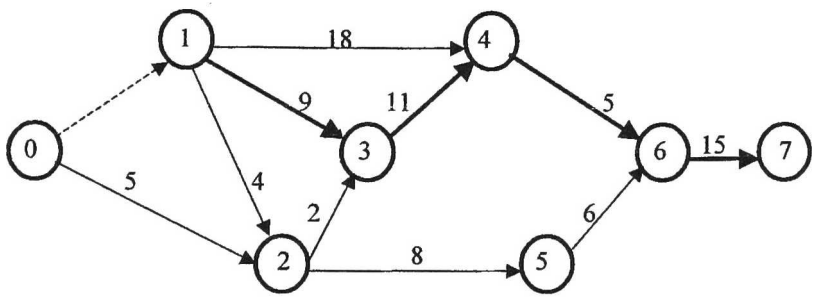


Рис.37. Пример простого сетевого графика

На этом графике критический путь – второй (0,1,3,4,6,7) с максимальной продолжительностью 40 дней; подкритических пути - два: первый и пятый с продолжительностью 38 дней; остальные полные пути - ненапряженные - с меньшими продолжительностями.

Критический путь определяет общую продолжительность разработки нового изделия или отдельной стадии разработки. Следовательно, для выполнения работы в заданный срок и сокращения сроков разработки необходимо, прежде всего, контролировать сроки и принимать меры к быстрейшему выполнению работ, находящихся на критическом пути. Выделение работ критического пути **жирными стрелками**, т.е. узких мест, позволяет руководству концентрировать внимание на этих работах, и тем самым улучшает управление ходом разработок.

Очевидно, что работы и события, лежащие на критическом пути, не имеют резерва времени, а прочие работы и события могут иметь резервы времени.

Резерв времени свершения i-го события ($\mathbf{P_i}$) - это разность между допустимым поздним сроком свершения события ($\mathbf{T_i^п}$) и возможным ранним сроком свершения события ($\mathbf{T_i^р}$):

$$\mathbf{P_i = T_i^п - T_i^р}. \qquad (11.3)$$

Этот резерв показывает, на сколько можно задержать свершение этого события без срыва конечного срока разработки изделия.

Поздний срок свершения события - это допустимый максимальный срок его свершения, при котором завершающее событие наступает в заданный срок. Следовательно, у завершающего события, как и у всех событий, находящихся на критическом пути и не имеющих резерва, поздний срок свершения события (ПССС) равен раннему сроку свершения события (РССС). Для остальных событий ПССС находится путем вычитания из ПСС завершающего события суммы заданных продолжительностей работ, находящихся на рассматриваемом пути между завершающим событием и данным i-м событием:

$$\mathbf{T_i^п = T_{кр} - \sum_i^{зав} t_{ij}} \qquad (11.4)$$

или

$$\mathbf{T_i{}^п = T_j{}^п - t_{ij}},$$

где $\mathbf{t_{ij}}$ - продолжительность работы (i,j),

j - конечное событие работы,

i - начальное событие работы.

Для нашего сетевого графика:

$\mathbf{T_{зав} = T_7^п = T_7^р = T_{кр} = 40}$, $\quad T_6^п = T_7^п - t_{6,7} = 40 - 15 = 25$,

$T_5^п = T_6^п - t_{5,6} = 25 - 6 = 19$, $\quad T_4^п = T_6^п - t_{4,6} = 25 - 5 = 20$ и т.д.

Ранний срок свершения события (РССС) - минимальный из возможных моментов наступления заданного события при заданных продолжительностях работ. Следовательно, РСС j-го события определяется путем суммирования заданных длительностей работ, находящихся на рассматриваемом пути между исходным событием (0) и данным j-м событием:

$$\mathbf{T_j^р = \sum_0^j t_{ij}} \qquad (11.5)$$

или

$$\mathbf{T_j{}^р = T_i{}^р + t_{ij}}.$$

Например, для нашего сетевого графика:

$T_0^p = T_1^p$, $T_2^p = t_{0,2} = 5$,

$T_3^p = t_{0,1} + t_{1,3} = 0 + 9 = 9$, $T_4^p = t_{0,1} + t_{1,3} + t_{3,4} = 0 + 9 + 11 = 20$.

Аналогично

$T_5^p = 5+8 = 13$, $T_6^p = 20 + 5 = 25$.

Теперь можем определить резервы времени каждого события. Для событий, лежащих на критическом пути, они будут равны нулю, а для остальных событий (2-го и 5-го) находятся вычитанием из ПССС - РССС:

$P_2 = 11 - 5 = 6$; $P_5 = 19 - 13 = 6$.

Резервы времени для выполнения работ могут быть двух видов: полный и свободный.

Полный резерв времени для выполнения работы (ПРВР) - это максимально возможный период времени, на который можно отсрочить начало или увеличить продолжительность данной работы без срыва срока завершения комплекса:

$$\mathbf{P_{ij}^{пол} = T_j^п - T_i^p - t_{ij}}. \qquad (11.6)$$

Фактически - это разность позднего срока свершения (ПСС) конечного события и раннего срока свершения (РСС) начального события данной работы за вычетом продолжительности этой работы.

Свободный резерв времени для выполнения работы (СРВР) - это максимальный период времени, на который можно отсрочить начало или увеличить продолжительность работы, не изменяя при этом ранних сроков начала последующих работ. Это разность ранних сроков свершения (РСС) событий: конечного и начального, за вычетом продолжительности работы:

$$\mathbf{P_{ij}^{св} = T_j^p - T_i^p - t_{ij}}. \qquad (11.7)$$

11.10. Расчет параметров сетевого графика

Расчет параметров сетевого графика по вышеприведенным формулам ведется на ЭВМ. Для небольших сетевых графиков можно использовать графический или табличный методы.

Графический метод расчета осуществляется непосредственно на сетевом графике, когда количество событий невелико. При этом ме-

тоде каждый кружок, изображающий событие, делится на четыр сектора: верхний - номер события, левый - РССС, правый - ПССС нижний - резерв времени свершения события (РВСС). Расчет пара метров нашего графика этим методом представлен на рис.38.

Порядок вычисления параметров сетевого графика следующий. Вначале в верхних секторах проставляются номера событий, а над стрелками, обозначающими работы, - продолжительности работ. Затем определяются и записываются в левом секторе ранние сроки свершения событий (РССС). В левом секторе исходного (нулевого) события записывается 0. В левом секторе события 1 тоже записывается 0, т.к. продолжительность мнимой работы (0,1) равна нулю. В левом секторе события 2 записываем 5, т.к. это событие свершится только тогда, когда будут выполнены все работы, предшествующие этому событию. В нашем случае это сумма продолжительностей работ (0,1) и (1,2), равная 0 + 4 = 4, и параллельная работа (0,2), продолжительность которой равна 5. Событие 2 свершится после выполнения этих работ, т.е. РССС 2 = 5.

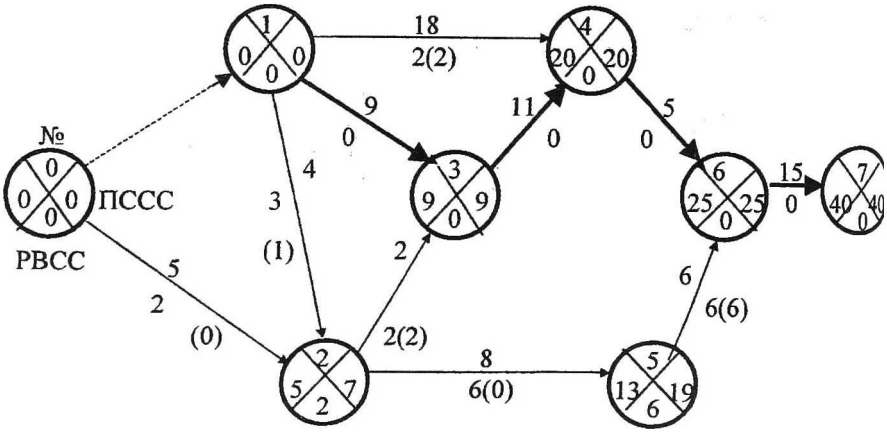


Рис.38. Пример расчета параметров сетевого графика графическим методом

Аналогично поступаем и во всех других случаях: если событию предшествуют 2 или более параллельных работ, то расчет ведется по всем путям до этого события и выбирается наибольшая сумма, которая и записывается в левый сектор кружка, изображающего событие. Например, событию 3 предшествуют три пути, каждый из которых состоит из двух или трех работ:

(0,1), (1,3) с продолжительностью, равной 0 + 9 = 9;

(0,1), (1,2), (2,3) с продолжительностью 0 + 4 + 2 = 6;

(0,2), (2,3) с продолжительностью 5 + 2 = 7.

Выбираем максимальное значение 9. Необязательно просматривать все пути. Достаточно просуммировать продолжительности работ, заканчивающихся рассматриваемым событием с ранними сроками свершения начальных событий этих работ. Например, для события 4 выбираем 20 (9+11), а не 18 (0+18), и для события 6 выбираем 25 (20+5), а не 19 (13+6).

Для завершающего события 7 полученное значение РССС, равное 40, является продолжительностью критического пути и поздним сроком свершения события (ПССС).

Для определения ПССС расчет производится в обратном порядке, справа налево. В правом секторе завершающего события 7 записывается 40 - продолжительность критического пути. Для определения ПСС события 6 из этого числа (40) вычитается продолжительность работы (6,7), равная 15, и результат (25) записывается в правый сектор события 6. ПСС события 5 определяется вычитанием из этого числа (25) продолжительности работы (5,6), равной 6. 25- 6 =19. Записываем в правый сектор события 5, и т.д. ПСС события 4 определяется как 25 – 5 = 20. ПСС события 3 - как 20 – 11 = 9.

Но если после события начинается несколько параллельных работ, при определении ПСС этого события надо выполнить расчеты по всем этим работам и в качестве ПССС выбрать минимальное значение. Например, ПСС события 2 будет 7, как минимальное значение из двух разностей: 19 – 8 = 11 и 9 – 2 = 7. ПСС события 1 будет 0, как минимальное значение из трех разностей: 20 – 18 = 2, 9 – 9 = 0 и 7 – 4 = 3.

Резервы времени свершения событий определяются вычитанием из числа, записанного в правом секторе соответствующего кружка, числа, записанного в левом секторе этого же кружка, и результаты заносятся в нижний сектор. Убедимся еще раз, что события, находящиеся на критическом пути, резервов времени не имеют.

Полный резерв времени для выполнения каждой работы определяется вычитанием из числа, записанного в правом секторе конечного события этой работы, числа, записанного в левом секторе началь-

ного события работы, и продолжительности этой работы. Его можно записать под стрелкой, изображающей работу.

Свободный резерв времени для работы определяется вычитанием из числа, записанного в левом секторе конечного события работы, числа, записанного в левом секторе начального события этой же работы, и продолжительности работы. Его можно записать под стрелкой, изображающей работу, в скобках. Убедимся еще раз, что работы, находящиеся на критическом пути, никаких резервов времени не имеют.

Очевидно, что сетевой график является наглядным средством управления ходом выполнения разработки новых изделий и его контроля. Однако заполнение сетевого графика расчетами его параметров делает его громоздким, ненаглядным и непригодным для анализа. Всё-таки основное назначение сетевого графика заключается в отражении хода работ, а расчет параметров лучше выполнять табличным методом или на ЭВМ.

Табличный метод расчета СГ

Этот метод заключается в последовательном заполнении таблицы параметров в соответствии с вышеприведенными формулами. При этом, зная ранние и поздние сроки наступления событий, можно определить дополнительно для любой работы ранние и поздние сроки ее начала и окончания. Очевидно, что ранний срок начала работы (РСНР) совпадает с ранним сроком ее начального события РСНР = T_i^P.

Ранний срок окончания работы (РСОР) превышает РСНР на ее продолжительность:

$$РСОР = РСНР + t_{ij}.$$

Поздний срок окончания работы (ПСОР) совпадает с поздним сроком ее конечного события:

$$ПСОР = T_j^n.$$

Поздний срок начала работы (ПСНР) меньше позднего срока ее окончания на продолжительность этой работы:

$$ПСНР = ПСОР - t_{ij}.$$

Но для расчета параметров сетевого графика они нужны не все. Рассмотрим еще раз основные формулы: (12.3), (12.6) и (12,7). Преобразуем последнюю формулу, добавив и вычитая поздний срок свершения конечного события работы. Тогда получим

$$P_{ij}^{св} = (T_j^{п} - T_i^{р} - t_{ij}) - (T_j^{п} - T_i^{р}) = P_{ij}^{пол} - P_j. \qquad (11.8)$$

Пример табличного расчета параметров представлен в табл.17.

Графы 4 и 5 заполняются сверху вниз, а графа 6 - снизу вверх. Цифры в графе 7 получаются вычитанием из цифр графы 6 цифр графы 5. Цифры в графе 8 - вычитанием из цифр графы 6 цифр граф 4 и 3. Цифры в графе 9 - вычитанием из цифр графы 8 цифр графы 7. В графах 10 и 11 приведены значения РСОР и ПСНР как сумма значений граф 4 и 3 в первом случае и разность значений граф 6 и 3 - во втором случае.

Таблица 17

Работа	Кол. пр-х работ	Прод. раб. t_{ij}	$T_i^{р}$ РСНР	$T_j^{р}$	$T_j^{п}$ ПСОР	P_J	$P_{ij}^{пол}$	$P_{ij}^{св}$	РСОР	ПСНР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,2	0	5	0	5	7	2	2	0	5	0
1,2	1	4	0	5	7	2	3	1	4	0
1,3	1	9	0	9	9	0	0	0	9	0
1,4	1	18	0	20	20	0	2	2	18	2
2,3	2	2	5	9	9	0	2	2	7	7
2.5	2	8	5	13	19	6	6	0	13	11
3,4	1	11	9	20	20	0	0	0	20	9
4,6	2	5	20	25	25	0	0	0	25	20
5,6	1	6	13	25	25	0	6	6	19	19
6,7	2	15	25	40	40	0	0	0	40	25
				гр(6-5)	гр(6-4-3)			гр(8-7)	гр(4+3)	гр(6-3)

После составления сетевого графика и его расчета можно осуществить оптимизацию графика с целью сокращения сроков разработки. При этом особое внимание уделяется работам, находящимся на критическом пути, а потом - на подкритическом пути.

11.11. Оптимизация сетевых моделей

Оптимизация сетевых моделей - это процесс поиска путей перераспределения и выделения дополнительных ресурсов с целью сокращения продолжительности критического пути. Сначала анализируются пути сокращения продолжительности критического пути за счет пересмотра топологии сетевого графика с целью рассмотрения возможности параллельного выполнения работ, находящихся на критическом пути. Исходя из имеющихся возможностей и особенностей

выполнения работ, можно перераспределять ресурсы таким образом, чтобы часть работ выполнялась параллельно за счет использования ресурсов для работ, имеющих резервы времени.

Затем рассматриваются возможности сокращения продолжительности работ путем выделения дополнительных ресурсов. При этом предполагается, что продолжительность большинства работ может быть сокращена при дополнительном выделении ресурсов. Однако продолжительности не всех работ можно уменьшить и уменьшать продолжительности остальных работ можно только до определенных пределов, при достижении которых никакие выделения дополнительных ресурсов не приводят к их сокращению. Этот предел может быть определен длительностью технологического процесса и другими факторами.

Затраты ресурсов на выполнение каждой работы и дополнительные затраты на сокращение продолжительности каждой работы на единицу времени (например на один день) могут быть определены заранее плановым отделом и другими отделами. Последовательность выполнения операций по оптимизации сетевого графика лучше всего рассматривать на конкретном примере. Рассмотрим еще раз наш сетевой график. В табл.18 приведены исходные данные для оптимизации нашего графика. Экстремальная продолжительность означает минимально возможную продолжительность работы.

Таблица 18

Исходные данные для оптимизации сетевого графика

Шифр работы	Продолжительность работы (сутки)		Затраты (руб)		Доп. затр. (р/ед)	Примечания
	нормальн.	экстрем.	нормальн.	экстрем.		
1	2	3	4	5	6	7
0,1	0	0	0	0	-	Фикт-ная
0,2	5	1	100	500	100	Нет зав-ти
1,2	4	4	400	400	-	Не ускор.
1,3	9	5	2400	3200	200	Лин-я зав.
1,4	18	10	5000	9000	500	- * -
2,3	2	2	300	300	-	Не ускор.
2,5	8	4	2300	5500	800	Лин-я зав.
3,4	11	5	4200	6000	300	- * -
4,6	5	3	5000	6800	900	- * -
5,6	6	3	2000	2900	300	- * -
6,7	15	15	3000	3000	-	Не ускор.
		Сумма	24700	37600		

Оптимизация сетевого графика проводится в несколько этапов.

На первом этапе среди работ, входящих в критический путь, находят работу с наименьшими дополнительными затратами. Такой является работа (1,3), т.к. 200<300<900. Её продолжительность можно сократить на 4 единицы. Однако тогда критический путь пойдет по работе (1,4) и его сокращение составит всего две единицы, т.к. резерв равен 2. Поэтому продолжительность работы (1,3) сокращаем всего на две единицы. Продолжительность критического пути станет уже 38 дней. Дополнительные затраты на сокращение критического пути на два дня составят всего 400 руб. Теперь на сетевом графике стало три критических пути с одинаковой продолжительностью 38 дней: (0,1,3,4,6,7), (0,1,4,6,7) и (0,2,3,4,6,7).

На втором этапе рассматриваем возможность сокращения продолжительностей работ, находящихся на этих критических путях. Рассматриваем несколько вариантов:

- сокращение продолжительности работы (4,6), являющейся общей для всех этих путей, требующее дополнительных затрат на единицу времени 900р;

- одновременное сокращение работ (1,4) и (3,4), требующее дополнительных затрат на единицу (500+300)=800р;

- одновременное сокращение работ (0,2), (1,3) и (1,4), требующее дополнительных затрат (100+200+500)=800р.

При этом учитываем, что продолжительности работ (1,2) и (2,3) не подлежат сокращению. Выбираем вариант одновременного ускорения работ (1,4) и (3,4), который требует меньших затрат и позволяет сократить продолжительность подкритического пути (0,1,2,3, 4,6,7). Сократить продолжительность выполнения этих работ можно на 4 единицы, чтобы сравняться с продолжительностью пути (0,2,5,6,7). Для этого потребуются дополнительные затраты уже $800 \cdot 4 = 3200$ руб. Продолжительность критических путей стала 34, а общие дополнительные затраты – уже 3600 р.

На третьем этапе рассматриваем также несколько вариантов:

- одновременное сокращение работ (0,2), (1,3), (1,4) с дополнительными затратами 100+200+500 = 800р;

- или работ (1,4), (1,3), (2,5) с затратами 500+200+800 =1500р;

- или работ (1,4), (3,4), (2,5) с затратами 500+300+800 = 1600р;

- или работ (1,4), (1,3), (5,6) с затратами 500+200+300 = 1000р;
- или работ (1,4), (3,4), (5,6) с затратами 500+300+300 = 1100р.

Выбираем первый вариант с дополнительными затратами 800 р. Сократить эти работы можно только на один день, чтобы сравниться с продолжительностью пути (0,1,2,3,4,6,7), равной 33 дням. Сократим общие сроки до 33 дней. Все пути стали критическими. Общие дополнительные затраты 3600 + 800 = 4400 р.

На четвертом этапе должны учесть, что работы (1,2) и (2,3) не подлежат сокращению, поэтому можем рассматривать и сокращать только работы, находящиеся на сетевом графике справа от них (после событий 2 и 3). Рассматриваем варианты:

- одновременного сокращения работ (1,4), (3,4), (2,5) с затратами 500 + 300 + 800 = 1600р,
- или работ (1,4), (3,4), (5,6) с затратами 500+300+ 300 = 1100р,
- или работ (4,6), (2,5) с затратами 900+800 = 1700р,
- или работ (4,6), (5,6) с затратами 900+300 = 1200р.

Выбираем вариант 2 с затратами 1100р. Работу (1,4) мы уже сократили на 5 дней, можем еще на 3 дня. Работу (3,4) сократили на 4 дня, можем еще сократить на 2 дня. Работу (5,6) можем сократить на 3 дня. Отсюда целесообразное сокращение только на два дня с дополнительными затратами 1100 · 2 = 2200 р. Общие дополнительные затраты 4400 + 2200 = 6600 р. Продолжительность всей разработки сократили до 31 дня.

На пятом этапе целесообразно одновременное сокращение работ (4,6) и (5,6) на один день (больше работу (5,6) сокращать уже нельзя) с дополнительными затратами 900 + 300 = 1200 р. Критический путь будет 30 дней и общие дополнительные затраты 7800 р.

На шестом этапе возможно еще одновременное сокращение продолжительности работ (4,6) и (2,5) на один день с дополнительными затратами 900 + 800 = 1700 р. Критический путь будет 29 дней и дополнительные затраты 9500 р.

Общие затраты на разработку составят 24700 + 9500 = 34200 р. Экстремальные затраты составили бы 37600 р. Конечно, необязательно проводить оптимизацию сетевого графика до достижения минимального срока. Можно остановиться на каком-то промежуточном этапе, когда дополнительные затраты приемлемы.

11.12. Составление сетевого графика с использованием типовых перечней укрупненных работ

Сетевой график с использованием типовых перечней укрупненных работ как стадии ТП, так и стадии РП разрабатывается на основе перечня работ, составленного по типу табл.11. Только для стадии ТП унифицированный перечень работ (название граф таблицы) будет несколько иной. Так, следует писать:

(3)	вместо	"разработка РКД"	– "разработка КД",
(4)	вместо	"разработка ТУ, ИН"	– "разработка проектов ТУ, ИН",
(5,6,7)	вместо	"изготовление, сборка, настройка опытных образцов"	– "изготовление, сборка, настройка макетов",
(12)	вместо	"зав. лаб. испыт."	– "защита ТП".

Унифицированные (типовые) работы у нас пронумерованы. Но нам надо зашифровать *каждую* работу и *каждое* событие, которым заканчивается одна или несколько работ. Формулировки событий должны быть краткими, чёткими, ясными и позволять сразу же приступать к следующей работе. В нашем случае (табл.11) шифры и формулировки событий должны быть такими:

01 - ЧТЗ разработано, оформлено и передано в отдел-исполнитель (имеется в виду: "и согласовано, и утверждено", - но т.к. без согласования оно не может быть оформлено, то это слово пропускаем),

02 - ТЗК разработано, оформлено и передано в конструкторский отдел,

03 - РКД разработана, оформлена и передана в ОНТД (имеется в виду, что она согласована со всеми, прошла нормоконтроль, т.к. без этого не может быть оформлена),

04 - ТУ и ИН разработаны и оформлены (соответствующими подписями),

05 - опытный образец составной части изготовлен и передан в лабораторию (для настройки и испытаний),

06 - опытный образец составной части или комплекса собран,

07 - опытный образец настроен (с оформлением протокола),

08 - опытный образец испытан в нормальных условиях (с оформлением протокола),

09 - опытный образец испытан в ухудшенных условиях (с оформлением протокола),

10 - опытный образец доработан и проверен (с оформлением протокола),

11 - ТД разработана и оформлена,

12 - Заводские лабораторные испытания проведены (имеется в виду, что предварительно была разработана ПМ испытаний).

Это типовые события. Для конкретизации каждого события необходимо добавить шифр составной части или комплекса изделия.

Например:

ОЗ-СбЕ1 - РКД составной части СбЕ1 разработана, оформлена и передана в ОНТД, или:

10К - опытный образец комплекса доработан и проверен.

Пример составления перечня событий в виде матрицы для стадии ТП представлен в табл.19.

Таблица 19

Сост. части, комплекс	События											
	ЧТЗ	ТЗК	КД.	Пр.ТУ, ИН	Макет			Испытан в условиях		Мак. дораб.	ТД разр. и оф.	ТП защищён.
	разработаны и оформлены				изг.	собр.	настр.	норм.	ухудш.			
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
СбЕ1												
СбЕ2												
...												
К												

Таблица получилась довольно сложная, хотя и взято простое изделие, состоящее всего из трех составных частей и комплекса. Да и работы и события взяты укрупнённые.

Поясним эту таблицу. Заодно поясним и работы, которыми заканчиваются указанные события. Кружками в таблице показаны события, а сплошными и пунктирными линиями - логические связи между событиями. Но это еще не сетевой график, т.к. в сетевом графике работы должны изображаться прямыми стрелками и у каждого события должен стоять свой шифр.

Первым событием сетевого графика является событие 01К, которое является результатом обобщенной работы, состоящей из анализа ТЗ, разработки структурной схемы, технико-экономического обоснования разработки, плана работы (СГ) и проектов ЧТЗ, которые затем будут согласовываться с исполнителями, дорабатываться и оформляться (остальные события с начальным шифром 01). Исходным событием является "0"– момент начала работы. После оформления ЧТЗ на составные части исполнители разрабатывают соответствующие ТЗК (с необходимым моделированием или макетированием).

После передачи ТЗК в конструкторский отдел (КО) и начала конструирования разработчики узлов и блоков могут начать разработку проектов ТУ и ИН (если они необходимы). Они должны быть готовы к моменту начала настройки (что показано логической связью в виде пунктирной линии со стрелкой), т.е. к моменту окончания изготовления составных частей изделия. Далее составные части настраиваются, испытываются и дорабатываются (обычно сами составные части в процессе испытаний, а КД - с некоторой задержкой, так как нужно дополнительное время на оформление изменений в КД).

После настройки составной части можно приступать к разработке соответствующей части текстовой документации: ТО, ИЭ, ПЗ и др. Разработчики составных частей составляют ТО своих разработок, а также соответствующие части ИЭ, ПЗ и др. Они должны быть готовы к моменту комплектования ТД по комплексу.

Макеты составных частей после испытаний и доработок должны быть представлены для сборки (стыковки) комплекса изделия (логические связи показаны пунктирными линиями со стрелками), после чего комплекс настраивается, испытывается и дорабатывается (обычно с повторными испытаниями по данному виду испытаний). Разработка ТД на комплекс может быть начата после его настройки.

Событие 11 для комплекса представлено с промежуточным событием 11К, которое необходимо, чтобы собрать части ТД по составным частям изделия, состыковать и отредактировать их, после чего окончательно оформлять ТД. После этого можно предъявлять ТП на защиту и защищать его.

По табл. 18 можно составить сетевой график на весь комплекс работ и событий. Однако он будет довольно громоздким и в него будет трудно вносить коррективы, диктуемые реальной жизнью.

Обычно составляются отдельные сетевые графики на разработку каждой составной части и укрупнённый сетевой график - на комплекс изделия. Отдельно может быть составлен сетевой график на разработку и оформление всего комплекта ТД по предварительно составленному перечню всей ТД.

Такие отдельные сетевые графики удобны для работы каждого подразделения-исполнителя (разработчика соответствующей составной части) и для управления всей разработкой, так как они наглядны и в них удобно вносить необходимые коррективы.

Пример сетевого графика на разработку составной части представлен на рис.39, а укрупнённый сетевой график на разработку комплекса - на рис.40.

Здесь, как и положено, действительная работа изображена сплошной стрелкой, а фиктивная (то есть не имеющая затрат времени - чисто логическая связь) - пунктирной стрелкой.

На рис.40 работы и события по составным частям изображены более укрупнённо, чем на сетевом графике для составной части (рис.39). Даются только важнейшие контрольные события.

Так, событие 07Б1 должно быть сформулировано следующим образом: "ЧТЗ, ТЗК, КД, проекты ТУ, ИН на составную часть СбЕ1 (для удобства в сетевом графике - сокращенный шифр - Б1) разработаны и оформлены, макет составной части СбЕ1 изготовлен, собран и настроен". Ранний срок свершения события 07Б1 наступит тогда, когда будут выполнены все предшествующие ему работы в соответствии с сетевым графиком (рис.41), то есть продолжительность работы 01К-07Б1 равна сумме продолжительностей работ: 01К-01Б1, 01Б1-02Б1, 02Б1-03Б1, 03Б1-05Б1, 05Б1-06Б1, 06Б1-07Б1, - с учётом продолжительности работы 02Б1-04Б1.

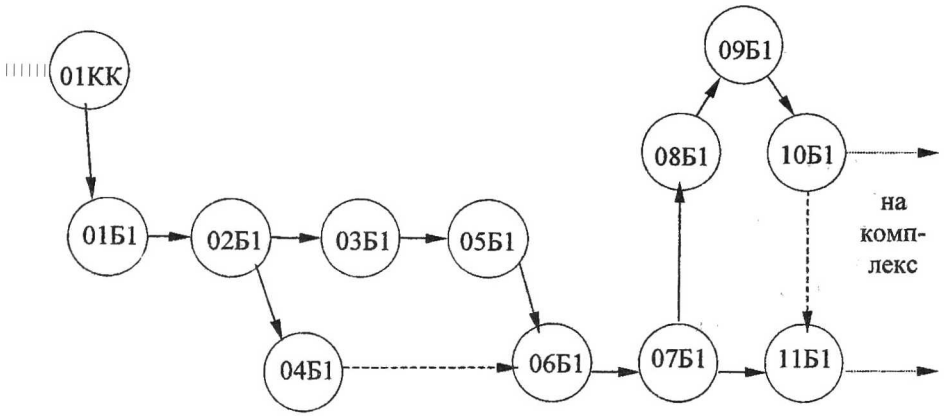


Рис.39. Сетевой график на разработку ТП составной части СбЕ1 (Б1)

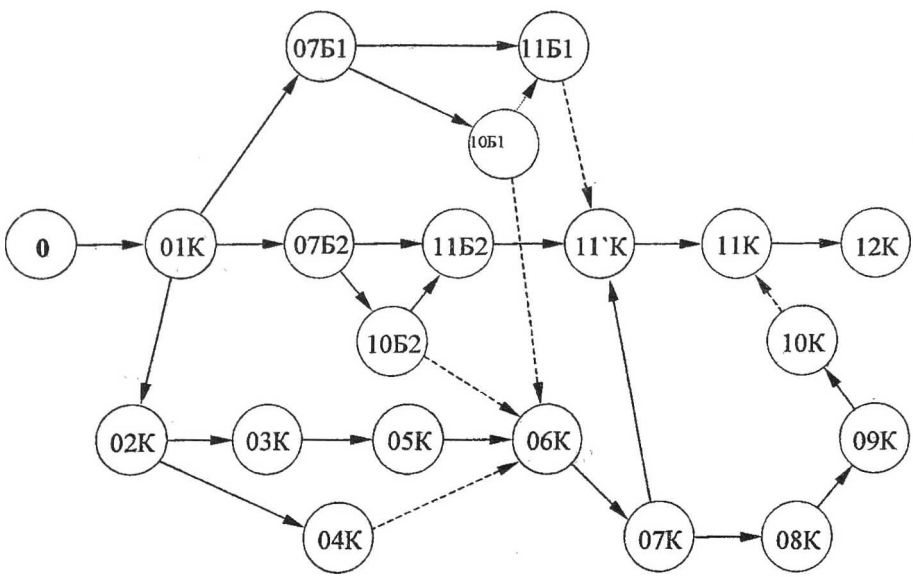


Рис. 40. Укрупненный сетевой график на разработку ТП комплекса

Событие 10Б1 должно быть сформулировано так: "Макет составной части СбЕ1 (Б1) прошёл испытания и доработан".

События по составной части СбЕ2 (Б2) формулируются аналогичным образом.

Для стадии РП составляются перечни работ и событий, аналогичные табл.11 и 19, и соответствующие сетевые графики.

После составления сетевых графиков на них наносят продолжительности работ из табл.11 и других таблиц, аналогичных этой, и приступают к расчёту параметров сетевых графиков.

11.13. Освоение производства новой продукции

После удачного выполнения ОКР - разработки РКД, изготовления и успешных испытаний опытных образцов новой продукции и доработки РКД по результатам испытаний - руководство фирмы (или ведомства - Заказчика) принимает решение о запуске изделия в производство. Вначале выпускается небольшая пробная (или установочная) партия изделий для отработки технологии и для пробного выхода на рынок. Если пробная партия распродана успешно, без существенных замечаний потребителей, то принимается решение о запуске в серийное производство. Если есть существенные замечания и пожелания потребителей, то принимается решение о доработке РКД на изделие, потом уже решение о серийном производстве.

Освоение изделия в серийном производстве по данным многих исследователей требует затрат в 4...8 раз больше, чем затраты на разработку изделия. Величина затрат зависит от масштабов производства, которые, в свою очередь, зависят от рыночного спроса на новое изделие. В зависимости от ожидаемого спроса проектируется и соответствующий тип производства: единичный, мелкосерийный, среднесерийный, крупносерийный или массовый.

В *единичном и мелкосерийном производстве* для снижения издержек используется в основном универсальное оборудование и несложное, недорогое технологическое оснащение. Они позволяют производить продукцию широкой номенклатуры.

В *среднесерийном и крупносерийном* производстве, когда выпускаются большие партии изделий, применяется более сложное, дорогое и производительное специализированное оборудование и специализированное технологическое оснащение. Благодаря высокой производительности специализированного оборудования и более совершенной технологии, трудовые издержки на производство продукции резко снижаются. Снижается и себестоимость продукции, появляется возможность снижения цены изделия для повышения конкурентоспособности этой продукции, а значит и фирмы, на рынке.

При массовом спросе необходимо проектировать *массовое поточное производство*. Здесь применяются еще более сложное, более дорогое и высокопроизводительное автоматизированное и автоматическое технологическое оборудование и более совершенные технологии. Трудовые затраты на единицу продукции становятся еще меньше, а значит, и меньше себестоимость. Появляются большие возможности маневрирования ценой на рынке, чтобы получать высокие прибыли и поддерживать конкурентное преимущество.

Но подготовить и организовать крупносерийное или массовое производство нелегко. Для этого разрабатываются ЦЕЛЕВЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ или просто технические программы и проекты. Такие программы и проекты должны предусматривать широкое применение в новых изделиях новых материалов, а при их производстве - более совершенных наукоемких технологических процессов. Например, - новых неметаллических материалов-композитов, которые требуют применения новых методов обработки, например лазерных. Лазерная техника применяется и для обработки композиционных материалов, и для сварки и плавки тугоплавких металлов, и для прошивки отверстий в твердых и сверхтвердых материалах. Плазменное напыление материалов позволяет получить монолитные изделия с улучшенными свойствами отдельных участков для повышения надежности, прочности и износостойкости машин и оборудования. Должно предусматриваться применение и других новейших достижений науки и техники, чтобы постоянно быть впереди и не отстать от конкурентов.

Вначале службой главного технолога на основе тщательного изучения РКД разрабатывается *структура производственного процесса*. В неё входят *основные* производственные процессы (заготовительные, обрабатывающие и сборочные работы), *вспомогательные*, *обслуживающие* и *естественные* процессы. Затем разрабатывается *проект организации производственного процесса* с учетом всех основных принципов эффективной организации производственного процесса: принципов специализации, пропорциональности, ритмичности, параллельности, непрерывности и прямоточности.

После этого разрабатывается новая производственная структура существующего предприятия или производственная структура нового предприятия, если для больших масштабов производства требуется создание нового предприятия. Затем разрабатывается целевая на-

учно-техническая программа. В ней планируется весь большой перечень предстоящих работ по реконструкции действующего или созданию нового предприятия, а также работ по обеспечению нового производства новыми материалами, новым оборудованием, новыми комплектующими и т.д. Для их производства может потребоваться создание еще нескольких заводов.

На основе этой целевой программы разрабатываются ТЗ на разработку проектов реконструкции или строительства новых предприятий. Проекты обычно разрабатываются специальными проектными (или проектно-технологическими) институтами.

Реализация целевой научно-технической программы обычно состоит из следующих крупных этапов:

1) проведение проектно-технологических работ по подготовке крупносерийного или массового производства новой продукции;

2) выполнение строительно-монтажных работ (СМР);

3) проектирование и изготовление нестандартного оборудования;

4) технологическое освоение производства новой продукции до предусмотренного проектом уровня.

Выполнение всех этих этапов необходимо тщательно обеспечивать и контролировать, и тогда нововведение получит широкое распространение.

Программно-целевой метод планирования освоения новой продукции охватывает примерно 20% объемов производства. В остальных случаях обходятся разработкой и реализацией программ технического перевооружения производства, направленных в основном на комплексную механизацию и автоматизацию технологических процессов.

Контрольные вопросы и задачи

1. Определение трудоемкости и сметной стоимости НИР.
   Определение трудоемкости и сметной стоимости ОКР.
   Как определяется трудоёмкость конструкторских работ?
   Остальных работ?
   Как определяется сметная стоимость ОКР?
2. Планирование разработки новой продукции.
   Что лежит в основе планов НИР и ОКР?
   Кто может быть заказчиком?

Какова структура типового договора на НИР?
Какова структура типового договора на ОКР?
Что представляют собой приложения к договору?

3. Каковы основные системы планирования?
Что представляет собой план-график?

4. Что такое СПУ? Что такое СГ?
Основные элементы СГ? Как правильно формулировать события?
Каковы виды работ, отражаемые на СГ? Как они обозначаются?
Как определяется продолжительность работ?
Каковы основные параметры СГ?
Как осуществляется графический метод расчета параметров СГ?
Как осуществляется табличный метод расчета параметров СГ?
Как осуществляется оптимизация СГ?

5. Освоение производства новой продукции. Разработка целевых программ и проектов.
Какое оборудование используется в единичном и мелкосерийном производстве? Какова себестоимость продукции?
Какое оборудование используется в среднесерийном и крупносерийном производстве? Какова себестоимость продукции?
Какое оборудование используется в массовом производстве? Какова себестоимость продукции? Гибкость цен?
Какие программы разрабатываются для организации массового производства?
Каков порядок подготовки центральных научно-технических программ?
Какие ТЗ разрабатываются на основе центральных научно-технических программ?
Кто разрабатывает эти проекты?
Каковы основные этапы реализации центральных научно-технических программ?
Как осуществляется мотивация - создание благоприятных условий нововведениям?
Каковы основные цели научной и инновационной политики ведущих стран?
Изобразить упрощенную схему механизма государственной поддержки научной и инновационной деятельности в РФ и пояснить её.

Каковы основные принципы государственной политики в научной и инновационной деятельности?

Какие страны и как руководствуются этими принципами в своей научной и научно-технической политике?

Какой основной показатель разного подхода к этой области? Какие страны на 1-м месте? Какие страны на 2-м месте?

Основные формы государственной поддержки научной деятельности? Основные формы государственной поддержки инновационной деятельности?

Каковы 3 вида стратегии государства в инновационной деятельности?

Как мотивируют исследователей и разработчиков внутри фирмы?

Решить задачи.

Задача 1.

Определить трудоемкость и сметную стоимость НИР при следующих условиях. На подготовительной стадии требуется работа 5 человек в течение 3 месяцев; на основной – 10 чел. 6 мес; на заключительной – 12 чел. 3 мес. Дневная выработка 1 специалиста на НИР в 1990 г. была 30 р., средняя зарплата – 200 р. В 2001 г. – ср. зарплата – 3000 р.

Задача 2.

Определить трудоёмкость и сметную стоимость ОКР при следующих условиях. На стадии технического проекта (ТП) требуется разработать КД в пересчете на формат А4 - 3000 листов; трудоёмкость 1 листа А4 = 4 чел-часа; коэффициент группы сложности изделия Ксл = 2,0; коэффициент группы новизны Кн = 0,8; коэффициент унификации Кун = 0,2.

На стадии РКД требуется разработать РКД в пересчете на формат А4 - 4000 листов. Конструкторские работы составляют 60% от всех работ ОКР. Выработка 1 специалиста на ОКР была в 1990 г. – 50 р. в день.

Задача 3.

Составить сетевой график и рассчитать его параметры при следующих продолжительностях работ в днях: работа (0-1) – 2; (0-2) – 4; (1-3) – 5; (1-4) – 10; (2-5) –6; (3-4) – 7; (3-5) – 4; (4-6) – 8; (5-6) –9; (6-7) – 10.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стрекалов, О.Б. Инновационный менеджмент / О.Б. Стрекалов. – Казань: КГТУ, 1997.

2. Кураков, Л.П. Экономика. Инновационные подходы / Л.П. Кураков, А.Г. Краснов, А.В. Назаров. – М.: Гелиос, 1998.

3. Ковалев, Г.Д. Основы инновационного менеджмента: учебник / Г.Д. Ковалев. – М.: ЮНИТИ, 1999.

4. Балабанов, И.Т. Инновационный менеджмент. Краткий курс: учеб. пособие / И.Т. Балабанов. – СПб.: Питер, 2000.

5. Основы инновационного менеджмента. Теория и практика: учеб. пособие / под ред. П.Н. Завлина, А.К. Казанцева, Л.Э. Миндели. – М.: Экономика, 2000.

6. Гончаров, В.В. В поисках совершенства управления: руководство для высшего управленческого персонала / В.В. Гончаров. – М.: МП «Сувенир», 1993.

7. Менеджмент организации: учеб. пособие / под ред. З.П. Румянцевой, Н.А. Соломатина. – М.: ЮНИТИ, 1995.

8. Инновационный менеджмент / под ред. С.Д. Ильенковой. – М.: ЮНИТИ, 2000.

9. Оглезнев, Н.А. Организация технической подготовки производства: учеб. пособие / Н.А. Оглезнев. – Куйбышев: КуАИ, 1987.

10. Оглезнев, Н.А. Организация, оперативное планирование и управление производством предприятий машиностроения: учеб. пособие / Н.А. Оглезнев, В.Г. Засканов. – Самара: СГАУ, 2000.

11. Башин, М.Л. Планирование работ отраслевых НИИ и КБ / М.Л. Башин. – М.: Экономика, 1979.

12. Эванс, Дж. Маркетинг / Дж. Эванс, Б. Берман; пер. с англ. – М.: Экономика, 1990.

13. Котлер, Ф. Основы маркетинга / Ф. Котлер; пер. с англ. – СПб: АО «Коруна», 1994.

14. Швецов, Ю.Ф. Технико-экономическое обоснование разработки новой РЭА: учеб.-метод. пособие / Ю.Ф. Швецов. – Самара: СГАУ, 1996.

15. Швецов, Ю.Ф. Технико-экономическое обоснование и планирование разработок РЭА: учеб.-метод. пособие / Ю.Ф. Швецов, Б.А. Никольский. – Самара: СГАУ, 2000.

16. Швецов, Ю.Ф. О подготовке радиоинженеров в рыночных условиях / Ю.Ф. Швецов, Ю.Ф. Широков // Развитие и совершенст-

вование учебного процесса для подготовки специалистов XX1 века: Тез. докладов. – Самара: СГАУ, 1998.

17. Швецов, Ю.Ф. Основы организации и управления предприятием: учеб. пособие. Кн.1 и 2 / Ю.Ф. Швецов. – Самара: СГАУ, 2003.

18. Осипова, Л.Я. Инновационный менеджмент: учеб. пособие. 2-е изд. / Л.Я. Осипова, Ю.Ф. Швецов. – Самара: Самарский институт управления, 2003. – 2004.

19. Швецов, Ю.Ф. Инновационный менеджмент: организация инновационного процесса: учеб.-метод. пособие для курсового проектирования / Ю.Ф. Швецов. – Самара: СИУ, 2004.

20. Швецов, Ю.Ф. Обоснование и планирование разработки новой продукции: учеб.-метод. пособие / Ю.Ф. Швецов, Л.А. Бойкова. – Самара: СГАУ, 2004.

Часть 3
ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА РЭА

12. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

12.1. Производственный процесс и его структура

Производственный процесс - это целенаправленное воздействие человека средствами труда на предметы труда с целью превращения их в продукт производства. Понятие производственного процесса распространяется как на изготовление всего изделия в целом, так и на изготовление его отдельных узлов и деталей. Отсюда на предприятии процесс изготовления изделия представляет собой совокупность взаимосвязанных частных процессов. В зависимости от их роли в производстве различают следующие виды производственных процессов: *основные, вспомогательные, обслуживающие и естественные.*

К *основным* относятся такие процессы, в результате которых непосредственно изготовляется основная продукция предприятия, идущая на продажу и дающая доходы. Они состоят из трех последовательно осуществляемых стадий (фаз): *заготовки, обработки и сборки.*

На первой стадии осуществляется получение заготовок деталей различными методами, связанными с первичным формообразованием поступающих на завод сырья и материалов (резка, литье, ковка, штамповка и т.п.).

На второй стадии обеспечивается превращение заготовок в готовые детали путем обработки их различными методами: давлением, резанием, химическим, термическим и иными способами, связанными с изменением геометрической формы, размеров, внутренних свойств и структуры обрабатываемых деталей.

На третьей стадии выполняются процессы сборки отдельных деталей в сборочные единицы (узловая сборка), а затем – в готовое изделие (общая сборка), а также регулировка, испытания и упаковка.

Вспомогательные производственные процессы призваны обеспечивать бесперебойный, эффективный ход основных производственных процессов. Сюда относятся: ремонт оборудования, изготовление инструмента и оснастки, нестандартного оборудования,

производство различных видов энергии (тепла, сжатого воздуха, электроэнергии и др.). Продукция вспомогательного производства потребляется только на заводе.

Обслуживающие производственные процессы призваны оказывать услуги основному и вспомогательному производствам. Сюда относятся: транспортировка, снабжение, складирование, уборка территории и помещений. Здесь продукция не создается.

Естественные процессы не требуют выполнения работ, а требуют только затрат времени. Сюда относятся: сушка, охлаждение на воздухе и другие.

Изобразив вышесказанное графически, мы получим структуру производственного процесса (рис.41), которая представляет собой совокупность и взаимосвязь основных, вспомогательных, обслуживающих и естественных процессов.

Рис.41. Структура производственного процесса

Производственные процессы делятся на простые и сложные. *Простые* – это процессы изготовления отдельных деталей, сборки простых узлов. *Сложные* – это совокупность простых операций, конечной целью которых является изготовление изделия.

Производственный процесс состоит из *операций*. Под *операцией* понимается часть производственного процесса, выполняемая с однократными затратами *подготовительно-заключительного времени* над одним или несколькими предметами труда (заготовками, деталями) на рабочем месте одним или несколькими рабочими или вовсе без их участия при помощи определенных средств труда. Например, токарные, фрезерные, расточные и других операции.

Операции делятся на *основные* и *вспомогательные*.

К *основным* относятся операции, непосредственно связанные с изменением размеров, форм, внутренней структуры, превращением одного вещества в другое, а также с соединением деталей в сборочный узел, в готовое изделие.

Вспомогательные операции способствуют проведению основных. К ним относятся операции по перемещению заготовок, деталей, узлов от одного рабочего места к другому, операции контроля качества, а также - укладки, погрузки и т.д.

Совокупность основных (технологических) операций, связанных с непосредственным изменением формы, размера, вида, положения, состояния или свойств предметов труда для получения готового изделия, называется *технологическим процессом*. Технологический процесс – это часть производственного процесса. Он разрабатывается как для основных, так и вспомогательных производственных процессов.

12.2. Особенности производственного процесса на радиотехнических предприятиях

При производстве РЭА на радиотехнических предприятиях имеют место следующие особенности производственного процесса:

1. Сочетание обычных операций, свойственных машиностроительному производству, с такими специфическими операциями, как намотка, пропитка, электромонтаж, настройка, регулировка и т.п.

2. Большое количество технологических испытаний: холодоустойчивость, теплоустойчивость, влагоустойчивость, виброустойчивость, вибропрочность, ударопрочность и т.д.

3. Небольшое количество потребляемых материалов (листовой прокат, пластмассы и др.).

4. Большая применяемость покупных комплектующих изделий (ПКИ), деталей и узлов в различных типах изделий.

12.3. Принципы и формы организации производственного процесса

Все составные части производственного процесса (средства производства, предметы труда и сам труд) называются элементами производственного процесса (или ресурсами, или факторами производства).

Связь между элементами производственного процесса осуществляется как в *пространстве*, так и во *времени*. Взаимосвязь и согласованное сочетание основных элементов производственного процесса в пространстве и времени называется *организацией производственного процесса*.

Чтобы производственный процесс был наиболее экономичным, оптимальным, служба главного технолога разрабатывает "Проект организации производственного процесса". При этом учитываются следующие *принципы организации производственного процесса*.

1. *Принцип специализации* производственного процесса - общественного разделения труда. Он осуществляется ограничением количества операций, закрепляемых за каждым рабочим местом. Это позволяет сокращать время обработки и уменьшать затраты за счет использования высокопроизводительного оборудования, приспособлений, инструмента, специального оснащения, отработки навыков и приемов работы. При этом очень важна стандартизация - процесс установления и применения стандартов.

2. *Принцип пропорциональности* - соответствие производственных мощностей и их структуры объемам производства по всем цехам и участкам. Он обеспечивается установкой дополнительного оборудования, перераспределением или сокращением затрат времени на различных операциях и стадиях производственного процесса.

3. *Принцип ритмичности* производственного процесса требует выпуска одинакового количества продукции в равные промежутки времени: смену, сутки, неделю, месяц. Ритмичность обеспечивается надежной работой оборудования, бесперебойным снабжением операций основными и вспомогательными материалами, высокой тех-

нологической дисциплиной, оперативным управлением производством.

4. *Принцип непрерывности* производственного процесса означает устранение или сведение к минимуму перерывов в обработке деталей и узлов и сборке. Он обеспечивается автоматизацией процессов, совмещением операций, групповой и гибкой технологией, надежным обеспечением производственного процесса, многостаночным обслуживанием.

5. *Принцип параллельности* производственного процесса. Обеспечивается одновременной обработкой деталей и узлов одного наименования на многих рабочих местах.

6. *Принцип прямоточности* означает необходимость перемещения предметов труда по кратчайшим направлениям без возвратных и встречных перемещений. Прямоточность обеспечивается последовательным расположением рабочих мест строго по ходу производственного процесса, отсутствием встречных потоков в движении предметов труда, автоматизацией процессов транспортировки.

В зависимости от степени реализации указанных принципов образуются две формы организации производства: поточная и непоточная.

Поточная форма - это такая форма организации производственного процесса изготовления деталей или сборки изделий, при которой операции выполняются с установленным тактом, на специализированных рабочих местах, расположенных по ходу технологического процесса. Первичным звеном поточного производства являются различного вида поточные линии (ПЛ).

Непоточная форма организации производственного процесса характеризуется отсутствием строгого такта обработки деталей и сборки, неполным соблюдением принципов прямоточности и непрерывности, большей длительностью производственного цикла из-за наличия значительных перерывов между смежными операциями.

12.4. Типы производства и их технико-экономические характеристики

Тип производства – это совокупность его организационно-технических и экономических особенностей, обусловленных *широтой номенклатуры, её повторяемостью, стабильностью и объемом* (масштабом) выпуска продукции. Различают три основных типа

производства: *единичное, серийное (мелко-, средне- и крупносерийное) и массовое.*

Одним из основных числовых параметров, по которому можно определить тип производства в том или ином цехе, является *коэффициент закрепления операций (Кзо).* Кзо - это отношение количества всех технологических операций (Nто), выполняемых или подлежащих выполнению в течение месяца в цехе или участке, к количеству рабочих мест (Мрм):

$$Кзо = Nто / Мрм.$$

Для единичного производства Кзо более 40,
для мелкосерийного - от 21 до 40,
для среднесерийного - от 11 до 20,
для крупносерийного - от 2 до 10,
для массового - не более 1.

Каждый тип производства имеет свою технико-экономическую характеристику (ТЭХ).

Заводы единичного производства (ЕП) выпускают изделия широкой номенклатуры (например, мощные электрические машины, РЛС и радиопередатчики с большой излучаемой мощностью, соответствующие антенно-фидерные устройства: коммутаторы, устройства согласования) в единичных экземплярах или в небольшом количестве. Их типоразмеры в течение года почти не повторяются. В сборочных цехах этих заводов осуществляется, как правило, единичная и мелкосерийная сборка изделий. В заготовительных и обрабатывающих цехах, наряду с единичными, широко применяются производственные процессы серийного типа. Для этого используются стандартизация и унификация деталей, технологических процессов и другие мероприятия, направленные на увеличение объемов производства по отдельным деталям (партиями, сериями).

Заводы серийного типа производства (СП) выпускают изделия ограниченной номенклатуры партиями, сериями, повторяющимися в течение года (например, крупные электродвигатели, РЛС, радиостанции, радиоприемники и радиопередатчики производственно-технического назначения и др.). В сборочных цехах заводов СП широко применяется непрерывная поточная сборка изделий на конвейерах. Сборка некоторых изделий производится на стационарных рабочих местах. Для заготовительных и механических цехов характерен серийный тип производства.

Заводы массового производства (МП) выпускают изделия узкой номенклатуры в больших количествах в течение нескольких лет. Например, автомобили, радиоприемники, телевизоры, магнитофоны, телефонные аппараты, бытовые холодильники и другую аппаратуру для населения, а также – комплектующие изделия (КИ) к этой аппаратуре: резисторы, конденсаторы, полупроводниковые приборы, ИМС и т.д. В сборочных цехах заводов МП осуществляется поточно-массовая сборка изделий, а в механических и других обрабатывающих цехах, наряду с процессами массового производства, используются процессы серийного производства. В заготовительных цехах – обычно крупносерийное и среднесерийное производство.

Дополнительной цифровой характеристикой типа производства является относительная зарплата (Зотн) - отношение зарплаты (З) к стоимости используемых материалов (См):

$$Зотн = З / См.$$

Для единичного производства Зотн = от 1 до 1/2,
для серийного – от 1/2 до 1/5,
для массового – от 1/5 до 1/10.

По мере перехода от единичного к серийному, а затем к массовому типу производства происходит следующее:

1) непрерывное расширение применения высокопроизводительных процессов, повышение уровня автоматизации операций;

2) увеличение доли спецоборудования и технологической оснастки;

3) улучшение использования производственных ресурсов (материальных и трудовых), повышение производительности труда, т.е. снижение трудоемкости и себестоимости изготовления изделий и повышение эффективности производства;

4) сокращение длительности производственного цикла (ДПЦ).

Отсюда при проектировании производственного процесса необходимо стремиться к уменьшению КЗО для обеспечения возможности перехода от единичного к серийному и от серийного к массовому типу производства.

12.5. Организация производственного процесса в пространстве. Производственная структура завода

Производственные процессы как основные, так и вспомогательные осуществляются в структурных подразделениях завода: цехах,

службах, отделениях. Цеха и службы, их технологические взаимосвязи и их расположение на территории завода составляют *производственную структуру завода.*

Цех – это структурное подразделение предприятия, обособленное в административно-хозяйственном отношении и выполняющее определенные функции по изготовлению продукции. Цеха в соответствии со структурой производственного процесса подразделяются на три вида: *основные (производственные), вспомогательные и обслуживающие.* Основные цеха, в свою очередь, подразделяются на *заготовительные, обрабатывающие и сборочные.*

Заготовительные цеха предназначаются для изготовления полуфабрикатов заготовок деталей, подлежащих обработке в других цехах или отправляемых на другие заводы без обработки. К ним относятся цеха: литейные, кузнечные, прессовые, холодной штамповки, раскройно-заготовительные, лесопильные.

Обрабатывающие цеха обычно организованы по технологическому принципу. Это механообрабатывающие (механические), термические, металлопокрытий (гальванические), окрасочные, деревообрабатывающие цеха.

Сборочные цеха – это механосборочные, узловой и общей сборки с участками электромонтажа, настройки, испытаний и упаковки.

Цеха завода могут формироваться по двум основным принципам: *технологическому и предметному.*

В цехах, сформированных по *технологическом принципу*, выполняются технологически однородные операции обработки предметов труда. Здесь концентрируется однородное оборудование, специализированное на выполнении ограниченного круга операций. Это, например, цеха – кузнечный, штамповочный, прессовый, литейный, гальванический, термический. *Достоинство* такого формирования цехов – во взаимозаменяемости оборудования. Недостатки – нарушение принципов прямоточности, непрерывности производственного процесса, увеличение длительности производственного цикла из-за дополнительных перемещений.

В цехах, организованных *по предметному принципу*, выполняются различные операции, относящиеся к разным фазам производственного процесса изготовления изделия или его части. Здесь процесс изготовления деталей или узлов строится по замкнутому циклу. Все операции по обработке и сборке выполняются в одном цехе. Например - цех электродвигателей, цех печатных плат и т.д.

Вспомогательные цеха занимаются техническим обслуживанием основного производства или завода в целом. Например, энергетический, ремонтно-механический, электроремонтный, инструментальный, экспериментальный, ремонтно-строительный и др.

Группы *обслуживающих* цехов обычно объединяются в службы завода или хозяйства, например, транспортная, складская, дворовая службы.

На крупных предприятиях технологически однородные цеха объединяются в *производства* (металлургическое, кузнечно-прессовое, механосборочное) со своим управлением и соответствующими вспомогательными службами.

На небольших предприятиях обычно создается безцеховая структура, состоящая из производственных *участков* и бюро.

Цех состоит из производственных участков и бюро.

Состав оборудования и его расположение на участке характеризуют *производственную структуру участка.*

Производственная структура завода разрабатывается на основе структуры производственного процесса, объема выпуска продукции и основных принципов формирования цехов (технологическому или предметному). Для заготовительных и обрабатывающих цехов удобнее использовать технологический принцип, а для сборочных - предметный.

При проектировании производства вначале определяют состав цехов и участков и их производственную структуру. Для этого служба главного технолога рассматривает конструкторскую документацию на изделие, подлежащее запуску в производство, осуществляет классификацию деталей и узлов, объединяет их в однородные группы по конструктивно-технологическим признакам. На основе заданной программы выпуска изделий распределяет указанные группы деталей и узлов по цехам и участкам, рассчитывает количество необходимого оборудования по каждому виду и степени его загрузки. При необходимости дает рекомендации руководству завода о создании новых цехов и участков. Планировка оборудования в цехах и участках выполняется исходя из максимального обеспечения принципов прямоточности и непрерывности производственного процесса.

Для проектирования нового завода, исходя из всего этого, окончательно определяется состав основных и вспомогательных цехов и служб, перечень необходимого им оборудования, численность персонала, необходимые рабочие, вспомогательные и административно-

бытовые площади и разрабатывается ТЗ на проектирование завода с учетом выделенной территории.

Типы производственных структур заводов

В зависимости от специализации основных цехов могут быть пять типов производственных структур заводов:

1) заводы с полным технологическим циклом, располагающие всей совокупностью цехов – заготовительных, обрабатывающих, сборочных;

2) заводы механосборочного типа, получающие заготовки в порядке кооперации от других предприятий (например литьё, поковки, штамповки);

3) заводы сборочного типа, выпускающие изделия из деталей, узлов и агрегатов, изготовленных на других специализированных предприятиях (телевизоры, компьютеры, видеомагнитофоны и др.);

4) заводы, специализированные только на производстве заготовок (отливок, поковок и др.);

5) Заводы, специализированные на изготовлении отдельных деталей и узлов (полупроводниковых приборов, резисторов, конденсаторов, дросселей и трансформаторов, подшипников и т.д.).

Очевидно, структура первой группы заводов наиболее сложна. Производственная структура такого завода с полным циклом на примере телевизионного завода приведена на рис. 42.

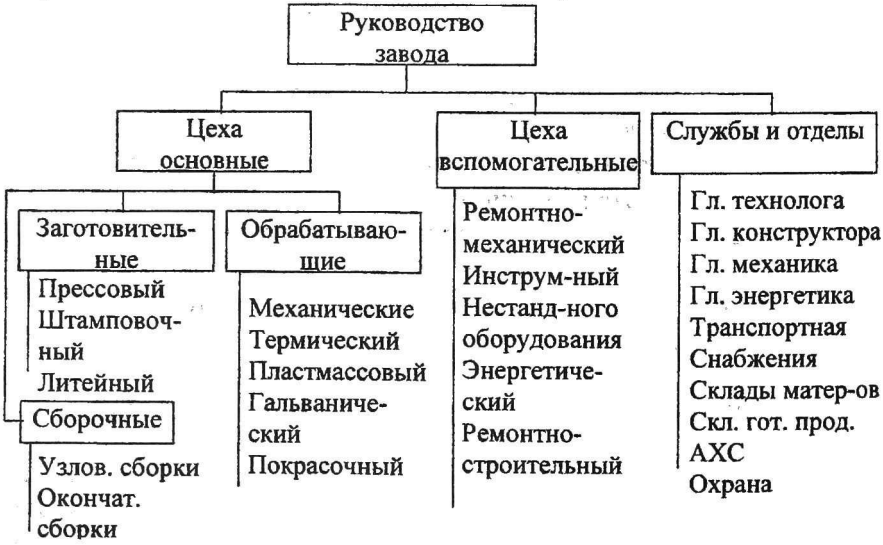


Рис. 42. Производственная структура телевизионного завода

Генеральный план завода

Пространственное размещение цехов, хозяйств и служб на территории завода осуществляется по Генеральному плану, разрабатываемому при проектировании предприятия. *Генеральный план* – это графическое изображение территории предприятия со всеми зданиями, сооружениями, коммуникациями, путями сообщения, другими элементами производства, привязанными к определенной местности.

При разработке генерального плана должны учитываться следующие основные требования (принципы).

1. Максимальное обеспечение *прямоточности* предметов труда при перемещении их из цеха в цех без встречных потоков.

2. Преобладающее перемещение грузов *технологическим транспортом* (по возможности непрерывным).

3. Минимально возможная протяженность энергетических коммуникаций (электросетей, паро-, водо- и газопроводов). Они должны быть легкодоступны для ремонта (размещаться в тоннелях и подземных проходах).

4. Пути следования рабочих на работу и обратно не должны пересекать пути сообщения, коммуникации и цехи. Должны быть эстакады, мосты и пр.

5. Цеха с однородным характером производства и одинаковыми санитарно-гигиеническими условиями должны выделяться в особые группы. Должны создаваться отдельные зоны энергетических, холодных, горячих цехов для улучшения санитарно-гигиенических условий труда работающих.

6. Должно учитываться направление господствующих ветров. Цеха с вредными выделениями должны располагаться с подветренной стороны.

7. Должен учитываться характер технологических процессов цехов, располагаемых рядом. Например, кузнечные молоты сотрясают грунт, поэтому кузнечные цеха должны быть в стороне от других цехов, особенно с высокоточным оборудованием.

8. Должен учитываться рельеф местности, уровень грунтовых вод, расположение жилья, железнодорожных путей, причалов.

ТЗ на разработку проекта завода выдает в проектную организацию служба Главного технолога совместно со службой капитального строительства. Они же дают оценку проекту и генеральному плану при его приёмке. При этом, кроме вышеуказанных требований к Ге-

неральному плану и требований ТЗ, должны учитываться следующие показатели эффективной компоновки Генерального плана:

1. Относительная площадь завода - отношение общей площади завода в квадратных метрах к годовому объему выпускаемой продукции в рублях:

$$S_{отн.\ зав} = S_{зав} / V_г.$$

2. Относительная площадь зданий и сооружений – отношение суммарной площади, занимаемой зданиями и сооружениями, в квадратных метрах к годовому объему выпускаемой продукции в рублях:

$$S_{отн.зд} = \sum(S_{зд\,i} + S_{соор\,i}) / V_г.$$

3. Относительная протяженность транспортных и инженерных коммуникаций – отношение суммарной протяженности транспортных и инженерных коммуникаций в метрах к годовому объему выпускаемой продукции в рублях:

$$L_{отн.ком} = \sum L_{ком\,i} / V_г.$$

Очевидно, эти показатели должны быть чем меньше, тем лучше.

4. Относительная площадь застройки территории

$$S_{отн.тер} = \sum(S_{зд\,i} + S_{соор\,i}) / S_{зав}$$

должна быть не менее 0,9, чтобы, с одной стороны, эффективно использовалась дорогая земля, а с другой стороны, были запасы порядка 10% территории для будущего развития.

При оценке проекта должны учитываться и такие важные показатели, как санитарно-гигиенические условия, эстетическо-архитектурный облик и др.

12.6. Организация производственного процесса во времени

Длительность и структура производственного цикла

Длительность производственного цикла (время осуществления производственного процесса) - это календарный период, в течение которого происходит превращение предметов труда в продукт под воздействием технологических и естественных процессов, с момента начала производственного процесса и до выхода из него в готовом виде. Понятие длительности производственного цикла (ДПЦ) относится как к готовым изделиям, так и к его узлам и деталям. В по-

следнем случае для простых технологических процессов она может выражаться не в календарных днях, а в минутах и часах.

Определение ДПЦ необходимо для согласования во времени начала и конца обработки деталей, сборки узлов, изделий на различных стадиях производственного процесса и в разных цехах. Зная ДПЦ всех деталей и узлов (их партий), можно составить график их изготовления с момента начала изготовления заготовок до подачи их на сборку в сборочный цех. Таким образом, ДПЦ служит основой для построения календарных планов-графиков работы отдельных цехов и участков.

Очевидно, необходимо стремиться к сокращению ДПЦ для повышения эффективности производства. Для анализа и сокращения ДПЦ удобно разбить его на отдельные элементы и составить структуру производственного цикла - распределение времени работы и перерывов по всем этапам (основным и вспомогательным) производственного процесса. На рис. 43 представлена структура длительности производственного цикла (ДПЦ).

Рис.43. Структура длительности производственного цикла

Межоперационные перерывы складываются:

а) из времени, в течение которого каждая деталь ожидает начала последующей операции, пока не будет обработана последняя деталь заданной партии, - *перерыв "партионности"*;

б) времени ожидания, когда освободится следующее рабочее место, занятое изготовлением других деталей, - *перерыв "ожидания"*;

в) времени пролеживания деталей перед сборкой или в ожидании комплектования в сборочную единицу до окончания изготовления других деталей, входящих в этот комплект, - *перерыв "комплектования"*.

ДПЦ определяется рабочим периодом и перерывами:

$$T_ц = T_{осн} + T_{всп} + T_{ест} + T_{пер},$$

где $T_{осн} = T_{оп} + T_{п-з}$

$T_{всп} = T_к + T_{тр}$

$T_{пер} = T_{м/оп} + T_{м/см}$ (сумма всех перерывов).

По вышеприведенной формуле трудно определять ДПЦ. Удобнее воспользоваться такой:

$$T_ц = (T_{техн} + T_{м/оп}) / (s \cdot q \cdot f) + T_{ест}/24,$$

где s - продолжительность рабочей смены (мин);

q - количество рабочих смен, в сутках;

f - коэффициент перевода рабочих дней в календарные

(f ~ 0,7) (при f = I ДПЦ будет определена не в календарных днях, а в рабочих);

$T_{техн} = T_{осн} + T_{всп}$, в мин;

$T_{м/оп}$ – время межоперационного пролеживания, в мин;

$T_{ест}$ – в час.

Общая длительность межоперационного пролеживания складывается из перерывов между операциями и может быть определена как

$$T_{м/оп} = \sum t_{i\ м/оп},$$

где $t_{i\ м/оп}$ - время пролеживания между i-й и последующей операцией.

На длительность межоперационных перерывов, а следовательно и ДПЦ, значительное влияние оказывают способы передачи деталей с предыдущей операции на последующую. Они сказываются прежде всего на перерывах партионности, которые можно сокращать.

Способы передачи деталей с одной операции на другую называются *видами движения предметов труда* в процессе производства. Они могут быть *последовательными, параллельными и последовательно-параллельными.*

При *последовательном* движении предметов труда партия обрабатываемых деталей с одного рабочего места на другое передается целиком – последующая операция начинается только после окончания обработки последней детали из партии, находящейся на предыдущей операции. Это видно на рис. 44.

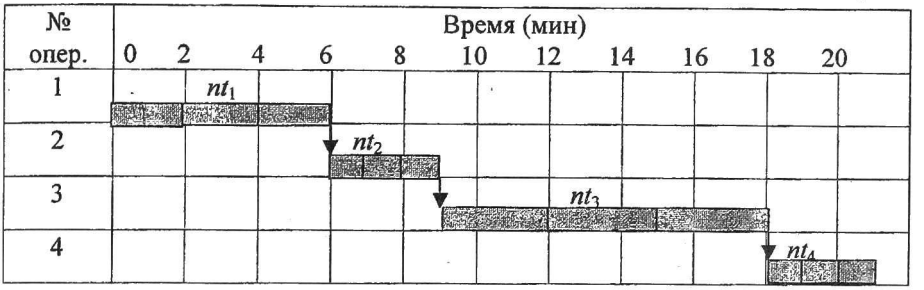


Рис. 44. Последовательный вид движения предметов труда

На рис. 44 представлен последовательный вид движения при обработке трех деталей (величина партии $n = 3$) на четырех операциях ($к$) с длительностями t_i, равными 2, 1, 3 и 1 мин соответственно. Время передачи партии с одной операции на другую для простоты не учтено – можем считать, что рабочие места расположены рядом по ходу технологического процесса.

Из графика видно, что длительность цикла обработки партии из n деталей равно сумме длительностей обработки партии деталей на каждой операции:

$$T_{посл} = n\sum_{i=1}^{к} t_i,$$

где t_i - длительность i-й операции;

n – количество деталей в общей партии;

$к$ – количество операций;

Для нашей задачи длительность цикла составит 21 мин. Видно, что каждая деталь значительную часть времени пролеживает до или после обработки. ДПЦ велика, но организация работ и планирования проста и малы простои оборудования, т.к. свободное время может быть занято обработкой других деталей. Применяется при изготовлении единичных изделий и опытных образцов, когда мало количество деталей в партии и длительности операций тоже малы.

При *параллельном* движении каждая деталь после обработки на одной операции немедленно передается на следующую операцию – обработка её по всем операциям осуществляется непрерывно (рис.45).

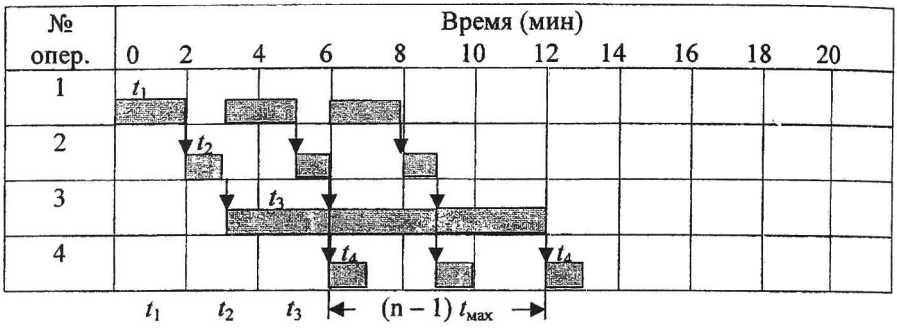


Рис. 45. Параллельный вид движения предметов труда

Из графика можно определить, что ДПЦ обработки

$$T_{пар} = p\sum_{i=1}^{к} t_i + (n-p)t_{max},$$

где p - размер передаточной (транспортировочной) партии;

t_{max} - длительность самой продолжительной операции.

В нашем случае величина передаточной партии p =1 и

$$T_{пар} = (2+1+3+1) + (3-1)\cdot 3 = 13 \text{ мин.}$$

Видим, что ДПЦ существенно снижается. Но на операциях, длительности которых меньше максимальной, возникают простои рабочих мест и рабочих. Для уменьшения простоев выравнивают длительности операций или делают их кратными, чтобы обеспечить синхронность операций путем организации параллельных рабочих мест на более длительных операциях. Это позволяет параллельный вид движения широко использовать при поточном производстве. Если синхронизировать операции не удается, то применяют параллельно-последовательный вид движения.

При *последовательно-параллельном* виде движения обработка партии деталей организуется так, что на каждом рабочем месте обрабатывается вся партия без перерывов, как при последовательном движении, но часть деталей передается на последующую операцию как можно раньше, не ожидая окончания обработки последней дета-

ли на предыдущей операции. Таким образом, имеет место параллельная обработка одной и той же партии деталей на смежных операциях (рис.46).

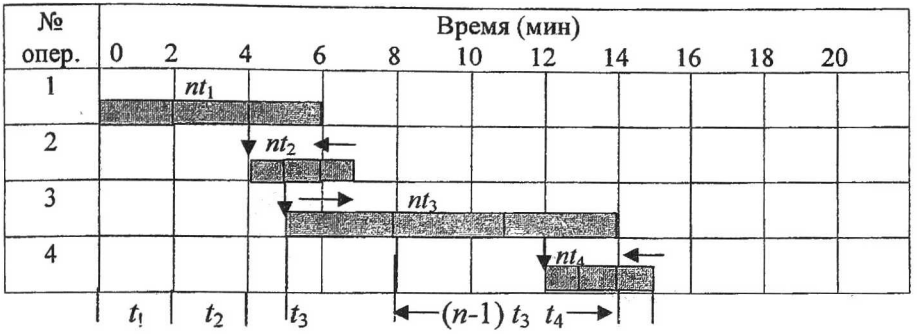


Рис. 46. Последовательно-параллельный вид движения предметов труда в процессе обработки

При организации такого процесса все смежные операции рассматриваются попарно. Очевидно, возможны три варианта сочетания длительностей смежных операций:

а) Длительности смежных операций одинаковы. В этом случае организуется параллельная обработка деталей с поштучной передачей между операциями.

б) Продолжительность последующей операции меньше предыдущей ($t_{i+1} < t_i$). В этом случае начало обработки 1-й детали на последующей операции устанавливается таким образом, чтобы обеспечить непрерывную обработку всей партии деталей на этой последующей операции. Последняя деталь начинает обрабатываться после обработки всей партии на предыдущей операции, а начало обработки первой детали определяется при движении *справа налево* - с начала обработки этой последней детали.

в) Продолжительность последующей операции больше предыдущей ($t_{i+1} > t_i$). В этом случае обработка 1-й детали (и всей партии) на последующей операции может быть начата сразу же после обработки её на предыдущей операции, т.е. отсчет сразу же после 1-й операции *слева направо*.

Для определения ДПЦ при последовательно-параллельном виде движения рассмотрим пары смежных операций в случае б), который обозначим индексом 1, и в случае в), который обозначим индексом 2.

Вариант а) не рассматриваем, т.к. при нем осуществляется параллельная обработка деталей с поштучной передачей.

Случай 1 – последующая операция *короче* предыдущей - на рис.46 представлен парой 1-й и 2-й операций ($t_2 < t_1$). ДПЦ для этой пары будет определяться по формуле

$$T_{ц1п/п} = nt_б + t_{кор}$$

или для передаточной партии *p*

$$T_{ц1п/п} = nt_б + pt_{кор}.$$

Сокращение длительности по сравнению с ДПЦ при последовательном виде движения составит

$$\tau_1 = T_{ц.посл} - T_{ц1п/п} = nt_б + nt_{кор} - nt_б - pt_{кор} = (n - p)\, t_{кор}.$$

Откуда $T_{ц1п/п} = T_{ц.посл} - (n - p)\, t_{кор}$.

Случай 2 – последующая операция *длиннее* предыдущей ($t_3 > t_2$). ДПЦ для этой пары определится как

$$T_{ц2п/п} = t_{кор} + nt_б \quad \text{или} \quad T_{ц2п/п} = nt_б + pt_{кор}.$$

Формулы те же, что и для случая 1. Сокращение длительности по сравнению с последовательным видом движения будет тем же:

$$\tau_2 = T_{ц.посл} - T_{ц2п/п} = nt_{кор} + nt_б - nt_б - pt_{кор} = (n - p)\, t_{кор}$$

и

$$T_{ц2п/п} = T_{ц.посл} - (n - p)\, t_{кор}.$$

Просуммировав ДПЦ для обоих случаев, получим общее выражение для ДПЦ при последовательно-параллельном виде движения:

$$T_{посл/пар} = T_{посл} - (n - p)\sum_{i=1}^{к-1} t_{кор\,i},$$

где (к-1) - количество пар смежных операций (к – количество всех операций),

$t_{кор\,i}$ - длительность более короткой операции из двух соседних.

Параллельно-последовательный вид движения применяется в основном в серийном производстве при обработке крупных партий деталей.

Пути сокращения ДПЦ

Для сокращения длительности производственного цикла, кроме выбора наиболее эффективных видов движения предметов труда в процессе обработки, осуществляются следующие мероприятия:

1) внедрение поточных методов производства;

2) углубление специализации, создание предметных цехов и участков;

3) сокращение рабочего времени путем комплексной механизации и автоматизации, совершенствования технологических процессов, повышения технологичности конструкций;

4) сокращение или ликвидация перерывов путем рациональной планировки оборудования, применения счетной и мерной тары, сокращения длительности контрольных операций, внедрения типовых и универсальных наладок, внедрения блочного инструмента.

Контрольные вопросы и задачи

Что такое производственный процесс?

Какие существуют виды производственных процессов в зависимости от их роли в производстве? Их особенности?

Что представляют собой основные производственные процессы? Из каких фаз они состоят?

Что представляют собой вспомогательные производственные процессы?

Что представляют собой обслуживающие производственные процессы?

Что представляют собой естественные производственные процессы?

Изобразить графически структуру производственного процесса.

Каковы основные принципы рациональной организации производственного процесса?

Что такое принцип специализации?

Что такое принцип пропорциональности?

Что такое принцип ритмичности?

Что такое принцип непрерывности?

Что такое принцип специализации?

Что такое принцип параллельности?

Что такое принцип прямоточности?

Каковы основные формы организации производственного процесса?

Что представляет собой поточная форма организации производственного процесса?

Что представляет собой непоточная форма организации производственного процесса?

Каковы основные типы производства продукции? Чем они характеризуются?

Что представляет собой единичный тип производства? Каковы его основные характеристики?

Что представляет собой серийный тип производства? Каковы его разновидности и их основные характеристики?

Что представляет собой массовый тип производства? Каковы его основные характеристики?

Что такое производственная структура завода? Их виды?

Что такое производственная структура цеха? Их виды?

Что такое производственная структура участка?

Изобразить графически производственную структуру завода с полным технологическим циклом.

Какие службы разрабатывают техническое задание на разработку проекта завода?

Что такое генеральный план завода?

Какие основные требования предъявляются к генеральному плану завода?

Изобразить графически пример генерального плана завода с учетом всех требований, предъявляемых к нему.

Что такое длительность производственного цикла? Для чего её необходимо рассчитывать?

Изобразить графически структуру длительности производственного цикла и пояснить все её составляющие.

Как определяется длительность производственного цикла (ДПЦ)?

Какие виды движения предметов труда в процессе обработки применяются в различных типах производства?

Что представляет собой последовательный вид движения предметов труда? Каковы его достоинства и недостатки? Как рассчитывается ДПЦ?

Что представляет собой параллельный вид движения предметов труда? Каковы его достоинства и недостатки? Как рассчитывается ДПЦ?

Что представляет собой параллельно-последовательный вид движения предметов труда? Каковы его достоинства и недостатки? Как рассчитывается ДПЦ?

Решить задачи.

Задача 1.

Вы начальник цеха (или участка). Ваш цех выпускает сложную деталь, например, шасси магнитофона партиями по 300 штук. Технологический процесс состоит из шести операций, длительности которых 6, 2, 16, 4, 3 и 14 мин. Обработка идет при параллельно-последовательном виде движения партиями по 30 штук, причем для сокращения длительности цикла третья и шестая операции выполняются каждая на двух рабочих местах параллельно. Руководство решило ускорить выпуск изделий, и Ваш цех стал "узким местом", так как стал тормозить сборочный цех. Вам надо уменьшить длительность производственного цикла. Но как? Длительности операций уже уменьшили до предела. Лучше всего перейти на параллельный вид движения детали в процессе производства, определить, на сколько сократится длительность, а затем рассмотреть влияние величины передаточной партии на длительность производственного цикла.

Задача 2.

Вы начальник участка. На участке изготовляются платы питания телевизионных приемников специального назначения по 20 штук в смену. "Узким местом" является регулировка плат, которая осуществляется при последовательном виде движения по одной штуке. Длительности операций соответственно 5; 2; 8; 10; 5 мин.

Как изменится длительность производственного цикла, если перейти на параллельный или параллельно-последовательный вид движения?

Рассмотреть оба случая. Изобразить графически все три вида движения плат, для простоты ограничившись партией в пять штук.

Задача 3.

Процесс изготовления партии деталей в 200 штук состоит из шести операций длительностью соответственно 2, 3, 1, 5, 4, 2 мин. Обработка ведется при параллельном виде движения передаточными партиями по 20 штук. Мастер получил распоряжение о необходимости сокращения длительности цикла на 2 часа. Как он может добиться этого без увеличения количества рабочих мест?

13. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

13.1. Сущность и основные виды поточного производства

Поточные формы организации производства наибольшее распространение получили в массовом производстве, но они широко применяются в серийном, а иногда и в единичном производстве. Если одна и та же деталь многократно используется в одном изделии и в нескольких изделиях, то их требуется большое количество, поэтому их производство целесообразно организовать на поточной линии.

Поточное производство – это такая форма организации производства, при которой все операции согласованы во времени, повторяются через строго установленные интервалы, все рабочие места являются специализированными и располагаются в соответствии с ходом технологического процесса.

В поточном производстве воплощаются все основные принципы эффективной организации производственного процесса. Его эффективность обеспечивается наименьшей длительностью производственного цикла, возможностью механизации и автоматизации процессов передачи деталей с одного рабочего места на другое и т.д.

Поточное производство характеризуется следующими признаками:

1) на каждой поточной линии изготавливается одно или несколько технологически сходных изделий;

2) за каждым рабочим местом закреплена одна постоянная для данного изделия операция;

3) рабочие места в поточной линии располагаются в соответствии с последовательностью операций технологического процесса;

4) передача деталей (узлов) с операции на операцию производится с помощью специальных транспортных средств поштучно или небольшими передаточными партиями без межоперационного пролеживания или с короткими перерывами;

5) технологический процесс в целом и отдельные операции осуществляются с соблюдением определенного ритма.

Непрерывная ритмичная работа достигается созданием нескольких рабочих мест на длительных операциях.

Например, для изготовления детали А требуется 4 операции со следующими длительностями: 2, 6, 4, 2 мин. Для организации непрерывного поточного производства большого количества этих деталей схема потока должна быть следующей (рис.47).

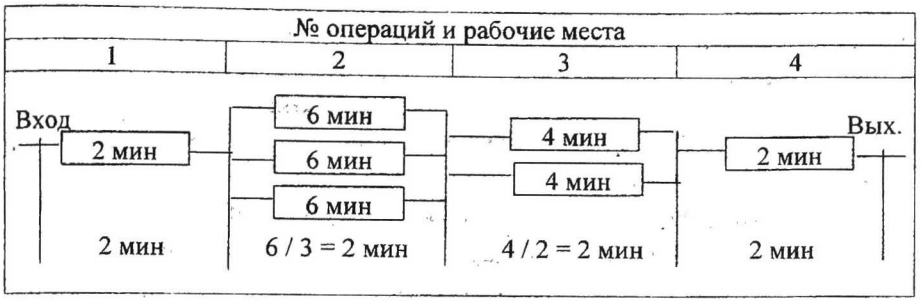


Рис.47. Пример схемы потока изготовления детали А на четырех операциях

Очевидно, для обеспечения непрерывной ритмичной работы на 2-й операции должно быть 3 рабочих места, на 3-й – 2 рабочих места, чтобы сохранить постоянный ритм (такт), равный 2 мин. Увеличивая количество рабочих мест на операциях с большей длительностью, мы обеспечиваем выпуск равного количества деталей в одинаковые промежутки времени.

Основным звеном поточного производства является поточная линия (ПЛ). *Поточная линия* - это комплекс рабочих мест, на котором осуществляется поточное производство.

Основные виды поточных линий

В зависимости от типа производства (или количества наименований закрепленных предметов труда) поточные линии бывают однопредметными (ОПЛ) и многопредметными (МПЛ).

Однопредметные поточные линии – это поточные линии (ПЛ), на которых обрабатывается деталь или собирается узел, или изделие одного типоразмера в течение длительного времени, определяемого периодом выпуска данного изделия (год…три). Они в основном применяются в цехах и на участках массового производства, особенно на сборке изделий (телевизоров, радиоприемников, магнитофонов и пр.).

Многопредметные поточные линии применяются там, где ОПЛ не могут быть полностью загружены, в основном в серийном производстве. Они бывают *групповыми* (ГПЛ) и *переменными* (ППЛ).

Групповые поточные линии создаются там, где на рабочих местах выполняются одинаковые или сходные технологические операции, обрабатываются несколько деталей разного наименования по групповой технологии с использованием групповой оснастки одно-

временно или поочередно, но без переналадки оборудования. Например, на литейном конвейере отливаются несколько разных деталей из одного ковша или на покрасочном конвейере в одной камере покрывают краской одновременно дверцы, крылья, капот, крышку багажника и др. автомобиля.

На *переменных* поточных линиях, создаваемых обычно из универсального оборудования, детали (узлы) разного наименования изготавливаются партиями попеременно, с чередованием через определенные промежутки времени, с переналадкой рабочих мест или без нее.

Производственные потоки могут быть непрерывными (синхронизированными) и прерывными (прямотоками). На *непрерывных* поточных линиях (НПЛ) длительности всех операций равны или кратны друг другу. Обычно они применяются на сборке, так как там много ручных работ, а длительности ручных операций легче всего выравнивать путем их дробления и перегруппировки. НПЛ характеризуются определенным тактом или ритмом, которые строго поддерживаются при помощи непрерывно действующих транспортных средств - конвейеров, перемещающих предметы труда с определенной скоростью.

Прерывные поточные линии (прямотоки) характеризуются тем, что из-за некратности (несинхронности) длительностей операций, выполняемых на универсальном оборудовании, часть деталей после наиболее производительных операций (с малой длительностью) пролеживает некоторое время, образуя межоперационные оборотные заделы. В них конвейеры не применяются, а применяются обычно скаты, склизы, лотки, рольганги и др.

Все поточные линии могут быть с *регламентированным и свободным ритмом работы*. На поточной линии *с регламентированным ритмом* такт потока строго поддерживается при помощи непрерывно действующих транспортных средств – конвейеров, перемещающих предметы труда с определенной скоростью, или при помощи звуковой или световой сигнализации при отсутствии конвейера.

На *поточной линии со свободным* ритмом такт потока строго не регламентируется, а определяется самими рабочими. Средний такт работы поточной линии поддерживается для обеспечения средней расчетной её производительности за определенный период времени – час, смену, сутки.

Поточные линии бывают с конвейерами (с выполнением операций непосредственно на конвейере или на стационарном рабочем месте) и без конвейеров. На поточной линии, кроме конвейеров, могут использоваться и другие транспортные средства: тележки, монорельсы, тельферы, кран-балки, скаты, склизы, лотки, рольганги и др.

На рис.48 представлена классификация основных видов и форм поточного производства.

Рис.48. Классификация основных видов и форм поточного производства

Преимущества и эффективность поточного производства заключаются в следующем:

- уменьшается трудоемкость и себестоимость изготовления изделий,
- увеличивается объем выпуска продукции,
- не требуется высокая квалификация рабочих.

Недостатки поточной линии состоят в том, что для выпуска других изделий требуется переоснащение поточной линии (дорого и трудоемко), а кроме того, монотонность и однообразие труда разрушают здоровье рабочих, их психику, интеллект.

13.2. Организация движения предметов труда на поточной линии

Одним из важнейших звеньев поточной линии является *межоперационный транспорт. Межоперационный транспорт* на поточной линии выполняет двоякую роль:

- он перемещает предметы труда (детали, узлы, изделия);
- и он же организует весь поток, т. к. скорость его движения устанавливается в соответствии с величиной такта (ритма) потока. Вторая роль не менее важна, чем первая.

Организуют потоки транспортные средства (транспортеры) различных конструкций. Например, пластинчатые, ленточные, горизонтально- или вертикально-замкнутые транспортеры с грузовыми площадками и подвесками, напольные, подвесные или заглубленные в специальные траншеи и т.д.

Наиболее распространенными транспортными средствами на поточной линии являются конвейеры, которые, перемещая изделия непрерывно или периодически, могут регулировать ритм потока. Конвейеры бывают двух типов (непрерывные и пульсирующие) и двух видов (*распределительные и рабочие).*

У *непрерывных конвейеров* лента (или цепь, захваты и пр.) движется непрерывно с определенной скоростью, а у *пульсирующих* - с остановками у рабочих мест на время выполнения операции.

Распределительный конвейер служит средством перемещения обрабатываемых предметов труда между стационарными рабочими местами. Стационарное рабочее место представляет собой комплект оборудования (аппаратуры), который необходим для выполнения соответствующей операции. Рабочие места могут располагаться с одной стороны конвейера или по обе стороны (особенно при необходимости иметь рабочие места-дублеры на одной операции). Распределительные конвейеры обычно применяются в обрабатывающих цехах и при настройке РЭА. Движение распределительного конвейера обычно осуществляется в свободном ритме (ритм задается самими рабочими). Для выполнения операции изделие снимается с транспортера, а после окончания операции оно снова помещается на транспортер для передачи на следующее рабочее место.

Для того чтобы не пропустить без обработки ни одного изделия, распределительный конвейер должен быть размечен. Разметка заключается в маркировке соответствующих мест транспортера (лот-

ков, площадок, крючков, зон), с которых снимаются обрабатываемые изделия и на которые они помещаются после обработки. При этом на каждом рабочем месте должна быть табличка с указанием, с каких пронумерованных мест транспортера должен снимать изделия для обработки тот или иной рабочий.

Например, требуется разметить распределительный конвейер со следующим количеством рабочих мест на четырех операциях.

№ операции	1	2	3	4
Кол. раб. мест	2	1	4	3

Для осуществления разметки надо найти общее наименьшее кратное количеству рабочих мест на каждой операции. В нашем примере это число 12. Распределение номеров на конвейере при одинаковой производительности рабочих мест можно представить в виде табл.20.

Таблица 20

№ опер.	№ рабочего	Закрепленные номера											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1А	1		3		5		7		9		11	
	1Б		2		4		6		8		10		12
2	2А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	3А	1				5				9			
	3Б		2				6				10		
	3В			3				7				11	
	3Г				4				8				12
4	4А	1			4			7			10		
	4Б		2			5			8			11	
	4В			3			6			9			12

Соблюдение такой разметки обеспечивает обработку всех изделий на всех операциях без пропуска.

При наличии *рабочего конвейера* операции выполняются с изделием непосредственно на транспортере конвейера, без снятия изделия для обработки. Рабочие конвейеры в основном применяются при сборочных работах машин, телевизоров, магнитофонов, радиоприемников и т.д. Изделия на рабочих конвейерах устанавливаются на специальные подставки, площадки или закрепляются на подвесках на равных расстояниях друг от друга.

Расстояние между одинаковыми точками двух последовательных изделий на конвейере называется шагом конвейера (рис.49). Величи-

на шага определяется габаритами изделия, необходимым расстоянием между смежными изделиями и (при малых габаритах изделия) - необходимыми размерами рабочего места, чтобы соседние рабочие не мешали друг другу. Максимальная величина шага ограничивается наибольшей допустимой скоростью конвейера.

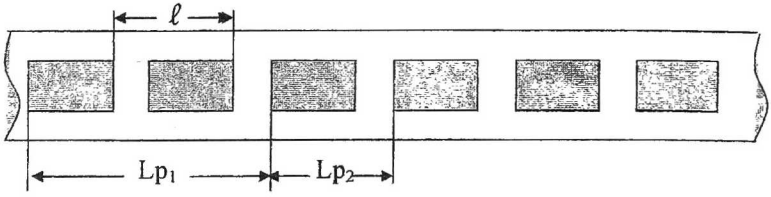


Рис.49. Шаг и рабочие зоны на конвейере

Скорость конвейера определяется как

$$V = \ell / r,$$

где V - скорость конвейера,

ℓ - шаг конвейера,

r - *такт поточной линии.*

Такт поточной линии – это расчетная длительность равных промежутков рабочего времени между выпуском с поточной линии следующих друг за другом деталей, узлов или изделий.

При малой величине такта и большой величине шага скорость конвейера может превысить допустимую для данного технологического процесса. В этом случае создают параллельные конвейеры. Например, на Волжском автозаводе в хорошие времена такт выпуска автомобилей составлял 0,3 мин/шт. Шаг сборочного конвейера 4,5 метра. Скорость конвейера должна быть по расчету 4,5/0,3 = 15м /мин. При трех параллельных конвейерах скорость каждого из них 5 м /мин.

Для выполнения каждой операции вдоль конвейера организуются рабочие зоны или станции, на которых находятся соответствующие инструменты и необходимый запас деталей (см. рис.49). Длина рабочей зоны определяется как

$$Lp_i = \ell \ t_i / r,$$

где t_i - время выполнения i-й операции.

Важным параметром конвейера является *длина его ленты:*

$$L = 2M \ell + 2\pi R,$$

где M - количество рабочих мест на конвейере,

R - радиус приводного и натяжного механизмов.

13.3. Расчеты параметров поточных линий

Определение такта выпуска готовых изделий

Основным параметром поточной линии является ее *такт* (r). *Тактом потока* называется расчетная длительность равных промежутков рабочего времени между выпуском с поточной линии следующих друг за другом изделий или полуфабрикатов:

$$r = \Phi_д / N_з \text{ (мин/шт)},$$

где $\Phi_д$ - действительный фонд времени поточной линии в плановом периоде, мин;

$N_з$ - план (количество) запуска изделий на поточной линии в плановом периоде.

Действительный фонд времени в плановом (расчетном) периоде

$$\Phi_д = Д \cdot s \cdot q \ (1 - 0{,}01\alpha),$$

где Д - количество рабочих дней в расчетном периоде;

s - продолжительность рабочей смены, мин;

q - количество рабочих смен в сутках;

α - процент потерь времени в течение смены (перерывы на личные надобности).

План запуска изделий (деталей) в расчетном периоде отличается от планового задания по выпуску этих изделий на величину отсева некоторой части изделий для контроля, наладочный брак и др. Отсюда для обеспечения выпуска требуемого количества изделий при расчете такта учитывается план запуска несколько больший, чем план выпуска:

$$N_з = N_в \ (1 + 0{,}01a),$$

где $N_в$ - план выпуска изделий в расчетном периоде;

a - процент отсева изделий (из-за брака и других причин).

Если обработка и передача изделий осуществляется не по одной штуке, а передаточными партиями, вводится понятие ритм поточной линии - промежуток времени между выходом с поточной линии следующих друг за другом (соседних) партий изделий:

$$R = r \cdot p,$$

где p - размер передаточной партии в штуках.

Очевидно, ритм соответствует такту только при $p = 1$.

Расчет количества рабочих мест на поточной линии

Расчетное количество рабочих мест на i-й операции определяется как

$$m_{pi} = t_i / r,$$

где m_{pi} - расчетное количество рабочих мест на i-й операции;

t_i - расчетная продолжительность (штучное время) i-й операции.

Общее расчетное количество рабочих мест на поточной линии

$$M_p = \sum_{i=1}^{k} m_{pi},$$

где k - количество операций на поточной линии.

Если m_{pi} - не целое число, то для обеспечения синхронной работы поточной линии его округляют в большую сторону до целых единиц или в меньшую сторону (при перегрузке рабочего места не более 8%). Для снижения отрицательных последствий перегрузки рабочего места предусматриваются соответствующие мероприятия.

Новое целое число обозначает принятое количество рабочих мест m_{npi}. Для всей поточной линии принятое количество рабочих мест

$$M_{пр} = \sum_{i=1}^{k} m_{npi}.$$

Важным параметром является коэффициент загрузки рабочих мест для каждой i-й операции:

$$к_{зi} = m_{pi} / m_{npi}.$$

Для всей поточной линии

$$к_{зПЛ} = M_p / M_{пр}.$$

Расчет численности производственных рабочих

Количество производственных рабочих определяется как *явочное*, так и *списочное.*

Явочное количество – это то количество рабочих, которое необходимо для нормальной работы поточной линии. Явочное количество рабочих для поточной линии определяется как

$$n_{яв} = q \sum_{j=1}^{M_{пр}} K_{обсл\,j},$$

где $K_{обсл\,j}$ - коэффициент обслуживания (норма обслуживания) на j-м рабочем месте.

Списочное количество рабочих должно быть несколько больше с учетом плановых невыходов на работу из-за различных отпусков, гособязанностей и пр. Оно может быть определено как

$$n_{сп} = n_{яв} (1 + 0{,}01\ в),$$

где *в* - процент планового невыхода на работу (отпуска и пр.).

13.4. Заделы на поточной линии

Заделы являются средством непрерывного обеспечения выпуска изделий с поточной линии. *Задел* - это все незаконченные обработкой предметы труда (детали, узлы, изделия), т.е. незавершенное производство в натуре. Задел, находящийся на производственном участке (линии), называется линейным заделом.

Линейные заделы могут быть четырех видов: технологический, транспортный, оборотный и страховой.

Технологический задел составляют все детали, находящиеся в обработке на всех операциях поточной линии. Он может быть определен по формуле

$$Z_т = \sum_{i=1}^{к} m_i p,$$

где к - количество операций на поточной линии;

m_i - количество рабочих мест на i-й операции;

p - количество деталей, одновременно обрабатываемых на рабочем месте.

Транспортный межоперационный задел на непрерывных поточных линиях это детали (узлы), находящиеся на транспортных средствах. Он определяется вместимостью тары или других устройств. Например, для транспортера

$$Z_{тр} = L_р / \ell,$$

где $L_р$ - рабочая длина транспортера;

ℓ - шаг транспортера.

Если обработка и передача осуществляются партиями p, то

$$Z_{тр} = p \cdot L_р / \ell.$$

На прерывных поточных линиях транспортный задел создается только между синхронными операциями. Задел между несинхронными операциями перекрывается оборотным заделом и в расчет не включается.

Оборотный межоперационный задел возникает вследствие разной производительности (несинхронной работы) смежных рабочих мест. Очевидно, на непрерывных поточных линиях (синхронных ПЛ) оборотных заделов нет. Оборотным этот задел называется потому, что изменяется (оборачивается) за период оборота (обычно смены) от нуля до максимума или от максимума до нуля. Размер оборотного задела обычно настолько велик, что при расчете прерывных поточных линий другими линейными заделами часто пренебрегают.

Между двумя смежными операциями максимальная величина оборотного задела может быть определена по формуле

$$Z_{об\ max} = T_c\ m_i / t_i - T_c\ m_{i+1} / t_{i+1}$$

или

$$Z_{об\ max} = T_c\ (m_i / t_i - m_{i+1} / t_{i+1}),$$

где T_c - так называемый частный период - период совместной работы неизменного количества станков на смежных операциях;

m_i, m_{i+1} количество загруженных рабочих мест соответственно на предыдущей (питающей) и последующей (потребляющей) операциях;

t_i, t_{i+1} – нормы времени (длительности) соответственно на питающей и потребляющей операциях.

В этой формуле уменьшаемое - количество деталей, изготовленных на питающей операции за время T_c, а вычитаемое - на потребляющей. Знак "плюс" у полученного значения $Z_{об}$ означает возрастание задела (задел накапливается), а знак "минус" - уменьшение задела (он нужен был в данном объеме для начала операции и теперь будет "съедаться").

Страховые (резервные) заделы создаются для компенсации возможных перебоев и отклонений от нормального ритма поточной линии для некоторых ненадежных операций. Их величина определяется обычно на основе опытно-статистических данных, например по такой формуле:

$$Z_{стр} = \sum_{i=1}^{к_{стр}} h_i / r,$$

где $к_{стр}$ - количество страхуемых операций на поточной линии, после которых необходимо создавать задел;

h_i - время перерыва (устранения неполадок) на данной операции (определяется на основе опытных данных);

r - такт поточной линии.

Как видим, страховой задел создается не для всех операций, а только для тех, которые подвержены сбоям. После своего израсходования он должен быть восстановлен в том же объеме и в том же месте.

При расчете общей нормы задела на поточной линии все виды заделов суммируются. Однако при этом учитывается возможность совмещения различных заделов. Например, оборотный задел может быть совмещен с транспортным, если его величина меньше транс-

портного. И наоборот, транспортный задел может быть совмещен с оборотным, если он меньше оборотного.

13.5. Особенности организации несинхронизированных потоков

На несинхронизированных (прерывных) поточных линиях некоторая часть оборудования, на котором выполняются более короткие операции, работает с перерывами (простаивает). Для обеспечения непрерывности выпуска изделий с таких поточных линий и непрерывности работы на каждом рабочем месте необходимо регламентировать работу поточной линии во времени. Расчет и регламентирование работы такой прерывной поточной линии осуществляется в следующей последовательности:

1) рассчитывается количество рабочих мест по операциям

$$m_{pi} = t_i / r;$$

2) определяются принятое количество рабочих мест и коэффициент загрузки по операциям

$$к_{зi} = m_{pi} / m_{прi};$$

3) определяется порядок совмещения операций;

4) определяется период формирования заделов(если он не задан);

5) строится график регламента работы на поточной линии;

6) строится график формирования заделов.

Рассмотрим выполнение этих этапов на конкретном примере. Необходимо провести расчет и регламентирование прерывной поточной линии, на которой обрабатываются 240 деталей в смену. Обработка ведется на четырех операциях, длительности которых представлены в табл. 26. Для простоты расчетов условно будем считать, что работа осуществляется без перерывов. Расчеты начинаем с определения условного такта работы поточной линии. Такт поточной линии определяется отношением фонда рабочего времени за смену к количеству обрабатываемых деталей в смену:

$$r = 60 \cdot 8 / 240 = 2 \text{ (мин/шт.)}$$

Далее определяем количество рабочих мест и коэффициент их загрузки на каждой операции, как это представлено в табл. 21.

На 1-й и 4-й операциях рабочие места загружены полностью в течение всей смены. Для полной загрузки 2-го рабочего ему можно поручить работы, выполняемые на 2-й и 3-й операциях. Очевидно,

организовать его работу можно по-разному. Например, он может выполнять все сменное задание вначале на 2-й операции, а потом со всей партией деталей переходит на 3-ю операцию. При этом *период оборота задела* будет равен полной рабочей смене. А можно выполнять на каждой операции по половине или четвертой части сменного задания. Тогда *период оборота задела* будет равен половине или четверти рабочей смены соответственно.

Таблица 21

№ опер. (i)	Длит-ть операц, t_i (мин)	Расчетн. кол. раб. мест, m_{pi}	Принят. кол. раб. мест, m_{npi}	Коэф. загрузки, $к_{зi}$	Порядок совмещ. операций	Колич. рабочих на опер.
1	2	3	4	5	6	7
1	2,0	1,0	1	1,0	1-й раб.	1
2	1,2	0,6	1	0,6	2-й раб.	1
3	0,8	0,4	1	0,4	2-й раб.	
4	4,0	2,0	2	1,0	3-й и 4-й	2

Рассмотрим вариант регламента с периодом оборота задела, равным полной рабочей смене. При этом все сменное задание выполняется вначале на 2-й, а затем - на 3-й операции. При этом график работы поточной линии будет выглядеть так, как он представлен на рис. 50.

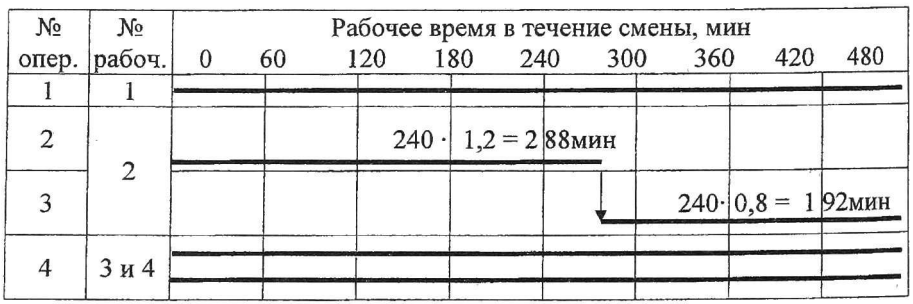


Рис. 50. График регламента работы поточной линии

При таком режиме работы поточной линии обязательно нужны оборотные заделы между операциями. Вторая операция более производительная, чем первая, значит, для обеспечения её непрерывной работы необходим задел деталей, обработанных на первой операции. Четвертая операция начинается раньше, чем третья, поэтому для неё

необходимо иметь задел деталей, обработанных на всех трех предыдущих операциях.

Обычно грубо определяется только величина оборотного задела на рабочую смену или её половину, или четвертую часть смены. Но можно построить график необходимых заделов, из которого видна динамика формирования и расходования заделов.

В нашем примере такой график легко построить на основе графика регламента работы поточной линии и формул для расчета оборотного задела. Для второй операции необходимая величина оборотного задела может быть определена как

$$Z^{I}_{1,2} = 288\ (1/2 - 1/1{,}2) = -\ 96\ (\text{деталей}).$$

Знак минус означает, что для выполнения второй (последующей) операции необходимо иметь задел деталей, обработанных на первой (предыдущей) операции (в предыдущую смену или в специальную подготовительную смену). На самом деле за 288 минут на первой операции будет обработано 288 / 2 = 144 детали, а надо 240 шт. Недостает как раз этих 96 деталей, которые будут обработаны за оставшиеся 192 мин и перейдут в качестве оборотного задела на следующую рабочую смену:

$$Z^{II}_{1,2} = 192\ (1/2 - 0/1{,}2) = +96\ (\text{деталей}).$$

Знак плюс означает, что задел сделан для следующей рабочей смены. Совпадение величин заделов при правильной организации работ обязательно для начала и конца смены. Таким образом, поточная линия сама себя обеспечивает заделами после первой рабочей смены. Оборотные заделы ей необходимы только для начала её работы при её запуске. Для этого заделы выполняются в специальную подготовительную смену.

Третья операция начинает выполняться на 289-й минуте тем же вторым рабочим, который обрабатывал все 240 деталей на 2-й операции. Он переходит с этой партией деталей на 3-ю операцию, значит, здесь задел уже сделан и специально его делать не нужно.

Для начала 4-й операции должен быть подготовлен задел (в предыдущую смену или в специальную подготовительную смену), т.к. 4-я операция начинается в начале смены на двух рабочих местах, а к третьей операции приступят значительно позже (почти на 5 часов). Задел для 4-й операции может быть определен как

$$Z^{I}_{3,4} = 288\ (0/3 - 2/4) = -\ 144\ (\text{деталей}).$$

Недостающие для сменного задания 240 – 144 = 96 деталей поступят с более производительной третьей операции в процессе её выполнения. Оставшиеся 144 детали с третьей операции 240 – 96 = 144 или

$$Z^{11}_{3,4} = 192\ (1/0{,}8 - 2/4) = +144$$

перейдут в качестве задела для 4-й операции на следующую рабочую смену. График изменения оборотных заделов для этого примера представлен на рис. 51.

Рис. 51. График изменения оборотных заделов

В зависимости от величины периода оборота – полная рабочая смена, половина смены или четверть смены – изменяется и величина оборотных заделов. Чем меньше период оборота, т.е. чем чаще рабочий, совмещающий профессии, переходит с одного рабочего места на другое, тем меньше величины оборотных заделов. Но увеличение количества переходов приводит к большей потере рабочего времени и снижению производительности труда.

13.6. Многопредметные поточные линии

Многопредметные поточные линии могут быть групповыми и переменными. На *групповых* поточных линиях несколько одновре-

менно обрабатываемых изделий можно рассматривать как одну передаточную партию. В организационном отношении групповые поточные линии практически не отличаются от однопредметных линий. Отсюда их расчеты аналогичны расчету однопредметных поточных линий – только вместо такта потока определяется ритм потока. Групповые поточные линии применяются при выпуске деталей широкой номенклатуры. Например, для окраски на одной подвеске могут крепиться несколько деталей разной конфигурации, и сходить с поточной линии каждая из них будет в среднем за время, равное такту потока.

Переменные поточной линии характеризуются переналадкой рабочих мест при переходе от изготовления одних закрепленных за ними изделий на другие. Эти поточные линии сочетают в себе серийную форму загрузки рабочих мест с непрерывно-поточным движением каждого предмета труда.

Особенностью расчета переменных поточных линий является определение частного (для каждого закрепленного j-го изделия) фонда времени работы поточной линии (Φ_j). Плановый фонд работы поточной линии (Φ_o) распределяется между всеми изделиями пропорционально трудоемкости программы их выпуска:

$$\Phi_j = \Phi_o \cdot T_j / \sum T_j,$$

где Φ_o - общий фонд времени (плановый),

Φ_j - частный фонд времени выпуска *j*-го изделия,

T_j - трудоемкость выпуска всей партии j-го изделия,

$$T_j = t_j \cdot N_j,$$

t_j - трудоемкость выпуска одного j-го изделия,

N_j - объем выпуска (размер партии) *j*-го изделия.

Для определения такта выпуска каждого изделия (r_j) частный фонд времени делится на программу выпуска изделия (N_j):

$$r_j = \Phi_j / N_j .$$

Например, надо выпустить три вида деталей разного количества в течение квартала. Пусть плановый фонд работы переменной поточной линии равен 1000 часов (60 тыс. мин). Во время изготовления партии одного вида деталей переменная поточная линия не отличается от однопредметной поточной линии. Расчет такта поточной линии можно представить в виде табл.22.

Таблица 22

Деталь j	Партия деталей N_j, шт.	Труд-ть 1шт. t_j, мин	Труд-ть партии T_j, мин	Структура труд-ти T_j / ΣT_j,%	Частный фонд врем. $Ф_j$, мин	Частный такт r_j,мин/шт.
А	5000	10	50 000	31,2	18 720	3,74
Б	4000	20	80 000	50,0	30 000	7,5
В	2000	15	30 000	18,8	11 280	5,64
Σ	11 000	-	160 000	100,0	60 000	-

Преимущества организации поточного производства в сокращении длительности производственного цикла, сокращении трудоемкости и себестоимости изготовления изделий, уменьшении объемов незавершенного производства. Однако организация поточного производства требует его тщательной подготовки. При этом должны быть регламентированы не только основные производственные процессы, но и все вспомогательные и обслуживающие процессы: ремонт оборудования и технологического оснащения, подготовка и смена инструмента, надежный межоперационный транспорт, технический контроль и т.д.

13.7. Автоматические поточные линии

Автоматические поточные линии (АПЛ) – это система согласованно работающих автоматически управляемых машин (орудий труда), транспортных и контрольных устройств, выполняющих в определенной технологической последовательности и с заданным ритмом цикл операций по обработке, контролю и перемещению предметов (деталей) с одной операции на другую. Роль рабочего на АПЛ сводится к наблюдению за её работой, наладке отдельных механизмов, а иногда – к подаче заготовок на первую операцию и снятию готовых изделий.

По степени автоматизации АПЛ, как и обычные поточные линии, бывают *одно-* и *многопредметными.*

По количеству одновременно обрабатываемых деталей на каждой операции АПЛ подразделяются на АПЛ *со штучной* и АПЛ с *партионной* одновременной обработкой.

По характеру перемещения предметов от операции к операции АПЛ подразделяются на линии с *непрерывным* и *периодическим*

движением. На линиях с непрерывным движением обработка деталей происходит во время перемещения их к последующей операции. На линиях с периодическим движением перемещение деталей происходит лишь во время технологических перерывов в обработке смежных деталей.

По характеру кинематической связи агрегатов и механизмов АПЛ подразделяются на АПЛ с *жесткой, полужесткой* и *гибкой связью.* На АПЛ с жесткой связью все станки и механизмы связываются в жесткую систему единым приводным межоперационным транспортным средством.

На АПЛ с полужесткой и гибкой связью детали с операции на операцию передаются независимо одна от другой. Для накопления межоперационного задела устанавливается специальное устройство (бункер), за счет которого осуществляется непрерывная работа станков при остановке одного из них.

Одним из наиболее высокопроизводительных видов АПЛ являются роторные АПЛ. Они созданы Героем Социалистического Труда, лауреатом Государственной премии СССР, д-ром техн. наук, проф. Кошкиным. Обработка деталей на роторных АПЛ осуществляется в процессе их непрерывного перемещения вместе с обрабатывающим инструментом (рис.52).

Рис.52. Роторная АПЛ

Ротор представляет собой барабан, на периферии которого на равном расстоянии друг от друга расположены рабочие инструменты (смонтированные в быстросъемных блоках) и рабочие органы, сообщающие инструментам в процессе вращения ротора необходимые перемещения.

В секторе *1* каждый блок с инструментом получает заготовку со специальной паллеты с заготовками. В секторе *2* инструмент совершает все движения для обработки детали по заданным операциям. В секторе *3* обработанная деталь освобождается и снимается на паллету с готовыми деталями. В секторе *4* осуществляется чистка, смазка, подналадка и смена инструмента с помощью соответствующего магазина.

13.8. Гибкие производственные системы

Основные понятия и определения

В радиопромышленности, как и в приборостроении и машиностроении, используются производственные системы двух принципиально различных видов.

Первый вид – высокоавтоматизированные и высокопроизводительные массовые производства. Но они имеют один существенный недостаток – не обладают гибкостью, т.е. возможностью перехода на выпуск новой продукции. Эти системы основаны на специальном оборудовании, и при переходе к выпуску новых изделий это оборудование уже не подходит и его приходится демонтировать и списывать.

Второй вид – неавтоматизированные производственные системы. Они основаны на малопроизводительном универсальном оборудовании, но обладают большой гибкостью – на них можно осуществлять выпуск любой продукции. Главный их недостаток состоит в том, что они не могут функционировать без непосредственного участия человека, поэтому их производительность низкая.

Для устранения недостатков как тех, так и других производственных систем с 50-х годов XX века стали создаваться гибкие производственные системы – ГПС. ГПС – это совокупность в разных сочетаниях оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), роботизированных технологических комплексов (РТК), гибких производственных модулей (ГПМ), другого технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом

режиме в течение заданного времени. ГПС могут автоматически переналаживаться для производства любых изделий.

Наибольшее распространение ГПС получили в наиболее трудоемкой механической обработке изделий. Они строятся в основном на базе станков с ЧПУ, роботов и компьютеров. Основой применения ГПС в механообработке является групповая технология - для обработки групп технологически и конструктивно подобных деталей по единому маршруту.

Историю развития ГПС можно проследить на примере роста автоматизации металлорежущего станка. Можно выделить 4 уровня автоматизации в процессе превращения универсальных станков в станки-автоматы широкого профиля.

Первый уровень автоматизации – автоматизация функций управления. Вместо ручного управления стало применяться числовое программное управление (ЧПУ). Рабочий только загружает и выгружает детали, убирает стружку, замеряет размеры, наблюдает за работой. Он может обслуживать вместо одного уже два – три станка.

Второй уровень – привязка к станку робота, который загружает детали, снимает их после обработки, замеряет размеры. При этом применяются паллеты – специальные спутниковые устройства, на которые устанавливаются заготовки и детали. Станок стал оснащаться инструментальным магазином – появилась возможность менять инструменты автоматически.

Третий уровень – оснащение комплексов адаптивными системами обратной связи. Эти системы представляют собой комплекс устройств, которые для предупреждения изнашивания инструмента и его поломок осуществляют контроль параметров обрабатываемых деталей, соблюдения режимов резания, поднастройку инструментов.

Четвертый уровень – оснащение комплексов транспортно-накопительными системами (чтобы обеспечить работу в течение всей смены) и системами группового управления оборудования с помощью компьютеров.

Третий и четвертый уровни автоматизации стали называться ГПС. ГОСТ 26228-86 предусматривает три вида ГПС:

- гибкая автоматизированная линия (ГАЛ);
- гибкий автоматизированный участок (ГАУ);
- гибкий автоматизированный цех (ГАЦ).

Основной частью любой ГПС является гибкий производственный модуль (ГПМ). В некоторых ГПС основной частью может быть роботизированный технологический комплекс (РТК). РТК в отличие от ГПМ, кроме технологического оборудования, может иметь дополнительный промышленный робот, а также устройство накопления, ориентации, поштучной выдачи деталей.

ГПМ – это технологическая единица оборудования (например станок с ЧПУ), оснащенная манипуляторами, роботами, паллетами для загрузки и выгрузки деталей, магазином инструмента. Главная функция модуля – работа без участия человека и способность встраиваться в другую систему (комплекс).

Гибкая линия (ГАЛ) состоит из нескольких модулей, имеет транспортно-накопительную систему и управляется микропроцессором (компьютером).

Гибкий участок (ГАУ) – разновидность ГАЛ – отличается взаимозаменяемостью технологического оборудования и видом транспорта.

Структура и состав ГПС

В ГПС (рис. 53) функционируют два потока: материальный и информационный. *Материальный поток* обеспечивает:

- подачу заготовок и инструмента,
- механическую обработку деталей,
- транспортировку деталей со складов к станкам и обратно,
- установку и снятие деталей на станках,
- замену инструмента,
- контроль обработки и состояния инструмента,
- уборку отходов и подачу смазочно-охлаждающей жидкости.

Информационный поток обеспечивает:

- передачу программ обработки непосредственно к исполнительным органам станка;
- хранение и реализацию программ работы станков, складов, передаточных механизмов;
- групповое управление станками;
- управление работой транспортно-накопительных систем;

хранение и реализацию программ работы центрального вычислительного комплекса по управлению вспомогательными материалами;

- планово - диспетчерские функции.

Рис.53. Упрощенная структура ГПС

Контрольные вопросы и задачи

1. Где применяются поточные формы организации производства?

2. Что такое поточное производство?

3. Какие принципы организации производства воплощаются в поточном производстве?

4. Чем обеспечивается эффективность поточного производства?

5. Каковы признаки поточного производства?

6. Чем достигается непрерывная ритмичная работа поточного производства?

7. Что является основным звеном поточного производства?.

8. Что такое поточная линия и основные виды поточных линий?

9. Что такое однопредметные поточные линии и где они применяются?

10. Виды многопредметных поточных линий и где они создаются?

11. Как на переменных поточных линиях обрабатываются детали?

12. Непрерывные и прерывные поточные линии, чем они характеризуются?

13. Преимущества и недостатки поточных линий.

14. Основная роль межоперационного транспорта на поточной линии.

15. Типы и виды конвейеров.

16. Рабочие конвейеры и их основные параметры.

17. Распределительные конвейеры и способы их разметки.

18. Каковы основные параметры однопредметных поточных линий? Как они рассчитываются?

19. Что такое такт поточной линии и как он определяется?

20. Что такое прерывная поточная линия? Как она организуется и рассчитывается?

21. Что такое задел на поточной линии? Каковы их виды и как они рассчитываются?

22. Что такое многопредметные поточные линии? Каковы их виды и как они рассчитываются?

23. Что такое переменная поточная линия и как она рассчитывается?

24. Что такое автоматические поточные линии? Привести пример.

25. Что такое гибкие производственные системы? Этапы их создания.

26. Что является основой гибкой производственной системы?

27. Изобразить графически примерную структуру ГПС и пояснить её.

Решить задачи.

Задача 1.

Разметить распределительный конвейер при следующих условиях: на первой операции необходимо иметь 3 рабочих места, на второй - 2, на третьей – 4, на четвертой – одно рабочее место.

Задача 2.

На поточной линии с непрерывным конвейером осуществляется сборка магнитофонов в количестве 3000 штук в месяц. На линии 30 рабочих мест. Работа в две смены по 8 часов. Потери времени (пере-

рывы на личные надобности) - 10%. Новый технолог предложил внедрить технологию сборки, уменьшающую длительность цикла сборки до 150 мин. Определить целесообразность внедрения новой технологии путем расчета прироста выпуска магнитофонов и величины сокращения длительности цикла сборки, считая, что в месяце 22 рабочих дня.

Задача 3.

Организовать поточную линию для сборки карманного радиоприемника с суточным выпуском 900 штук. Работа в две смены по 8 часов. Суммарная длительность перерывов в смену - 30 мин. Плановые невыходы на работу – 10%. Продолжительность операций: 1,9; 2,15; 1,8; 2,1; 2,9 мин. Рассчитать параметры поточной линии: такт, количество рабочих мест, явочное и списочное количество рабочих, длительность цикла сборки, скорость движения ленты.

Задача 4.

Организовать поточную линию с конвейером пульсирующего действия для сборки радиоприемников при следующих условиях (их задают конвейер и технология):

- скорость движения ленты конвейера - 3 м/мин,
- шаг - 1,5 м,
- радиусы натяжного и приводного механизмов - по 0,3м,
- время транспортировки изделия между соседними рабочими местами составляет 1/5 часть от длительности операции (все они одинаковы по времени),
- длительность цикла сборки - 60 мин,
- работа в две смены по 8 часов,
- суммарная длительность перерывов в смену - 30 мин.

Определить параметры поточной линии: такт, количество рабочих мест, производительность в сутки, длину рабочей части ленты, всей замкнутой ленты.

Задача 5.

Составить регламент (план-график) работы оборудования и рабочих прерывно-поточной линии изготовления корпуса редуктора. Работа ведется в две смены по 8 часов с суммарным перерывом в течение смены 45 мин. В сутки запускается партия в 140 штук. Длительности операций, начиная с первой, соответственно: 5,4; 2,5; 0,8; 3,6; 3,4; 2,7; 3,2 (мин). Последняя операция – контрольная. Рассчитать оборотные заделы, исходя из периода комплектования задела (периода оборота), равного половине смены.

Задача 6.

На переменной многопредметной поточной линии изготавливаются три типа деталей. В течение месяца надо изготовить 2000 деталей А, 1500 деталей Б и 2500 деталей В. В месяце 22 рабочих дня. Работа ведется в две смены по 8 часов. Плановые потери времени в смену (на личные надобности) 6%. Длительности операций (в минутах) приведены в следующей таблице.

№ операции	Наименование операций	Длительности операций по деталям		
		А	Б	В
1	Токарная	3	4	2
2	Фрезерная	5	8	6
3	Сверлильная	2	3	2
4	Шлифовальная	9	8	6

Определить основные параметры ПЛ и количество станков каждого типа на линии.

14. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

14.1. Сущность и задачи научной организации труда

В процессе производства живой труд приводит в действие средства труда, которые воздействуют на предметы труда, превращая их в продукцию. Отсюда назначением рациональной организации труда является поиск и разработка наиболее эффективных способов соединения человека и техники в едином производственном процессе. Следовательно, организация труда является неотъемлемой составной частью организации производства.

Под научной организацией труда (НОТ) понимается такая организация труда, которая основывается на достижениях науки и передовом опыте, позволяет наилучшим образом соединить технику и людей в едином производственном процессе, обеспечивает наиболее эффективное использование всех ресурсов, непрерывное повышение производительности труда и *способствует сохранению здоровья человека.*

Таким образом, НОТ является комплексной, многосторонней проблемой, охватывающей организационно-технические, психофизиологические и социально-экономические задачи. Решение этой проблемы требует целенаправленных объединенных усилий экономистов, инженеров, социологов, физиологов, психологов и представителей других областей знаний.

В ходе реализации НОТ решаются три основные задачи:

- *экономическая* – повышение эффективности общественного производства, обеспечение наиболее рационального использования техники, материальных и трудовых ресурсов:

- *психофизиологическая* – создание благоприятных условий труда, обеспечивающих сохранение здоровья, повышение содержательности, привлекательности и продуктивности труда человека;

- *социальная* – всестороннее и гармоничное развитие личности.

Отсюда основные направления НОТ, составляющие её содержание, включают в себя:

а) разработку рациональных форм разделения и кооперации труда, которые в наибольшей мере соответствовали бы современной технической базе производства и культурно-техническому уровню работающих;

б) улучшение организации и обслуживания рабочих мест;

в) изучение и распространение передовых приемов и методов труда, позволяющих выполнять операции с наименьшими затратами энергии и времени работающих;

г) подбор, подготовку и повышение общеобразовательного и культурно-технического уровня кадров, совершенствование их профессиональных знаний и навыков;

д) совершенствование нормирования труда и расширение сферы применения технически обоснованных норм;

е) усиление материальных и моральных стимулов к труду, применение прогрессивных форм организации его оплаты;

ж) улучшение и облегчение условий труда на основе механизации и автоматизации производства, учета требований эргономики и технической эстетики, рационализации режимов труда и отдыха и т.д.;

з) воспитание рабочих и служащих в духе сознательного отношения к труду, укрепления государственной и трудовой дисциплины.

14.2. Рациональное разделение и кооперация труда

Любой трудовой процесс состоит из отдельных стадий, элементы которых обособлены в пространстве и времени. Однако цель трудовой деятельности может быть достигнута только при выполнении каждого из этих элементов. Отсюда необходимо осуществлять распределение трудовых функций между работниками, занятыми на различных стадиях производственного процесса, на основе рационального распределения и кооперации труда.

Разделение труда – это разграничение, обособление различных видов трудовой деятельности. На основе разделения труда имеется возможность осуществлять узкую специализацию исполнителей, приспосабливать оборудование и инструмент к особенностям конкретной работы, а рабочее место – к характеру этой работы. Это позволяет повысить производительность труда и другие экономические показатели деятельности предприятия.

Существуют три основные формы разделения труда в производстве: функциональная, технологическая и квалификационная.

Функциональное разделение труда основано на расчленении трудового процесса на комплексы операций согласно их *производственному назначению* и *характеру функций* работающих. В соответствии с этим промышленно-производственный персонал (ППП) предприятия делится на следующие категории:

- рабочие,
- инженерно-технические работники (ИТР),
- служащие,
- младший обслуживающий персонал (МОП),
- ученики,
- персонал специализированных служб (охрана, пожарные и т.д.).

Технологическое разделение труда определяется расчленением трудового процесса на технологически однородные виды работ. В этом случае разделение трудовой деятельности выполняется в зависимости от *применяемых орудий труда* или *вида выполняемых технологических* процессов. Разновидностью технологического разделения труда является пооперационное разделение труда на конвейере.

Технологическое разделение труда позволяет сократить затраты и сроки подготовки кадров за счет приобретения рабочих навыков по соответствующей специальности, механизировать и автоматизировать труд, обеспечить стабильную организацию труда на рабочем месте. Примерами технологического разделения труда являются токарные, слесарные, расточные, фрезерные, сварочные, литейные, шлифовальные, электромонтажные, настроечные и другие работы.

Квалификационное разделение труда определяется сложностью и ответственностью выполняемых работ, требованиями, предъявляемыми к подготовке работников. При этом предполагается специализация исполнителей в зависимости от их умения, мастерства, уровня профессиональных знаний, т.е. разделение труда в соответствии с квалификацией работающих. Для рабочих – это в соответствии с тарифными разрядами, для ИТР и служащих – в соответствии с категориями (1, 2, 3-я категории, без категории).

Все формы разделения труда взаимосвязаны и обобщаются в профессиональном разделении труда. *Профессиональное разделение* труда характеризуется специализацией трудовой деятельности по общности необходимых знаний и навыков, приемов и методов труда, способам воздействия на предметы труда. Например, настройщик РЭА 5-го разряда, инженер-конструктор 3-й категории, экономист 2-й категории.

До каких же пределов можно осуществлять разделение труда? Различают три вида границ разделения труда: экономическую, психофизиологическую и социальную. *Экономическая граница* разделения труда определяется возможностью повышения роста производи-

тельности труда и снижения затрат на единицу продукции – дальше разделять не требуется.

Психофизиологическая граница определяется степенью утомляемости. Не должны быть превышены определенные показатели тяжести, монотонности, эмоциональной напряженности.

Социальная граница определяется содержательностью труда и выражена нечетко. Труд должен вызывать удовлетворенность, развивать способности, иметь элементы творчества.

Кооперация труда – это объединение отдельных исполнителей для достижения конечной цели. Разделение и кооперация труда представляют собой две стороны процесса соединений орудий и предметов труда с живым трудом.

На предприятии кооперация труда осуществляется между цехами (межцеховая), между участками внутри цеха (межучастковая), между отдельными исполнителями внутри бригады (бригадная). Целью кооперации труда является установление рациональных связей производственного характера между подразделениями и отдельными исполнителями.

Рациональные формы кооперации труда предусматривают:

- расширение производственного профиля исполнителей на основе совмещения профессий,
- расширение зон обслуживания,
- взаимозаменяемость работников.

Совмещение профессий и взаимозаменяемость ясны, а что такое расширение зон обслуживания?

Расширение зон обслуживания обеспечивается увеличением количества обслуживаемых работником единиц оборудования или рабочих мест, например при многостаночном обслуживании.

Сущность многостаночного обслуживания состоит в том, что рабочий (или их группа) выполняет работы по обслуживанию нескольких единиц оборудования с перекрытием времени ручных элементов работы на одном станке машиноавтоматическим временем работы других станков. *Необходимым условием* организации такой работы является превышение времени работы оборудования в автоматическом режиме (так называемое машиносвободное время $T_{м\text{-}с}$) над временем занятости рабочего на одном станке $T_з$:

$$T_{м\text{-}с} = T_з.$$

Время занятости рабочего $T_з$ включает в себя время выполнения ручных и машиноручных приемов работы, время активного наблюдения за ходом операции, время перехода рабочего от станка к станку.

Количество станков, которое может обслуживать рабочий, определяется по формуле

$$N_{ст} = 1 + K_д \cdot T_{м\text{-}с} / T_з,$$

где $K_д$ – дополнительный коэффициент, учитывающий колебания затрат времени занятости и микропаузы в работе,

$K_д = 0{,}65…0{,}9$ в зависимости от вида оборудования и типа производства.

В идеальном случае многостаночная работа происходит без простоев оборудования при полной занятости рабочего. Это возможно при кратности $T_{м\text{-}с}$ и $T_з$. В противном случае возможны простои оборудования или недогрузка рабочего.

Обслуживание может быть *циклическим* – рабочий обслуживает оборудование, перемещаясь по заранее определенному маршруту, и *нециклическим* – рабочий обслуживает станки по мере их остановки – сторожевой метод.

Определение оптимального количества обслуживаемых станков и выбор формы обслуживания осуществляется с помощью экономического обоснования, исходя из потерь, связанных с простоем оборудования и рабочего. Наиболее точным методом изучения баланса времени многостаночной работы является построение графиков (хронограмм, циклограмм) многостаночного обслуживания (Сачко, Бабук).

Бригадная форма организации труда

Важнейшим направлением совершенствования разделения и кооперации труда является развитие коллективных форм его организации – производственных бригад.

Бригадная форма – это такая форма организации и стимулирования труда, при которой бригады являются самостоятельными звеньями в системе управления предприятием. Им устанавливаются планы производства продукции, нормы трудовых и материальных затрат. Формы и системы оплаты труда в бригаде направлены на материальную заинтересованность рабочих в высоких конечных результатах труда.

Здесь наиболее эффективно используется рабочее время каждого члена бригады, полнее загружается оборудование, повышается качество работ, экономится сырье, материалы, энергия. Кроме этого, повышается квалификация членов бригады благодаря широкой взаимозаменяемости и совмещению профессий и функций, развитию творческой инициативы, ликвидируются понятия "выгодных" и "невыгодных" работ, улучшается морально-психологический климат в коллективе.

По организации трудового процесса во времени бригады бывают *сменные и сквозные*. В *сменных* бригадах все члены бригады работают в одну смену. В *сквозных* бригадах каждую смену работает только одно звено той же бригады. Сквозные бригады являются более эффективными, т.к. здесь снижаются потери времени, связанные со сменой рабочих на рабочих местах (осуществляется передача работы "на ходу"), улучшается уход за оборудованием и рабочими местами, повышается коллективная ответственность на работах с технологическим циклом более смены.

По технологическому назначению различают *специализированные* и *комплексные* бригады. *Специализированные* бригады создаются из рабочих одной или однородных профессий для выполнения технологически однородных операций и работ, требующих высокой квалификации исполнителей. Например, бригада слесарей-сборщиков, или настройщиков, или монтажников.

Комплексные бригады объединяют рабочих различных профессий или специальностей при выполнении комплекса технологически разнородных, но взаимосвязанных работ. Например, комплексная бригада по настройке и сдаче сложного радиоэлектронного изделия.

В зависимости от задач, ставящихся перед бригадой, могут создаваться три вида комплексных бригад:

- *бригада с полным разделением труда*, в которой каждый рабочий выполняет строго определенный круг операций по своей специальности;

- *бригада с частичным разделением труда*, в которой каждый рабочий, помимо операций по своей специальности, выполняет работы и по другим специальностям;

- *бригада с полной взаимозаменяемостью рабочих*, где каждый рабочий может выполнять все операции, входящие в комплекс работ.

В промышленности широко распространены комплексные и сквозные бригады, работающие на единый наряд с оплатой по ко-

нечным результатам. В них более высокая производительность труда, выше качество продукции, больше экономится ресурсов и выше зарплата.

Характеристика и основные положения деятельности бригады отражаются в её паспорте. В первой (общей) части паспорта указывается наименование бригады, применяемое оборудование, план выпуска и трудоемкость продукции, состав членов бригады и их разряды, режим работы, система и условия оплаты труда, метод распределения бригадного заработка, состав Совета бригады, план повышения уровня механизации, совершенствования технологии, организации труда и социального развития коллектива. Во второй части излагаются конкретные вопросы организации труда в бригаде.

14.3. Организация и обслуживание рабочих мест

Организация рабочего места

Под организацией рабочего места понимается система мероприятий по оснащению рабочего места средствами и предметами труда и их размещение на рабочем месте в определенном порядке.

Основной задачей правильной организации рабочего места является достижение высокой производительности труда при наименьших затратах физической и нервной энергии исполнителя, максимальной экономии производственных площадей при соблюдении безопасности труда.

Основными элементами организации рабочего места являются его планировка и освещение. Планировка рабочего места – это рациональное пространственное размещение в зоне приложения труда оборудования, оснастки и приспособлений. Рациональность его обеспечивается расположением всех элементов оснащения рабочего места в пределах зон досягаемости. В производстве имеют место три вида зон досягаемости:

1 - *максимальная* зона досягаемости – зона, в которой можно действовать одной вытянутой рукой: левой или правой;

2 - *нормальная* зона досягаемости - зона, в которой можно действовать одной рукой, согнутой в локте: левой или правой;

3 - *оптимальная* зона досягаемости - зона, в которой можно действовать двумя руками.

Очевидно, в оптимальной зоне досягаемости можно поднимать более тяжелые предметы, чем в нормальной зоне, и тем более - чем в максимальной зоне.

К элементам оснащения рабочего места относятся:

- основное технологическое оборудование,
- технологическая оснастка (инструмент, приспособления),
- организационная оснастка.

К организационной оснастке относятся: мебель, средства сигнализации, связи, освещения, средства для хранения и размещения предметов труда, ухода за оборудованием, межоперационный транспорт, оградительные устройства и пр. Организационная оснастка должна максимально учитывать принципы экономии движений и быть экономичной. Лучше всего применять унифицированную организационную оснастку.

Технологическая оснастка должна быть удобной в работе, легко устанавливаться и сниматься, обеспечивать благоприятные условия труда.

Конструкция и состав средств оснащения рабочего места определяется типом производства, уровнем специализации рабочего места, системой и формой обслуживания.

Обслуживание рабочих мест

Под обслуживанием рабочего места понимается обеспечение рабочего места средствами и предметами труда и услугами, необходимыми для осуществления трудового процесса. Работы по обслуживанию рабочих мест выполняются вспомогательными рабочими и младшим обслуживающим персоналом (МОП). Удельный вес вспомогательных рабочих и МОП в машиностроении примерно равен численности основных рабочих, которые непосредственно занимаются обработкой предметов труда, т.е. выпуском продукции.

При выборе систем и форм обслуживания рабочих мест необходимо соблюдать следующие основные *принципы обслуживания*:

1) обслуживание должно быть *комплексным и функциональным*. Это означает, что должны выполняться все функции обслуживания, их согласование и увязка без дублирования;

2) обслуживание должно быть *плановым и предупредительным*. Это означает, что планы-регламенты обслуживания должны быть увязаны с календарными планами основного производства;

3) обслуживание должно быть *гибким и оперативным*. Это означает, что должны исключаться длительные простои оборудования;

4) обслуживание должно быть *надежным, качественным и экономичным*. Надежным и качественным означает, что все должно

быть выполнено своевременно и с высоким качеством, без сбоев. Экономичным – значит, при минимуме затрат.

Выбор систем и форм обслуживания рабочих мест осуществляется в соответствии с особенностями организации производства, его типом и структурой управления.

Система обслуживания рабочих мест определяется производственной структурой вспомогательных подразделений и административно-функциональным подчинением обслуживающего персонала.

В промышленности применяются три вида систем обслуживания:

- централизованная система обслуживания,
- децентрализованная система обслуживания,
- смешанная система обслуживания.

При ц*ентрализованной системе обслуживания* обслуживание осуществляется из единого центра, который находится в ведении предприятия или цеха. Для этого на заводе создается отдельный цех обслуживания или управление обслуживания, состоящее из нескольких цехов, как, например, на Волжском автозаводе (ВАЗе). В цехе создается отдельный участок обслуживания.

При *децентрализованной системе обслуживания* обслуживание осуществляется основным или вспомогательным рабочим из того же подразделения (цеха или участка), где выполняются основные производственные процессы.

При *смешанной системе обслуживания* часть функций (наиболее сложных, например, переналадка, ремонт, комплексное техническое обслуживание) выполняется централизованно, а часть (более простых) – децентрализованно.

Более рациональной и экономически эффективной является централизованная система обслуживания, т.к. она позволяет снижать издержки производства за счет концентрации и специализации вспомогательных рабочих. Однако централизованная система требует четкой организации, регламентации и учета всех работ, поэтому применяется обычно только в условиях крупносерийного и массового производства.

По форме обслуживание может быть трех видов:

- дежурное,
- планово-предупредительное,
- стандартное.

Дежурное обслуживание обычно применяется в единичном и мелкосерийном производстве, т.к. там процесс обслуживания не поддается строгой регламентации. Здесь нет графиков и регламентов по большинству функций обслуживания. Обслуживание осуществляется при возникновении надобности, по вызову. Для этого необходимы средства диспетчерской связи и сигнализации.

Планово-предупредительное обслуживание применяется в серийном и крупносерийном производстве. Здесь разрабатываются годовые планы-графики обслуживания рабочих мест. Для осуществления обслуживания рабочего места предварительно готовятся (комплектуются): рабочая документация, инструменты, приспособления, расходные материалы. Затем в нужный момент времени комплексно выполняются наладка, смена инструмента, смазки и при необходимости – ремонт. Обслуживание осуществляется обычно в подготовительную смену, в междусменные паузы и обеденные перерывы. Расчетной основой планового обслуживания являются календарно-плановые нормативы и графики переналадок и ремонта.

Стандартное обслуживание является более совершенной формой планово-предупредительного обслуживания и тоже применяется в крупносерийном и массовом производстве. Оно отличается от планово-предупредительного обслуживания тем, что в нем конкретный объем работ по обслуживанию строго регламентирован, а в планово-предупредительном – определяется самим исполнителем.

Стандартное обслуживание является более эффективным и экономичным, т.к. уменьшает вероятность внезапных отказов оборудования, сводит к минимуму простои, позволяет полностью освободить основных рабочих от выполнения функций обслуживания рабочих мест.

14.4. Условия труда. Их рационализация

Условия труда – это совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда. Они характеризуются психофизиологическими, санитарно-гигиеническими и эстетическими факторами.

Психофизиологические факторы определяются физической и нервно-психической нагрузкой исполнителя, видом и характером работы. Показателями уровня нагрузки являются:

- тяжесть, интенсивность, темп, ритм и монотонность труда;

- напряженность мышления, внимания, анализаторов восприятия работающего.

Основные направления рационализации труда в этой части.

1. Уменьшение физических усилий исполнителя.

Тяжесть работы и *интенсивность труда* характеризуются *расходом энергии в единицу* времени. В состоянии полного покоя на процессы физиологического обмена человек затрачивает 80 ккал в час. Для выполнения какой-либо работы требуются дополнительные затраты энергии. Например:

- при письменной работе – (100…120) ккал/ч,
- черчении – (120…150) ккал/ч,
- сборке узлов – (150…180) ккал/ч,
- токарных и фрезерных работах – (200…220) ккал/ч,
- кузнечных работах – (250…300) ккал/ч,
- работе молотобойца – (350…450) ккал/ч.

Однако наука говорит, что затраты энергии не должны превышать 250 ккал/ч, иначе – истощение и смерть. Выход – в соответствующем внутрисменном регламентировании труда и отдыха, чтобы в час затрачивалось не более 250 ккал/ч. Должно выделяться соответствующее время на отдых в течение каждого часа.

Для снижения физических нагрузок необходима правильная организация рабочего места, применение механизации, автоматизации.

2. Оптимизация темпа и ритма работы.

Темп характеризуется количеством рабочих движений в единицу времени. При проектировании производственных операций необходимо учитывать, что оптимальный темп равен 1/5 от максимально возможного, который составляет:

- для пальцев рук – 6 движений в секунду,
- ладони – 3 движения в секунду,
- рук – 80 движений в минуту,
- ноги – 45 движений в минуту,
- тела – 30 движений в минуту.

Ритм работы определяется равномерной повторяемостью трудовых операций. Соблюдение ритма позволяет снизить потери времени за счет почти автоматического выполнения приемов и движений и благотворно влияет на устойчивость функциональной системы рефлексов рабочего, не перенапрягает эту систему. Но при этом надо учитывать, что в течение суток происходят спады и подъемы работоспособности человека, т.е. надо учитывать его биоритмы.

Установлено, что активность человека повышается, т.е. поднимается его работоспособность, в следующие часовые интервалы:

от 5 до 7, от 11 до 12, от 16 до 17, от 20 до 22, от 24 до 1 часа; а утомление, т.е. спад работоспособности человека, происходит в часы:

от 2 до 3, от 9 до 10, от 14 до 15, от 18 до 19, от 22 до 23.

Отсюда понятно, почему наиболее эффективны производства со свободным ритмом работы, где ритм работы определяется каждым рабочим на своем рабочем месте независимо от других.

3. Выбор рациональной рабочей позы.

Работа может выполняться стоя, сидя, лежа, в полусогнутом положении. При работе стоя расход энергии на 10% больше, чем сидя, поэтому стоя можно выполнять работы с подъемом груза в 10 кг и более. При работе сидя при меньшем расходе энергии значительно выше нагрузка на позвоночник, чем - стоя, поэтому сидя рекомендуется выполнять работы с поднятием не боле 5 кг груза. Для сохранения здоровья и работоспособности желательно в процессе выполнения работы менять рабочие позы, т.к. при этом повышается тонус мышц, улучшается кровообращение, а значит, и самочувствие человека.

4. Снижение монотонности труда.

Монотонность характеризуется количеством однообразно повторяемых движений на протяжении трудовой операции. Для её снижения необходимо повышать содержательность трудовых операций. При проектировании технологических процессов необходимо учитывать, что каждая трудовая операция должна продолжаться не менее 30 секунд и состоять из 5-6 разнородных элементов. Снижают отрицательные последствия монотонности труда перемена вида деятельности, производственная гимнастика, музыка и цветовые эффекты.

5. Рационализация режимов труда и отдыха.

Здесь имеется в виду чередование во времени работы и отдыха. Перерывы в работе необходимы для выполнения восстановительных процессов в организме человека, чтобы были восстановлены в достаточной мере все функции человека и его работоспособность. Регламентированные перерывы в течение рабочей смены должны предусматривать вводную и производственную гимнастику, перерывы на обед и отдых. Кроме этого, в течение рабочей смены должны предусматриваться микропаузы в работе, суммарная продолжительность которых должна быть не менее 10% от времени работы.

При установлении суточных режимов работы необходимо учитывать периоды биологической активности человека.

6. Снижение нервно-психического напряжения работающих.

Нервно-психическое напряжение связано с такими психологическими явлениями, как ощущения, восприятия, память, эмоции, чувства, внимание. Его уровень определяется напряженностью мышления, внимания, анализаторов (чувств), характером эмоций.

Основными направлениями снижения нервно-психического напряжения являются:

- установление научно обоснованных норм труда (норм времени, выработки, обслуживания, численности);
- чередование различных видов нагрузки;
- учет требований инженерной психологии и эргономики (в конструкциях оборудования);
- применение функциональной музыки;
- создание благоприятного психологического климата в коллективе.

Санитарно-гигиенические факторы.

Работы должны выполняться не только при рациональных психофизиологических факторах, но и при нормальных санитарно-гигиенических условиях. Санитарно-гигиенические условия характеризуются следующими параметрами:

- температурой, влажностью, движением, запыленностью и загрязненностью (токсическими веществами) воздуха,
- шумом, вибрацией, освещенностью.

Эти параметры и их показатели должны соответствовать санитарным нормам. Для этого осуществляется:

- дополнительное отопление или охлаждение, кондиционирование, теплоизоляция, вентиляция, фильтрация воздуха;
- дополнительное освещение помещений и рабочих мест и т.д.

Недопущение шумов и вибраций осуществляется правильной планировкой зданий и рациональным размещением оборудования.

Эстетические факторы.

Эстетические условия труда – это соответствующее оформление интерьера, цветовое оформление, благоустройство, музыка и т.д. Они существенным образом влияют на настроение человека, а следовательно и на его жизненный тонус, здоровье и работоспособность.

Совокупные условия труда.

Совокупные условия труда оцениваются *тяжестью условий труда. Тяжесть условий труда* – это степень совокупного воздействия на работающего человека всех основных факторов, составляющих условия труда.

В соответствии с рекомендациями НИИ труда все работы по условиям труда делятся на три основные категории тяжести.

К 1-й категории тяжести относятся работы, выполняемые в условиях, близких к физиологическому комфорту.

Работы 2-й категории тяжести не вызывают существенных психофизиологических функций в человеке, а небольшие изменения быстро восстанавливаются.

На работах 3-й категории тяжести возникают более серьезные изменения, вызывающие некоторые отрицательные сдвиги в состоянии организма человека, но они могут быть сравнительно быстро устранены при улучшении режима труда и отдыха.

При проектировании трудовых процессов необходимо обеспечивать условия труда, соответствующие тяжести, не выше 2-й категории. Третья категория допустима, когда иначе невозможно выполнить работы, но требует создания особых режимов труда и отдыха.

Каждой категории тяжести труда соответствует своя совокупность условий труда, обеспечивающих определенный уровень комфортности на рабочем месте (табл.23).

Таблица 23

Показатели условий труда для различных категорий тяжести

Зона недопустимых условий	Зона неблагоприятных условий		Зона благоприятных условий 1-й катег. тяжести
	3-й категории тяжести	2-й категории тяжести	
Шум, дБ > 120	86…120	69…86	≤70
Вибрация, ампл., мм > 1,3	0,3…1,3	0,1…0,2	0
Освещенность, люкс < 100	100…180	200…280	300
Температура, град.С >30	27…30	22…25	20
Влажность, % <30	30…38	40…56	60
Скорость движ. воздуха, м/с 0	0…0,4	0,5…0,8	1
Пыль, мг/м^3 >15	11…15	1… 10	0

Окончание табл. 23

Углеводороды, мг/м^3 >600	400…600	100…300	0
Растворители, мг/м^3 >500	300…500	100…200	0
Загроможденность раб.м. и проходов	значительное	незначительное	нет
Остекление	грязно-темное	загрязненное	чистое
Цвет стен и потолков	черный	серый	бело-салатный
Цвет оборудования	черный	серый	светло-зеленый

Особенно способствует высокой производительности труда правильно организованное освещение. Наиболее приятным является естественное освещение – производительность труда при хорошем естественном освещении на 10% выше, чем при искусственном освещении.

Применяется три типа освещения:

- общее – все помещение,
- местное – на рабочем месте,
- комбинированное – и общее, и местное.

Комбинированное освещение является самым распространенным.

Снижение шума повышает производительность труда на 5…10 %.

Созданию оптимальных условий труда помогает эргономика, цель которой – приспособить к человеку средства производства, приборы, пульты управления, рабочую мебель и оргоснастку.

14.5. Организация работы по НОТ

Работа по научной организации труда на предприятиях осуществляется Отделом организации труда и зарплаты (ООТиЗ) или отдельным подразделением НОТ.

ООТиЗ может состоять из нескольких бюро:

1) бюро нормирования и организации труда, которое занимается вопросами нормирования труда, разработкой штатов, численности, структуры, условий труда, режимов труда и отдыха;

2) бюро организации зарплаты и материального стимулирования – разрабатывает системы и формы оплаты труда;

3) бюро организации морального стимулирования, соревнования, которое занимается, кроме этого, вопросами коллективного договора, текучести кадров и др.

В крупных предприятиях создаются отдельные отделы или лаборатории НОТ. На них возлагается выполнение научно-исследовательских работ по изысканию возможности улучшения организации рабочих мест, их обслуживания и других вопросов научной организации труда. Они дают научно обоснованные рекомендации по всем этим вопросам.

Работы по внедрению рекомендаций и других мероприятий по НОТ осуществляет руководитель подразделения или службы: мастер, начальник участка, цеха, главный инженер. Это входит в их служебные обязанности.

Работы по НОТ ежегодно планируются и входят в годовой план предприятия и в коллективный договор руководства предприятия с трудящимися. Предложений по НОТ дается ежегодно очень много. Но включаются в план и коллективный договор по согласованию с профсоюзным комитетом только наиболее обоснованные, эффективные и реализуемые в плановом году мероприятия. Особенно эффективны мероприятия при сочетании с комплексной аттестацией рабочих мест, во время которой ликвидируются устаревшие и создаются современные рабочие места.

14.6. Эффективность мероприятий НОТ

Экономическую эффективность мероприятий НОТ можно характеризовать следующими показателями: ростом производительности труда, годовым экономическим эффектом, снижением трудоемкости и себестоимости продукции, относительным сокращением численности работающих, приростом объемов производства, приростом прибыли на рубль затрат, сроком окупаемости единовременных затрат (инвестиций).

Наиболее распространенными показателями являются годовой экономический эффект и срок окупаемости инвестиций.

Годовой экономический эффект определяется по формуле

$$Э_г = (C_1 - C_2)\, N_г - E_н \cdot K_{ед},$$

где C_1, C_2 - себестоимость единицы продукции до и после внедрения мероприятий НОТ, руб.;

$N_г$ - годовой объем производства после внедрения мероприятий НОТ, шт.;

$К_{ед}$ - единовременные затраты (инвестиции), руб.;

$Е_н$ - нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности (равен 0,08 – для мероприятий по улучшению условий труда и 0,15 – для других мероприятий).

Срок окупаемости может быть определен по формуле

$$Т_{ок} = К_{ед} / Э_г \text{ (лет)}.$$

Контрольные вопросы

1. Почему организация труда является одной из основных частей организации производства?
2. Каково основное назначение организации труда?
3. Что такое научная организация труда (НОТ)?
4. Какие задачи решаются НОТ?
5. Каковы основные направления НОТ?
6. Что такое разделение труда и зачем оно?
7. Каковы основные формы разделения труда и их взаимосвязь?
8. Что такое кооперация труда и ее виды?
9. Что предусматривают рациональные формы кооперации труда?
10. Каковы виды многостаночного обслуживания?
11. Что такое бригадная форма организации труда и каковы виды бригад?
12. Каковы типы комплексных бригад?
13. Что такое организация рабочего места?
14. Какова основная задача правильной организации рабочего места?
15. Каковы основные элементы организации рабочего места? Их понятия.
16. Что представляют собою зоны досягаемости: максимальная, нормальная и оптимальная?
17. Каковы основные элементы оснащения рабочего места?
18. Что такое обслуживание рабочего места?
19. Каковы основные принципы обслуживания рабочего моста?
20. Какие применяются виды систем обслуживания, их понятия, наиболее рациональная система?
21. Какие формы обслуживания используются, их понятия и отличия?

22. Что такое условия труда?

23. Каковы основные факторы, которыми характеризуются условия труда?

24. Каковы основные направления рационализации условий труда?

25. Что такое санитарно-гигиенические факторы и каковы они должны быть?

26. Что такое эстетические условия труда и каковы они должны быть?

27. Изобразить графически рабочее место настройщика РЭА.

28. Кто на предприятии занимается вопросами научной организации труда?

29. Кто несет ответственность за НОТ?

30. В какие документы и как включаются мероприятия по НОТ?

31. Как рассчитывается эффективность мероприятий НОТ?

15. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА

15.1. Сущность и задачи технического нормирования труда

Техническое нормирование труда является важнейшим элементом его научной организации, средством планомерного формирования и распределения трудовых ресурсов.

Основной задачей технического нормирования труда является установление научно обоснованной меры затрат труда на изготовление единицы продукции или выполнение заданного объема работ. Решение этой задачи позволяет обеспечить высокую производительность труда на основе наиболее рационального использования рабочего времени.

Мера труда, установленная методами технического нормирования, является минимальной нормой расхода трудовых ресурсов в определенных организационно-технических условиях и называется нормой труда. Норма труда служит базой для правильной организации зарплаты, труда, экономических расчетов, внедрения эффективных форм и методов управления.

15.2. Состав и классификация затрат рабочего времени

При нормировании труда исходят из планомерного и рационального распределения всего рабочего времени. Рациональность распределения рабочего времени определяется на основе классификации и изучения всех элементов, входящих в его состав. Какие же элементы входят в состав рабочего времени? На рис. 54 представлена структура сменного фонда рабочего времени.

Сменный фонд рабочего времени состоит из *времени работы* и *времени перерывов*. Работа может быть *производительной* (когда рабочий занят изготовлением качественной продукции) и *непроизводительной* (когда рабочий выпускает брак или занят не своим непосредственным делом, какими-то посторонними делами, например погрузочно-разгрузочными работами).

Время производительной работы, в свою очередь, состоит из подготовительно-заключительного времени, основного, вспомогательного времени и времени обслуживания.

О *подготовительно-заключительном* времени говорилось ранее при рассмотрении вопросов организации производственного процесса во времени. Это время, необходимое для подготовки к обработке партии деталей (изделий), и время сдачи готовой продукции.

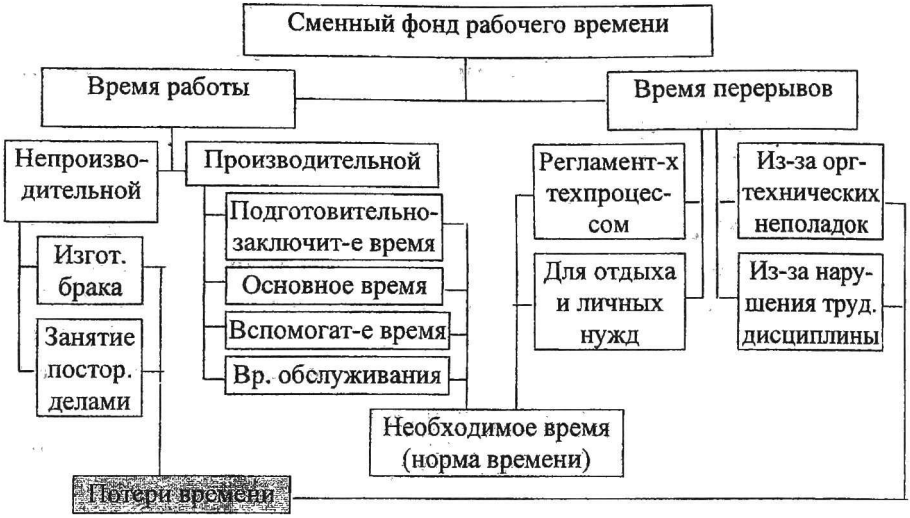


Рис.54. Структура сменного фонда рабочего времени

Основное время затрачивается непосредственно на выполнение технологического процесса. Оно может быть ручным, машинно-ручным и машинным в зависимости от степени механизации и автоматизации процесса.

Вспомогательное время затрачивается на действия, обеспечивающие выполнение основной работы. Это установка и снятие детали, управление станком и др. *Сумма основного и вспомогательного* времени представляет собой *оперативное время*. Характерной особенностью *оперативного времени* является его ритмичная повторяемость в соответствии с ритмом выпуска деталей.

Время обслуживания затрачивается на уход за рабочим местом и оборудованием на протяжении конкретной работы и рабочей смены. Оно подразделяется на *время технического и организационного обслуживания*.

Время технического обслуживания определяется технологическим содержанием операции и обеспечивает нормальное протекание технологического процесса. Это регулировка и подналадка механизмов, смена и заточка инструментов и др.

Время организационного обслуживания используется на уход за рабочим местом в течение смены. Это раскладка и уборка инструментов, смазывание и чистка механизмов, уборка рабочего места и т.д.

Время на отдых и личные надобности предназначено для поддержания нормальной работоспособности, удовлетворения личных потребностей и соблюдения личной гигиены.

Сумма всех элементов времени производительной работы, времени на отдых и личные надобности, а также времени перерывов, регламентированных технологическим процессом, представляет собой *необходимое время*, т.е. *норму времени.*

Перерывы из-за организационно-технических неполадок могут быть вызваны отключением электроэнергии, отказом станка и др. Они не зависят от рабочего.

Перерывы из-за нарушения трудовой дисциплины зависят от рабочего и могут быть вызваны опозданием на работу, преждевременным уходом с работы, отсутствием на рабочем месте в какие-то промежутки рабочего времени, превышающие величину, необходимую для отдыха и личных надобностей, прогулами.

Сумма непроизводительного времени, перерывов из-за организационно-технических неполадок и из-за нарушения трудовой дисциплины представляет собой *потери времени*, которые надо сводить к минимуму.

Для удобства учета, изучения и использования каждому из элементов затрат времени можно присвоить свой индекс, или шифр. Например, элементам, входящим в состав необходимого времени (нормы времени) можно присвоить соответственно (см. рис.54) шифры $Н_1$, $Н_2$, $Н_3$, $Н_4$, $Н_5$, $Н_6$, а элементам, входящим в состав потерь - соответственно $П_1$, $П_2$, $П_3$, $П_4$.

Элементы потерь времени подразделяют на перекрываемые и не перекрываемые машинным временем. Кроме этого, они могут быть случайными и систематическими, устранимыми и неустранимыми. Отсюда определяют характер принимаемых мер по их устранению.

15.3. Методы изучения затрат рабочего времени

Для определения затрат рабочего времени по отдельным элементам с целью анализа, разработки мероприятий по улучшению использования рабочего времени и последующего нормирования применяется несколько методов изучения затрат времени, основанных на непосредственном наблюдении. Основными из них являются следующие методы:

- фотография рабочего времени (ФРВ),

- метод моментных наблюдений (ММН),
- хронометраж.

Фотография рабочего времени

Фотография рабочего времени (ФРВ) – это метод изучения путем наблюдения и измерения всех без исключения затрат рабочего времени на протяжении полной рабочей смены или только некоторой её части. Частный случай ФРВ, когда изучаются затраты времени на протяжении полной рабочей смены, называется фотографией рабочего дня – ФРД.

Назначением ФРВ является:

а) выявление явных и скрытых потерь рабочего времени, анализ их причин, разработка организационных и технических мероприятий, обеспечивающих их ликвидацию;

б) получение исходных данных для разработки нормативов подготовительно-заключительного времени, времени обслуживания и перерывов на отдых, а также – нормативов численности ИТР и служащих;

в) выявление устаревших и ошибочных норм и причин, по которым не все рабочие выполняют технически обоснованные нормы.

В зависимости от количества объектов и формы организации труда на изучаемых рабочих местах применяются следующие виды ФРВ:

- *индивидуальная* – для изучения затрат рабочего времени одного работающего на одном рабочем месте;
- *групповая* – для одновременного изучения затрат рабочего времени группой рабочих, каждый из которых выполняет самостоятельную работу;
- *бригадная* – для изучения затрат рабочего времени группой рабочих, занятых выполнением на одном рабочем месте общей технологически связанной работы;
- *ФРВ многостаночника* – для изучения затрат рабочего времени рабочего, обслуживающего одновременно несколько станков;
- *самофотография* – для выявления потерь рабочего времени самим работником.

Наблюдения и запись рабочего времени при ФРВ могут осуществляться:

- или путем сплошной (непрерывной) регистрации по текущему времени всех элементов работы,

- или посредством выборочной регистрации и замеров времени по некоторым из них (например, затрат времени на подготовительно-заключительные работы или обслуживание рабочего места).

Наблюдение и изучение затрат времени осуществляет *наблюдатель*, в качестве которого обычно выступает нормировщик. Перед проведением наблюдения наблюдатель должен знать целевое назначения предстоящей работы (например, выявление потерь рабочего времени или получение исходных данных для разработки нормативов). Он должен также ознакомиться с работой, объектом наблюдения (рабочим, станком, рабочим местом) и производственной обстановкой. Рабочего необходимо предупредить о проведении наблюдения и объяснить ему, для какой цели оно будет проводиться.

Записи ведутся на специальном наблюдательном листе, оборотная сторона которого представлена в табл. 24. На лицевой стороне наблюдательного листа заносятся данные о рабочем, оборудовании, работе, организации и обслуживании рабочего места. Наблюдатель должен наблюдать со стороны и не отвлекать рабочего.

Таблица 24

Наблюдательный лист ФРВ (оборотная сторона)

№ п/п i	Наим. затрат	Текущее время		Продолж. t_i	№ пер-х затрат	Шифр затрат	Вып., шт.	Прим.
		часы	мин					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
K								

Обработку и анализ ФРВ начинают с определения продолжительности каждого элемента работы или перерыва (t_i) путем вычитания из текущего времени предыдущего. В графе 7 против номера каждого замера указывается условное обозначение (шифр) элемента затрат времени согласно принятой классификации.

Затем составляют сводку одноименных затрат или карту анализа рабочего времени. Выписывают одноименные затраты времени в течение смены, суммируют затраты по каждому элементу с указанием, какая часть времени перекрывается машинным временем, и определяют среднюю продолжительность наблюдаемых элементов затрат времени (работы или перерывов) путем деления суммы затрат времени на количество замеров по этому элементу. Далее используют полученные данные в соответствии с назначением исследований.

Метод моментных наблюдений

Метод моментных наблюдений (ММН) представляет собой исследование затрат рабочего времени на основе выборочных наблюдений, проводимых в случайно выбранные моменты времени.

Назначением метода моментных наблюдений является:

а) выявление рабочих мест, на которых целесообразно совершенствовать структуру затрат рабочего времени;

б) проверка типичности затрат рабочего времени, полученных в результате ФРВ;

в) получение данных для нормирования работ, не имеющих строго определенной последовательности производственных операций (например ремонтных работ).

Этот метод (ММН) позволяет определять затраты рабочего времени по соответствующим элементам путем фиксации количества случаев их повторяемости. При этом считается, что вероятность повторения того или иного элемента работы или перерыва прямо пропорциональна времени занятости рабочего на соответствующем элементе.

Для получения результатов наблюдений, соответствующих фактическим затратам времени, необходимо обеспечить достаточное количество моментов, случайность, независимость, несмещенность наблюдений. Указанные требования достигаются в процессе подготовки и проведения наблюдений.

При их подготовке наблюдатель знакомится с работой, объектами наблюдения, производственной обстановкой, составляет план расположения станков и рабочих мест, разрабатывает маршрут, по которому будет следовать при наблюдениях, и намечает фиксажные точки. Фиксажные точки – это места остановки наблюдателя и фиксации элемента затрат времени, которым занят соответствующий рабочий. Определяется длина маршрута и время прохождения его за один обход.

Для обеспечения достоверности и заданной точности результатов определяется количество наблюдений с использованием методов математической статистики. Минимально необходимое количество наблюдений (моментов) зависит от цели исследований.

При уточнении соотношения времени работы и его потерь необходимое количество моментов наблюдений определяется по формуле

$$M = [a^2 (1-K)\, 10^4] / (K \cdot q^2),$$

где a^2 – коэффициент, характеризующий уровень вероятности невыхода ошибки за установленные пределы (при массовом и крупносерийном производстве $a^2 = 2$, при серийном и мелкосерийном $a^2=3$);

К – доля затрат рабочего времени, связанных с выполнением изучаемой работы – определяется ориентировочно по нормативам или данным предварительных исследований;

(1- К) – удельный вес перерывов в работе;

q – допустимая относительная ошибка результатов наблюдений, % (устанавливается в зависимости от необходимой точности наблюдений).

При необходимости выявить удельный вес и абсолютное значение изучаемых элементов затрат времени используется формула Стейнгауза

$$M = (100 \sqrt{(n-1)} / n \ / q - 1)^2,$$

где n – количество изучаемых элементов затрат времени.

Выбирается средний промежуток времени между обходами с учетом необходимости проведения наблюдений за целое число смен.

Случайность наблюдений обеспечивается использованием лотерейного метода или таблицы случайных чисел (метод Монте-Карло).

В первом случае время наблюдений разбивают на отрезки, равные среднему промежутку времени между обходами. Готовят фишки (небольшие бумажки), на которых с возрастанием через данный интервал указывается текущее время, начиная с нуля. Начало каждого обхода определяется временем на фишках, извлекаемых случайным образом, с добавлением времени начала наблюдений.

Каждое наблюдение должно быть коротким и охватывать только один изучаемый элемент. Тогда записи окажутся независимыми от субъективных решений наблюдателя. Необходимо строгое соблюдение маршрута и фиксажных точек.

Период проведения серии наблюдений должен быть достаточно продолжительным и охватывать все элементы работы. Если наблюдатель прервал наблюдения до окончания смены, он должен возместить потерянное время в следующий день. Этим достигается несмещенность результатов наблюдений.

Запись производится в наблюдательном листе ММН условными обозначениями (точками или вертикальными черточками – "палоч-

ками") в графе 3. В табл.25 представлен пример записи 1-го элемента затрат необходимого времени (H_1) – подготовительно-заключительного времени.

Таблица 25

№ п/п	Шифр затрат вр.	Колич. моментов	Сумма моментов	Уд. вес элемента затрат вр.	Продолж-ть элемента в смену, мин.
1	2	3	4	5	6
1	H_1	1111111	7	7/112	30
2	H_2				

При этом количество записей (моментов) элемента затрат H_1 условно принято за 7, а общее количество записей - за 112.

Во время наблюдений заполняются графы 1…3, а при обработке результатов – графы 4…6. Удельный вес каждого элемента затрат времени определяется отношением количества отмеченных моментов по данному элементу затрат времени к общему количеству отмеченных моментов. Затраты времени по данному элементу за смену в минутах (T_i) определяются исходя из длительности смены в минутах ($T_{см}$) и удельного веса данного элемента в общих затратах рабочего времени ($n_i / \sum n_i$):

$$T_i = T_{см} \cdot n_i / \sum n_i .$$

На основе результатов расчета по всем элементам затрат времени анализируется фактический баланс рабочего времени путем его сравнения с нормативным, делаются выводы и разрабатываются мероприятия по совершенствованию использования рабочего времени.

Хронометраж

Хронометраж – это метод изучения затрат рабочего времени путем наблюдения и измерения продолжительности отдельных многократно повторяющихся элементов операции.

Назначением хронометража является:

а) выявление и изучение передовых приемов и методов работы для проектирования наилучшей структуры и последовательности выполнения элементов операции и обучения рабочих этим методам работы;

б) получение исходных данных по отдельным элементам оперативного времени для расчетов технически обоснованных норм времени;

в) выявление причин невыполнения установленных технически обоснованных норм времени отдельными рабочими;

г) разработка графиков, планов организации работ и труда при многостаночном обслуживании;

д) определение необходимого состава бригады рабочих и распределение работы между ними при бригадном методе организации труда.

Существуют *сплошной, выборочный и цикловой* способы хронометража. При *сплошном* хронометраже ведутся только замеры времени окончания элементов операций. *Выборочный* хронометраж проводится для изучения отдельных элементов операции.

Цикловой хронометраж используется для измерения кратковременных элементов операции, длительности которых отдельно измерить невозможно. Такие кратковременные элементы объединяются в группы, и измеряется продолжительность группы элементов. Путем деления продолжительности группы элементов на количество элементов в группе можно определить среднюю продолжительность одного элемента.

Перед измерениями наблюдатель также знакомится с изучаемой операцией и рабочим местом. Операция разбивается на составные элементы в строгом соответствии с их технологической последовательностью. Устанавливаются фиксажные точки – признаки начала и окончания каждого элемента, легко фиксируемые визуально или на слух. Для получения достоверных усредненных данных определяется необходимое количество замеров по формулам или готовым таблицам в зависимости от типа производства, продолжительности работ, их характера и требуемой точности.

Готовится хронометражная карта (лист), где записываются данные о рабочем, выполняемой работе, оборудовании, рабочем месте, режиме обработки, порядке обслуживания. На обратной стороне карты записывается перечень элементов операции и соответствующие им фиксажные точки. Рабочий знакомится со всем этим. Примерный вид хронометражной карты (оборотная сторона) представлен в табл. 26.

Наблюдения проводятся в течение рабочего дня дважды: первый раз - спустя 30…60 мин после начала работы, второй раз – за 1,5…2 часа до окончания рабочей смены. Количество замеров, проводимых каждый раз, должно равняться половине общего установленного ко-

личества наблюдений. В хронометражной карте записывается время по каждому замеру (при сплошном хронометраже – текущее время, при выборочном – продолжительность элемента операции). Одновременно отмечаются отклонения от нормального хода операции.

Таблица 26

№ эл.	Наим. эл-та	Тек. вр. (прод.)	Тек. вр. и прод-ти элементов по каждому наблюд-ю							Сумма замеров прод-ти	Средн. знач. прод.	Средн. улучш. знач.
			1	2	3	4	5	6	7			
1												
2												

При сплошном хронометраже обработка начинается с определения продолжительности каждого элемента операции (t_i) по каждому замеру путем вычитания предыдущего текущего времени из последующего. Затем рассчитываются суммарная продолжительность выполнения элемента по всем (n) замерам ($\sum t_i$) и средняя арифметическая выполнения элемента:

$$t_{ср} = 1/n \cdot \sum t_i .$$

Затем оценивается степень устойчивости хронометражного ряда, т.е. степень стабильности условий, в которых выполняется данный элемент операции. Она определяется коэффициентом устойчивости ряда

$$K_у = t_{max} / t_{min},$$

где t_{max}, t_{min} – соответственно максимальная и минимальная замеренные величины продолжительности элемента операции.

Фактический коэффициент устойчивости не должен превышать нормативного значения. В противном случае хронометражный ряд подвергается улучшению - из полученного ряда убирают крайние значения продолжительности элемента операции. Если и после улучшения фактический коэффициент устойчивости превышает нормативный, ряд признается неустойчивым и проводятся повторные наблюдения. За нормальную продолжительность принимают среднее арифметическое улучшенного ряда.

Анализ данных заключается в сравнении полученных значений продолжительности элементов с нормативными, выявлении причин их отклонения и выявлении возможности рационализации приемов труда.

15.4. Виды норм труда и методы технического нормирования

В зависимости от единицы измерения различают следующие виды норм труда:

а) нормы времени – время, заданное для выполнения единицы работы, мин/шт.;

б) нормы выработки – количество натуральных или условных единиц работы, которое должно быть выполнено в единицу времени, шт. в час или в смену;

в) нормы численности – численность работников определенного профессионально-квалификационного состава, необходимая для выполнения единицы объема работ, чел.;

г) нормы обслуживания – количество единиц оборудования (станков) или рабочих мест, обслуживаемых одним или группой рабочих в единицу времени (смену), ст./ чел.;

д) нормы управляемости – численность работников, находящихся в непосредственном подчинении у руководителя, которыми он может эффективно управлять, чел.

Основной мерой затрат живого труда является норма времени, исходя из которой устанавливаются нормы труда в других единицах измерения. Желательно для каждого вида работ иметь не просто нормы времени, а технически обоснованные нормы времени.

Под *технически обоснованной нормой времени* (ТОНВ) понимается устанавливаемое для определенных организационно-технических условий время на выполнение данной работы (операции), исходя из рационального использования производственных возможностей, оборудования и рабочего места с учетом передового производственного опыта. Под рациональным использованием производственных возможностей и рабочего места понимаются рациональный технологический процесс, эффективное использование всех ресурсов и научная организация труда (НОТ), соответствующие особенностям данного конкретного производства.

Под передовым производственным опытом понимаются устойчивые высокие показатели передовых рабочих необходимой квалификации, занятых выполнением данной работы, но не их рекордные достижения.

Технически обоснованная норма времени (ТОНВ) включает в себя:

- норму оперативного времени ($T_{оп}$),
- норму дополнительного времени ($T_{доп}$),
- норму подготовительно-заключительного времени ($T_{п-з}$).

$$ТОНВ = T_{оп} + T_{доп} + T_{п-з}.$$

При этом норма оперативного времени состоит из нормы основного времени ($T_{осн}$) и нормы вспомогательного времени ($T_{всп}$):

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп},$$

а норма дополнительного времени – из нормы времени на обслуживание ($T_{обсл}$) и нормы времени на отдых и личные надобности ($T_{отд.л}$):

$$T_{доп} = T_{обсл} + T_{отд.л}.$$

В условиях массового и крупносерийного производства доля подготовительно-заключительного времени в расчете на единицу продукции настолько мала, что им можно пренебречь. Здесь в качестве нормы времени используется норма штучного времени с разделением нормы времени на обслуживание ($T_{обсл}$), на техническое обслуживание ($T_{тех.обсл}$), организационное обслуживание ($T_{орг.обсл}$):

$$T_{обсл} = T_{тех.обсл} + T_{орг.обсл}.$$

В норму штучного времени может также включаться продолжительность неустранимых перерывов, обусловленных технологией и организацией производства, превышающих время на отдых и личные надобности рабочего. Для части работ (формовочных, сборочных, монтажных) оперативное время не делится на основное и вспомогательное.

При проектировании технически обоснованных норм времени, кроме результатов изучения затрат времени путем непосредственного наблюдения, используются также соответствующие нормативы и расчеты, исходя из принятых режимов работы оборудования. В нормативах даются нормы времени на отдых и личные надобности, организационное и техническое обслуживание в процентах от оперативного времени ($T_{оп}$), а для массового и крупносерийного производства норма времени на техническое обслуживание дается в процентах от основного времени ($T_{осн}$).

Так, в серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени

$$T_{шт-к} = T_{оп}(1 + 0{,}01\alpha_{обсл} + 0{,}01\alpha_{отд.л}) + T_{п-з}/n,$$

где $\alpha_{обсл}$, $\alpha_{отд.л}$ – нормы времени на обслуживание, отдых и личные надобности в процентах от оперативного времени,

n – размер партии деталей, шт.

Норма штучного времени в массовом и крупносерийном производстве

$$T_{шт} = T_{оп}(1+ 0{,}01\alpha_{орг.обсл} +0{,}01\alpha_{отд.л}) + T_{осн}\ 0{,}01\alpha_{тех.обсл}.$$

Эти формулы используются главным образом при расчетах норм на ручные и машиноручные операции.

Для механизированных процессов нормы составляются с учетом расчетной производительности машин и численности и квалификационного состава работников, обслуживающих эти машины.

Норма выработки рабочего определяется как величина, обратная норме времени. Например, норма выработки в смену определяется отношением продолжительности смены ($T_{см}$) к норме штучного времени ($T_{шт}$):

$$Н_{см} = T_{см} / T_{шт}. \text{ (штук в смену).}$$

Для нормирования труда ИТР и служащих наряду с прямыми методами используются косвенные, основанные на установлении корреляционной зависимости нормы от соответствующих факторов (например сложности и др.).

Методы технического нормирования труда

Различают *аналитически-исследовательский и аналитически-расчетный* методы технического нормирования.

При *аналитическо-исследовательском* методе нормирования необходимые затраты рабочего времени по каждому элементу нормируемой операции определяются на основе анализа и синтеза данных, полученных в результате непосредственного наблюдения (хронометража) за выполнением этой операции на рабочем месте, на котором организация труда соответствует принятым условиям производительной работы. Остальные элементы нормы времени определяются также путем изучения затрат времени методами непосредственного наблюдения (ФРВ или ММН).

При *аналитическо-расчетном* методе затраты времени на нормируемую операцию определяются по нормативам или расчетом, исходя из принятых режимов производительной работы технологического оборудования.

Выбор метода зависит от сферы возможного распространения норм, точности получаемых результатов, трудоемкости и рентабельности его применения.

Аналитически-исследовательский метод менее универсален. Он может использоваться для нормирования труда только в действую-

щих производствах. При этом возможны ошибки субъективного характера из-за погрешностей в методах и осуществлении исследований. Поэтому его применяют в условиях отсутствия нормативов или при значительных отклонениях фактических условий производства от средних.

Аналитически-расчетный метод более универсален и эффективен. Он облегчает труд нормировщиков, позволяет устанавливать нормы затрат труда на новые проектируемые процессы.

В некоторых случаях нормы разрабатываются с использованием обоих указанных методов – *расчетно-исследовательским* методом.

Наряду с научно обоснованными нормами на предприятиях пользуются опытно-статистическими нормами. Здесь норма времени в целом на операцию определяется или по статистическим (отчетным) данным о затратах труда, или на основе опыта работника, устанавливающего норму, а также сравнением нормируемой операции с аналогичной, норма на которую установлена ранее. Однако эта методика противоречит принципам прогрессивности норм и их научной обоснованности и не рекомендуется к применению.

15.5. Организация работы по нормированию труда

Нормированием труда в масштабах завода занимаются работники бюро нормирования труда отдела организации труда и зарплаты (ООТиЗ), а в масштабах цеха – работники бюро труда и зарплаты цеха. Занимаются нормированием труда и технологи – цеховые и отдела главного технолога завода – особенно в массовом и крупносерийном производстве.

Для оценки состояния нормирования труда в цехах и на заводе используются следующие показатели:

- удельный вес работ, на которые установлены какие-либо нормы труда;
- удельный вес технически обоснованных норм;
- качество нормативных материалов;
- качество норм и своевременность их корректировки.

Нормы должны пересматриваться на протяжении всего года по плану организационно-технических мероприятий и пересмотра норм. Это необходимо делать для замены устаревших норм, корректировки ошибочных норм, замены временных норм постоянными, разработки

норм при освоении новых технологических процессов, внедрении новой техники, технологии, оснастки и т.д.

Новые нормы, согласованные с профсоюзами, должны обязательно сообщаться рабочим под расписку за 1 месяц до их введения.

Контрольные вопросы и задачи

1. Какова основная задача технического нормирования труда?
2. Состав и классификация затрат рабочего времени. Изобразить структуру сменного фонда рабочего времени.
3. Каким может быть основное время?
4. Что представляет собой оперативное время?
5. На какие виды делится время обслуживания?
6. Каковы методы изучения затрат рабочего времени?
7. Что такое фотография рабочего времени? Назначение этого метода.
8. Виды фотографии рабочего времени.
9. В чем заключается подготовка к фотографии рабочего времени? Как осуществляется запись затрат времени?
10. Как ведется обработка результатов наблюдений?
11. Что такое метод моментных наблюдений и для чего он применяется?
12. Как определяются затраты времени при методе моментных наблюдений?
13. Как обеспечивается соответствующая точность и случайность?
14. В чем заключается подготовка к методу моментных наблюдений?
15. Как осуществляется обработка результатов?
16. Что такое хронометраж и каковы его цели?
17. Каковы способы хронометража?
18. Как осуществляются замеры и обработка результатов?
19. Какие виды норм труда используются в производстве?
20. Что такое технически обоснованная норма времени, и из каких элементов она состоит?
21. Какие методы технического нормирования используются в производстве?
22. Чем характеризуется состояние нормирования труда на предприятии и в цехе?

Решить задачи.

Задача 1.

Определить норму штучного времени в крупносерийном производстве при следующих условиях: оперативное время равно 4мин, основное время – 3мин, время на отдых и личные надобности – 10%, время организационного обслуживания – 5%, время технического обслуживания – 8%.

Задача 2.

Определить норму штучно-калькуляционного времени в среднесерийном производстве при следующих условиях: оперативное время – 5мин, подготовительно-заключительное время – 15мин, время обслуживания 10%, время на отдых и личные надобности - 8%, размер партии деталей 150 штук.

16. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА

16.1. Содержание технологической подготовки

В основе технологической подготовки производства новой РЭА лежит Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) согласно ГОСТ 14.002-73. Технологическая подготовка производства включает в себя большой комплекс взаимосвязанных работ, состав и последовательность выполнения которых зависит от характера конструкций и типа производства.

Содержанием технологической подготовки производства является:

1) проектирование технологических процессов;

2) расчет норм расхода материалов;

3) выбор и проектирование технологического оснащения;

4) нормирование процессов изготовления;

5) расчет календарно-плановых нормативов;

6) изготовление, испытание и внедрение технологического оснащения;

7) совершенствование производственной структуры предприятия и цехов;

8) механизация и автоматизация производства, проектирование и изготовление средств механизации.

В результате выполнения всех этих работ создается первичная технолого-нормировочная документация, которая является основой для работы непосредственно производства, мастеров и рабочих. Она же является базой технико-экономического и оперативно-производственного планирования, материально-технического снабжения, планирования труда и зарплаты, себестоимости, прибыли и бухгалтерского учета.

Рассмотрим кратко некоторые вопросы технологической подготовки производства.

16.2. Организация проектирования технологических процессов

Проектирование технологических процессов (ТП) – важнейший этап технологической подготовки производства. Основной задачей проектирования ТП является выбор наивыгоднейших методов и средств изготовления деталей, узлов и всего изделия с тем, чтобы его себестоимость была по возможности минимальной.

Исходными данными для разработки техпроцесса являются:

а) РКД на изделие: чертежи, ТУ, ведомости, спецификации и пр.;

б) ГОСТы, ОСТы и СТП на материалы, допуски, посадки и др.;

в) классификаторы материалов, инструмента, оборудования и пр.;

г) справочники и нормативные таблицы для выбора режимов резания;

д) планируемые размеры выпуска изделий.

Проектирование ТП должно осуществляться с учетом следующих требований:

- максимального использования научно-технических достижений в области передовой технологии;

- учета конкретных производственных условий завода и цехов (структуры, оборудования, квалификация рабочих и др.);

- наиболее полного использования оборудования и производственных площадей;

всемерного использования передовых форм организации производства (предметно-замкнутые участки, поточные линии и пр.);

- минимальной трудоемкости и себестоимости выпускаемой продукции.

При проектировании ТП желательно придерживаться следующего порядка (этапов):

- выбрать виды заготовок всех деталей;

- разработать межцеховые маршруты;

- определить последовательность и содержание технологических операций;

- определить, выбрать и заказать средства технологического оснащения;

- установить порядок, методы и средства технического контроля;

- назначить и рассчитать режимы резания (обработки);

- осуществить нормирование процессов;

- определить профессии и квалификации исполнителей;

- дать рекомендации по организации производственных участков;

- выбрать средства механизации и автоматизации процессов;

- оформить рабочую документацию на ТП.

Остановимся на двух важнейших этапах.

1. Разработка межцехового технологического маршрута

В межцеховом маршруте изготовления детали (узла) указывают все цехи, через которые должна пройти деталь (узел) в процессе её изготовления до момента сдачи на склад или комплектовочный участок. Межцеховые маршруты разрабатываются ведущим технологом данного конкретного изделия. Они должны быть наиболее простыми, содержать минимум цеховых переходов и возвратных движений.

Наиболее сложные маршруты получаются, когда цехи строго специализированны. Усложняется планирование, учет, контроль хода производства, растут длительности производственного цикла, транспортные издержки. Желательно добиваться завершенности техпроцесса в пределах одного или минимума цехов.

2. Оформление рабочей документации на ТП

Решение задачи технологической подготовки производства на высоком качественном уровне требует разработки единой технологической документации, единого порядка и методики её оформления. Технологическая документация, кроме определения содержания ТП, его оснащения, способов обработки и контроля, представляет собой исходные нормативные данные для технико-экономического и производственного планирования, планирования труда, зарплаты, материально-технического снабжения, затрат, прибыли, рентабельности и учета. Для этого и разработана система ГОСТов "Единая система технологической документации" (ЕСТД), которая определяет состав технологической документации, её содержание и порядок оформления.

К технологическим документам (ТД) согласно ГОСТ 3.1102-74 относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют техпроцесс изготовления и содержат необходимые данные для организации производства. К таким документам относятся:

1) маршрутная карта (МК) – описание ТП изготовления изделия по всем операциям в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, оснастке, материальных и трудовых нормативах;

2) технологическая инструкция (ТИ) – описание приемов работы или техпроцесса изготовления изделия, правил эксплуатации средств оснащения, описание физических и химических процессов, возникающих при некоторых операциях;

3) комплектовочная карта (КК) – перечень деталей и сборочных единиц (узлов, блоков), входящих в изделие, с указанием, с каких участков и цехов они должны поступать;

4) ведомость расцеховки (ВР) – перечень деталей, узлов и их маршрутов по цехам в процессе изготовления;

5) ведомость оснастки (ВО) - перечень оснастки, необходимой для изготовления изделия, с указанием – для каких деталей и узлов;

6) ведомость материалов (ВМ) – данные о заготовках, нормах расхода материалов на детали и узлы с указанием участков и цехов;

7) ведомость деталей (сборочных единиц) к типовому ТП (операции) – перечень деталей (сборочных единиц), изготовляемых по типовому техпроцессу (операции), с указанием соответствующих данных о материальных и трудовых нормативах, техоснастке, режимах обработки;

8) ведомость технологических документов (ВТД) – состав и комплектность технологических документов, необходимых для изготовления изделия;

9) карта технологического процесса (КТП) – описание ТП изготовления изделия (включая контроль и перемещение) по всем операциям одного вида работ, выполняемых в одном цехе, с указанием оборудования, оснастки, материальных и трудовых нормативов и технологических режимов;

10) карта типового ТП (КТТП). В радиотехническом производстве разрабатывают КТТП для таких ТП, как нанесение электролитических покрытий, лакокрасочных покрытий, химической обработки.

11) операционная карта (ОК) – описание технологической операции с указанием переходов, режимов обработки, техоснастки;

12) операционная карта типовая (ОКТ) – на типовые ТП;

13) ведомость операций (ВО) – перечень всех операций.

Нормы расхода материалов для сборочно-монтажных работ выделяются в отдельную ведомость из-за большой номенклатуры покупных комплектующих изделий (ПКИ).

Внедрение ЕСТД позволяет сократить сроки и затраты на технологическую подготовку производства, повысить производительность труда технологов на 15…20 % и, таким образом, снизить себестоимость изделия на 10…15 %.

16.3. Организация проектирования технологического оснащения

Это один из важнейших этапов технологической подготовки производства, так как без техоснастки (штампы, пресс-формы, приспособления и т.д.) невозможно осуществить запроектированный технологический процесс. В радиопромышленности широко распространены процессы штамповки деталей, прессования деталей из пластмасс, литья под давлением, в кокиль и т.д. Для всего этого нужны соответствующие штампы, пресс-формы и т.п.

Проектирование и изготовление всего объема технологического оснащения для сложных изделий, какими является РЭА, требует значительного времени. Отсюда важно установить номенклатуру и очередность проектирования и изготовления техоснастки.

Главный технолог завода и ведущий технолог изделия изучают чертежи и устанавливают ориентировочную номенклатуру, количество и очередность проектирования и изготовления оснастки для изготовления установочной партии. При этом учитывается возможность изготовления деталей (вначале) без оснастки.

Весь объем проектирования и изготовления техоснастки обычно распределяют на две очереди: нулевую и первую. *Нулевая* очередь включает оснастку, без которой практически невозможно изготовить детали.

В *первую* очередь входит оснащение, которое вместе с нулевым составляет полный комплект оснащения, обеспечивающий изготовление изделия с плановой трудоемкостью.

На основе анализа номенклатуры оснащения составляется график проектирования и изготовления оснастки. При этом должны учитываться следующие требования:

а) сроки выпуска оснащения должны опережать сроки запуска соответствующих деталей на соответствующий нормативный срок;

б) очередность выпуска оснащения должна обеспечивать комплектное изготовление деталей для сборки соответствующих узлов и блоков, т.е. для создания комплектного незавершенного производства с целью сокращения сроков освоения изделия.

В радиопромышленности в связи с быстрым моральным старением изделий происходит частая смена продукции, поэтому для сокращения сроков и затрат на проектирование и изготовление оснастки используются два основных направления:

– стандартизация деталей и узлов технологического оснащения,

– универсализация технологического оснащения.

При стандартизации для сокращения сроков и многократного использования элементов оснастки в штампах стандартизируются верхние и нижние плиты блоков, пуансонодержатели, съемники, прокладки, направляющие колонки, втулки, хвостовики, упоры, матрицы и т.п.

Универсализация заключается в проектировании и изготовлении оснащения, которое может быть использовано для обработки различных по конфигурации и размерам деталей. Например, в холодной штамповке применяются:

а) универсальные штампы и их наборы для штамповки деталей одного и того же технологического ряда и штамповки деталей по элементам;

б) универсальные блоки – штамп-пакет, фиксируемый в стандартном корпусе-блоке. Для вырубки, гибки и т.д. несколько деталей объединяются в рабочую часть штампа. Универсальные блоки могут быть пластинчатыми, электромагнитными и т.п.

Применяются и универсально-сборные приспособления (УСП). УСП для фрезерных, токарных, сверлильных, шлифовальных и других операций собирают из набора нормализованных деталей.

16.4. Организация технологической подготовки производства

Технологическая подготовка производства тесно связана с разработкой конструкторской документации на новое изделие. Она начинается со стадии технического проектирования бригадой конструкторов и технологов завода, выделяемых для участия в разработке изделия.

Технологическая подготовка производства может осуществляться:

- централизованно – в массовом производстве;
- децентрализованно – в единичном и мелкосерийном производстве;
- по смешанной технологии – в серийном производстве.

При *централизованной* форме – техпроцессы разрабатываются в отделе главного технолога (ОГТ). Технологические бюро цеха (ТБЦ) обеспечивают реализацию техпроцессов, разработанных в ОГТ.

При *децентрализованной* форме – разработку технологических процессов ведут цеховые технологи (ТБЦ). ОГТ осуществляет только контрольные функции.

При *смешанной* форме – операционные техпроцессы разрабатываются в ТБЦ, а ОГТ создает маршрутные технологии в целом на изделие, типовые техпроцессы, техпроцессы на сложные элементы и работы и процессы сборки изделия в целом.

Служба главного технолога завода подчиняется главному инженеру или техническому директору, который отвечает за техническую подготовку производства. На рис.55 представлен пример структуры службы технической подготовки производства.

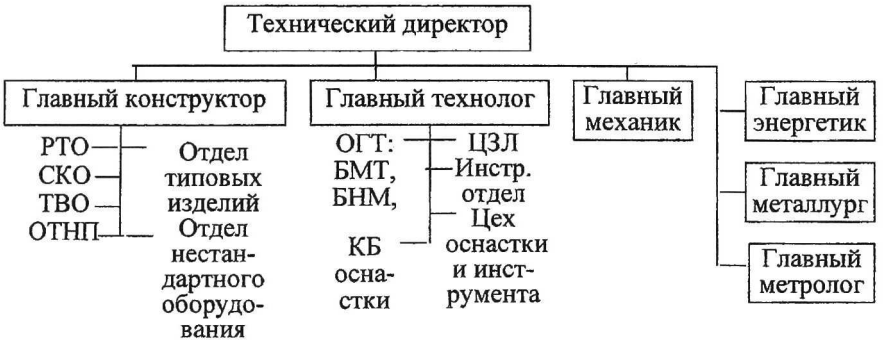


Рис.55. Пример структуры службы подготовки производства: РТО - радиотехнический отдел, СКО - серийно-конструкторский отдел, ТВО - телевизионный отдел, БМТ - бюро маршрутных технологий, БНМ - бюро нормирования материалов, КБ – конструкторское бюро, ЦЗЛ – центральная заводская лаборатория

16.5. Выбор варианта ТП в зависимости от объема выпуска изделий

Обычно разработка и внедрение нового технологического процесса требует капитальных вложений (инвестиций). Эффективность этих мероприятий рассчитывается по известной методике:

$$Э_г = (C_1 - C_2)N_г - E_н \cdot K_{ед},$$

где $Э_г$ - годовой экономический эффект,

C_1, C_2 - себестоимость продукции соответственно по старой и новой технологии,

$N_г$ - годовой объем выпуска продукции,

$E_н$ - нормативный коэффициент экономической эффективности,

$K_{ед}$ - единовременные капитальные вложения (инвестиции).

Но создаваемые технологические процессы могут и не требовать капитальных вложений. В этом случае для выбора лучшего варианта ТП также используется принцип сравнительной эффективности, но уже на основе приведенной технологической годовой себестоимости:

$$С_{пр.т.г} = N_г \cdot З_{пер} + З_{пост},$$

где $З_{пер}$ - условно-переменные затраты на единицу продукции, р.,

$З_{пост}$ – условно-постоянные затраты, не зависящие от объема выпуска продукции в определенных пределах времени.

При определенном количестве выпускаемых изделий, называемом критическим $N_{кр}$, приведенные технологические себестоимости изготовления изделий при различных (первом и втором) технологических процессах могут быть равны

$$З_{пер1} \cdot N_{кр} + З_{пост1} = З_{пер2} \cdot N_{кр} + З_{пост2}.$$

Отсюда можно найти

$$N_{кр} = (З_{пост2} - З_{пост1}) / (З_{пер1} - З_{пер2}).$$

Анализ показывает, что при $N_г < N_{кр}$ эффективен базовый вариант (1-й), а при $N_г > N_{кр}$ – эффективен новый (2-й) вариант. Это видно на рис.56.

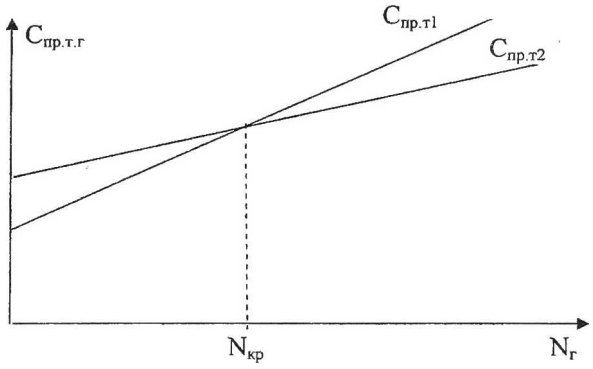


Рис.56. Выбор варианта технологического процесса

Если требуются инвестиции, то их можно учесть в условно-постоянных затратах.

Контрольные вопросы и задачи

1. Какие документы лежат в основе технологической подготовки производства?

2. Что является содержанием технологической подготовки производства?

3. Что является основной задачей проектирования технологических процессов?

4. На основе каких исходных данных осуществляется разработка ТП?

5. С учетом каких требований должно осуществляться проектирование ТП?

6. Каков порядок проектирования ТП?

7. Кто и как разрабатывает межцеховой технологический маршрут?

8. На основе каких документов разрабатывается и оформляется технологическая документация?

9. Какие документы относятся к технологическим? Перечислить основные из них.

10. Как осуществляется проектирование технологического оснащения?

11. Кто организует и осуществляет технологическую подготовку производства?

12. Каковы формы организации технологической подготовки производства?

13. Какие подразделения входят в структуру службы главного технолога?

14. Как осуществляется выбор варианта технологического процесса в зависимости от объема выпуска изделий?

Решить задачи.

Задача 1.

На заводе выпускаются телевизионные приемники с себестоимостью 3000 р. В год выпускается 100 тыс. шт. После внедрения новой технологии себестоимость стала 2980 р. На внедрение этой технологии затрачено 800 тыс. р. Определить годовой экономический эффект, срок окупаемости затрат и коэффициент экономической эффективности.

Задача 2.

Сравнить два варианта технологического процесса:

1) Стоимость материалов на 1 шт. 10 р., зарплата –20 р., цеховые условно-постоянные расходы 100 тыс. р.;

2) Стоимость материалов 11 р., зарплата 18 р., цеховые условно-постоянные расходы 110 тыс. р.

17. ВНУТРИЗАВОДСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

17.1. Содержание и задачи внутризаводского планирования

Планирование в общем случае – это процесс принятия на перспективу решения о том, ЧТО, ГДЕ и КОГДА должно быть выполнено. Планирование в масштабах государства принято называть народнохозяйственным или государственным, отрасли – отраслевым, республики, края, области – территориальным или региональным. Разработку плана завода или фирмы называют внутризаводским (ВЗП) или внутрифирменным планированием.

Содержанием ВЗП является следующее:

1) определение целей и объемов работ всех производственных подразделений завода, как основных, так и вспомогательных;

2) установление норм расхода и потребности в материальных и трудовых ресурсах для достижения поставленных целей;

3) определение затрат на производство продукции, ожидаемого размера прибыли и других показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия;

4) поддержание производственной системы в пределах заданных параметров путем текущего контроля и регулирования хода производства.

В зависимости от периода (срока) планирования различают перспективные и текущие планы. К первым относят долгосрочные (более 5 лет) и среднесрочные (3…5 лет), ко вторым - годовые планы.

Назначение перспективных планов определять основные показатели хозяйственной деятельности предприятия на длительный период, на время решения главной стратегической задачи (реконструкция, переход на выпуск новой продукции и др.) и намечать пути их достижения.

В годовых планах конкретизируются и детализируются показатели перспективного плана и учитываются дополнительные возможности, вытекающие из фактического хода его выполнения. В них отражаются задания по всем технико-экономическим показателям на год, каждый квартал и каждый месяц.

Внутризаводское планирование подразделяется на два вида:

1) технико-экономическое планирование (ТЭП);

2) оперативно-производственное планирование (ОПП).

Назначение их одно – проектирование параметров производственной системы. Но они отличаются объектами, периодами, показателями и методами воздействия на ход производства.

Технико-экономическое планирование определяет основные объемные (количественные) и важнейшие качественные показатели производства на длительные периоды без привязки к конкретным датам промежуточных результатов.

Оперативно-производственное планирование определяет основные объемные и качественные показатели производственного процесса и непрерывное наблюдение за его ходом, т.е. включает в себя составление планов-графиков работы всех подразделений предприятия и контроль хода его выполнения.

Основу технико-экономического планирования составляет годовой план предприятия с разбивкой его по кварталам.

17.2. Годовой план. Его содержание и порядок разработки

Годовой план – это программа технического, организационного и социально-экономического развития предприятия и его коллектива на год. Он включает в себя следующие взаимоувязанные разделы:

1. Производство и реализация продукции.
2. Техническое развитие и организация производства.
3. Показатели повышения экономической эффективности производства.
4. Плановые технико-экономические нормативы и нормы.
5. Инвестиции и капитальное строительство.
6. Материально-техническое обеспечение.
7. Труд и кадры.
8. Себестоимость продукции, прибыль и рентабельность производства.
9. Фонды экономического стимулирования и развития.
10. Финансовый план.
11. Социальное развитие коллектива.
12. Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов.

Работа по составлению годового плана начинается с уточнения показателей производственной программы в натуральном выражении и расчета производственной мощности предприятия. На основе этих показателей разрабатываются остальные разделы плана.

Производственная мощность предприятия – это максимально возможный годовой объем выпуска продукции по номенклатуре и ассортименту, предусмотренных планом, при полном использовании оборудования и площадей с учетом применения передовой технологии и НОТ. Мощность предприятия рассчитывается по прогрессивным технически обоснованным нормам без учета реальной потребности в продукции и возможности обеспечения предприятия сырьем, материалами и т.д. Понятно, что производственная программа должна быть меньше производственной мощности предприятия.

17.3. План производства и реализации продукции

План производства или производственная программа является основным исходным разделом плана предприятия. Он состоит из двух основных частей:

- производство и реализация продукции в натуральном и стоимостном выражении,
- баланс производственных мощностей предприятия и их использование.

Производственная программа разрабатывается на основе перспективного плана на соответствующий год, прогрессивных технико-экономических норм, с учетом спроса на продукцию и возможностей её производства материальными ресурсами. План производства продукции устанавливается в натуральных и стоимостных показателях.

Натуральные показатели служат основой для организации производственного процесса и разработки баланса производства и сбыта продукции. Для разработки баланса производственных мощностей желательно объем выпуска продукции определить также по трудоемкости её изготовления на всех видах работ, т.е. в нормо-часах токарных, фрезерных, электромонтажных, сборочных и других работ.

Стоимостные показатели необходимы для оценки общих объемов производства разной продукции, для сравнения затрат с результатами производственно-хозяйственной деятельности и организации хозрасчета. Стоимостными показателями являются объемы производства: товарной, валовой, реализованной и нормативно-чистой продукции.

Товарная продукция – это продукция, полностью готовая к реализации, т.е. принятая ОТК и сданная на склад. Её можно оценивать в штуках, нормо-часах и рублях:

$$Тр = N \text{ (шт.)}; \qquad Тр = N \cdot t_{шт} \text{ (н-час)},$$

где N – объем (количество) выпущенной продукции в штуках,

$t_{шт}$ – трудоемкость изготовления единицы продукции в нормо-часах,

$$Тр = N \cdot Ц_{отп} \text{ (руб)},$$

где $Ц_{отп}$ – отпускная цена с завода в рублях.

Валовая продукция – это вся продукция, выполненная за определенный период, независимо от степени её готовности. Она определяется суммой товарной продукции и незавершенного производства. *Незавершенное производство* – это незаконченные изготовлением заготовки, детали, узлы, изделия, требующие дальнейшей их обработки и сборки. Валовая продукция обычно оценивается в нормо-часах и в рублях:

$$В = Тр + \Delta НП \text{ (н-час)},$$

где ΔНП – изменение остатков незавершенного производства в нормо-часах (может быть как положительным, так и отрицательным),

$$\Delta НП = НПк - НПн,$$

где НПк и НПн – величины незавершенного производства соответственно на конец и начало года (планового периода).

Расчет валовой продукции в рублях осуществляется по той же формуле, только все показатели берутся не в нормо-часах, а в рублях.

Основным показателем объема продукции, по которому оценивается деятельность предприятия, является *объем реализованной продукции* или просто – *реализация*. *Реализованная продукция* – это продукция, изготовленная, отгруженная и оплаченная покупателем:

$$Р = Тр - \Delta Г - \Delta Отгр \text{ (руб)},$$

где ΔГ – изменение остатков готовой продукции на складе за год (может быть как положительным, так и отрицательным),

$$\Delta Г = Гк - Гн$$

(Гк и Гн – остатки готовой продукции на складе на конец и начало года соответственно в рублях);

ΔОтгр – изменение остатков отгруженной, но неоплаченной продукции за год (плановый период),

$$\Delta Отгр = Отгр.к - Отгр.н,$$

(Отгр.к , Отгр.н – остатки отгруженной, но не оплаченной покупателем продукции, соответственно на конец и начало года в рублях).

Нормативно-чистая продукция – это часть оптовой цены, включающая зарплату, начисления на неё (единый социальный налог) и прибыль. Объем нормативно-чистой продукции (НЧП) определяется по следующей формуле:

$$НЧП = \sum_{i}^{к} Ni \cdot НЧПi + \sum_{j=1}^{n} Vj \cdot КНЧПj + \Delta НП \cdot КНЧПнп,$$

где к – количество наименований выпускаемых изделий,

Ni – количество готовых изделий i-го наименования, шт,

НЧПi – норматив чистой продукции по i-му изделию в рублях, (утверждается ведомством как среднеотраслевой норматив или руководством фирмы как среднефирменный норматив),

n – количество наименований прочей продукции и услуг,

Vj – объем j-й прочей продукции, руб,

КНЧПj – нормативный коэффициент чистой прочей продукции (укрупненно определяется отношением объема чистой прочей продукции к стоимости соответствующей продукции в оптовых ценах предприятия за два предыдущих года),

ΔНП – изменение объема незавершенного производства, руб,

КНЧПнп – нормативный коэффициент "незавершенки" (отношение объема НЧП по всем основным изделиям к соответствующему объему товарной продукции).

Из вышеприведенных показателей видно, что для расчета объема валовой продукции и нормативно-чистой продукции необходимо уметь определять объемы незавершенного производства и их изменение в плановом периоде. Незавершенное производство – это незаконченные заготовки, детали, узлы, изделия, которые требуют дальнейшей обработки и сборки для получения готовых изделий. Знать объемы незавершенного производства и их изменение необходимо также для расчета потребности в оборотных средствах.

На начало года остатки незавершенного производства определяются по данным бухгалтерского учета за предыдущий год. Для определения плановых (нормативных) остатков незавершенного производства на конец года (планового периода) пользуются упрощенными методами.

В условных штуках нормативная (плановая) величина незавершенного производства по i-му изделию на конец года определяется по формуле

$$НПк_i = d_i \cdot Тц_i \cdot Ктг_i,$$

где d_i – среднесуточный выпуск товарной продукции в штуках,

$Тц_i$ – длительность производственного цикла в сутках,

$Ктг_i$ – средний коэффициент технической готовности незавершенного производства.

Коэффициент технической готовности определяется отношением количества календарных суток с момента запуска в производство до дня, в который определяется величина незавершенного производства, к длительности производственного цикла изготовления этого изделия:

$$Ктг_i = Тд_i / Тц_i .$$

Очевидно $Ктг_i$ всегда меньше единицы.

Нормативная величина незавершенного производства в нормочасах

$$НПк_i = d_i \cdot Тц_i \cdot Ктг_i \cdot t_{шт\,i},$$

где $t_{шт\,i}$ – трудоемкость изготовления единицы продукции в нормочасах.

Нормативная величина незавершенного производства в рублях

$$НПк_i = d_i \cdot Тц_i \cdot Ктг_i \cdot Сп_i,$$

где $Сп_i$ – плановая себестоимость изделия в рублях.

Нормативная величина незавершенного производства в оптовых отпускных ценах в рублях (необходимая для расчета плановой валовой продукции)

$$НПк_i = d_i \cdot Тц_i \cdot Ктг_i \cdot Ц_i .$$

Нормативная величина незавершенного производства по всем выпускаемым изделиям определяется суммой нормативных величин незавершенного производства по этим изделиям:

$$Нпк = \sum НПк_i.$$

Планируемый на год объем выпуска продукции не должен превышать потенциальных возможностей предприятия, т.е. его производственных мощностей с учетом их структуры (токарных, фрезерных, сборочных, электромонтажных и всех других видов работ).

17.4. Планирование технического развития, организации производства и повышения его эффективности

План технического развития и организации производства является одним из важнейших разделов годового плана, так как план производства и реализации продукции и другие показатели разрабатываются с учетом выполнения мероприятий данного плана.

В этом разделе годового плана должны быть следующие подразделы:

1. План создания и освоения новых и повышения качества выпускаемых видов продукции.

В него включаются мероприятия, связанные:

- с созданием новых видов продукции и освоением их выпуска;
- с организацией производства продукции, право на которое (лицензии и пр.) куплено в других организациях;
- с модернизацией выпускаемой продукции;,
- с разработкой и внедрением новых стандартов и технических условий.

2. План внедрения прогрессивной технологии, механизации и автоматизации производства.

В него включаются мероприятия:

- по внедрению прогрессивных технологических процессов;
- комплексной механизации производства;
- автоматизации производства;
- модернизации оборудования, оснастки и инструмента.

По каждому мероприятию рассчитывается экономия от снижения себестоимости продукции, необходимые инвестиции, срок их окупаемости, сокращение численности работников.

3. План научно-исследовательских работ (НИР).

В него включаются поисковые и прикладные НИР. В результате выполнения поисковых НИР создается научный задел в виде отчетов, обзоров и рекомендаций для выполнения прикладных работ. При проведении прикладных НИР исследуются возможности создания новых изделий с заданными характеристиками.

По каждой теме, включенной в план, рассчитываются затраты, сроки выполнения и технико-экономический эффект.

4. План совершенствования управления, планирования и организации производства.

В этом плане предусматривается создание новых форм, методов и средств управления, механизации и автоматизации процессов управления, повышение уровня концентрации и специализации производства, совершенствование технико-экономического и оперативно-производственного планирования, совершенствование учета и отчетности.

Для оценки уровня управления и организации производства определяются такие показатели, как техническая оснащенность управленческого труда, удельный вес работников административно-

управленческого персонала (АУП) в общей численности работающих, экономический эффект от внедрения мероприятий по совершенствованию управления и организации производства и другие показатели.

5. План развития вспомогательного производства и капитального ремонта основных фондов.

В него включают мероприятия, связанные с совершенствованием энергетических, транспортных, ремонтных и других вспомогательных служб. При этом должна обеспечиваться экономия затрат на обслуживание производства. Особое внимание должно уделяться модернизации оборудования и лучшему его использованию.

6. План мероприятий по экономии сырья, материалов, топлива и энергии.

В этом плане должны определяться величины снижения норм расхода сырья, материалов, топлива и энергии, уменьшение объемов отходов и их лучшее использование.

7. План внедрения НОТ.

Этот план включает в себя мероприятия по совершенствованию организации и обслуживания рабочих мест, разделения и кооперации труда, его нормирования и стимулирования; по повышению квалификации работающих, улучшению условий труда и пр.

8. Основные показатели технико-экономического уровня производства и выпускаемой продукции.

Здесь приводятся показатели оценки технического и организационного уровня производства и выпускаемой продукции. Они характеризуют уровень технологии и организации производства, техническое состояние оборудования, уровень механизации и автоматизации производства и др.

Технический уровень оборудования определяется его возрастом, удельным весом стандартизированного и автоматизированного оборудования в его общем количестве. Уровень механизации и автоматизации оценивается коэффициентами механизации труда и машинного времени.

Коэффициент механизации труда – это отношение количества рабочих, выполняющих работу механизированным способом, к общему количеству рабочих:

$$К_{мех} = N_{мех} / N_{общ}.$$

Коэффициент машинного времени – это отношение машинного времени ко всему времени, затраченному на изготовление изделия:

$$К_{маш} = Т_{маш} / Т_{общ}.$$

17.5. Показатели повышения экономической эффективности производства

Планирование этих показателей связано с разработкой всех разделов годового плана. В этом разделе рассчитываются:

- показатели эффективности использования труда (темпы роста производительности труда, доля прироста объемов производства за счет повышения производительности труда и т.д.);
- показатели повышения эффективности использования основных фондов, оборотных средств и инвестиций (фондоотдача, удельные инвестиции на один рубль прироста объемов продукции, срок окупаемости инвестиций и др.);
- показатели экономической эффективности новой техники (рост производительности труда, относительное снижение численности работающих);
- обобщающие показатели: рост объемов производства, затраты на один рубль товарной продукции, рентабельность.

Фондоотдача – это отношение годового объема реализованной продукции в рублях к балансовой стоимости основных фондов. Она показывает, сколько рублей дохода (объема продаж) получается с одного рубля стоимости основных фондов.

Обратной величиной фондоотдачи является *фондоемкость* основных фондов. Она показывает, сколько рублей стоимости основных фондов обеспечивают получение дохода (объема продаж), равного одному рублю.

17.6. План материально-технического обеспечения

План материально-технического обеспечения (МТО) составляется в натуральном и стоимостном выражении и включает в себя:

- расчет потребности в материально-технических ресурсах (сырье, материалах, топливе, энергии, оборудовании),
- составление балансов МТО.

Перед составлением плана проводится анализ использования ресурсов в текущем году. Для этого определяют удельную материалоемкость изделия (на единицу его мощности или производительности), коэффициент использования материалов (КИМ), расход топлива, различных видов энергии на единицу продукции и другие показатели. Затем сравнивают их с аналогичными показателями за предшествующие годы, с заданиями плана, с достижениями передо-

вых аналогичных предприятий и разрабатывают мероприятия по улучшению использования материальных и энергетических ресурсов.

При определении потребности в материалах учитывают их расход в основном производстве, строительстве, на внедрение новой техники, проведение экспериментальных работ, на ремонтно-эксплуатационные нужды, изготовление оснастки и инструмента, прирост незавершенного производства и создание переходящих запасов на следующий год.

Материалы, применяемые на заводе, подразделяются на *основные* и *вспомогательные*.

Потребность в *основных* материалах i-го наименования ($П_{ij}$) на выпуск j-й продукции определяется умножением нормы расхода ($Н_{ij}$) на соответствующий объем выпуска j-й продукции (N_j):

$$П_{ij} = Н_{ij} \cdot N_j.$$

Общая потребность в материалах i–того наименования на выпуск всех видов продукции определяется суммированием потребностей в этих материалах на все виды изделий:

$$П_i = \sum П_{ij} = \sum Н_{ij} \cdot N_j.$$

Потребности во *вспомогательных* материалах определяются с учетом объемов выпуска продукции и норм расхода на планово-учетную единицу (изделие, единицу ремонтной сложности, станко-час).

Потребности в оборудовании определяются с учетом необходимости замены изношенного и морально устаревшего оборудования, увеличения производственных мощностей, проведения работ по механизации производственных процессов и ремонтно-эксплуатационных нужд.

Потребности в топливе на технологические нужды определяются также исходя из объемов производства и норм расхода.

Потребности в электрической и тепловой энергии на технологические нужды определяются исходя из объемов производства и норм их расхода, а в электроэнергии для приведения в действие оборудования – исходя из мощностей электродвигателей, коэффициента сменности работы, продолжительности смен и коэффициента загрузки оборудования в смену.

После определения потребностей в материальных ресурсах составляются балансы МТО, в которых сопоставляются потребности с

имеющимися ресурсами. Источниками покрытия этих потребностей могут быть: ожидаемые остатки ресурсов на начало планового года, договоры, заключенные с поставщиками, собственное производство и др.

Баланс МТО по каждому виду ресурса можно выразить в виде формулы

$$П_{пр} + П_{стр} + П_{нт} + П_{р\text{-}э} + П_{о,и} + П_{нп} + З_{пер} = Ост + Мр + Дог,$$

где $П_{пр}$, $П_{стр}$, $П_{нт}$, $П_{р\text{-}э}$, $П_{о,и}$, $П_{нп}$, $З_{пер}$ – потребности в данном виде ресурса соответственно на выполнение плана производства, строительство, внедрение новой техники, ремонтно-эксплуатационные нужды, изготовление оснастки и инструмента, прирост незавершенного производства, потребности в переходящих запасах на новый хозяйственный год;

Ост – остатки, ожидаемые на начало года;

Мр – мобилизованные внутренние ресурсы (экономия за счет проведения оргтехмероприятий, собственное производство и т.д.);

Дог – объем поставок ресурсов по заключенным договорам.

Таких балансов на радиотехнических заводах десятки тысяч. Они группируются в виде таблиц в отдельных томах в соответствии со структурой службы снабжения.

Для стоимостной оценки плана МТО по каждому наименованию материала рассчитывают планово-заготовительную цену, которая включает кроме оптовой цены наценки снабженческих организаций (посредников), транспортные и погрузочно-разгрузочные расходы.

17.7. План по труду и кадрам

Исходными данными для разработки этого важного раздела годового плана являются:

а) план производства и реализации продукции;

б) нормы времени и другие технически обоснованные нормы труда;

в) намечаемый рост производительности труда (из раздела "Показатели…");

г) намеченные нормативы образования фонда зарплаты (из раздела "Показатели…");

д) намечаемое снижение затрат ручного труда (из того же раздела).

План по труду и кадрам состоит из следующих подразделов:

1) уровень производительности труда;

2) численность работающих (по категориям: рабочие основные и вспомогательные, ИТР, служащие, МОП и т.д.);

3) фонд зарплаты по категориям работников;

4) среднемесячная зарплата по категориям работников;

5) потребности в рабочей силе;

6) подготовка кадров.

Планирование производительности труда

Производительность труда (Пр) определяется путем деления объема выпускаемой продукции (В), представленного в денежном, натуральном или трудовом (нормо-час) выражении, на среднесписочную численность работающих ($Ч_{сп}$):

$$Пр = В / Ч_{сп}.$$

Плановый показатель производительности труда ($Пр_п$) может быть определен двумя путями:

1. Корректировкой базисной производительности на коэффициент её роста в плановом периоде за счет соответствующих технико-экономических мероприятий по повышению технического уровня, совершенствованию организации производства и т.д.:

$$Пр_п = Пр_б \cdot К_{пр},$$

где $Пр_б$ – базисная производительность – выработка одного работника в рублях или нормо-часах в текущем (базисном) году.

$К_{пр}$ – коэффициент роста производительности в плановом периоде по сравнению с базисным из раздела "Показатели…".

Базисная производительность:

для основных рабочих $Пр_{б(осн)} = В_б / Ч_{осн}$,

для всех рабочих $Пр_{б(р)} = В_б / (Ч_{осн} + Ч_{всп})$,

для всех работающих $Пр_{б(об)} = В_б / Ч_{об}$,

где $В_б$ – объем валовой продукции в базисном году,

$Ч_{об}$ – общая численность работающих в базисном году.

2. Делением планового объема выпуска продукции ($В_п$) на численность работников, рассчитанной на основе нормативов по рабочим местам, участкам и цехам ($Ч_п$):

$$Пр_п = В_п / Ч_п.$$

Планирование численности работающих

Общее количество работников предприятия складывается из численности промышленно-производственного персонала (ППП) и непроизводственного персонала (НПП). К НПП относят работников, не занятых непосредственно в производстве, а занятых на таких работах, как монтаж нового оборудования, капитальный ремонт зданий, в жилищно-коммунальном хозяйстве, культурно-бытовых учреждениях, подсобном хозяйстве.

ППП подразделяется на группы (категории): рабочие, ИТР, служащие, МОП, ученики, работники ведомственной и пожарной охраны. Общая плановая численность ППП может быть определена при помощи двух укрупненных способов и точного способа.

Первый укрупненный способ основан на корректировке базовой или исходной численности работающих:

$$Ч_п = Ч_и - \Delta Ч,$$

где $\Delta Ч$ - плановое сокращение численности работающих,

$Ч_и$ – исходная численность работающих,

$$Ч_и = Ч_б \cdot К_о ,$$

$Ч_б$ – базовая численность работающих (в текущем году),

$К_о$ – коэффициент роста объемов производства в плановом году,

$$К_о = В_п / В_б .$$

Второй способ базируется на основе планируемого уровня производительности труда ($Пр_п$):

$$Ч_п = В_п / Пр_п,$$

где $Пр_п = Пр_б \cdot К_{пр}$.

Более точные результаты дает метод расчета численности работающих на основе трудоемкости производственной программы. В этом случае количество основных рабочих определяется по профессиям, а затем суммируется.

Списочное количество основных рабочих-сдельщиков *i*-й профессии определяется по формуле

$$Чсд\ i = Ti / Ф_{пол} \cdot Квн,$$

где Ti – трудоёмкость выполнения всей программы по i-му виду работ,

$$Ti = \sum Nj \cdot t_{ij} \cdot Кнп_j ,$$

Nj – объем выпускаемой j-й продукции в штуках,

t_{ij} – трудоёмкость единицы j-й продукции по i-му виду работ,

$Кнп_j$ – коэффициент незавершенного производства (Кнп = В/Тр),

$Ф_{пол}$ – полезный фонд времени в плановом периоде,

Квн – планируемый коэффициент выполнения норм.

Для расчета полезного фонда времени составляется *баланс рабочего времени* на год или квартал. Например, баланс рабочего времени для четвертого квартала 2000 года будет выглядеть следующим образом.

Календарное время – 92 дня.

Нерабочее время, связанное с режимом работы, выходные и праздничные дни – 29 дней.

Количество рабочих дней – 92 – 29 = 63 дня.

Номинальный фонд времени при 40 часовой неделе

$$Ф_{ном} = 63 \quad 8 = 504 \text{ час.}$$

Нерабочее время в процентах к номинальному:

Целодневные невыходы:	%	часы
а) очередные и дополнительные отпуска	7,94	40
б) отпуска в связи с родами	1,2…1,5	7,5
в) отпуска по учебе	0,4…0,5	2,5
г) невыходы по болезни	2,0…3,5	15
д) исполнение гособязанностей	0,5…0,8	3,0
Внутрисменные перерывы:		
- сокращенный рабочий день подростков	0,3…0,6	2,5
- перерывы для кормящих матерей	0,3…0,6	2,5

Всего нерабочего времени – 76 час.

Полезный фонд времени – $Ф_{пол} = 504 – 76 = 428$ час.

Если рассчитано явочное количество рабочих ($Ч_{яв}$) через номинальный фонд времени ($Ф_{ном}$), то списочное количество ($Ч_{сп}$) определится как

$$Ч_{сп} = Ч_{яв} \cdot К_{сп},$$

где $К_{сп}$ – коэффициент списочного состава,

$$К_{сп} = Ф_{ном} / Ф_{пол}.$$

Для нашего случая $К_{сп} = 504 / 428 = 1;18$.

Обычно коэффициент списочного состава находится в пределах 1,17…1,18.

Количество основных и вспомогательных рабочих-повременщиков определяется по нормам обслуживания и количеству рабочих мест:

$$Ч_{повр} = m \cdot q \cdot К_{обсл} \cdot К_{сп},$$

где m – количество рабочих мест или единиц оборудования,

q – количество рабочих смен в сутках,

$К_{обсл}$ – норма обслуживания – количество рабочих, обслуживающих одно рабочее место.

Численность МОП определяется по нормам обслуживания, ведомственной охраны – исходя из количества постов, пожарной – на основе количества пожарных машин и норм их обслуживания.

Количество ИТР и служащих определяется по штатному расписанию или по нормативам, в которых приводится количество работников по категориям в зависимости от выполняемых ими функций и объема работ.

Численность учеников в годовом плане определяется по профессиям, исходя из дополнительной потребности в рабочих, за вычетом поступающих из ПТУ.

Планирование фонда зарплаты

Определение необходимого фонда зарплаты (ФЗП), как и численности рабочих, может быть осуществлено укрупненными и более детальными расчетами. Укрупненные расчеты можно вести по уровневому и приростному методам.

При использовании *уровневого* метода плановый фонд зарплаты

$$ФЗ_п = В_п \cdot Н_з,$$

где $В_п$ – плановый объем производства в рублях,

$Н_з$ – норматив образования ФЗП на 1 рубль объемов производства.

На основе *приростного* метода плановый фонд зарплаты

$$ФЗ_п = ФЗ_б\ (1+ \delta \cdot Н_{изм}),$$

где $ФЗ_б$ – ФЗП в базовом периоде, руб.,

δ – индекс изменения (прироста или уменьшения) объемов производства,

$$\delta = 100\ (В_п – В_б) / В_б,\ \%,$$

$Н_{изм}$ – норматив изменения ФЗП на каждый процент прироста объемов производства. Обычно $Н_{изм} = 0,7$.

Детальный способ расчета планового ФЗП осуществляется с учетом его структуры. Здесь различают прямой (тарифный), часовой, дневной и месячный (годовой) ФЗП рабочих.

Прямой (тарифный) ФЗП – это оплата труда рабочих-сдельщиков по сдельным расценкам, а рабочих-повременщиков – по та-

рифным ставкам. Для сдельщиков прямой ФЗП можно определить, как

$$ФЗ_{пр.сд} = \sum_{i=1}^{n} Ni \cdot Ц_i,$$

где n – количество наименований продукции (деталей),

Ni – количество единиц i-й продукции по плану,

$Ц_i$ – расценка за изготовление единицы продукции, руб.

Для повременщиков – тарифный ФЗП

$$Ф_{тар.повр} = Ф_{пол} \cdot Ст \cdot Ч_{повр},$$

где $Ф_{пол}$ – полезный фонд рабочего времени, час,

Ст – среднечасовая тарифная ставка повременщика,

$Ч_{повр}$ – численность повременщиков.

Сумма тарифного ФЗП и премии представляет собой *основную зарплату основных рабочих*, пропорционально которой планируются многие другие статьи затрат предприятия.

Часовой фонд зарплаты ($ФЗ_ч$) включает прямой ФЗП плюс доплаты:

- по сдельно-премиальной и сдельно-прогрессивной системам,
- премии повременщикам,
- за работу в ночное время ($Д_н$),
- за руководство бригадой ($Д_{бр}$),
- за обучение учеников ($Д_{обуч}$).

$$ФЗ_ч = Ф_{пр} + П + Д_н + Д_{бр} + Д_{обуч},$$

где П – премии,

$Д_н$ – доплата за работу в ночное время (с 22часов до 6 часов утра). Во вторую смену доплата составляет 1,5…2% $Ф_{пр}$, в третью смену ≤3% $Ф_{пр}$.

Дневной ФЗП включает часовой ФЗП плюс доплаты, связанные с сокращенным рабочим днем подростков ($Д_{подр}$) и перерывом на кормление детей ($Д_к$):

$$Ф_д = Ф_ч + Д_{подр} + Д_к .$$

Месячный (годовой) ФЗП включает дневной ФЗП плюс доплаты за очередной и дополнительные отпуска ($Д_{отп}$), за выполнение гособязанностей ($Д_{го}$) и др.:

$$Ф_м = Ф_д + Д_{отп} + Д_{го} .$$

ФЗП ИТР, служащих, МОП рассчитывается на основе их численности и должностных окладов.

Среднемесячная зарплата

Среднемесячная зарплата планируется исходя из месячного (годового) ФЗП с учетом премий из фонда материального поощрения, численности соответствующих работников и количества месяцев в году. Например, среднемесячная зарплата основных рабочих

$$З_{ср.осн} = (Ф_м + П_м) / 12 Ч_{осн}.$$

17.8. План по себестоимости продукции, прибыли и рентабельности

Этот план содержит следующие разделы:

1) расчет снижения себестоимости продукции за счет внедрения технико-экономических мероприятий,

2) калькуляция себестоимости продукции и услуг,

3) смета затрат на производство,

4) расчет прибыли и рентабельности производства.

Себестоимость продукции – это сумма затрат предприятия на её изготовление и реализацию. Она является одним из важнейших показателей производственно-хозяйственной деятельности предприятия, поскольку её снижение является источником роста прибыли - важнейшего конечного показателя деятельности предприятия.

Перед планированием себестоимости необходимо провести тщательный, всесторонний анализ сложившегося уровня затрат с целью поиска резерва их снижения. Особое внимание надо обращать на выявление причин возникновения потерь, связанных с недостатками в организации производства, в расходовании всех ресурсов. Изучается также опыт передовых родственных предприятий, достигших наилучших результатов в экономии ресурсов, а также перспективные направления в совершенствовании технологии производства.

На этой основе выявляются внутрипроизводственные резервы и разрабатываются мероприятия по снижению себестоимости продукции. В плане по себестоимости продукции определяются следующие показатели:

1) снижение себестоимости продукции;

2) затраты на 1 рубль товарной (реализованной) продукции и их снижение;

3) затраты на производство всей продукции по элементам;

4) себестоимость товарной продукции.

Затраты на 1 руб. товарной продукции определяются делением себестоимости товарной продукции на её объем в оптовых (отпускных) ценах, З(1р) = С / Тр.

Для расчета других показателей, а также для целей учета и анализа затраты подразделяют на следующие группы:

- по экономическому содержанию (по элементам затрат),
- назначению,
- отношению к производственному процессу,
- способу включения в себестоимость продукции.

По экономическому содержанию затраты группируются по экономическим элементам независимо от того, в каком подразделении предприятия они осуществлены (в цехе, заводоуправлении и др.), каково их конкретное назначение (на производство или реализацию).

Группировка затрат по экономическому содержанию (элементам) применяется при составлении сметы затрат на производство. С помощью этой сметы осуществляется увязка плана по себестоимости продукции с другими разделами годового плана.

По назначению все расходы группируются по статьям калькуляции. Эта группировка затрат характеризует их состав в зависимости от направления расходов (производство или его обслуживание) и места возникновения (основное производство, вспомогательное, обслуживающие подразделения). Номенклатура элементов и статей затрат по экономическому содержанию и назначению приведена в табл.27.

Плановая калькуляция себестоимости отдельных видов продукции – это расчет затрат на изготовление единицы продукции в плановом периоде.

Затраты по статьям калькуляции, которые непосредственно связаны с изготовлением конкретных видов продукции, называются *прямыми*, а с работой цеха и предприятия в целом – *косвенными*.

Прямые затраты на изделие, в частности на основные материалы, определяются в общем виде на основе норм расхода ресурсов на единицу продукции и цен на них по формуле

$$З_{пр} = \sum Ц_i \cdot Н_i,$$

где $Н_i$ – норма расхода i-го ресурса (материала) на одно изделие,

$Ц_i$ – расчетные цены на единицу ресурса (материала).

Для определения косвенных затрат предварительно необходимо составить сметы:

– затрат цехов вспомогательного производства;
– цеховых расходов;
– общезаводских расходов;
– затрат на содержание и эксплуатацию оборудования;
– расходов на подготовку и освоение производства новых изделий;
– расходов на освоение новых производств, цехов, агрегатов;
– прочих производственных расходов;
– транспортно-заготовительных расходов;
– внепроизводственных расходов;
– затрат на изготовление специальной техоснастки и прочих специальных расходов.

Таблица 27

Экономические элементы затрат. Смета затрат на производство	Калькуляционные статьи расходов на всю продукцию
1. Сырье и основные материалы (за вычетом возвратных отходов) 2. ПКИ, полуфабрикаты, услуги др. предприятий 3. Вспомогательные материалы 4. Топливо со стороны 5. Энергия со стороны 6. Зарплата основная и дополнительная 7. Единый социальный налог (отчисления от зарплаты) 8. Износ (амортизация) основных фондов 9. Прочие расходы Итого: Сумма затрат на всё производство	1. Сырьё и материалы 2. ПКИ, полуфабрикаты, услуги др. предприятий 3. Возвратные отходы (вычитаются) 4. Топливо для технологич-ких целей 5. Энергия для технологич-ких целей 6. Основная зарплата произв-х раб-х 7. Доп-я зарплата произв-х рабочих 8. Отчисл-я от зарплаты пр-х рабочих 9. Расх. на подгот-ку и освоение пр-ва 10. Расх. на эксплуат. и сод. оборудов 11. Цеховые расходы 12. Общезаводские расходы 13. Пр. производственные расходы Итого: Производственная себестоимость продукции 14.Внепроизводственные расходы Всего: Полная себестоимость продукции

В первую очередь осуществляются расчеты сметы затрат цехов вспомогательного производства, т.к. стоимость продукции этих це-

хов находит отражение в других сметах, например в сметах цеховых и общезаводских расходов.

Затем составляется (разрабатывается) баланс распределения продукции и услуг вспомогательных цехов по основным направлениям их включения в себестоимость продукции основных цехов.

Смета цеховых расходов включает затраты на содержание административно-управленческого персонала (АУП) цеха, амортизационные отчисления (износ зданий, сооружений), затраты на содержание и текущий ремонт зданий, сооружений, инвентаря.

В смету расходов на содержание и эксплуатацию оборудования включают: стоимость его износа, расходы по текущему ремонту и эксплуатации оборудования и транспорта, внутризаводскому перемещению грузов, на возмещение износа малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений и т.д.

Смета общезаводских расходов включает затраты, связанные с управлением предприятием, содержанием общезаводских служб и непроизводительными расходами. Последние не планируются, а учитываются по факту.

Смета расходов на освоение новых видов продукции содержит затраты по подготовке производства, которые отражаются как расходы предприятия в будущем и относятся на себестоимость продукции с момента её серийного выпуска.

Смета прочих производственных расходов включает отчисления или расходы на НИР и ОКР, затраты на гарантийное обслуживание и ремонт продукции, на стандартизацию и др.

Для определения полной себестоимости продукции, помимо затрат, связанных с её производством, необходимо определить *внепроизводственные расходы.* Они в основном связаны с отправкой готовой продукции потребителю и включают затраты на изготовление или приобретение тары, упаковку и транспортировку готовой продукции, затраты на рекламу.

После составления всех смет переходят к составлению калькуляции себестоимости продукции, используя деление затрат на *прямые* и *косвенные*.

Затраты на основные материалы, ПКИ, полуфабрикаты, основную зарплату производственных рабочих (основных и вспомогательных), а также отчисления от неё (единый социальный налог) включают по соответствующим статьям калькуляции прямым путем.

Это условно – переменные расходы, которые обычно прямо пропорциональны объемам выпускаемой продукции.

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования распределяются пропорционально занятости оборудования на изготовление конкретного изделия (метод машино-коэффициентов).

Цеховые и общезаводские расходы распределяются на единицу продукции пропорционально основной зарплате производственных рабочих (без доплат по прогрессивно-премиальным системам) и расходам по содержанию и эксплуатации оборудования.

Расходы по упаковке и транспортировке продукции, входящие в состав внепроизводственных, распределяются между отдельными видами продукции прямым путем или пропорционально её массе, объему или себестоимости производства.

Планирование прибыли и рентабельности

Прибыль и рентабельность – важнейшие показатели эффективности производства. Размер общей *балансовой прибыли* ($П_{бал}$) определяется суммой прибылей:

- от реализации товарной продукции

$$П_т = \sum (Ц_i - С_i) \cdot N_i ;$$

- от реализации прочей продукции (подсобного хозяйства и пр.);
- от планируемых внереализационных доходов (дивиденды, проценты за кредит и др.).

Расчетная прибыль определяется вычитанием из балансовой прибыли налога на имущество и процентов за банковский кредит в пределах ставки центрального банка плюс 3% :

$$П_{расч} = П_{бал} - Нал.имущ. - \%кред.$$

Общая рентабельность ($Р_о$) производства определяется как частное от деления суммы балансовой прибыли на среднегодовую стоимость основных производственных фондов ($С_{осн}$) и нормируемых оборотных средств (в пределах норматива) - $С_{об}$:

$$Р_о = П_{бал} / (С_{осн} + С_{об}) .$$

Расчетная рентабельность ($Р_{расч}$) определяется путем деления расчетной прибыли на ту же среднегодовую сумму стоимостей основного и оборотного капитала:

$$Р_{расч} = П_{расч} / (С_{осн} + С_{об}).$$

Определяется и рентабельность производства по каждому виду продукции как отношение прибыли к её себестоимости:

$$P_i = П_i / C_i .$$

17.9. Планирование фондов экономического стимулирования

Фонды экономического стимулирования (ФЭС) раньше делились на три фонда:

- фонд материального поощрения (ФМП),
- фонд социального развития (ФСР),
- фонд развития производства, науки и техники (ФНТПР).

Последние 15 лет на предприятиях стали создаваться только два фонда: *фонд накопления и фонд потребления.*

Все фонды образуются из прибыли, остающейся в распоряжении предприятия после уплаты налогов, кроме фонда накопления. Фонд накопления, кроме прибыли, образуется из средств амортизационных отчислений, выручки от реализации части излишних основных фондов и научно-технических разработок.

Средства фонда потребления расходуются на премирование по итогам смотров и конкурсов; единовременное поощрение работников за выполнение важных заданий; материальную помощь; строительство, содержание и капитальный ремонт жилья, клубов, профилакториев; проведение оздоровительных, физкультурных, культурно-просветительских мероприятий и другие социальные цели.

Средства фонда накопления расходуются на финансирование затрат по техническому перевооружению и реконструкции предприятий, по подготовке выпуска новой техники и внедрению прогрессивных технологий и другие цели развития предприятия.

17.10. Планирование социального развития коллектива

План социального развития направлен на повышение профессионального и общеобразовательного уровня работников, улучшение условий их жизни и труда и др. В него входят следующие подразделы:

1) улучшение социально-культурных и жилищно-бытовых условий работников;

2) улучшение условий и охраны труда;

3) укрепление здоровья работающих.

Контрольные вопросы

1. Что является содержанием внутризаводского планирования?
2. Что такое перспективные планы?
3. Что такое текущие планы?
4. Каковы основные функциональные подсистемы внутризаводского планирования?
5. Что такое технико-экономическое планирование?
6. Что такое оперативно-производственное планирование?
7. Каково основное содержание годового плана?
8. Что такое производственная мощность предприятия?
9. В каких показателях составляется план производства и реализации продукции?
10. Что такое товарная продукция и как она планируется?
11. Что такое валовая продукция и как она планируется?
12. Что такое реализованная продукция и как она планируется?
13. Что такое нормативно-чистая продукция и как она планируется?
14. Что такое незавершенное производство и как оно планируется на конец планового года?
15. Что такое коэффициент технической готовности незавершенного производства и как он определяется?
16. Из каких подразделов состоит план технического развития, организации производства и повышения его эффективности?
17. Какие показатели рассчитываются в плане повышения экономической эффективности производства?
18. Как составляется план материально-технического обеспечения?
19. Что представляет собой баланс материально-технического обеспечения?
20. Из каких подразделов состоит план по труду и кадрам?
21. Как рассчитываются плановые показатели производительности труда?
22. Как рассчитываются плановые показатели численности работающих?
23. Как рассчитываются плановые показатели фонда зарплаты?
24. Как рассчитываются плановые показатели среднемесячной зарплаты?

25. Из каких разделов состоит план по себестоимости продукции, прибыли и рентабельности?

26. Как группируются затраты по экономическому содержанию и составляется смета затрат на производство?

27. Как группируются затраты по назначению и составляется калькуляция полной себестоимости продукции?

28. Как планируются прямые затраты на производство?

29. Как планируются косвенные затраты на производство?

30. Как планируется прибыль? Какова разница между балансовой и расчетной прибылью?

31. Как планируется рентабельность производства? Какова разница между балансовой и расчетной рентабельностью?

32. Как планируются фонды экономического стимулирования?

18. ОПЕРАТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА

18.1. Задачи и содержание оперативно-календарного планирования

Оперативно-производственное планирование (ОПП) или оперативно-календарное планирование (ОКП) является составной завершающей частью внутризаводского планирования (ВЗП). Оно призвано обеспечивать ритмичное выполнение производственной программы по всей номенклатуре изделий в соответствии с заданным количеством, качеством и в установленные сроки. Ритмичный выпуск продукции обеспечивается слаженной работой всех подразделений в соответствии с заранее составленными графиками работы и оперативным регулированием хода производства.

ОКП конкретизирует задания по выполнению производственной программы всеми исполнителями в определенные календарные сроки и является связующим звеном между годовым планом и его непосредственными исполнителями.

Исходными данными для осуществления ОКП являются показатели производственной программы на год с распределением по кварталам и месяцам, а также техническая документация (спецификации изделий, маршрутная технология и пр.) и календарно-плановые нормативы (КПН).

Содержанием ОКП являются:

1) разработка прогрессивных нормативов ОКП (КПН);

2) составление графиков движения предметов труда во времени и пространстве в процессе производства;

3) доведение разработанных календарных графиков и планов до цехов, участков и рабочих мест;

4) контроль выполнения оперативных планов и хода производства в соответствии с графиками;

5) координация работы сопряженных цехов, участков и рабочих мест.

Первые три вида работ относятся к *календарному планированию*, 4-й и 5-й – к *диспетчерскому регулированию*.

Календарное планирование заключается в разработке плановых заданий и доведении их до исполнителей. Оно состоит из двух этапов: *межцехового и внутрицехового*.

Диспетчирование представляет собой непрерывный контроль хода производства в соответствии с оперативными планами и коор-

динацию работы взаимосвязанных производственных подразделений.

Различают межцеховое и внутрицеховое планирование. Межцеховое планирование обеспечивает разработку, регулирование и контроль выполнения производственных программ цехами в целом, координирует работу основных цехов между собой и связь их с вспомогательными цехами и службами завода.

Содержанием внутрицехового планирования является разработка планов и составление графиков работы участков, линий и отдельных рабочих мест в соответствии с планом цеха.

18.2. Системы оперативного планирования

В зависимости от типа производства различают несколько основных систем оперативного планирования.

Планирование по заказам. Оно применяется в единичном и мелкосерийном производстве и заключается в разработке графиков производства по каждому заказу и увязке этих графиков между собой.

Планирование "на склад". Применяется в серийном производстве при изготовлении больших количеств деталей, предназначенных для сборки различных узлов и блоков периодически повторяющейся номенклатуры (детали кожухов, плат, блоков питания).

Планирование "по комплектам" (комплектовочным номерам). Применяется в единичном и мелкосерийном производстве. Здесь детали группируются по срокам подачи на сборку в соответствии с номером комплекта (изделия). Для каждой группы устанавливаются сроки опережения запуска в соответствии со схемой технологического маршрута и цикла изготовления.

Планирование по заделам. Применяется в крупносерийном и массовом производстве. Здесь обеспечивается поддержание на определенном расчетном уровне заготовок, полуфабрикатов, узлов для дальнейшей непрерывной обработки и сборки. Особенно необходимы заделы на период переналадки оборудования, чтобы обеспечить непрерывный производственный процесс.

Планирование по такту выпуска. Здесь необходимо обеспечивать синхронизацию работы по всей производственной цепочке в соответствии с тактом потока – расчетным промежутком времени между выходом с поточной линии двух следующих друг за другом изделий.

18.3. Расчет календарно-плановых нормативов

Расчет календарно-плановых нормативов (КПН) – первая и очень важная функция органов оперативного планирования. КПН являются исходными данными для осуществления всех этапов оперативного планирования. Номенклатура основных КПН определяется типом производства, для которого эти нормативы рассчитываются (табл.28).

Таблица 28

Виды КПН для разных типов производства

КПН	Массовое пр-во (ОПЛ)	Серийное производство	
		МПЛ	Непоточное пр.
Такт	+	+	-
Размер партии	-	+	+
Период запуска		+	+
Длит-ть цикла	+	+	+
Опережение	-	+	+
Заделы	+	+	+

Примечание: Для непоточного производства заделы цикловые и складские.

КПН рассчитываются на длительный период – год. Для массового производства КПН (такт, длительность цикла, заделы) рассматривались в предыдущих главах.

Расчет КПН в серийном производстве

Для многопредметных переменных поточных линий рассчитывается такт каждого закрепленного за поточной линией изделия (см. главу 15). Организация работы переменной поточной линии связана с переналадкой оборудования при переходе с одной детали на другую, т.е. с периодичностью запуска деталей в производство и с расчетом величины партий этих деталей.

Планово-учетными единицами в серийном производстве являются:

- изделие – для общезаводского планирования,
- комплект деталей – для межцехового планирования,
- партия одноименных деталей – для участков и рабочих мест.

Главная задача ОКП в серийном производстве – комплектное обеспечение деталями и узлами сборочных цехов завода. Важнейшим календарно-плановым нормативом для серийного производства

является размер партии деталей. Величина партии является исходной для расчета других нормативов: длительности цикла и размера заделов, а также для разработки графиков работы цехов и участков.

1. Расчет партии деталей

Партией деталей называется количество одноименных деталей, обрабатываемых непрерывно на одном (или нескольких) рабочем месте при одной наладке оборудования, т.е. с однократными затратами подготовительно-заключительного времени.

Себестоимость деталей при их изготовлении меняется в зависимости от размера партии. При этом одни затраты, входящие в себестоимость, с увеличением размера партии уменьшаются, другие растут, третьи остаются неизменными.

Увеличение размера партии влечет за собой:

- сокращение затрат на переналадку оборудования в расчете на единицу продукции,
- улучшение использования оборудования за счет увеличения времени его оперативной работы,
- повышение производительности труда за счет лучшей "врабатываемости" рабочего на операции (известно, что сотую деталь рабочий делает в 2 раза быстрее, чем первую),
- упрощение планирования и учета производства.

Уменьшение размера партии ухудшает указанные факторы, но вместе с тем:

- снижает запасы деталей на промежуточных складах, т.е. незавершенное производство,
- уменьшает потребности в площадях для хранения этих запасов,
- сокращает длительность производственного цикла (ДПЦ).

Уменьшение ДПЦ и незавершенного производства сокращает потребности в оборотных средствах.

Расчет величины партии обычно ведут в два этапа.

1. Вначале определяют минимальную величину партии, исходя из обеспечения наиболее полной загрузки оборудования:

$$n_{min} = (1 - \alpha_н)\, t_{п\text{-}з} / \alpha_н\, t_{шт} \quad \text{или} \quad n_{min} \approx t_{п\text{-}з} / \alpha_н\, t_{шт},$$

где $\alpha_н$ – коэффициент допустимых потерь времени на наладку оборудования в общем фонде рабочего времени,

$t_{п\text{-}з}$ – подготовительно-заключительное время на партию,

$t_{шт}$ – штучное время, мин.

В качестве $t_{шт}$ берут наиболее короткую (ведущую) операцию, чтобы отношение $t_{п-з} / t_{шт}$ было максимальным.

Величина $\alpha_н$ берется из таблиц, составленных по опытным данным, в зависимости от отношения суточной потребности в данных деталях (n_c) к количеству их суточного изготовления на рабочем месте с ведущей операцией ($в_c$). Пример такой таблицы приведен ниже (табл.29).

Таблица 29

$n_c / в_c$	> 0,8	0,5...0,8	0,4...0,5	0,2...0,4	0,1...0,2	< 0,1
$\alpha_н$	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05	0,06

Если в стоимости детали имеет большой вес стоимость материала (цветной металл, золочение, серебрение), что характерно для радиоэлектронной промышленности, то $\alpha_н$ выбирается в зависимости от себестоимости детали и количества операций, закрепленных за одним рабочим местом (см. табл. 30, взятую из кн. Сачко и Бабука).

Таблица 30

Себестоимость 1-й детали, руб.	Количество операций, закрепленных за 1-м рабочим местом		
	< 10	10…20	> 20
До 0,2	0,02	0,03	0,05
0,2…1,5	0,03	0,04	0,06
1,5…2,0	0,04	0,05	0,08
2,0…5,0	0,05	0,06	0,09
> 5	0,06	0,08	0,12

2. Затем рассчитывают оптимальную величину партии исходя из экономических принципов. Здесь определяют затраты:

а) связанные с запуском детали в производство,

б) связанные с хранением партии деталей и ростом объема незавершенного производства.

Оптимальной будет такая партия, при которой сумма затрат и дополнительных расходов, приходящихся на 1 деталь, будет минимальна.

В затраты первой группы включают издержки:

- на наладку оборудования ($S_н$), равные сумме зарплаты наладчиков и потерь, связанных с простоем оборудования;

- потери, связанные с приноровлением рабочего ($S_{пр}$) при переходе к обработке партии новых деталей. Они учитываются с помо-

щью поправочного коэффициента к расчетному времени при различных размерах партии.

В затраты второй группы входят издержки, связанные с хранением деталей и увеличением оборотных средств (на увеличенное НЗП). Их величина из-за сложности расчетов принимается пропорциональной себестоимости детали ($p \cdot C_д$).

Влияние величины размера партии деталей (n) на величину затрат (S_{o1}), приходящихся на 1 деталь, представлено на рис.57.

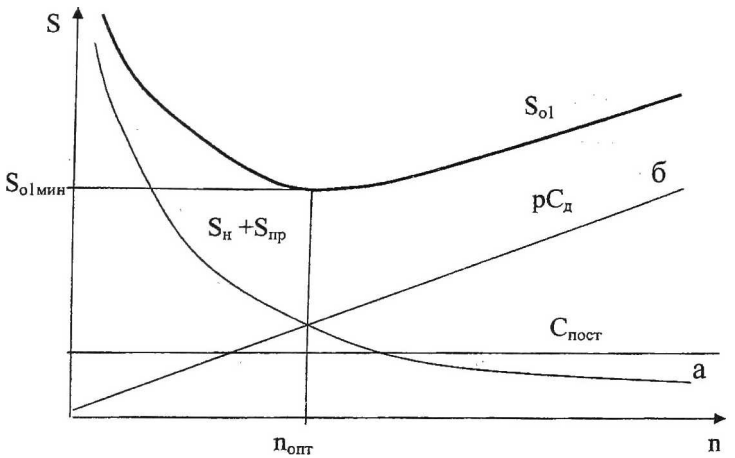


Рис.57. Зависимость затрат от величины партии деталей: а – затраты первой группы; б – затраты второй группы; p – коэффициент пропорциональности, зависящий от затрат на хранение в долях стоимости запасов; $C_{пост}$ – затраты, не зависящие от размера партии деталей

Оптимальную величину размера партии можно определить по формуле

$$n_{опт} = \sqrt{\frac{2N(Sн + Sпр)}{pCд}}.$$

Рассчитанная величина партии должна быть скорректирована в соответствии с реальными условиями производства. При этом исходят из того, что она должна:

- обеспечить работу оборудования не менее, чем на смену;
- не должна превышать стойкости инструментов;
- должна быть кратна месячному заданию;

- обеспечивать возможность размещения партии деталей возле оборудования.

Принятый размер партии называется *нормативным*.

2. Расчет периодичности запуска партии

Периодичность запуска (выпуска) партий – это промежуток времени в рабочих днях между двумя последовательными запусками одноименных деталей. Другое название – ритм партии деталей (R).

Период запуска $T_з$ определяется как отношение размера партии n к среднесуточной потребности в этих деталях n_c:

$$T_з = R = n / n_c,$$

где $n_c = n / Д$,

Д – количество рабочих дней в плановом периоде.

Норматив периодичности запуска-выпуска деталей должен обеспечивать повторяемость их производства. Следовательно, он должен быть унифицированным и соответствовать или быть кратным периоду планирования – месяцу.

Унифицированные значения периодичности запуска могут быть следующими:

12М – 12 месяцев – год;	1м – 1 месяц
6М – полгода;	М2 – 2 недели – 10 раб. дней
3М – квартал;	М4 – 1 неделя – 5 раб. дней

3. Расчет длительности производственного цикла

Длительность производственного цикла (ДПЦ) – промежуток времени между запуском партии деталей на первую операцию и выпуском её с последней операции. ДПЦ рассматривалась выше в теме "Организация производственного процесса во времени".

4. Определение величины опережения

Опережение в оперативно-календарном планировании – это период времени в сутках, на который предыдущий частичный технологический процесс должен опережать последующий по производственной цепочке процесс. Различают общее и частное опережение.

Общее опережение – это период времени в сутках от момента запуска в производство партии деталей в первом по ходу техпроцесса цехе до момента окончания сборки 1-го готового изделия с деталями этой партии. Общее опережение запуска меньше общего опережения запуска-выпуска на длительность производственного цикла в данном цехе.

Частное опережение – опережение запуска-выпуска деталей в предыдущем цехе по сравнению с моментом запуска-выпуска первой партии этих деталей в последующем цехе.

Опережение состоит из двух элементов: технологического и резервного (страхового) опережения.

Технологическое опережение ($T_{то}$) определяется длительностью производственного цикла (ДПЦ) обработки партии деталей и равно суммарной ДПЦ всех цехов:

$$T_{то} = \sum_{i=1}^{к} T_{ц},$$

где к – количество цехов, в которых обрабатывается партия данных деталей.

Резервное опережение – промежуток времени между выпуском партии деталей в предыдущем цехе и запуском её в последующем. Оно предусматривается на случай возможной задержки выпуска очередной партии в предыдущем цехе по различным причинам и устанавливается опытным путем на основе фактических задержек в конкретном производстве.

18.4. Расчет заделов

Производственным заделом называются находящиеся на различных стадиях производственного процесса незаконченные обработкой заготовки, детали, узлы, изделия. Нормативная величина заделов определяется исходя из обеспечения ритмичной работы цехов и завода в целом. Она используется при установлении заданий цехам и участкам на плановые периоды и выдаче сменно-суточных заданий. Но заделы не должны быть слишком большими, чтобы не возрастали оборотные средства выше нормы и не увеличивались затраты на хранение.

По месту образования заделы делятся на межцеховые и внутрицеховые. В *серийном производстве межцеховые заделы* называются *складскими, а внутрицеховые – цикловыми.*

В цехах массового производства заделы, находящиеся на производственном участке (поточной линии), называются *линейными*, а между участками – *межлинейными.* Описание и расчеты линейных заделов приведены выше, в главе 13.

Цикловой задел – это количество деталей, которые находятся непосредственно в производственном процессе цеха в данный мо-

мент. Он определяется тремя КПН: размером партии деталей (n), ДПЦ изготовления партии деталей ($T_ц$) и периодичностью запуска-выпуска партии ($T_з$). Средняя величина циклового задела может быть определена как

$$Z_ц = n \cdot T_ц / T_з$$

или

$$Z_ц = n_c \cdot T_ц,$$

где n_c – среднесуточная потребность в деталях, $n_c = n / T_з$.

В зависимости от сочетания $T_ц$ и $T_з$ в плановом периоде величина циклового задела изменяется, как это показано на рис.58.

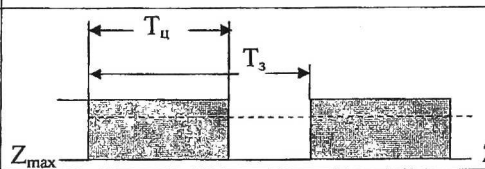
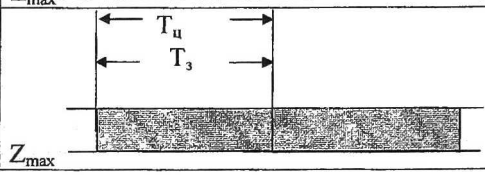
Соотношение $T_ц$ и $T_з$	Изменение цикловых заделов во времени	Величина $Z_ц$
$T_ц < T_з$		$Z_{max} = n$ $Z_{min} = 0$ $Z_ц = T_ц / T_з$
$T_ц > T_з$		$Z_{max} = Z_{min} = Z_ц = n$

Рис.58. Изменение цикловых заделов во времени в зависимости от соотношения ДПЦ и периодичности запуска партии деталей

Межцеховые заделы (складские) состоят из оборотных и страховых. Оборотный складской задел образуется в трех случаях:

- когда подающий цех работает партиями, а потребляющий непрерывно;
- когда в подающем и потребляющем цехах изготавливаются различные размеры партий деталей;
- когда начало потребления партии деталей сдвинуто во времени относительно начала их поступления.

Оборотный задел меняется от максимума, равного размеру партии в момент поступления, до нуля. Расчет оборотного задела ведется для каждого случая отдельно с учетом причин необходимости его образования.

Страховые (резервные) заделы – это запасы деталей на складе на случай задержки поступления очередной партии деталей из цеха-поставщика. Размер страхового задела между смежными цехами (Z_p)

$$Z_p = n_c \cdot T_{p.o},$$

где $T_{p.o}$ – резервное опережение в сутках. Оно определяется опытным путем и зависит от периодичности запуска партии и ДПЦ.

Суммарные межцеховые заделы (оборотные и страховые) по состоянию на 1-е число месяца называются *переходящими.* Их размер служит исходной базой для разработки месячных планов-графиков участков и цехов.

18.5. Порядок разработки производственных планов для цехов

Годовой план производства и реализации продукции составляется с разбивкой по кварталам и содержит полный перечень выпускаемых изделий, включая запчасти и поставки по кооперации. Расчет годовых производственных планов по цехам заключается в раздетализировке заводской программы, т.е. в определении количества партий деталей, узлов и изделий и календарных сроков их запуска и выпуска в каждом цехе.

Методы и формы оперативно-календарного планирования определяются особенностями конкретного производства:

- типом производства (единичное, серийное, массовое);
- производственной структурой завода и его цехов;
- конструктивными и технологическими особенностями выпускаемых изделий.

В зависимости от этих условий используются различные системы оперативно-календарного планирования.

В радиопромышленности больше всего распространены системы планирования:

- по деталям – для заготовительно-обрабатывающих цехов,
- по комплектам – для сборочных цехов.

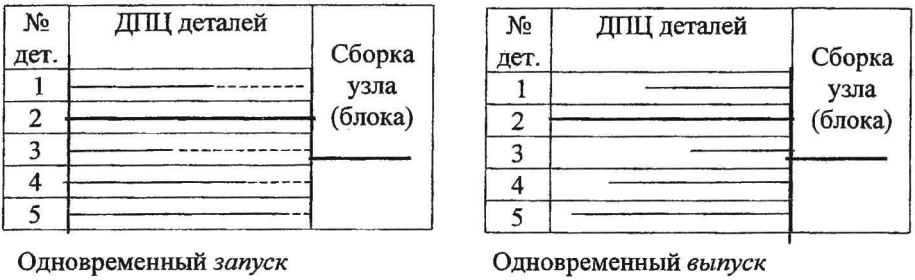
Применяются также системы планирования "по заделам" и "такту выпуска".

Особенностью подетальной системы является то, что планы цехам даются в подетальном разрезе и планово-учетной единицей является деталь. Она является объектом планирования, учета, контроля и регулирования хода производства. Здесь каждому цеху дается пе-

речень всех деталей, которые они должны изготовить в данном месяце.

Комплектные системы на радиопредприятиях могут быть четырех видов.

В *комплектно-узловой системе* планово-учетной единицей при разработке заданий цехам является конструктивный узел (блок). Все детали для его сборки должны быть поданы к определенному сроку. При этом сроки запуска и выпуска деталей по цехам определяются исходя из ДПЦ ведущей детали (с наибольшей ДПЦ). Здесь могут быть два варианта запуска деталей в производство, представленные на рис.59. Слева – одновременный запуск деталей – при этом все детали, кроме ведущей, "пролеживают", ожидая начала сборки. Справа - одновременный выпуск деталей – "пролеживания" нет.



Одновременный *запуск* Одновременный *выпуск*

Рис.59. Варианты запуска деталей в производство

Комплектно-узловая система применяется в единичном и мелкосерийном производстве. Она проста, имеет мало позиций календарного плана. Но в ней не учитываются КПН, которые для каждой детали разные. Это нарушает принципы эффективной организации производственного процесса и ведет к потерям за счет увеличения размеров незавершенного производства, нарушения ритмичности и т.д.

В *комплектно-цикловой (комплектно-групповой)* системе задание цехам и согласование их работы во времени осуществляется по укрупненным группам (комплектам) деталей нескольких изделий. В каждую такую группу деталей по отдельным цехам входит комплект деталей разных узлов, но имеющий одинаковый или похожий технологический маршрут и одинаковые ДПЦ. Эта система сложна, так как требует больших подготовительных работ по классификации и группировке деталей, составлению графиков запуска-выпуска, по-

этому она применяется только в серийном производстве с устойчивой номенклатурой выпускаемых изделий.

В *машинокомплектной системе* планирования задания цехам и согласование их работы во времени осуществляется по укрупненным комплектам (группам) деталей, идущим на данное конкретное изделие (с соответствующим номером). В каждую такую группу по каждому цеху объединяется полный комплект (набор) заготовок, деталей и узлов, которые затем используются для сборки изделия с конкретным порядковым номером.

Здесь просты межцеховые программы. Задания и учет выпуска продукции по цехам ведется по комплектовочным номерам изделий. В планах-графиках работы цеха указываются лишь порядковые номера комплектов, которые должны быть изготовлены к определенной дате. В этой системе централизованно учитывается и контролируется лишь один КПН – максимальное по данному цеху опережение выпуска комплекта деталей на изделие.

В условно-комплектной системе планирование осуществляется по комплектам деталей, идущих на условное изделие, за которое обычно принимается ведущее изделие, имеющее наибольший удельный вес в производственной программе завода.

В оперативном планировании основное внимание уделяется разработке месячных оперативных программ для завода и цехов. При составлении производственных программ и графиков производства устанавливают календарные сроки начала и окончания каждой работы с указанием размеров партий и величины заделов. Расчет программ по цехам ведется цепным методом в направлении, обратном ходу технологического процесса.

18.6. Внутрицеховое планирование

Внутрицеховые календарные планы разрабатываются планово-диспетчерским бюро (ПДБ) цеха на месяц, неделю и сутки. Основой для их составления служат месячные календарные планы работы цехов и ведомости расшифровки групповых и машинных комплектов, т.е. перечень всех деталей, входящих в каждый комплект.

Планово-учетными единицами для участков являются обычно детали. Так как состав и очередность операций для всех деталей не совпадают, то детали комплекта группируют по однородности внутрицеховых технологических маршрутов и очередности их прохож-

дения по участкам цеха. При этом учитывают ДПЦ обработки партии деталей на данном участке для увязки цикла обработки отдельных групп деталей с общим циклом прохождения группового комплекта в цехе.

Для участков с небольшой и устойчивой номенклатурой деталей, когда их выпуск повторяется регулярно через определенные промежутки времени, обычно составляют стандарт-планы.

Стандарт-план – это план-график работы участка, поточной линии или рабочего места на относительно короткий отрезок времени, который используется многократно в течение длительного периода. Стандарт-план предусматривает изготовление деталей в постоянной последовательности, с определенным периодом запуска-выпуска партий деталей.

Главными условиями составления стандарт-плана являются:

- постоянство номенклатуры деталей,
- закрепление деталей за определенными рабочими местами,
- постоянство размеров партии деталей,
- кратность периодичности запуска-выпуска партии деталей,
- баланс загрузки и пропускной способности оборудования.

Отрезок времени, на который составляется стандарт-план, называемый периодом стандарт-плана, должен быть кратным периодичностям запуска-выпуска партий деталей.

Стандарт-планы устойчивого серийного производства бывают подетальными и подетально-пооперационными. Подетальные стандарт-планы составляются укрупненно без подразделения на операции (рис.60).

Шифр	Рабочие дни и смены соответственно									
№	1		2		3		4		5	
детали	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
А(1-120)										
Б(2-140)										

Рис.60. Пример подетального стандарт-плана

Подетально-пооперационные стандарт-планы составляются для участков с небольшой номенклатурой деталей. В них приводятся операции, которые должны быть выполнены для изготовления деталей (рис. 61).

Наименование операции	Рабочие дни и смены соответственно									
	1		2		3		4		5	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Токарная										
Фрезерная										

Рис.61. Пример подетально-пооперационного стандарт-плана

Последним этапом оперативно-календарного планирования является сменно-суточное планирование, при котором разрабатываются задания на каждую смену. Здесь окончательно устанавливаются сроки запуска партий деталей в обработку по операциям, рабочим местам и выпуск их на ближайшие сутки по сменам (обычно на 1-ю и 2-ю смену текущего дня и 1-ю рабочую смену следующего дня).

В сменно-суточные задания включают в первую очередь задания по тем деталям, изготовление которых наиболее отстает от месячного графика и по которым имеется полное материальное и техническое обеспечение.

Сменно-суточные задания передаются начальнику участка (старшему мастеру) накануне, чтобы он заранее мог принять меры для заблаговременного обеспечения рабочих мест всем необходимым. Одновременно копии заданий передаются вспомогательным службам цеха (кладовым заготовок, инструмента, механику и др.) для своевременной подготовки и подачи на рабочие места всех видов материального обеспечения.

Кроме того, при выдаче сменно-суточного задания мастеру должна быть предоставлена вся необходимая техническая и оперативная документация (чертежи, технологические карты, рабочие наряды, требования на материалы, инструментальные карточки, накладные на сдачу готовых деталей и т.д.).

Форма сменно-суточного задания предусматривает отметку о фактическом его выполнении. Мастер по окончании смены представляет данные о фактически сданных ОТК деталях, отмечает причины невыполнения задания по отдельным позициям и сдает форму в ПДБ цеха для осуществления оперативного учета и корректировки заданий на следующие сутки. Вместе с формой задания сдаются и другие документы: простойные, доплатные листки, сведения о браке и др.

Контрольные вопросы

1. Что является содержанием ОКП?
2. На какие виды делится ОКП?
3. Что такое календарное планирование?
4. Что такое диспетчерское регулирование?
5. Что является содержанием межцехового планирования?
6. Что является содержанием внутрицехового планирования?
7. Каковы основные системы ОКП и в каких типах производства они используются?
8. Какие календарно-плановые нормативы рассчитываются в различных типах производства?
9. Как осуществляется расчет величины партии деталей?
10. Как осуществляется расчет периодичности запуска партии деталей?
11. Как осуществляется расчет длительности производственного цикла?
12. Как определяется величина опережения запуска-выпуска партии?
13. Какие виды межцеховых и внутрицеховых заделов и как осуществляется их расчет?
14. Какой порядок разработки производственных программ для цехов?
15. Какие системы ОКП наиболее распространены в радиопромышленности?
16. Как осуществляется внутрицеховое планирование?
17. Что такое стандарт-план и виды стандарт-планов?
18. Где разрабатывается сменно-суточное задание, что оно собой представляет, кому и когда передается и как возвращается?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оглезнев, Н.А. Организация, оперативное планирование и управление производством предприятий машиностроения: учеб. пособие / Н.А. Оглезнев, В.Г. Засканов. – Самара: СГАУ, 2000.

2. Рубчинский, А.М. Организация и планирование производства радиоаппаратуры / А.М. Рубчинский. – Л.: Энергия, 1979.

3. Организация, планирование и управление производством РЭА / под ред. И.Б. Куксина и С.В. Моисеева. – М.: Машиностроение, 1979.

4. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием / под ред. Н.С. Сачко и И.М. Бабука. – Минск: Вышейшая шк., 1988.

5. Организация, планирование и управление машиностроительным производством / под ред. Б.Н. Родионова. – М.: Машиностроение, 1989.

6. Как работают японские предприятия / пер. с англ. –М.: Экономика, 1989.

7. Швецов, Ю.Ф. Практические занятия по организации производства РЭА: учеб.-метод. пособие / Ю.Ф. Швецов. – Самара: СГАУ, 1995. –58 с.

8. Швецов, Ю.Ф. Организация производства. Практические занятия и отчеты: учеб.-метод. пособие / Ю.Ф. Швецов, Л.А. Бойкова. – Самара: СГАУ, 2004.

9. Башин, М.Л. Планирование работ отраслевых НИИ и КБ / М.Л. Башин. – М.: Экономика, 1979.

10. Глазьев, С.Ю. Экономическая теория технического развития / С.Ю. Глазьев. – М.: Наука, 1990.

11. Глазьев, С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С.Ю. Глазьев. – М.: ВнаДар, 1993.

12. Фостер,Р. Обновление производства: атакующие выигрывают / Р. Фостер; пер. с англ. – М.: Прогресс, 1987.

13. Коптев, С.И. Методы деятельности машиностроительных фирм капиталистических стран по обеспечению конкурентоспособности своих изделий / С.И. Коптев, М.А. Татьянченко. – М.: БИКИ, 1988.

14. Ансофф, И. Стратегическое управление / И. Ансофф; пер.с англ. – М.: Экономика, 1989.

15. Коно, Т. Стратегия и структура японских предприятий / Т. Коно; пер. с англ. – М.: Прогресс, 1987.

Учебное издание

Швецов Юрий Фёдорович
Широков Юрий Фёдорович

МЕНЕДЖМЕНТ РАЗРАБОТОК И ПРОИЗВОДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Учебное пособие

Редактор Т. К. Кретинина
Компьютерная верстка Т. Е. Половнева

Подписано в печать 15.11.06 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 12,8. Усл. кр.-отт. 12,9. Уч.-изд.л. 13,75.
Тираж 100 экз. Заказ 146 . Арт. С–25/2006

Самарский государственный
аэрокосмический университет.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета,
443086, Самара, Московское шоссе, 34.