

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра менеджмента

Организация производства
и управление предприятием

Методическое пособие
по выполнению курсовой работы

для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР

В 2-х частях

Часть 2

ПОТОЧНОЕ И НЕПОТОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВА

Под редакцией Н.И.Новицкого

Минск 2003

УДК 658.51 (075.8)
ББК 65.290-2 я 73
О-64

Рецензент:

зав. кафедрой экономики БГУИР, канд. экон. наук, доц. А.В. Сак

Авторы:

Н.И. Новицкий, А.А. Горюшкин, Е.А. Игнатова,
Л.Ч. Наливайко, Е.А. Наумчик, С.Л. Фещенко

О-64 **Организация** производства и управление предприятием:
Метод. пособие по выполнению курсовой работы для студ. всех
спец. и форм обуч. БГУИР. В 2 ч. Ч. 2: Поточное и непоточное
производства /
Н.И. Новицкий, А.А. Горюшкин, Е.А. Игнатова и др.; Под ред.
Н.И. Новицкого. – Мн.: БГУИР, 2003. – 114 с.: ил.

ISBN 985-444-510-0 (ч. 2)

В методическом пособии излагаются основные теоретические вопросы, решаемые студентами при выполнении курсовой работы по курсу “Организация производства и управление предприятием”.

Пособие состоит из двух разделов и приложений.

Первый раздел представляет собой общие положения, второй – методические указания по расчёту курсовой работы. В приложениях приведены нормативные данные, необходимые для выполнения курсовой работы.

Авторами отдельных частей пособия являются: Н.И. Новицкий – разд. 1, 2, подразд. 2.1; 2.2; 2.3, пп. 2.3.4, 2.3.6; подразд. 2.4, 2.5, 2.7; А.А. Горюшкин, Н.И. Новицкий – разд. 2, подразд. 2.6, 2.8 (написаны совместно); Е.А. Игнатова – подразд. 2.3, п. 2.3.2; Л.Ч. Наливайко – подразд. 2.3, п. 2.3.3; подразд. 2.9; Е.А. Наумчик – подразд. 2.3, п. 2.3.5; С.Л. Фещенко – подразд. 2.3, п. 2.3.1.

УДК 658.51 (075.8)
ББК 65.290-2 я 73

Часть 1: Горюшкин А.А., Наливайко Л.Ч., Новицкий Н.И. Организация производства и управление предприятием: Метод. пособие по выполнению курсовой работы. В 2 ч. Ч. 1: Комплексная автоматизация производства. — Мн.: БГУИР, 2003.

ISBN 985-444-510-0 (ч. 2)
ISBN 985-444-468-6

© Коллектив авторов, 2003
© БГУИР, 2003

1. Общие методические положения

Курсовая работа выполняется студентами на IV или V курсе обучения в университете после прохождения производственной практики и изучения основных разделов курса “Организация производства и управление предприятием”.

Цель курсовой работы:

1. Углубить, закрепить и конкретизировать теоретические знания в области экономики и организации производства.

2. Привить навыки практических расчётов по проектированию и организации участков (цехов) производства радиоаппаратуры, узлов или отдельных деталей, а также по вопросам расчёта технико-экономических показателей.

3. Научить критически пользоваться исходными данными, справочными и нормативными материалами с учётом конкретных производственных условий, предусмотренных заданием по курсовой работе.

4. Развить навыки самостоятельного критического анализа, творческого осмысления и обобщения технических, технологических и экономических решений и практического опыта работы предприятий.

5. Подготовить студентов к выполнению дипломных проектов.

Задача выполнения курсовой работы сводится к освоению методики расчёта КПП и ТЭП ОППЛ, ОППЛ, МППЛ, МШПЛ, УСС, ПЗУ.

Курсовая работа выполняется под руководством преподавателя кафедры в соответствии с индивидуальным заданием, выданным на основе исходных данных, представленных в приложении к методическому пособию. В ходе выполнения курсовой работы руководитель консультирует студента и контролирует соблюдение им календарных сроков выполнения отдельных её частей. Выполненная работа должна быть представлена на кафедру в установленный срок в виде пояснительной записки, оформленной на стандартных листах формата А4; форма титульного листа приведена в прил. 1.

При оформлении работы необходимо соблюдать общие правила, принятые для технической литературы, ГОСТ 7.32-81:

1. На протяжении всей рукописи следует соблюдать единство терминологии.

2. Таблицы, рисунки, графики и схемы должны быть пронумерованы и озаглавлены.

3. Формулы необходимо дополнять расшифровкой буквенных обозначений с указанием размерностей.

4. Не допускается, за исключением общепринятых, сокращение слов.

5. В начале или конце курсовой работы приводится оглавление, в котором содержится перечень всех разделов с указанием страниц, на которых размещены заголовки всех разделов.

6. В начале курсовой работы или после оглавления (если оно впереди) приводится введение.

7. В списке литературы указываются фамилия и инициалы авторов, полное название работы, издательство, место и год издания.

8. Общий объём курсовой работы не должен превышать 25-30 страниц рукописного (печатного) текста.

Тематика курсовых работ отражает важнейшие направления развития новых, прогрессивных форм организации производства на предприятии: применение поточных методов в массовом и крупносерийном производстве, организацию участков серийной сборки изделий (узлов) серийного и мелкосерийного производства, организацию ПЗУ, непоточных методов производства.

Исходя из номенклатуры и программы выпуска изделий, а также из применяемого оборудования и технологического процесса студенты обосновывают выбор непрерывно-поточной или прерывно-поточной однопредметной или многопредметной линии, предметно-замкнутого участка серийной сборки изделия (узла), могут быть и другие разновидности участков. Таким образом, предусматривается выполнение не менее шести тем курсовых работ.

Каждая курсовая работа состоит из введения и четырёх частей: первая часть – обоснование типа производства; вторая часть – расчёт календарно-плановых нормативов (ОНПЛ или ОППЛ, МНПЛ или МППЛ, УСС или ПЗУ) в зависимости от выданной темы; третья часть – расчёт производственной площади и планировка участка; четвёртая часть – расчёт технико-экономических показателей работы линии или участка.

Введение, вопросы первой, третьей, четвёртой частей разрабатываются студентами по единой методике, а вопросы второй части – в соответствии с темой курсовой работы.

Курсовая работа, выполненная студентом, проверяется руководителем и после одобрения представляется к защите. Защита проводится в присутствии специальной комиссии, назначенной кафедрой, оценивается защита дифференцированной оценкой.

2. Методические указания по выполнению разделов курсовой работы

2.1. Введение

Выполнение курсовой работы начинается с введения. Во введении необходимо кратко осветить: основные задачи, стоящие перед данным производством; выбранные направления по совершенствованию организации производства; роль технико-экономических расчётов при проектировании линий, участков. Здесь же необходимо дать организационно-техническую и экономическую характеристику проектируемой линии или участка с тем, чтобы было ясное представление о составе и схеме расположения оборудования, режиме работы, характере технологического процесса, типе производства, достоинствах и недостатках организации производственного процесса, составе и численности промышленно-производственного персонала, себестоимости выпускаемой продукции, эффективности производства, после чего в соответствии с заданием на курсовую работу приступить к расчёту по каждой её части.

Объём введения не должен превышать 1,5-2 страниц.

2.2. Обоснование типа производства

2.2.1. Краткое описание объекта производства и технологического процесса

В этом разделе курсовой работы даётся краткое описание объекта производства, его назначение. Если объектом производства является деталь, то необходимо указать, из какого материала она изготавливается, вес заготовки и чистый вес, цену материала и цену реализуемых отходов (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Краткая характеристика объекта производства

Наименование детали	Вид заготовки	Материал, марка	Норма расхода материала на 1 деталь, кг	Чистый вес детали, кг	Оптовая цена 1 кг материала, у.е.	Оптовая цена 1 кг отходов, у.е.
1.Валик	Прокат	Ст. 45	0,8	0,6	0,10	0,025
2.Винт 8 АВ	Прокат	Ст. 10В	0,2	0,12	0,12	0,040
...

В случае если планируется процент брака по операциям, технологический процесс изготовления изделий представляется в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Технологический процесс изготовления изделий

Наименование операции	Разряд работы	Процент брака	Наименование оборудования	Модель оборудования	Мощность, кВт	Габариты оборудования, мм	Оптовая цена, у.е.	Коэффициент выполнения норм	Норма времени на 1000 физических единиц, мин	Условия работы
1.Химобработка пластины	3	17,0	Установка	УДС-25	0,1	5×2	6500	1,15	6,4	Вредные
2.Микросборка	4	12,5	Установка	МС	–	2×0,7	4500	1,20	180,6	Норм.
...

Для выполнения курсовой работы по организации участка серийной сборки описание технологического процесса представлено в табл. 2.5.

Кроме того, по объектам сборки приводится веерная схема сборочного процесса, которая показывает, какие виды работ можно выполнять параллельно, а какие последовательно.

Таблица 2.5

Технологический процесс сборки изделия

Условное обозначение	Номер операции	Штучное время на операцию ($t_{шт}$), мин	Коэффициент выполнения норм времени (K_e)	Штучное время с учётом K_e ($t_{шт}$), мин	Подготовительное заключительное время ($t_{п.з}$), мин	Разряд работы	Используемое оборудование, рабочее место	Габаритные размеры	Оптовая цена единицы оборудования, у.е.
AB ₁	1	5,0	1,06	4,7	10	3	Верстак	1,2×0,7	450
	2	2,5	1,09	2,3	10	4	Верстак	1,2×0,7	450
AB ₂	3	8,0	1,13	7,1	10	2	Верстак	1,2×0,7	450
	4	6,6	1,12	5,9	10	4	Верстак	1,2×0,7	570
	5	4,0	1,14	3,5	10	5	Верстак	1,2×0,7	630

AB	6	5,0	1,06	4,7	10	4	Верстак	1,2×0,7	600
...

2.2.2. Выбор и обоснование типа производства и вида поточной линии (участка)

Форма организации производственного процесса на участке (в цехе) определяется, как правило, типом производства, т.е. степенью постоянства загрузки рабочих мест, линии, участка, цеха, завода одной и той же работой. Различают три типа производства: массовый, серийный, единичный.

Правильное определение типа производства на участке позволяет выбрать эффективную форму его организации. Основой для такого определения являются программа выпуска, вид изделия и трудоёмкость его изготовления, показателями могут служить коэффициенты специализации (K_{cn}), массовости (K_m).

Коэффициент специализации (K_{cn}) определяется по формуле

$$K_{cn} = \frac{m}{C_{np}}, \quad (1)$$

где m – количество операций по технологическому процессу на данном участке;
 C_{np} – количество рабочих мест (единиц оборудования), необходимых для выполнения данного технологического процесса.

Если $K_{cn} \leq 1$, то тип производства массовый, если $K_{cn} = 2 - 10$ – крупносерийный, $K_{cn} = 10 - 20$ – среднесерийный, $K_{cn} = 20 - 40$ – мелкосерийный, $K_{cn} > 40$ – единичное производство.

Коэффициент массовости (K_m) определяется по формуле

$$K_m = \frac{\sum_{i=1}^m t_{um.i}}{m \cdot r_{н.н}}, \quad (2)$$

где $t_{um.i}$ – норма штучного времени на i -й операции с учётом коэффициента выполнения норм времени (см. табл. 2.3), мин;

m – количество операций по данному технологическому процессу;

$r_{н.н}$ – такт выпуска изделий, определяется по формуле

$$r_{н.н} = \frac{60F_9}{N_3}, \text{ мин/шт.} \quad (3)$$

Здесь N_3 – годовая (месячная) программа запускаемого изделия, шт.;

F_9 – годовой (месячный) эффективный фонд времени работы оборудования, определяется по формуле

$$F_9 = F_n K_{н.о}, \quad (4)$$

где F_n – номинальный фонд времени работы оборудования, ч;

$K_{н.о}$ – коэффициент, учитывающий время простоя оборудования в плановом ремонте (для металлорежущих станков при двухсменном режиме ра-

боты $K_{n.o} = 0,95$, для уникальных станков свыше 30-й категории сложности $K_{n.o} = 0,92$, для автоматических линий $K_{n.o} = 0,9$, для верстаков, монтажных столов $K_{n.o} = 0,98$).

Если $K_m > 1$, то тип производства массовый, так как каждая операция технологического процесса полностью загружает минимум одно рабочее место на протяжении всего планируемого периода. Если $K_m < 1$, то имеет место серийный тип производства.

Основанием для выбора поточной линии (участка) является обоснование типа производства.

В случае если тип производства массовый, крупносерийный или среднесерийный, целесообразна организация поточного производства, в других случаях – организация предметно-замкнутого участка изготовления деталей или участка серийной сборки изделия.

Если сделан выбор организации поточного производства, выбирается вид поточной линии (однопредметная непрерывно-поточная или прерывно-поточная, многопредметная непрерывно-поточная линия с параллельным или последовательным изготовлением изделий, многопредметная прерывно-поточная линия обработки деталей). Если отклонение от такта находится в пределах $+5(-7)\%$, то технологический процесс можно считать синхронным, при необходимости производится синхронизация производственного процесса.

2.3. Расчёт календарно-плановых нормативов

2.3.1. Расчёт календарно-плановых нормативов ОНПЛ

Однопредметные непрерывно-поточные линии применяются в массовом и крупносерийном типах производства, когда нормы времени выполнения операций равны или кратны такту (ритму), предметы труда перемещаются с одного рабочего места на другое без пролёживания, каждая операция постоянно закреплена за определённым рабочим местом, рабочие места расположены в порядке следования технологического процесса.

Основной состав календарно-плановых нормативов ОНПЛ следующий: такт или ритм потока; количество рабочих мест по операциям и по всей поточной линии; скорость движения конвейера; период конвейера (если используется распределительный конвейер) и система адресования; величина заделов; длительность производственного цикла; стандарт-план ОНПЛ; темп поточной линии, мощность, потребляемая конвейером.

Такт (поштучный ритм) поточной линии определяется по формуле (3) данного методического пособия. Его величина зависит от программы выпуска изделий и эффективного фонда времени работы поточной линии. Если на поточной линии предусматривается передача изделий транспортными партиями, то

устанавливается ритм поточной линии. Он определяется как произведение такта на размер транспортной партии. В случае если планируется процент брака на отдельных операциях технологического процесса, то такт определяется по программе запуска изделий на каждой операции процесса.

Расчёт необходимого количества единиц оборудования (рабочих мест) для однопредметных непрерывно-поточных линий по данной операции производится по формуле

$$C_{p.i} = \frac{t'_{um.i}}{r_{н.л}} \text{ шт.}, \quad (5)$$

где $t'_{um.i}$ – норма штучного времени на данной i -й операции с учётом коэффициента выполнения норм, мин;

$r_{н.л}$ – такт (поштучный ритм) поточной линии, мин/шт.

Если нормы времени на операциях равны или кратны такту, то при расчёте количества рабочих мест получаем целые числа. В случае если процесс не полностью синхронизирован, то полученное по расчёту число единиц оборудования (рабочих мест) после соответственного анализа округляется до целого числа в большую или меньшую сторону ($C_{пр}$).

Расчёт необходимого количества оборудования (рабочих мест), как правило, производится в табличной форме (табл. 2.6)

Таблица 2.6

Расчёт потребного количества оборудования (рабочих мест) и коэффициента загрузки

Наименование операций	Норма штучного времени (t_{um}), мин	Коэффициент выполнения норм (K_e)	Норма штучного времени с учётом коэф. выполнения норм (t'_{um}), мин	Такт линии ($r_{н.л}$), мин/шт.	Кол-во единиц оборудования (рабочих мест)		Коэффициент загрузки рабочих мест, оборудования (K_z)
					расчётное (C_p)	принятое ($C_{пр}$)	
1.Заготовительная	5,45	1,1	4,95	4,92	1,006	1	1,00
2.Токарная	9,73	1,1	8,85	4,92	1,799	2	0,90
И т.д.	...	...	...	...	...	...	...
Итого	–	–	–	–	Σ^+	Σ^+	

Число рабочих мест на поточной линии определяется по формуле

$$C_{л} = \sum_{i=1}^m C_{np.i} \quad (6)$$

Коэффициент загрузки рабочих мест (оборудования) на каждой i -й операции определяется по формуле

$$K_{з} = \frac{C_{p.i}}{C_{np.i}}, \quad (7)$$

где $C_{p.i}$ – расчётное количество рабочих мест (единиц оборудования) на i -й операции;

$C_{np.i}$ – принятое количество рабочих мест (единиц оборудования) на i -й операции.

Средний коэффициент загрузки рабочих мест по поточной линии определяется по формуле

$$K_{з.ср} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{p.i}}{\sum_{i=1}^m C_{np.i}} \quad (8)$$

При организации поточного производства, особенно непрерывно-поточно-го, должен строго выдерживаться режим, заключающийся в подаче изделий на рабочие места равными партиями через равные промежутки времени. Это условие выполняется только в том случае, если в качестве транспортных средств используются конвейеры: транспортные, распределительные, рабочие, пульсирующие.

Скорость непрерывно движущихся конвейеров (для выполнения операций предметы труда снимаются с ленты) определяется по формуле

$$V_{н.л} = \frac{l_{np}}{r_{н.л}} \text{ м/мин}, \quad (9)$$

где l_{np} – шаг конвейера (расстояние между осями смежно расположенных на конвейере предметов труда), зависит от габаритов изделия, м;

$r_{н.л}$ – такт поточной линии, мин/шт.

Скорость конвейера при пульсирующем движении определяется по формуле

$$V_{н.к} = \frac{l_{np}}{t_{mp}} \text{ м/мин}, \quad (10)$$

где t_{mp} – время транспортировки изделия на один шаг конвейера, мин.

Определение периода распределительного конвейера. Период конвейера – наименьшее общее кратное всем числам рабочих мест (единиц оборудования)

по операциям: $\Pi = \text{НОК}[C_1, C_2, C_3, \dots, C_n]$. Например, $C_1=1, C_2=3, C_3=2, C_4=1$.
 $\Pi = \text{НОК}[1, 3, 2, 1] = 6$.

Период конвейера используется для адресования изделий на конвейере. Для этого лента конвейера размечается так, чтобы период в длине ленты укладывался целое число раз (рис. 2.1).

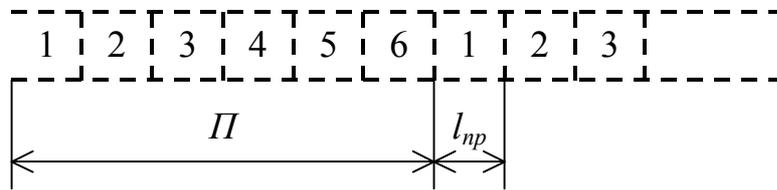


Рис. 2.1. Разметка ленты конвейера

После разметки ленты конвейера необходимо провести закрепление номеров периода за каждым рабочим местом, в соответствии с которым каждый рабочий должен брать и класть предметы труда на ленту. Порядок закрепления номеров по данному примеру показан в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Порядок закрепления номеров разметочных знаков за рабочими местами распределительного конвейера

Номер операции	Число рабочих мест на операции	Номера рабочих мест	Число закреплённых знаков за рабочим местом	Последовательность закреплённых знаков за каждым рабочим местом
1	1	1	6	1, 2, 3, 4, 5, 6
2	3	2	2	1, 4
		3	2	2, 5
		4	2	3, 6
3	2	5	3	1, 3, 5
		6	3	2, 4, 6
4	1	7	6	1, 2, 3, 4, 5, 6

В случае если трудно избежать большой величины периода конвейера, можно применять многорядную разметку. При многорядной разметке все операции делятся на группы и для каждой группы определяется свой период конвейера. Деления ленты нумеруются рядами повторяющихся цифр, выделенных в соответствующие группы (сколько групп, столько рядов).

После определения периода конвейера, разметки ленты и закрепления разметочных знаков за рабочими местами необходимо рассчитать рабочую и полную длину ленты конвейера.

Рабочая длина ленты распределительного конвейера определяется по формуле

$$L_p = \sum_{i=1}^m C_{np,i} l_{np} \text{ м,} \quad (11)$$

где $C_{np,i}$ – принятое количество рабочих мест на i -й операции;

l_{np} – шаг конвейера, м.

Полная длина ленты распределительного конвейера должна быть несколько больше двойной рабочей длины ленты и согласована с условием распределения, определяется по формуле

$$L_n = 2L_p + \pi D \leq K\Pi l_{np} \text{ м,} \quad (12)$$

где π – постоянное число, равное 3,14;

D – диаметр натяжного и приводного барабанов, м;

Π – период конвейера;

K – число повторений периода на общей длине ленты конвейера, определяется по формуле

$$K = \frac{L_n}{\Pi l_{np}} \quad (13)$$

и округляется до целого числа.

Если оба условия не удовлетворяются, то корректируется шаг конвейера (l_{np}).

Длительность производственного цикла на поточных линиях определяется графически (составляется стандарт-план работы линии (рис. 2.2)) и аналитическим способом.

Производственный цикл – отрезок времени от поступления предмета труда на первую операцию поточной линии до выхода с неё. Определяется длительность производственного цикла аналитическим способом по формулам в зависимости от движения предмета труда перед первой и после последней операций.

Если обработка изделия начинается непосредственно с первого рабочего места без лишнего интервала движения после последней операции, длительность цикла определяется по формуле

$$t_{ц} = (2C_l - 1)r_{н.л} \text{ мин.} \quad (14)$$

Если имеет место движение предмета перед первой операцией или после последней, длительность цикла определяется по формуле

$$t_{ц} = 2C_l r_{н.л} \text{ мин.} \quad (15)$$

Если движение предмета после его последней операции продолжается, длительность цикла определяется по формуле

$$t_{ц} = (2C_l + 1)r_{н.л} \text{ мин.} \quad (16)$$

На однопредметных непрерывно-поточных линиях создаются заделы трёх видов: технологический, транспортный, резервный (страховой).

Технологический задел соответствует тому числу изделий, которое в каждый данный момент времени находится в процессе обработки на рабочих мес



Рис. 2.2. Стандарт-план ОНПЛ

тах. При поштучной передаче изделий он соответствует числу рабочих мест и определяется по формуле

$$Z_{\text{техн}} = C_{\text{л}} \text{ шт.} \quad (17)$$

При передаче изделий транспортными партиями (P_n) величина задела определяется по формуле

$$Z_{\text{техн}} = C_{\text{л}} \cdot P_n \text{ шт.} \quad (18)$$

Транспортный задел – это количество изделий, которое в каждый данный момент находится на конвейере в процессе транспортировки. При поштучной передаче изделий задел равен

$$Z_{\text{тр}} = C_{\text{л}} - 1 \text{ шт.}, \quad (19)$$

при передаче изделий транспортными партиями величина задела определяется по формуле

$$Z_{\text{тр}} = (C_{\text{л}} - 1)P_n \text{ шт.} \quad (20)$$

На непрерывно-поточных линиях с применением пульсирующего или рабочего конвейера транспортный задел совпадает с технологическим.

Резервный задел создаётся на линиях на наиболее ответственных и нестабильных по времени выполнения операциях, а также на контрольных пунктах. Величина задела определяется по формуле

$$Z_{\text{рез}} = \frac{t_{\text{рез}}}{r_{\text{н.л}}} \text{ шт.}, \quad (21)$$

где $t_{\text{рез}}$ – время, на которое создаётся резервный запас предметов труда, мин.

Для установок и оборудования поточной линии, которые могут выйти из строя, $t_{\text{рез}}$ можно принять на этих рабочих местах равной 4-5% сменного задания.

Общая величина задела на непрерывно-поточной линии определяется по формуле

$$Z_o = Z_{\text{техн}} + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{рез}} \text{ шт.} \quad (22)$$

Величина незавершённого производства на однопредметных непрерывно-поточных линиях без учёта затрат времени в предыдущем цехе определяется по формуле

$$H_{\text{в}} = Z_o \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{2} \text{ нормо-ч,} \quad (23)$$

где Z_o – общая суммарная величина задела, шт.;

$\sum_{i=1}^m t_i$ – суммарная норма времени по всем операциям технологического процесса, мин.

Величина незавершённого производства в денежном выражении без учёта затрат в предыдущем цехе определяется по формуле

$$H_{\text{з}} = Z_o \cdot C_z \text{ у.е.}, \quad (24)$$

где C_z – цеховая себестоимость изделия, находящегося в заделе, у.е.

Для сборочных цехов C_z можно принять в размере $0,85C_u$, для механических – $0,7C_u$.

Производительность поточной линии определяется через величину, обратную такту (ритму) потока, называемую темпом. Темпы – это количество изделий, сходящих с линии за единицу времени, определяется по формуле

$$\rho = \frac{1}{r_{н.л}} \cdot 60 \text{ шт./ч}, \quad (25)$$

где $r_{н.л}$ – такт (ритм) поточной линии, мин/шт.

Часовую производительность конвейера в единицах массы можно определить по формуле

$$q_r = \rho \cdot Q \text{ кг/ч}, \quad (26)$$

где Q – средний вес единицы продукции, кг.

Мощность, потребляемая конвейером, определяется по формуле

$$P_{уст.к} = 0,736 \cdot W \text{ кВт}, \quad (27)$$

где W – мощность, потребляемая конвейером, измеряемая в лошадиных силах, определяется по формуле

$$W = 1,2 \left(\frac{0,16L_n V_{н.л} Q_k}{36} + \frac{0,16L_n q_r}{270} \right) \text{ л.с.} \quad (28)$$

Здесь L_n – полная длина ленты (цепи) конвейера, м;

V – скорость движения конвейера, м/мин;

Q – вес ленты (цепи) конвейера (в расчётах можно принять в пределах 4-8 кг/пог.м);

q_r – часовая производительность конвейера (см. расчёт, формула (26)).

Затем по справочникам выбирается электродвигатель. По скорости вращения шкива выбранного электродвигателя и найденной скорости движения ленты конвейера определяется передаточное отношение в пределах 10-50.

2.3.2. Расчёт календарно-плановых нормативов ОПЦЛ

Однопредметные прерывно-поточные линии применяются в массовом и крупносерийном типах производства, когда норма времени выполнения операций производственного процесса не равна и не кратна такту (ритму) потока и когда на отдельных операциях появляется брак.

Пространственная планировка оборудования подчиняется общим требованиям цепного расположения с учётом возможного территориального сближения рабочих мест, обслуживаемых рабочими-совместителями. Применение конвейеров на прямооточных линиях, как правило, нецелесообразно, здесь широко используют различные гравитационные транспортные средства, например, рольганги, скаты, а также оборудование циклического действия: электрокары,

монорельсы с тельферами и т.п. Движение предметов труда по операциям – параллельно-последовательное с поштучной или партионной передачей.

Основной состав календарно-плановых нормативов ОППЛ: укрупнённый такт (ритм); количество рабочих мест по операциям и по всей поточной линии; стандарт-план работы линии; размер и динамика движения межоперационных оборотных заделов; длительность производственного цикла.

Такт ОППЛ определяется по формуле

$$r_{np} = \frac{F_3}{N_3} \text{ мин/шт.}, \quad (29)$$

где F_3 – эффективный фонд времени работы линии за плановый период, мин;

N_3 – программа запуска изделий за плановый период, шт.

Однако здесь имеются некоторые особенности: а) так как ОППЛ, как правило, работают со свободным ритмом, то в эффективный фонд времени не включаются регламентированные перерывы, кроме того, в практической деятельности F_3 устанавливается, как правило, равным периоду оборота линии T_o , который принимается равным одной смене или 0,5 смены (наиболее целесообразный период обслуживания линии), т.е. $F_3 = T_o = r_{np} N_3$; б) при наличии брака на промежуточных операциях технологического процесса определяются своя программа запуска и свой такт по каждой операции. При этом расчёт осуществляется с последней операции, т.е. исходя из программы выпуска изделий (N_6).

$$N_3 = \frac{N_6 \cdot 100}{100 - \alpha} \text{ шт.}, \quad (30)$$

где α – процент брака на операции.

Сменная программа запуска по операциям определяется исходя из месячной программы запуска, двухсменного режима работы оборудования при 21-22 рабочих днях в месяц.

Определение количества рабочих мест осуществляется по каждой i -й операции и по всей поточной линии в целом.

Расчёт производится по формуле

$$C_{p.i} = \frac{t_{um.i}}{r_{np}}, \quad (31)$$

где $t_{um.i}$ – норма штучного времени на i -й операции, мин;

r_{np} – такт выпуска изделий, мин/шт.

Расчётные величины $C_{p.i}$ получаются, как правило, дробными числами, поэтому их необходимо округлить до ближайших целых чисел. Принятое число рабочих мест ($C_{np.i}$) определяется по формуле

$$C_{np.i} = \begin{cases} \lceil C_{p.i} \rceil & \text{при } 1 \leq K_3 \leq 1,1, \\ \lceil C_{p.i} \rceil & \text{при } 1,1 \text{ или при } \lceil C_{p.i} \rceil = 0,1, \end{cases} \quad (32)$$

где K_3 – коэффициент загрузки рабочих мест по каждой i -й операции.

Перегрузка рабочих мест устраняется путём совершенствования технологии, механизации и оснащения рабочих мест приспособлениями во время отладки ОППЛ.

Общее количество рабочих мест на линии определяется как расчётное, так и принятое:

$$C_{p.l} = \sum_{i=1}^m C_{p.i} \quad \text{и} \quad C_{np.l} = \sum_{i=1}^m C_{np.i}, \quad (33)$$

где m – число операций по данному технологическому процессу.

Коэффициент загрузки рабочих мест определяется по формулам (7), (8). Средний коэффициент загрузки рабочих мест на линии должен соответствовать условию $K_{з.ср} \geq 0,75$.

На участках внутри цехов детали, сборочные единицы в процессе изготовления перемещаются между рабочими местами (технологическим оборудованием) и между кладовыми (складами) и участками и с одного участка на другой. Для этих целей используются различные транспортные средства, в частности, для межоперационной транспортировки – скаты, склизы, лотки, желоба, а для межцеховой транспортировки – электрокары, электрические и ручные тележки, робоэлектрокары, транспортёры различного типа и другие транспортные средства (прил. 5).

Одним из основных факторов при выборе транспортного средства для межцеховой транспортировки является грузоподъёмность, для чего необходимо учитывать размеры партий и вес обрабатываемых деталей.

Число транспортных средств прерывного (циклического) действия (тележки, робоэлектрокары и др.) определяется по формуле

$$K_{эк} = \frac{K_m \sum_{j=1}^H N_j Q_j}{q K_{ис} F_{э} K_{см}} \left(\frac{2L_{ср}}{V_{ср}} + t_3 + t_p \right), \quad (34)$$

где K_m – количество транспортных операций, осуществляемых над каждой деталью (перевоз материалов на заготовительную операцию, заготовок на участок механической обработки, готовых деталей на склад и др.);

N_j – программа запуска j -го наименования деталей (сборочных единиц), шт.;

Q_j – вес единицы j -го типоразмера детали (из исходных данных – норма расхода материала на одно изделие), кг;

q – грузоподъёмность транспортных единиц, кг;

$K_{ис}$ – коэффициент использования грузоподъёмности транспортных средств ($K_{ис} = 0,6 - 0,75$);

$L_{ср}$ – среднее расстояние между пунктами, м ($L_{ср} = 80 - 150$ м);

$V_{ср}$ – средняя скорость движения транспортного средства, м/мин ($V_{ср} = 50 - 100$ м/мин);

t_3 – время на загрузку транспортного средства за каждую операцию, мин
($t_3 = 5 - 10$ мин);

t_p – время на разгрузку транспортного средства за каждую операцию, мин
($t_p = 10 - 5$ мин).

Построение стандарт-плана ОППЛ – сложный процесс, осуществляется в табличной форме (рис. 2.3), в которую вносятся все операции технологического процесса и нормы времени их выполнения, проставляется такт (ритм) потока и определяется необходимое число рабочих мест по каждой операции (расчётное и принятое по формулам (31) и (32)) и в целом по линии; определяется загрузка рабочих мест (по формулам (7) и (8)) в минутах и в процентах; присваиваются номера рабочим местам (по возрастанию от первого); строится график работы оборудования на каждой операции и рассчитывается необходимое количество производственных рабочих; в связи с недогрузкой оборудования на отдельных рабочих местах, а следовательно, и рабочих-операторов производится дозагрузка рабочих путём закрепления за ними нескольких недогруженных рабочих мест, т.е. строится график регламентации труда по линии и определяется окончательная численность производственных рабочих, присваиваются им номера или условные знаки и устанавливается порядок обслуживания недогруженных рабочих мест.

Пример расчёта календарно-плановых нормативов ОППЛ при отсутствии брака на промежуточных операциях. Допустим, требуется изготовить за месяц 10080 шт. деталей. В месяце 21 рабочий день, работа ведётся в две смены. Период оборота линии равен одной смене. Технологический процесс включает пять операций. Норма времени выполнения операций составляет: $t_1 = 3,1$ мин; $t_2 = 2$; $t_3 = 4,6$; $t_4 = 1,4$; $t_5 = 2,8$ мин. Брак на операциях отсутствует, следовательно, программа запуска за период оборота равна программе выпуска, т.е. $N_3 = N_6$.

$$N_6 = \frac{10080}{21 \cdot 2} = 240 \text{ шт./смену.}$$

Такт потока равен

$$r_{np} = \frac{F_3}{N_6} = \frac{8 \cdot 60}{240} = 2 \text{ мин/шт.}$$

Расчётное количество рабочих мест составляет 6,95 ед., принятое – 9 ед. Оборудование на рабочих местах № 2, 6, 7 и 9 полностью не загружено. Средний коэффициент загрузки рабочих мест составляет 0,77, что соответствует требованиям для организации ОППЛ. Расчётная численность производственных рабочих составляет 9 чел., однако после построения графика регламентации труда (подбора работ и совмещения профессий) выявлено, что достаточно иметь на линии 7 чел. в смену. Из них двое рабочих будет работать на двух рабочих местах: один будет выполнять работу на 2-м и 9-м, а другой – на 6-м и 7-м рабочих местах. График и порядок обслуживания рабочих мест представлен на стандарт-плане.

На ОППЛ вследствие различной трудоёмкости на операциях производственного процесса неизбежны межоперационные оборотные заделы. Они создаются для выравнивания производительности на смежных операциях. Это детали или узлы, находящиеся на рабочих местах в ожидании процесса обработки. Оборотные заделы позволяют организовать непрерывную работу на рабочих местах в течение определённого стандартным планом отрезка времени. Характерной чертой оборотных заделов является изменение их величины на протяжении периода оборота линии от нуля до максимума. Размеры их, как правило, настолько велики, что весь расчёт заделов на таких линиях сводится к расчёту только межоперационных оборотных заделов, пренебрегая расчётом технологических транспортных и страховых заделов.

Расчёт межоперационных оборотных заделов производится по стандарт-плану ОППЛ между каждой парой смежных операций (например, между 1-й и 2-й операциями, между 2-й и 3-й и т.д.). Для этого период оборота линии (T_o) разбивается на части, каждая из которых характеризуется неизменным числом работающих единиц оборудования на смежных операциях и называется частным периодом. Например, между 1-й и 2-й операциями можно выделить два частных периода $T_1 = 264$ мин и $T_2 = 216$ мин. На протяжении T_1 на первой операции работает два станка, а на второй один, а на протяжении T_2 на первой и на второй операциях работает по одному станку. Размер оборотного задела между каждой парой смежных операций (i и $i+1$) и в каждом частном периоде (T_j) определяется по формуле

$$Z_{об} = \frac{T_j \cdot C_i}{t_{ум.i}} - \frac{T_j \cdot C_{i+1}}{t_{ум.i+1}} \text{ шт.}, \quad (35)$$

где T_j – продолжительность j -го частного периода между смежными операциями при неизменном числе работающих единиц оборудования, мин;

C_i и C_{i+1} – число единиц оборудования соответственно на i -й и $(i+1)$ -й операциях в течение частного периода времени T_j ;

$t_{ум.i}$ и $t_{ум.i+1}$ – нормы штучного времени соответственно на i -й и на $(i+1)$ -й операциях технологического процесса, мин.

Величина оборотного задела может быть положительной или отрицательной. Положительное значение задела свидетельствует об увеличении его на отрезке T_j , так как предыдущая операция выдаёт больше изделий, чем может быть обработано на последующей, отрицательное – об уменьшении задела, поскольку предыдущая операция выдаёт изделий меньше, чем необходимо для последующей.

Расчёт задела в курсовой работе рекомендуется производить в табличной форме (табл. 2.8, 2.9). В табл. 2.8 приведен расчёт оборотных заделов по каждой паре смежных операций в соответствии со стандарт-планом, приведенным на рис. 2.3.

Расчёт межоперационных оборотных заделов

Частные периоды	Длительность частного периода, мин	Расчёт заделов по частным периодам T_j , шт.	Площадь эпюр, дет./мин
Между 1-й и 2-й операциями			
T_1	264	$z_{1,2} = \frac{264 \cdot 2}{3,1} - \frac{264 \cdot 1}{2} = +38$	5016
T_2	216	$z_{1,2} = \frac{216 \cdot 1}{3,1} - \frac{216 \cdot 1}{2} = -38$	4104
Итого			9120
Между 2-й и 3-й операциями			
T_1	144	$z_{2,3} = \frac{144 \cdot 1}{2} - \frac{144 \cdot 3}{4,6} = -22$	1584
T_2	336	$z_{2,3} = \frac{336 \cdot 1}{2} - \frac{336 \cdot 2}{4,6} = +22$	3696
Итого			5280
Между 3-й и 4-й операциями			
T_1	144	$z_{3,4} = \frac{144 \cdot 3}{4,6} - \frac{144 \cdot 0}{1,4} = +94$	6768
T_2	336	$z_{3,4} = \frac{336 \cdot 2}{4,6} - \frac{336 \cdot 1}{1,4} = -94$	15792
Итого			22560
Между 4-й и 5-й операциями			
T_1	144	$z_{4,5} = \frac{144 \cdot 0}{1,4} - \frac{144 \cdot 1}{2,8} = -51$	3672
T_2	120	$z_{4,5} = \frac{120 \cdot 1}{1,4} - \frac{120 \cdot 1}{2,8} = +43$	2580
T_3	192	$z_{4,5} = \frac{192 \cdot 1}{1,4} - \frac{192 \cdot 2}{2,8} = 0$	8256
T_4	24	$z_{4,5} = \frac{24 \cdot 1}{1,4} - \frac{24 \cdot 1}{2,8} = +6$	1128
Итого			15636
Всего			52596

После расчёта оборотных заделов (см. табл. 2.8) между каждой парой смежных операций строятся графики движения этих заделов (эпюры заделов) за период оборота линии и определяются площади эпюр (S_i).

№ операции	Наименование операции	Норма времени ($t_{шт}$), мин	Такт потока ($t_{пр}$), мин/шт.	Кол-во рабочих мест		№ рабочих мест	Загрузка рабочих мест		Количество рабочих, чел	Порядок обслуж. рабочих мест	График работы оборудования и перехода рабочих с одного рабочего места на другое за период оборота линии, равный одной смене (480 мин), и движение оборотных заделов								Программа выпуска дет. за $F_{см} = T_o = 480$ мин
				расчётное (C_p)	принятое ($C_{пр}$)		%	в мин			60	120	180	240	300	360	420	480	
1	Токарная	3,1	2,0	1,55	2	1	100	480	2	1 2+9									155
						2	55	264											85
2	Фрезерная	2,0	2,0	1,00	1	3	100	480	1	3									240
						3	100	480											22
3	Расточная	4,6	2,0	2,30	3	4	100	480	3	4 5 6+7									104
						5	100	480											104
						6	30	144											32
						7	30	144											32
4	Сверлильная	1,4	2,0	0,70	1	7	70	336	1	7+6									240
						8	100	480											51
5	Шлифовальная	2,8	2,0	1,40	2	9	40	192	2	8 9+2									171
						8	100	480											69
						9	40	192											69
Итого		13,9	2,0	6,95	9	9	77,2		7										

Рис. 2.3. Стандарт-план работы ОППЛ:

- время работы оборудования;
- время простоя оборудования;
- переходы рабочих с одного рабочего места на другое

В экономическом отношении важной характеристикой ОППЛ является средняя величина межоперационных заделов между каждой парой смежных операций и по линии в целом, поскольку она характеризует связывание оборотных средств в незавершённом производстве.

Между парой смежных операций расчёт средней величины межоперационных оборотных заделов производится по формуле

$$z'_{cp.ob} = \frac{S_i}{T_o} \text{ шт.}, \quad (36)$$

где S_i – площадь эюр оборотного задела между i -й и $(i+1)$ -й операциями (площадь эюр по рассматриваемому примеру определена в табл. 2.8 и составляет $S_{1,2} = 9120$ дет/мин);

T_o – период оборота линии (для рассматриваемого периода $T_o = 480$ мин).

Следовательно, $z'_{cp.ob.1,2} = \frac{9120}{480} = 19$ шт.

Средняя величина межоперационного оборотного задела в целом по линии равна сумме средних величин межоперационных оборотных заделов по всем операциям. Эта величина определяется по формуле

$$z_{cp.ob} = \frac{\sum_{i=1}^{m-1} S_i}{T_o} \text{ шт.}, \quad (37)$$

где $\sum_{i=1}^{m-1} S_i$ – сумма площадей эюр по всей поточной линии (для рассматриваемого примера она составляет 52 596 дет./мин).

Следовательно, $z_{об.ср} = \frac{52596}{480} = 110$ шт.

Средняя величина оборотного задела ($z_{об.ср}$) на линии принимается для расчёта величины незавершённого производства. Величина незавершённого производства в нормо-часах, без учёта затрат труда в предыдущих цехах, определяется по формуле

$$H_{cp} = \frac{z_{cp.ob} \sum_{i=1}^m t_{ум.i}}{2} \text{ нормо-ч.} \quad (38)$$

Для рассматриваемого примера, $H_{cp} = 110 \cdot \frac{13,9}{2 \cdot 60} = 12,7$ нормо-ч.

Среднее значение незавершённого производства в нормо-часах с учётом затрат труда в предыдущих цехах определяется по формуле

$$H'_{cp} = z_{cp.ob} \left(t_{np} + \frac{\sum_{i=1}^m t_{um.i}}{2} \right) \text{ нормо-ч,} \quad (39)$$

где t_{np} – суммарные затраты труда на один предмет (деталь, узел и т.д.) в предыдущих цехах, нормо-ч.

Величина незавершённого производства в денежном выражении определяется по формуле

$$H_{cp} = z_{cp.ob} \cdot C_z \text{ у.е.,} \quad (40)$$

где C_z – цеховая себестоимость изделия, находящегося в заделе (может быть принята для механообрабатывающих цехов 0,7, а для сборочных – 0,85 от цеховой себестоимости изделия (C_u), законченной обработки), у.е.

Важным календарно-плановым нормативом является длительность производственного цикла (t_u). Расчёт этого норматива производится по формуле

$$t_u = z_{cp.ob} \cdot r_{np} \text{ ч.} \quad (41)$$

Для приведенного примера $t_u = 110 \cdot \frac{2}{60} = 3,7$ ч.

Пример расчёта календарно-плановых нормативов ОПШЛ при наличии процента брака на промежуточных операциях технологического процесса (рис. 2.4). Для наглядности используем ранее рассмотренный пример, но введём процент брака на 3-й, 4-й и 5-й операциях. Программа выпуска деталей за период оборота линии представляет 240 шт. Процент брака на 3-й и 5-й операциях составляет 10%, а на 4-й – 5%. Следовательно, программа запуска деталей на 5-й операции составит

$$N_3^5 = \frac{240 \cdot 100}{100 - 10} = 267 \text{ шт.}$$

Аналогично для 4-й операции

$$N_3^4 = \frac{267 \cdot 100}{100 - 5} = 281 \text{ шт.}$$

Для 3-й операции

$$N_3^3 = \frac{281 \cdot 100}{100 - 10} = 312 \text{ шт.}$$

На 1-й и 2-й операциях технологический брак отсутствует, поэтому N_3 для этих операций будет равна 312 шт.

Исходя из программы запуска по каждой операции определяется частный такт потока. Для первой, второй и третьей операций он составляет

$$r_{np}^{1,2,3} = \frac{F_3}{N_3^{1,2,3}} = \frac{480}{312} = 1,54 \text{ мин/шт.}$$

№ операции	Наименование операции	Норма времени ($t_{шт}$), мин	Процент брака (α)	Такт потока ($r_{пр}$), мин/шт.	Кол-во рабочих мест		№ рабочих мест	Загрузка рабочих мест		Количество рабочих, чел.	Порядок обслуж. рабочих мест	График работы оборудования и перехода рабочих с одного рабочего места на другое за период оборота линии, равный одной смене (480 мин), и движение оборотных заделов								Программа запуска дет. при $N_e=240$ шт.					
					расчётное (C_p)	принятое ($C_{пр}$)		в %	в мин			60	120	180	240	300	360	420	480						
1	Токарная	3,1	0	1,54	2,01	2	1	100	480	2	1													312	
2	Фрезерная	2,0	0	1,54	1,30	2	3	100	480	2	3													312	
							4	30	144			4+10													
3	Рас- точная	4,6	10	1,54	2,99	3	5	100	480	3	5													312	
							6	100	480			6													
							7	99	475			7													
4	Свер- лиль- ная	1,4	5	1,71	0,82	1	8	80	394	1	8													281	
5	Шли- фо- валь- ная	2,8	10	1,80	1,55	2	9	100	480	2	9													267	
Итого		13,9	-	-	8,67	10	10	76,7	-			9	10+4												

Рис. 2.4. Стандарт-план работы ОППЛ при наличии брака на отдельных операциях

Аналогично для 4-й и 5-й операций

$$r_{np}^4 = \frac{F_3}{N_3^4} = \frac{480}{281} = 1,71 \text{ мин/шт.}; \quad r_{np}^5 = \frac{F_3}{N_3^5} = \frac{480}{267} = 1,8 \text{ мин/шт.}$$

Далее все остальные расчёты календарно-плановых нормативов ОППЛ ведутся аналогично расчётам, приведенным в первом примере, однако их величина будет резко отличаться от значений, полученных в первом случае.

Таблица 2.9

Расчёт величины межоперационных оборотных заделов

Частные периоды	Длительность частного периода, мин	Расчёт заделов по частным периодам T_j , шт.	Площадь эпюр, дет./мин
Между 1-й и 2-й операциями			
T_1	144	$z_{об.1,2}' = \frac{144 \cdot 2}{3,1} - \frac{144 \cdot 2}{2} = -50$	3600
T_2	336	$z_{об.1,2}'' = \frac{336 \cdot 2}{3,1} - \frac{336 \cdot 1}{2} = +50$	8400
Между 2-й и 3-й операциями			
T_1	144	$z_{об.2,3}' = \frac{144 \cdot 2}{2} - \frac{144 \cdot 3}{4,6} = +50$	3600
T_2	331	$z_{об.2,3}'' = \frac{331 \cdot 1}{2} - \frac{331 \cdot 3}{4,6} = -50$	8400
T_3	5	$z_{об.2,3}''' = \frac{5 \cdot 1}{2} - \frac{5 \cdot 2}{4,6} = 0$	
Между 3-й и 4-й операциями			
T_1	394	$z_{об.3,4}' = \frac{394 \cdot 3}{4,6} - \frac{394 \cdot 1}{1,4} = -55$	10890
T_2	81	$z_{об.3,4}'' = \frac{81 \cdot 3}{4,6} - \frac{81 \cdot 0}{1,4} = +53$	2146
T_3	5	$z_{об.3,4}''' = \frac{5 \cdot 2}{4,6} - \frac{5 \cdot 0}{1,4} = +2$	270
Между 4-й и 5-й операциями и т.д.			
Итого			

Средняя величина межоперационного оборотного задела, величина незавершённого производства и длительность производственного цикла определяются так же, как и в первом случае.

2.3.3. Расчёт календарно-плановых нормативов МНПЛ с последовательно-партионным чередованием объектов

Многопредметные непрерывно-поточные линии применяются в условиях серийного производства в тех случаях, когда организация однопредметных непрерывно-поточных линий является малоэффективной из-за их неполной загрузки на весь плановый период. Так как программа выпуска одного предмета не обеспечивает полную загрузку линии, подбираются предметы либо разных наименований, либо одного наименования, но разных типоразмеров, сходные между собой конструктивно и технологически и имеющие равное или кратное время выполнения операций.

МНПЛ создаются на предприятиях радиотехники и электроники как для механической обработки деталей, так и для сборки отдельных узлов, блоков (монтажа, настройки, регулировки) и изделия в целом.

На МНПЛ в серийном производстве наиболее распространённым является последовательно-партионное чередование предметов труда (переменно-поточное производство). Изготовление изделий на таких линиях осуществляется партиями, на линии каждый рабочий выполняет одну унифицированную операцию, а рабочие места расположены в строгой технологической последовательности.

Режим работы МНПЛ с последовательно-партионным чередованием предметов труда определяется двумя группами календарно-плановых нормативов (КПН), которые подлежат расчёту и выбору.

Первая группа КПН устанавливает режим работы поточной линии в периоды, когда она работает как ОНПЛ при изготовлении предмета j -го наименования. К этой группе относятся:

- частный такт (ритм) выпуска j -го наименования изделия (r_j);
- число рабочих мест, занятое изготовлением предмета j -го наименования (C_j);
- частная скорость движения конвейера (V_j).

Вторая группа КПН связана с изготовлением разных наименований объектов производства, объединённых на линии, и устанавливает очередность их изготовления. К этой группе относятся:

- размер партии предметов j -го наименования (n_j);
- ритм (периодичность) чередования партии предметов j -го наименования (R_j);
- длительность цикла изготовления партии предметов j -го наименования ($t_{ц}$).

Кроме того, на МНПЛ большое самостоятельное значение имеют и такие календарно-плановые нормативы, как простой рабочих мест в связи со сменой партии предметов на линии ($П_{p,j}$), заделы и незавершённое производство, а также стандартный план.

Расчёт первой группы календарно-плановых нормативов. Многопредметную непрерывно-поточную линию с последовательно-партионным чередованием предметов можно рассматривать как последовательную совокупность однопредметных непрерывно-поточных линий. Поэтому расчёты календарно-плановых нормативов r_j , V_j , C_j производятся по методике расчёта для ОНПЛ.

Однако в зависимости от степени конструктивно-технологического сходства изделий, подбираемых на линию, используется четыре варианта расчётов КПН первой группы.

Первый вариант расчёта КПН. За линией закреплены изделия с одинаковой суммарной трудоёмкостью ($T_a = T_b = \dots = T_j$). В этом случае изготовление всех изделий целесообразно вести с одинаковым тактом, скоростью движения конвейера и идентичным количеством рабочих мест, т.е. $r_{mn} = \text{const}$, $V_{mn} = \text{const}$, $C_{mn} = \text{const}$.

В данном случае линия работает как ОНПЛ, однако конструктивные особенности j -х наименований изделий могут потребовать переналадки оборудования (может и без переналадки). Единый такт (поштучный ритм) определяется по формуле

$$r_{mn} = \frac{F_9 \left(1 - \frac{\alpha_n}{100}\right)}{\sum_{j=1}^H N_{\varepsilon,j}} \text{ мин/шт.}, \quad (42)$$

где F_9 – эффективный фонд времени работы линии в плановом периоде, мин;

α_n – процент потерь рабочего времени на переналадку линии (2-8%);

$N_{\varepsilon,j}$ – программа запуска (если нет брака $N_9 = N_6$) j -го изделия на плановый период времени, шт.;

H – номенклатура изделий, закреплённых за линией.

Количество рабочих мест на линии в данном случае определяется по формуле

$$C_{mn} = \frac{\sum_{j=1}^H N_{\varepsilon,j} T_j}{F_9 \left(1 - \frac{\alpha_n}{100}\right)}, \quad (43)$$

где T_j – суммарная трудоёмкость изготовления j -го наименования изделия, мин.

Скорость движения конвейера определяется по формуле

$$V_{mn} = \frac{l_{np}}{r_{mn}} \text{ м/мин.}, \quad (44)$$

где l_{np} – шаг конвейера (расстояние между осями смежно расположенных предметов на линии). При одностороннем расположении рабочих мест можно принять 1,2-1,5 м, при двустороннем – 0,6-0,8 м.

Второй вариант расчёта КПП. За линией закреплены изделия, суммарная трудоёмкость изготовления которых различна на одной или нескольких операциях ($T_a \neq T_b = T_c = \dots = T_j$). В этом случае целесообразно установить $r_{nn} = \text{const}$, $V_{nn} = \text{const}$, $C_{nn} = \text{var}$, т.е. при переходе с изготовления одного предмета на другой меняется только количество рабочих мест по операциям, трудоёмкость которых различна по предметам труда.

Расчёт такта (ритма) и скорости движения конвейера в данном случае осуществляется аналогично приведенному для первого варианта (формулы (42) и (44)), а количество рабочих мест определяется по каждому j -му виду изделия по формуле

$$C_{nn} = \frac{T_j}{r_{nn}}. \quad (45)$$

Третий вариант расчёта КПП. За линией закреплены изделия, суммарная трудоёмкость изготовления которых различна на большинстве или на всех операциях ($T_a \neq T_b \neq \dots = T_j$). В данном случае целесообразно установить $r_{nn} = \text{var}$, $V_{nn} = \text{var}$, $C_{nn} = \text{const}$, т.е. изменить при переходе от одного изделия к другому такт и скорость конвейера и оставлять постоянным количество рабочих мест.

Частный такт для каждого j -го наименования изделия определяется по формуле

$$r_{nn.j} = \frac{T_j}{C_{nn}} \text{ мин/шт.} \quad (46)$$

Скорость движения конвейера определяется для каждого j -го наименования изделия

$$V_{nn.j} = \frac{l_{np}}{r_{nn.j}} \text{ м/мин.} \quad (47)$$

Количество рабочих мест на линии определяется так же, как и в первом случае (формула (43)).

Четвёртый вариант расчёта КПП. За линией закреплены изделия, суммарная трудоёмкость изготовления которых различна на всех операциях, изделия мелкие и лёгкие ($T_a \neq T_b \neq \dots \neq T_j$). В данном случае целесообразно установить $r_{nn} = \text{var}$, $C_{nn} = \text{const}$, $V_{nn} = \text{const}$, $R_{nn} = \text{const}$.

Количество рабочих мест в данном случае определяется так же, как и в первом случае (формула (43)).

Частный такт для каждого j -го наименования изделий определяется так же, как в третьем случае (формула (46)).

Ритм поточной линии определяется по формуле

$$R_{nn} = r_{nn.j} \cdot P_j \text{ мин/партию,} \quad (48)$$

или

$$R_{nn.j} = r_{nn.A} \cdot P_A = r_{nn.B} \cdot P_B = r_{nn.B} \cdot P_B = \dots = r_{nn.j} \cdot P_j,$$

где P_j – величина транспортной партии по j -му наименованию изделий (подбирается такой размер партии деталей, чтобы производство его на частный такт давало одинаковую величину), шт.

Скорость движения конвейера определяется в данном случае по формуле

$$V_{nn} = \frac{l_{np}}{R_{nn}} \text{ м/мин.} \quad (49)$$

После определения календарно-плановых нормативов 1-й группы осуществляют синхронизацию технологических процессов. По аналогии с ОНПЛ производится расчёт количества рабочих мест по операциям, составляется график синхронности, выбирается тип конвейера, определяются его период, система адресования (при наличии мест-дублёров), а также рассчитываются внутрилинейные заделы – $Z_{техн}$, $Z_{тр}$ и $Z_{рез}$.

Расчёт второй группы календарно-плановых нормативов. Размер партии предметов j -го наименования определяется по формуле

$$P_j = \frac{(100 - \alpha_n) \cdot P_{p.j}}{\alpha_n \cdot r_{nn.j}} \text{ шт.,} \quad (50)$$

где α_n – допустимый процент потерь времени на простои рабочих мест при смене партий предметов на линии ($\alpha_n = 2-8\%$);

$P_{p.j}$ – средняя длительность простоя рабочего места при переналадке линии, мин.

Величина $P_{p.j}$ зависит от формы организации смены объектов на поточной линии. Различают две формы смены объектов. Первая форма предусматривает, что партия изделий j -го наименования, поступивших на первую операцию поточной линии, выпускается с последней операции в полном объёме. В этом случае P_p состоит из двух слагаемых: времени собственной переналадки рабочих мест (t_n) и конвейера и времени ожидания рабочими местами вновь запущенной партии изделий j -го наименования $(2C_{nn} - 1) \cdot r_{nn.j+1}$.

Расчёт ведётся по формуле

$$P_{p.j} = t_n + (2C_{nn} - 1) \cdot r_{nn.j+1} \text{ мин.} \quad (51)$$

Вторая форма смены объектов заключается в том, что из партии изделий j -го наименования на всех рабочих местах образуется переходящий задел (изделия на разных стадиях готовности). В этом случае величина $P_{p.j}$ включает только время, необходимое для переналадки рабочих мест и конвейера, и определяется по формуле

$$P_{p.j} = t_n \text{ мин.} \quad (52)$$

Первая форма смены объектов применяется при малых значениях $r_{mn,j}$ и $C_{mn,j}$, вторая – при значительных величинах $r_{mn,j}$ и $C_{mn,j}$.

Расчётный размер партии, как правило, является величиной минимальной и округляется в большую сторону (за исключением очень трудоёмких и больших предметов).

Окончательный размер партии устанавливается в зависимости от целого ряда экономических и организационно-производственных факторов.

В первую очередь размер партии должен быть согласован с заданной программой выпуска данного j -го наименования предметов и ритмом чередования, т.е. заданная программа выпуска должна быть величиной, кратной по отношению к выбранному размеру партии, а ритм должен быть удобопланируемым, т.е. величина должна укладываться целое число раз в плановый период.

Ритм (период чередования) партии, обусловленный программой выпуска (запуска) изделий и принятым размером партии, определяется по формуле

$$R_j = \frac{T_{пл}}{N_j} \cdot n_j \text{ дней}, \quad (53)$$

где $T_{пл}$ – плановый период времени, выраженный в днях;

N_j – программа выпуска (запуска) j -го наименования изделий на плановый период, шт.

Длительность производственного цикла (время занятости поточной линии изготовлением j -го наименования изделия) определяется по формуле

$$t_{ц,j} = \frac{П_j \cdot r_{mn,j} + П_{п,j}}{480} \text{ см.} \quad (54)$$

Если $П_{п,j} = 0$,

$$t_{ц,j} = \frac{П_j \cdot r_{mn,j}}{480} \text{ см.} \quad (55)$$

Все приведенные выше календарно-плановые нормативы комплексно взаимосвязываются в стандарт-плане поточной линии (рис. 2.5).

Стандарт-план МНПЛ с последовательно-партионным чередованием объектов показывает:

- чередование партии изготавливаемых объектов на линии;
- время занятости линии изготовления партии предметов каждого j -го наименования;
- баланс работы поточной линии за месяц (для рассматриваемого примера он равен 44 сменам – 22 дня при двухсменном режиме работы).

Пример расчёта календарно-плановых нормативов МНПЛ. Допустим, что на МНПЛ собираются и монтируются блоки четырёх различных изделий А, Б, В, Г, которые имеют значительное конструктивное сходство и типовой технологический процесс. МНПЛ сборки и монтажа блоков работает в две смены. Сборку и монтаж блоков предполагается вести на одном непрерывно движущемся распределительном конвейере.

Месячная программа выпуска и суммарная трудоёмкость блоков приведены в табл. 2.10. Наибольшая длительность наладки одного рабочего места $t_n=20$ мин. Потери времени на простои рабочих мест при смене партий изделий $\alpha_n=2\%$.

Таблица 2.10

Информация о программе выпуска продукции

Показатель	Усл. обозначение	Ед. изм.	Изделия			
			А	Б	В	Г
Месячная программа выпуска	N_j	шт.	6000	3200	3400	5500
Суммарная трудоёмкость	T_j	мин	10	14	16	18

Исходный технологический процесс характеризуется различием норм времени по большинству операций. Поэтому принимается третий вариант расчёта КПН линии, т.е. $C_{nn}=\text{const}$, $r_{nn}=\text{var}$, $V_{nn}=\text{var}$.

Расчёт первой группы календарно-плановых нормативов выполняется в такой последовательности:

1. Определяется общее количество рабочих мест (формула (43)).

$$C_{nn} = \frac{6000 \cdot 10 + 3200 \cdot 14 + 3400 \cdot 16 + 5500 \cdot 18}{22 \cdot 8 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 0,98} = 11,9.$$

Принимаем $C_{nn}=12$ рабочих мест на линии.

2. Определяются частные такты по каждому j -му изделию (формула (46)).

$$r_{nn.A} = \frac{10}{12} = 0,83; \quad r_{nn.B} = \frac{14}{12} = 1,16; \quad r_{nn.B} = \frac{16}{12} = 1,33; \quad r_{nn.G} = \frac{18}{12} = 1,5 \text{ мин/шт.}$$

3. Определяются частные скорости движения конвейера (формула (47)). Примем шахматное расположение рабочих мест на конвейере с расстоянием между предметами $l_{np} = 0,7$ м, тогда

$$V_{nn.A} = \frac{0,7}{0,83} = 0,84; \quad V_{nn.B} = \frac{0,7}{1,16} = 0,6;$$

$$V_{nn.B} = \frac{0,7}{1,33} = 0,52; \quad V_{nn.G} = \frac{0,7}{1,5} = 0,46.$$

Затем выбирается вид конвейера, определяются период конвейера (II), система адресования на конвейере, рабочая и полная длина ленты конвейера (формулы (11) и (12)).

Расчёт второй группы КПН выполняется следующим образом.

Прежде чем начать расчёт размера партии предметов труда (формула (50)), необходимо определить, как будет осуществляться смена объектов на рабочих местах: с выпуском всех запущенных экземпляров из партии (формула (51)) или с использованием переходящих заделов (формула (52)).

Выбираем формы смены объектов с выпуском всех запущенных экземпляров (формула (51)) и расчёт ведём в такой последовательности:

1. Определяем среднюю длительность простоя каждого рабочего места при смене объектов производства (см. формулу (51)).

$$P_{p.A} = 20 + (2 \cdot 12 - 1) \cdot 1,16 = 47 \text{ мин};$$

$$P_{p.B} = 20 + (2 \cdot 12 - 1) \cdot 1,33 = 51 \text{ мин};$$

$$P_{p.B} = 20 + (2 \cdot 12 - 1) \cdot 1,5 = 55 \text{ мин};$$

$$P_{p.Г} = 20 + (2 \cdot 12 - 1) \cdot 0,83 = 39 \text{ мин}.$$

2. Определяем размеры партий изделий (см. формулу (50)):

$$P_A = \frac{(100 - 2) \cdot 47}{2 \cdot 0,83} = 2774 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } P_A = 3000 \text{ шт.});$$

$$P_B = \frac{(100 - 2) \cdot 51}{2 \cdot 1,16} = 2164 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } P_B = 3200 \text{ шт.});$$

$$P_B = \frac{(100 - 2) \cdot 55}{2 \cdot 1,33} = 2026 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } P_B = 3400 \text{ шт.});$$

$$P_{Г} = \frac{(100 - 2) \cdot 39}{2 \cdot 1,5} = 1278 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } P_{Г} = 2750 \text{ шт.}).$$

3. Выбираем удобопланируемые ритмы при 22 рабочих днях в месяц:

$$R_{yд} = 22, 11, 2, 1 \text{ дней}.$$

4. Определяет ритмы (периоды чередований) партий изделий (формула (53)):

$$R_A = \frac{22 \cdot 3000}{6000} = 11 \text{ дней}; \quad R_B = \frac{22 \cdot 3200}{3200} = 22 \text{ дня};$$

$$R_B = \frac{22 \cdot 3400}{3400} = 22 \text{ дня}; \quad R_{Г} = \frac{22 \cdot 2750}{5500} = 11 \text{ дней}.$$

5. Определяем количество партий по каждому j -му изделию:

$$K_A = \frac{N_A}{P_A} = \frac{6000}{3000} = 2 \text{ партии}; \quad K_B = \frac{N_B}{P_B} = \frac{3200}{3200} = 1 \text{ партия};$$

$$K_B = \frac{N_B}{P_B} = \frac{3400}{3400} = 1 \text{ партия}; \quad K_{Г} = \frac{N_{Г}}{P_{Г}} = \frac{5500}{2750} = 2 \text{ партии}.$$

6. Определяем длительности производственных циклов партий изделий, расчёт ведётся по формуле (54):

$$T_{ц.А} = \frac{3000 \cdot 0,83 + 47}{960} = 2,6 \text{ дня}; \quad T_{ц.Б} = \frac{3200 \cdot 1,16 + 51}{960} = 3,9 \text{ дня};$$

$$T_{ц.В} = \frac{3400 \cdot 1,33 + 54}{960} = 4,6 \text{ дня}; \quad T_{ц.Г} = \frac{2750 \cdot 1,5 + 39}{960} = 4,3 \text{ дня}.$$

На основании рассчитанных календарно-плановых нормативов строится стандарт-план МНПЛ (рис. 2.5).

Определяем величину линейных заделов для всех наименований предметов. Расчёт ведётся по формулам (17), (19), (21).

$$\begin{aligned} Z_{техн.А} &= 12 \text{ шт.}; & Z_{тр.А} &= 11 \text{ шт.}; \\ Z_{техн.Б} &= 12 \text{ шт.}; & Z_{тр.Б} &= 11 \text{ шт.}; \\ Z_{техн.В} &= 12 \text{ шт.}; & Z_{тр.В} &= 11 \text{ шт.}; \\ Z_{техн.Г} &= 12 \text{ шт.}; & Z_{тр.Г} &= 11 \text{ шт.} \end{aligned}$$

Если принять $Z_{рез. j} = 0,1N_{з. j}$,

$$\begin{aligned} Z_{рез.А} &= 14 \text{ шт.}; \\ Z_{рез.Б} &= 7 \text{ шт.}; \\ Z_{рез.В} &= 8 \text{ шт.}; \\ Z_{рез.Г} &= 13 \text{ шт.} \end{aligned}$$

Определяем общую величину заделов по формуле (22), что составляет величину

$$\begin{aligned} Z_{о.А} &= 12 + 11 + 14 = 37 \text{ шт.}; \\ Z_{о.Б} &= 12 + 11 + 7 = 30 \text{ шт.}; \\ Z_{о.В} &= 12 + 11 + 8 = 31 \text{ шт.}; \\ Z_{о.Г} &= 12 + 11 + 13 = 36 \text{ шт.} \end{aligned}$$

Определяем величину незавершённого производства. Расчёт ведётся по формуле (23):

$$\begin{aligned} H_{ср.А} &= 37 \cdot \frac{10}{2 \cdot 60} = 3 \text{ нормо-ч}; & H_{ср.Б} &= 30 \cdot \frac{14}{2 \cdot 60} = 3,5 \text{ нормо-ч}; \\ H_{ср.В} &= 31 \cdot \frac{16}{2 \cdot 60} = 4 \text{ нормо-ч}; & H_{ср.Г} &= 36 \cdot \frac{18}{2 \cdot 60} = 5,4 \text{ нормо-ч}. \end{aligned}$$

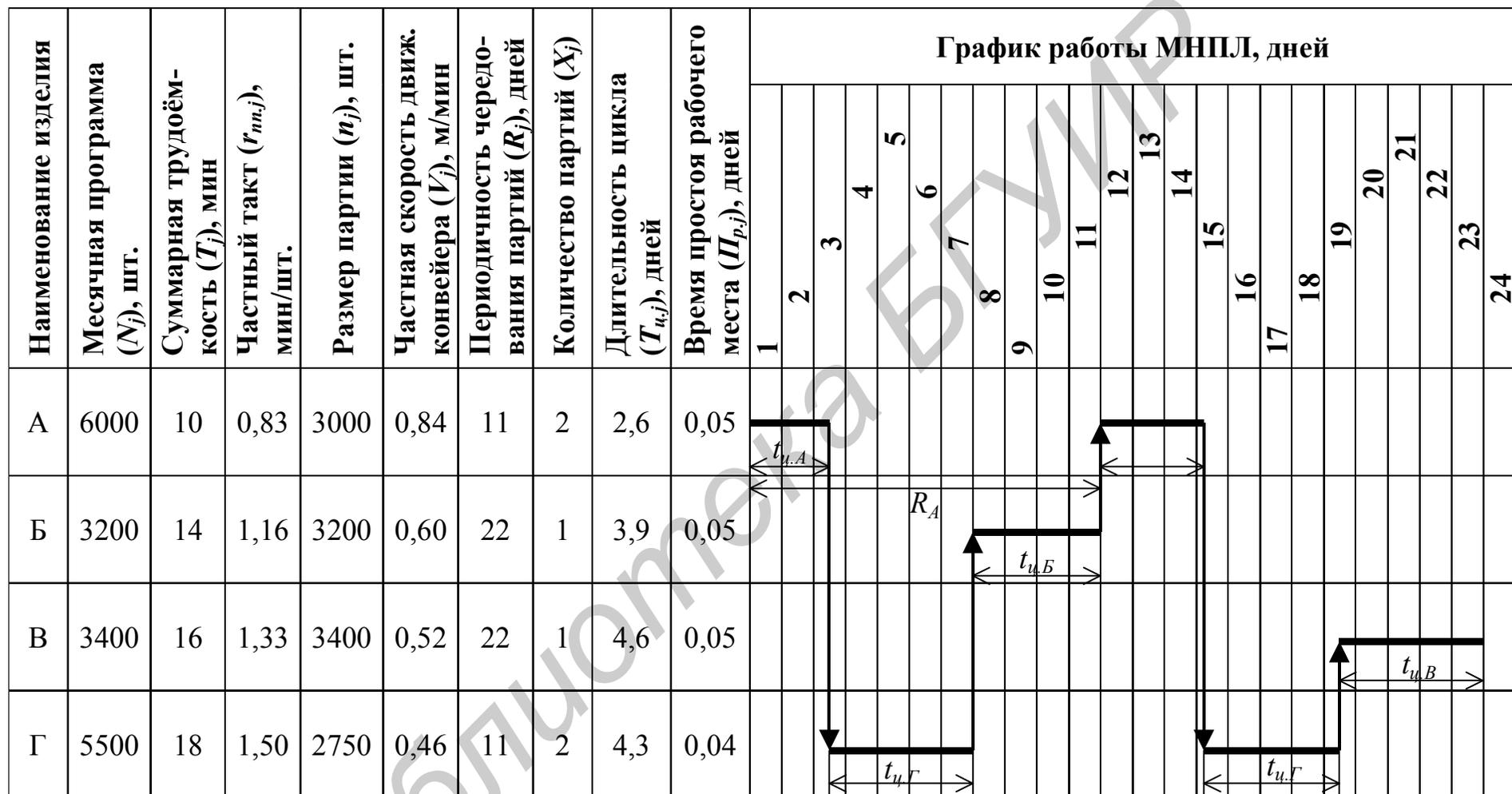


Рис. 2.5. Стандарт-план МНПЛ:

- время изготовления партии изделий j -го наименования;
- очередность обработки партий изделий j -го наименования

2.3.4. Расчёт календарно-плановых нормативов МППЛ с последовательно-партионным чередованием объектов

МППЛ применяются в серийном производстве, главным образом в заготовительных и обрабатывающих цехах предприятий.

Организационные формы МППЛ весьма разнообразны. Наиболее распространёнными являются МППЛ с последовательно-партионным чередованием изделий (переменно-поточные линии).

При организации переменно-поточных МППЛ с последовательно-партионным чередованием период производства партий изделий j -го наименования расчленяется на несколько периодов оборота линий и в каждый период оборота изготавливается только один объект производства.

Для всех объектов в данном случае устанавливаются: одинаковый средний такт и частные ритмы выпуска партий изделий; частные такты и частные ритмы; одинаковый такт и частные ритмы.

Число рабочих мест (станков) для всех объектов производства может быть одинаковым или различным. За рабочим местом закрепляется одна или несколько операций каждого объекта производства. Состав операций технологического процесса для всех объектов производства может быть одинаковым, а может быть и различным по нескольким операциям. Последовательность операций технологического процесса для всех объектов производства сохраняет прямоточность.

Нормы штучного времени могут быть одинаковыми, различными по нескольким общим операциям, различными по всем общим операциям, причём различие по всем общим операциям одностороннее (либо все увеличиваются, либо все уменьшаются) и двустороннее, а также различными по одной общей операции.

Технологическое оснащение: разное для различных объектов производства, требующее переналадки; одинаковое или разное по отдельным объектам производства, требующее или не требующее переналадки.

Для МППЛ с последовательно-партионным запуском предметов труда, как правило, имеют место типовой технологический процесс с одинаковой последовательностью операций, унифицированное технологическое оснащение по однотипным операциям, поштучная передача деталей (изделий) от операции к операции и цепное расположение оборудования (рабочих мест).

Организация работы МППЛ основывается на расчёте двух групп календарно-плановых нормативов.

К первой группе относятся: частный такт (ритм) выпуска изделия j -го наименования (r_j), мин/шт., или (R_j), мин/партию; число станков (рабочих мест) по каждой i -й операции, по всей номенклатуре предметов труда, объединённых на поточной линии (C_{np}).

Ко второй группе относятся: размер партии j -го наименования деталей (из-

делий) (n_j); периодичность (ритмичность) чередования партий j -го наименования деталей ($R_{чep.j}$); длительность производственного цикла обработки партии деталей j -го наименования ($t_{y.j}$).

Расчёт первой группы календарно-плановых нормативов. В зависимости от степени конструктивно-технологического сходства изделий, используются три варианта расчёта КПН первой группы.

Первый вариант. На МППЛ объединяются предметы труда, одинаковые по составу и последовательности технологических операций, с одинаковым штучным временем для всех общих операций по всем объектам, с одинаковым технологическим оснащением для всех объектов (не требуется переналадка оборудования).

В этом случае изготовление всех изделий (деталей) будет вестись с одинаковым средним тактом выпуска и одинаковым числом рабочих мест по каждой i -й операции, т.е. $r_{np.n} = \text{const}$; $C_{np.n} = \text{const}$.

Средний такт выпуска деталей (изделий) определяется по формуле

$$r_{np.n} = \frac{F_9}{\sum_{j=1}^H N_{з.j}}, \quad (56)$$

где F_9 – эффективный фонд времени работы поточной линии в плановом периоде, мин;

$N_{з.j}$ – программа запуска (выпуска) по каждому j -му наименованию изделия на плановый период времени, шт.;

H – номенклатура изделий, закреплённых за линией.

Количество рабочих мест на каждой i -й операции определяется по формуле

$$C_{np.n.i} = \frac{\sum_{j=1}^H N_{з.j} t_{ij}}{F_9 K_8}, \quad (57)$$

где t_{ij} – норма штучного времени i -й операции j -го наименования изделия (детали, узла), мин;

K_8 – коэффициент выполнения норм времени на i -й операции.

Всего рабочих мест на линии определяется по формуле

$$C_{np.n.l} = \sum_{i=1}^m C_{np.n.i}. \quad (58)$$

В этом случае режим запуска различных наименований изделий не регламентируется, а стандарт-план, составленный на один период оборота (T_0) линии, является одинаковым для всех наименований изделий и составляется как

для ОППЛ.

Второй вариант. На МППЛ изготавливаются изделия, имеющие одинаковые (или различные по небольшому количеству операций) состав и последовательность технологических операций, одинаковые (или различные по одной-двум общим операциям) нормы штучного времени, одинаковое или различное технологическое оснащение, не требующее или требующее переналадки.

В этом случае изготовление всех изделий j -го наименования будет вестись с одинаковым средним тактом выпуска и одинаковым или различным числом рабочих мест на каждой i -й операции, т.е. $r_{np.n} = \text{const}$; $C_{np.n} = \text{const}$ или $C_{np.n} = \text{var}$.

При одинаковом среднем такте и одинаковом числе рабочих мест их размер определяется по тем же формулам, что и в первом варианте (формулы (56), (57)); при различном числе рабочих мест их величина определяется по формуле

$$C_{np.n.i} = \frac{t_{ij}}{r_{np.n}}. \quad (59)$$

При последовательно-партионном чередовании объектов производства в один период (кратны периоду оборота линии) на поточной линии производится партия одного, j -го наименования предметов, в последующий (тоже кратный) период после переналадки на линии производится партия другого, $(j+1)$ -го наименования предметов и т.д.

Таким образом, стандарт-план смены партий предметов, составленный, например, на месяц, представляет как бы последовательную совокупность планов отдельных ОППЛ.

Третий вариант. На МППЛ изготавливаются изделия, имеющие одинаковый (или различный по небольшому количеству) состав операций технологического процесса, где сохраняется прямоточность по всем объектам, но детали различных наименований имеют различные нормы штучного времени по всем (или большинству) операциям обработки, технологическое оснащение различное, требуется переналадка оборудования.

В этом случае изготовление всех изделий j -го наименования будет вестись с частными тактами и одинаковым количеством рабочих мест, т.е. $r_{np.n} = \text{var}$, $C_{np.n} = \text{const}$.

Частный такт по каждому j -му наименованию продукции определяется по формуле

$$r_{np.j} = \frac{F_3}{H \sum_{j=1} N_{3.j} T_j} \cdot T_j, \quad (60)$$

где T_j – суммарная трудоёмкость обработки j -го наименования детали (узла, изделия) с учётом K_6 , мин.

Количество рабочих мест (станков), необходимых для выполнения каждой i -й операции, определяется по формуле (57), как и в первом варианте.

Коэффициент загрузки оборудования во всех случаях определяется по формуле

$$K_{з.об} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{np.n.p.i}}{\sum_{i=1}^m C_{np.n.np.i}}, \quad (61)$$

где $C_{np.n.p.i}$ и $C_{np.n.np.i}$ – соответственно расчётное и принятое количество единиц оборудования (рабочих мест).

Расчёт второй группы календарно-плановых нормативов. Размер партии j -го наименования деталей (n_j) определяется по формуле (50). Средняя длительность простоя каждого рабочего места при переходе с изготовления партии изделий одного наименования на партию изделий другого наименования определяется по формулам (51), (52).

При определении размера партии деталей j -го наименования (n_j) на МППЛ должно соблюдаться условие

$$\frac{n_j}{n_{o.j}} \geq 1, \quad (62)$$

кроме того, желательно, чтобы это отношение было целым числом. $n_{o.j}$ – количество деталей, выпускаемых поточной линией за период оборота, определяется по формуле

$$n_{o.j} = \frac{N_{з.j}}{X} T_{o.j} \cdot \sum_1 t_{ц.j} \quad (63)$$

При периоде оборота линии, равном одной смене,

$$n_{oj} = \frac{N_{з.j}}{X} \sum_1 t_{цj} \quad (64)$$

$$\text{или } n_{o.A} = \frac{N_A}{X} \sum_1 t_{ц.A}; \quad n_{o.B} = \frac{N_B}{X} \sum_1 t_{ц.B} \quad \text{и т.д.,}$$

где $\sum_1^X t_{ц.j}$ – суммарная занятость поточной линии j -м наименованием детали (изделия) по всем X партиям в плановом периоде, смен;
 $T_{o.j}$ – период оборота линии при изготовлении j -го наименования деталей, смен.

Суммарная занятость поточной линии j -м наименованием предметов труда в плановом периоде определяется по формуле

$$\sum_1^X t_{ц. j} = \frac{N_{з. j} \cdot r_{np. n. j}}{480} \quad (65)$$

$$\text{или } \sum_1^X t_{ц. A} = \frac{N_A \cdot r_{np. n. A}}{480}; \quad \sum_1^X t_{ц. B} = \frac{N_B \cdot r_{np. n. B}}{480} \quad \text{и т.д.}$$

Периодичность чередования партии j -го наименования деталей (изделий), в соответствии с выбранной партией, определяется по формуле

$$R_{чep. j} = \frac{F_э \cdot n_j}{N_{з. j}} \quad (66)$$

$$\text{или } R_{чep. A} = \frac{F_э \cdot n_A}{N_A}; \quad R_{чep. B} = \frac{F_э \cdot n_B}{N_B} \quad \text{и т.д.,}$$

где $F_э$ – эффективный фонд времени работы линии, дней.

Длительность производственного цикла (занятость МППЛ обработкой партии предметов труда j -го наименования) определяется по формуле

$$t_{ц. j} = \frac{n_j}{n_{o. j}} T_{o. j} \quad (67)$$

$$\text{или } t_{ц. j} = \frac{n_{ц. j} \cdot r_{np. n. j} + \Pi_{p. j}}{480} \text{ смен.}$$

Виды транспортных средств для межоперационного перемещения изделий и межцехового определяются так же, как и для ОППЛ.

Построение стандарт-плана МППЛ. Стандарт-план МППЛ строится на период, равный наибольшему периоду чередования, но не более чем на один месяц. Пример построения стандарт-плана приведен на рис. 2.6.

Стандарт-план МППЛ показывает чередование изделий на линии, время занятости изготовлением каждого изделия j -го наименования, режим работы линии в периоды, когда она работает со своими частными тактами при изготовлении изделий j -го наименования.

Кроме того, строится m графиков стандарт-планов ОППЛ на период оборота линии, так как когда обрабатывается одно j -е изделие, МППЛ работает как ОППЛ. Другими словами, необходимо построить графики работы линии, графики регламентации труда, рассчитать межоперационные оборотные заделы по каждому j -му наименованию изделий. Если $m < 3$, то графики строятся по всем j -м наименованиям изделий, а если $m > 3$, то графики стандарт-планов строятся только для ведущих деталей (изделий), количество которых не должно превышать трёх (рис. 2.7).

Исходными данными для построения стандарт-плана МППЛ являются:

а) месячная (годовая) программа каждого j -го наименования предмета труда N_j , шт.;

б) программа каждого j -го наименования предмета труда за период оборота линии $n_{o. j}$, шт.;

в) период оборота линии $T_{o,j}$, смен;

г) технологический процесс по изготовлению каждого j -го наименования изделия и нормы времени по выполнению каждой i -й операции.

Методика построения стандарт-плана МППЛ с последовательно-партионным чередованием аналогична методике построения стандарт-плана МНПЛ, а методика построения графиков стандарт-планов по каждому j -му изделию аналогична методике построения стандарт-плана для ОППЛ.

В качестве примера рассмотрим третий вариант при расчёте первой группы КПН и первую форму смены объектов производства при расчёте второй группы КПН.

В механообрабатывающем цехе на МППЛ (переменно-поточной) обрабатывается три наименования деталей – А, Б и В. Месячная программа выпуска каждой детали составляет: А = 1800, Б = 2400, В = 3600 шт. Нормы времени выполнения каждой операции соответственно составляют: детали А – $t_1=3,1$, $t_2=3,0$, $t_3=3,2$, $t_4=3,0$; детали Б – $t_1=3,2$, $t_2=3,1$, $t_3=3,1$, $t_4=2,9$; детали В – $t_1=6,25$, $t_2=5,70$, $t_3=4,75$, $t_4=6,15$, $t_5=3,5$ мин.

Режим работы линии – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8 ч. Число рабочих дней в месяце – 20. Потери времени на плановые ремонты – 9% от номинального фонда времени, на переналадку единицы оборудования $t_n = 20$ мин. Рассчитать первую и вторую группы КПН и построить стандарт-план МППЛ.

1. Определяем суммарную трудоёмкость по изделиям, обрабатываемым на МППЛ:

$$T_A = 3,1 + 3,0 + 3,2 + 3,0 = 12,3 \text{ мин};$$

$$T_B = 3,2 + 3,1 + 3,1 + 2,9 = 12,3 \text{ мин};$$

$$T_B = 6,25 + 5,70 + 4,75 + 6,15 = 22,85 \text{ мин.}$$

С учётом пятой операции

$$T_B = 6,25 + 5,70 + 4,75 + 6,15 + 3,5 = 26,35 \text{ мин.}$$

2. Определяем частные такты по каждому j -му наименованию деталей. Расчёт ведётся по формуле (60):

$$r_{np.n.A} = \frac{8 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 0,91 \cdot 60 \cdot 12,3}{1800 \cdot 12,3 + 2400 \cdot 12,3 + 3600 \cdot 22,85} = 1,6 \text{ мин/шт.};$$

$$r_{np.n.B} = \frac{8 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 0,91 \cdot 60 \cdot 12,3}{1800 \cdot 12,3 + 2400 \cdot 12,3 + 3600 \cdot 22,85} = 1,6 \text{ мин/шт.};$$

$$r_{np.n.B} = \frac{8 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 0,91 \cdot 60 \cdot 26,35}{1800 \cdot 12,3 + 2400 \cdot 12,3 + 3600 \cdot 26,35} = 3,2 \text{ мин/шт.}$$

3. Определяем количество рабочих мест, необходимых для выполнения каждой i -й операции. Расчёт производится по формуле (57):

$$C_{np.n.1} = \frac{1800 \cdot 3,1 + 2400 \cdot 3,2 + 3600 \cdot 6,25}{8 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 0,91 \cdot 60 \cdot 1} = \frac{35760}{17472} = 2,04$$

(принимаем $C_{np.n.1} = 2$);

$$C_{np.n.2} = \frac{1800 \cdot 3,0 + 2400 \cdot 3,1 + 3600 \cdot 5,7}{17472 \cdot 1} = \frac{33670}{17472} = 1,92$$

(принимаем $C_{np.n.2} = 2$);

$$C_{np.n.3} = \frac{1800 \cdot 3,2 + 2400 \cdot 3,1 + 3600 \cdot 4,75}{17472 \cdot 1} = \frac{30300}{17472} = 1,73$$

(принимаем $C_{np.n.3} = 2$);

$$C_{np.n.4} = \frac{1800 \cdot 3 + 2400 \cdot 2,9 + 3600 \cdot 6,15}{17472 \cdot 1} = \frac{34500}{17472} = 1,97$$

(принимаем $C_{np.n.4} = 2$);

$$C_{np.n.5} = \frac{3600 \cdot 3,5}{17472 \cdot 1} = \frac{12600}{17472} = 0,72$$

(принимаем $C_{np.n.5} = 1$).

4. Определяем коэффициент загрузки оборудования МППЛ. Расчёт ведётся по формуле (61):

$$K_{з.об} = \frac{2,04 + 1,92 + 1,73 + 1,97 + 0,72}{2 + 2 + 2 + 2 + 1} = 0,93.$$

5. Определяем длительность простоя каждого рабочего места при переходе с изготовления партии деталей одного наименования на партию деталей другого наименования. Расчёт производится по формуле (51):

$$П_{p.A} = 20 + 2 \cdot 8 \cdot 1,6 = 45,6 \text{ мин};$$

$$П_{p.B} = 20 + 2 \cdot 8 \cdot 3,2 = 71,6 \text{ мин};$$

$$П_{p.B} = 20 + 2 \cdot 9 \cdot 1,6 = 48,8 \text{ мин}.$$

6. Определяем размер партии j -го наименования деталей. Расчёт ведётся по формуле (50):

$$n_A = \frac{(100 - 9) \cdot 45,6}{9 \cdot 1,6} = 290 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } n_A = 900 \text{ шт.});$$

$$n_B = \frac{(100 - 9) \cdot 71,2}{9 \cdot 1,6} = 450 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } n_B = 600 \text{ шт.});$$

$$n_B = \frac{(100 - 9) \cdot 48,8}{9 \cdot 3,2} = 154 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } n_B = 900 \text{ шт.}).$$

7. Определяем занятость поточной линии j -м наименованием деталей. Расчёт ведётся по формуле (65):

$$\sum_1^X t_{ц.А} = \frac{N_j \cdot r_{np.n.A}}{480} = \frac{1800 \cdot 1,6}{480} = 6 \text{ смен}; \quad \sum_1^X t_{ц.Б} = \frac{2400 \cdot 1,6}{480} = 8 \text{ смен};$$

$$\sum_1^X t_{ц.В} = \frac{3600 \cdot 3,2}{480} = 24 \text{ смены.}$$

8. Определяем количество деталей, выпускаемых за период оборота линии (T_o), равный одной смене. Расчёт ведётся по формуле (64):

$$n_{o.A} = \frac{N_A}{\sum_1^X t_{ц.А}} = \frac{1800}{6} = 300 \text{ шт.}; \quad n_{o.B} = \frac{N_B}{\sum_1^X t_{ц.Б}} = \frac{2400}{8} = 300 \text{ шт.};$$

$$n_{o.B} = \frac{N_B}{\sum_1^X t_{ц.В}} = \frac{3600}{24} = 150 \text{ шт.}$$

9. Определяем соотношение размера партии деталей j -го наименования, запускаемых в производство, и партий деталей, обрабатываемых за период оборота линии (формула (62)):

$$\frac{n_A}{n_{o.A}} = \frac{900}{300} = 3; \quad \frac{n_B}{n_{o.B}} = \frac{600}{300} = 2; \quad \frac{n_B}{n_{o.B}} = \frac{900}{150} = 6.$$

10. Определяем периодичность чередования партий деталей j -го наименования. Расчёт ведётся по формуле (66):

$$R_{чep.A} = \frac{F_n \cdot n_A}{N_A} = \frac{20 \cdot 900}{1800} = 10 \text{ дней}; \quad R_{чep.B} = \frac{F_n \cdot n_B}{N_B} = \frac{20 \cdot 600}{2400} = 5 \text{ дней};$$

$$R_{чep.B} = \frac{F_n \cdot n_B}{N_B} = \frac{20 \cdot 900}{3600} = 5 \text{ дней.}$$

11. Определяем длительность производственного цикла обработки партии деталей j -го наименования. Расчёт производится по формуле (67):

$$t_{ц.А} = \frac{n_A \cdot r_{np.n.A}}{480} = \frac{900 \cdot 1,6}{480} = 3 \text{ смены}; \quad t_{ц.Б} = \frac{n_B \cdot r_{np.n.B}}{480} = \frac{600 \cdot 1,6}{480} = 2 \text{ смены};$$

$$t_{ц.В} = \frac{n_B \cdot r_{np.n.B}}{480} = \frac{900 \cdot 3,2}{480} = 6 \text{ смен.}$$

12. Строим стандарт-план МППЛ с последовательно-партионным чередованием деталей j -го наименования. Стандарт-план строится в табличной форме (см. рис. 2.6).

13. Строим стандарт-план работы МППЛ по каждому j -му наименованию деталей. График стандарт-плана работы МППЛ по обработке детали А представлен на рис. 2.7, аналогично строятся графики по обработке деталей Б и В.

14. Определяем величину межоперационных оборотных заделов и незавершённого производства. Расчёт заделов по детали А производится по формуле (35) (табл. 2.11). Аналогично расчёт заделов производится по деталям Б и В.

Таблица 2.11

Расчёт межоперационных оборотных заделов при обработке деталей А

Частные периоды	Длительность частного периода, мин	Расчёт межоперационных оборотных заделов детали А	Площадь эпор, дет./мин
Между 1-й и 2-й операциями			
T_1	422	$z'_{1,2} = \frac{422 \cdot 2}{3,1} - \frac{422 \cdot 2}{3} = -9$	1899
T_2	29	$z''_{1,2} = \frac{29 \cdot 2}{3,1} - \frac{29 \cdot 2}{3} = +10$	145
T_3	29	$z'''_{1,2} = \frac{29 \cdot 1}{3,1} - \frac{29 \cdot 1}{3} = -1$	276
Итого			2323
Между 2-й и 3-й операциями			
T_1	422	$z'_{2,3} = \frac{422 \cdot 2}{3} - \frac{422 \cdot 2}{3,2} = +17$	3587
T_2	58	$z''_{2,3} = \frac{58 \cdot 1}{3} - \frac{58 \cdot 2}{3,2} = -17$	493
Итого			4080
Между 3-й и 4-й операциями			
T_1	422	$z'_{3,4} = \frac{422 \cdot 2}{3,2} - \frac{422 \cdot 2}{3,0} = -17$	3587
T_2	58	$z''_{3,4} = \frac{58 \cdot 2}{3,2} - \frac{58 \cdot 1}{3,0} = +17$	493
Итого			4080
Всего			10480

Площадь эпор при обработке детали Б составляет 6787, а детали В – 17790 дет./мин.

15. Определяем среднюю величину задела по каждому j -му наименованию деталей. Расчёт производится по формуле (37):

$$Z_{ср.об.А} = \frac{10480}{480} = 22 \text{ шт.}; \quad Z_{ср.об.Б} = \frac{6787}{480} = 14 \text{ шт.}; \quad Z_{ср.об.В} = \frac{17790}{480} = 37 \text{ шт.}$$

16. Определяем значение незавершённого производства в норма-часах без учёта затрат труда в предыдущих цехах. Расчёт производится по формуле (38):

$$H_A = 22 \cdot \frac{12,3}{2 \cdot 60} = 2,25 \text{ ч}; \quad H_B = 14 \cdot \frac{12,3}{2 \cdot 60} = 1,44 \text{ ч}; \quad H_V = 37 \cdot \frac{26,35}{2 \cdot 60} = 8,12 \text{ ч.}$$

2.3.5. Расчёт календарно-плановых нормативов участка серийной сборки (УСС)

Особенностью организации серийного производства является неполная специализация рабочих мест и как следствие – невозможность их полной загрузки одной операцией. Поэтому за рабочими местами закрепляется по несколько различных операций сборки или монтажа. При этом операции могут относиться как к одной сборочной единице (сборочному подузлу, узлу, изделию), так и к различным. Сборочные процессы на операциях осуществляются партиями. После выполнения операций над каждой партией сборочных единиц, как правило, производится переналадка рабочих мест, затрачивается так называемое подготовительно-заключительное время. Передача предметов труда с одного рабочего места на другое осуществляется также партиями. Поэтому и календарно-плановые нормативы на участке серийной сборки устанавливаются на партию предметов труда. К числу основных из них относятся: размер партии изделий (n), ритм (R) партии, стандарт-план участка серийной сборки, длительность производственного цикла ($t_{ц}$), заделы (Z) и незавершённое производство ($H_{сп}$).

1. Расчёт размера и ритма партии изделий.

Партия – это заранее установленное количество одноимённых предметов труда, изготовленных при одной наладке оборудования (рабочих мест) и, следовательно, при однократных затратах подготовительно-заключительного времени.

Размер партии – очень важный календарно-плановый норматив, оказывающий существенное влияние на производительность труда рабочих, себестоимость изготовления продукции, длительность производственного цикла и объём незавершённого производства.

Размер партии зависит от многих экономических и организационно-производственных факторов, причём действующих в противоположных направлениях. Так, например, увеличение размера партии ведёт к снижению подготовительно-заключительного времени на единицу продукции, следовательно, к росту производительности труда и снижению себестоимости продукции. Но с другой стороны, повышение размера партии ведёт к увеличению длительности производственного цикла, величины заделов, незавершённого производства, а следовательно, и величины оборотных средств. Поэтому правильное определение размера партии имеет важное экономическое значение.

На практике установление размера партии осуществляется, как правило, в два этапа.

На первом этапе определяется минимальный размер партии (n_{\min}). Он определяется по допустимому проценту потерь на подготовительно-заключительное время по следующим формулам:

для одной операции

$$n_{\min} = \frac{(100 - \alpha) \cdot t_{nz.i}}{\alpha \cdot t_{um.i}} \text{ шт.}, \quad (68)$$

для совокупности операций (например участка)

$$n_{\min} = \frac{(100 - a) \cdot \sum_{i=1}^m t_{nz.i}}{a \cdot \sum_{i=1}^m t_{um.i}} \text{ шт.}, \quad (69)$$

где a – допустимые потери рабочего времени на текущий ремонт и подналадку рабочих мест, принимаются в пределах 2-5%;

m – количество операций, выполняемых на рабочих местах участка;

$t_{nz.i}$ – подготовительно-заключительное время на выполнение i -й операции, мин;

$t_{um.i}$ – штучное время на выполнение i -й операции, мин.

В курсовой работе в качестве максимального размера партии (n_{\max}) можно принять месячную программу собираемых изделий.

На втором этапе осуществляется корректировка полученных значений n_{\min} и n_{\max} по всем факторам, не учтённым в расчётах. К числу таких факторов относят:

- необходимость согласованности размера партии изделий и программы их выпуска;
- необходимость согласованности размеров партий на участке, в цехе, между цехами.

Таким образом, в результате проведения первого этапа будут получены пределы нормального размера партии.

$$n_{\min} \leq n_n \leq n_{\max} \text{ шт.} \quad (70)$$

Корректирование же предельных размеров партии всегда начинается с установления удобопланируемых ритмов. Удобопланируемый ритм – это такая его величина, которая укладывается целое число раз в планируемый период. Ряд удобопланируемых ритмов (R) в течение месяца в рабочих днях, например, составляют при 20 рабочих днях: 20, 10, 5, 4, 2, 1; при 21 рабочем дне: 21, 7, 3, 1; при 22 рабочих днях: 22, 11, 2, 1. Неучтённые в рядах (R) один-два рабочих дня в течение месяца являются резервными на случай ликвидации отклонений от плана.

Ритм (периодичность чередования) партии определяется по формуле

$$R_p = \frac{T_{nl} \cdot n_{\min}}{N_{мес}} \text{ дней}, \quad (71)$$

где T_{nl} – продолжительность планового периода, дней;

n_{\min} – минимальный размер партии изделий, шт.;

$N_{мес}$ – заданная программа выпуска (запуска) изделий в планируемом периоде, шт.

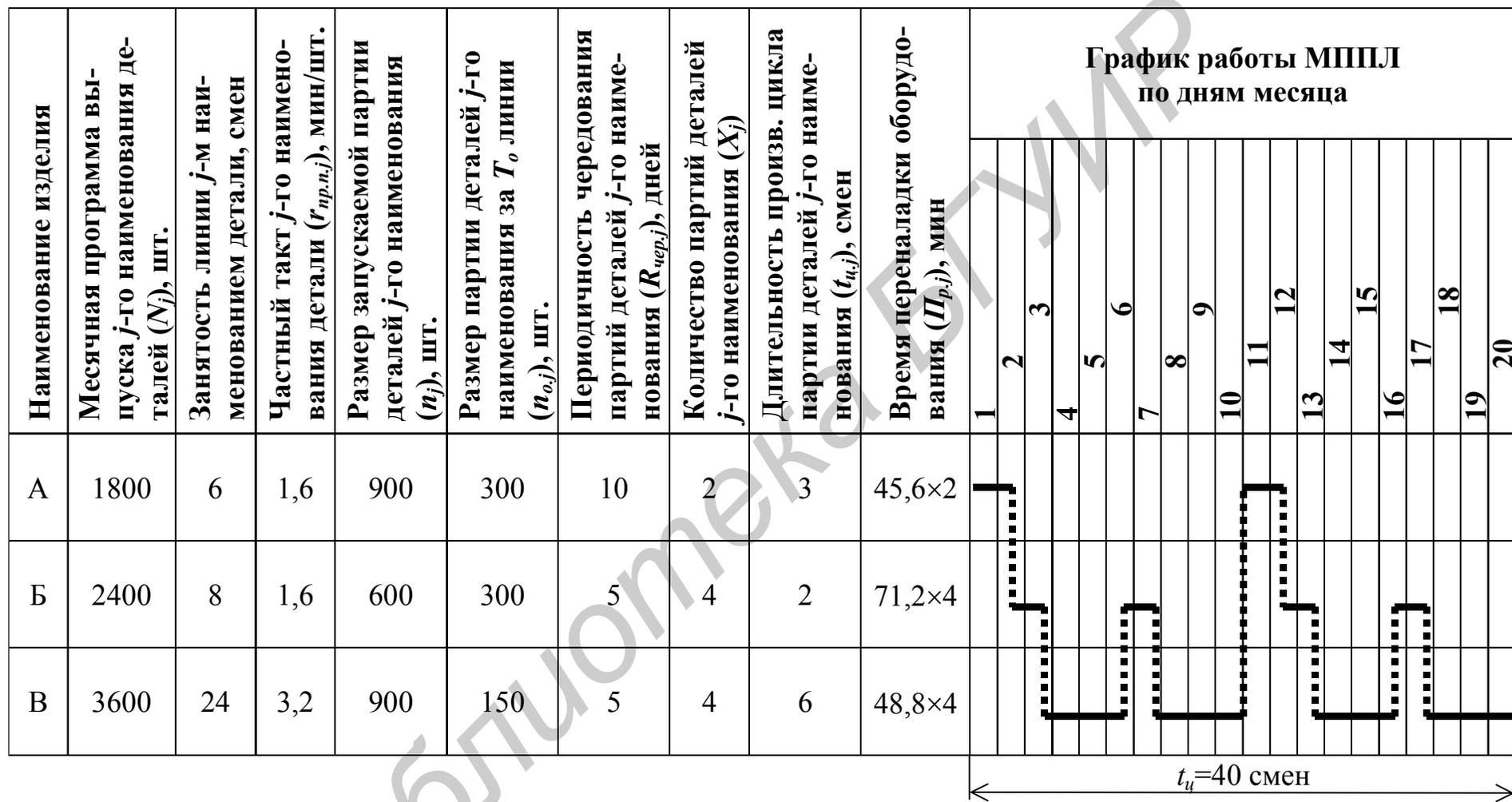


Рис. 2.6. Стандарт-план МППЛ с последовательно-партионным чередованием (t_u включает время обработки деталей $(2 \cdot 3 + 4 \cdot 2 + 4 \cdot 6) = 38$ смен; время на переналадку оборудования $(45,6 \cdot 2 + 71,2 \cdot 4 + 48,8 \cdot 4) = 1,2$ смены; время на проведение плановых ремонтов оборудования – 0,8 смены. Всего 40 смен)

№ операции	Наименование операции	Норма времени ($t_{шт}$), мин	Такт потока ($t_{пр}$), мин/шт.	Кол-во рабочих мест		№ рабочих мест	Загрузка рабочих мест		Порядок обслуж. рабочих мест	График работы оборудования за период оборота линии, равный одной смене (480 мин), и движение оборотных заделов								Программа выпуска дет. за $F_{см} = T_0 = 480$ мин
				расчётное (C_p)	принятое ($C_{пр}$)		в %	в мин		60	120	180	240	300	360	420	480	
										График работы оборудования за период оборота линии, равный одной смене (480 мин), и движение оборотных заделов								
1	Разметочная	3,1	1,6	1,94	2	1	100	480	1									155
						2	94	451	2																	145
2	Токарная	3,0	1,6	1,88	2	3	100	480	3									160
						4	88	422	4																	140
3	Фрезерная	3,2	1,6	2,00	2	5	100	480	5									150
						6	100	480	6																	150
4	Сверлильная	3,0	1,6	1,88	2	7	100	480	7									160
						8	88	422	8																	140
Итого		12,3	1,6	7,70	8	8	77,2											

Рис. 2.7. Стандарт-план МППЛ по обработке детали "А":

- время работы оборудования;
- время простоя оборудования

Если по расчёту получилось число дробное, например, 2,49 дня при $T_{нл} = 21$, то следует выбрать из ряда удобопланируемых ритмов ближайшее целое число. В данном случае надо принять $R_{np} = 3$. Далее в соответствии с принятым R_{np} корректируется размер партии по формуле

$$n_n = R_{np} \cdot \frac{N_{мес}}{T_{нл}} \text{ шт.} \quad (72)$$

При наличии брака на отдельных операциях размер партии изделий устанавливается следующим образом:

– исходя из программы выпуска $N_{в.мес}$ определяется программа запуска $N_{з.мес}$ (см. формулу (30));

– рассчитывается количество партий изделий за плановый период.

Расчёт количества партий изделий ведётся по формуле

$$K_n = \frac{T_{нл}}{R_{np}} \text{ партий.} \quad (73)$$

Расчёт размера партии для каждой операции ведётся по формуле

$$n_n = \frac{N_{з.мес}}{K_n} \text{ шт.} \quad (74)$$

После определения размера партии изделий (n_n) определяется длительность операционного цикла партии изделий по операциям (t_{on}) и по сборочным единицам ($t_{сб.ед}$). Расчёт ведётся по формулам и вносится в табл. 2.12, колонки 9, 10.

$$t_{on.i} = \frac{t'_{ум.i} \cdot n_n + t_{н.з.i}}{60} \text{ ч;} \quad (75)$$

$$t_{сб.ед} = \sum_{i=1}^{K_o} t_{on.i} \text{ ч,} \quad (76)$$

где $t'_{ум.i}$ – штучное время на каждой i -й операции с учётом коэффициента выполнения норм времени, мин;

K_o – количество операций определённой сборочной единицы. Например, сборочная единица АБ включает шесть операций.

Исходя из длительности циклов операций и сборочных единиц строится цикловой график сборки партии изделий: в порядке, обратном ходу технологического процесса, но без учёта загрузки рабочих мест (рис. 2.9, а).

Для достижения равномерности загрузки рабочих мест и рабочих-сборщиков исходя из общей трудоёмкости изготовления партии изделий и принятого ритма определяется необходимое количество рабочих мест. Расчёт ведётся по формуле

$$C_{np} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{on.i}}{R_{np}}, \quad (77)$$

где m – общее количество сборочных операций.

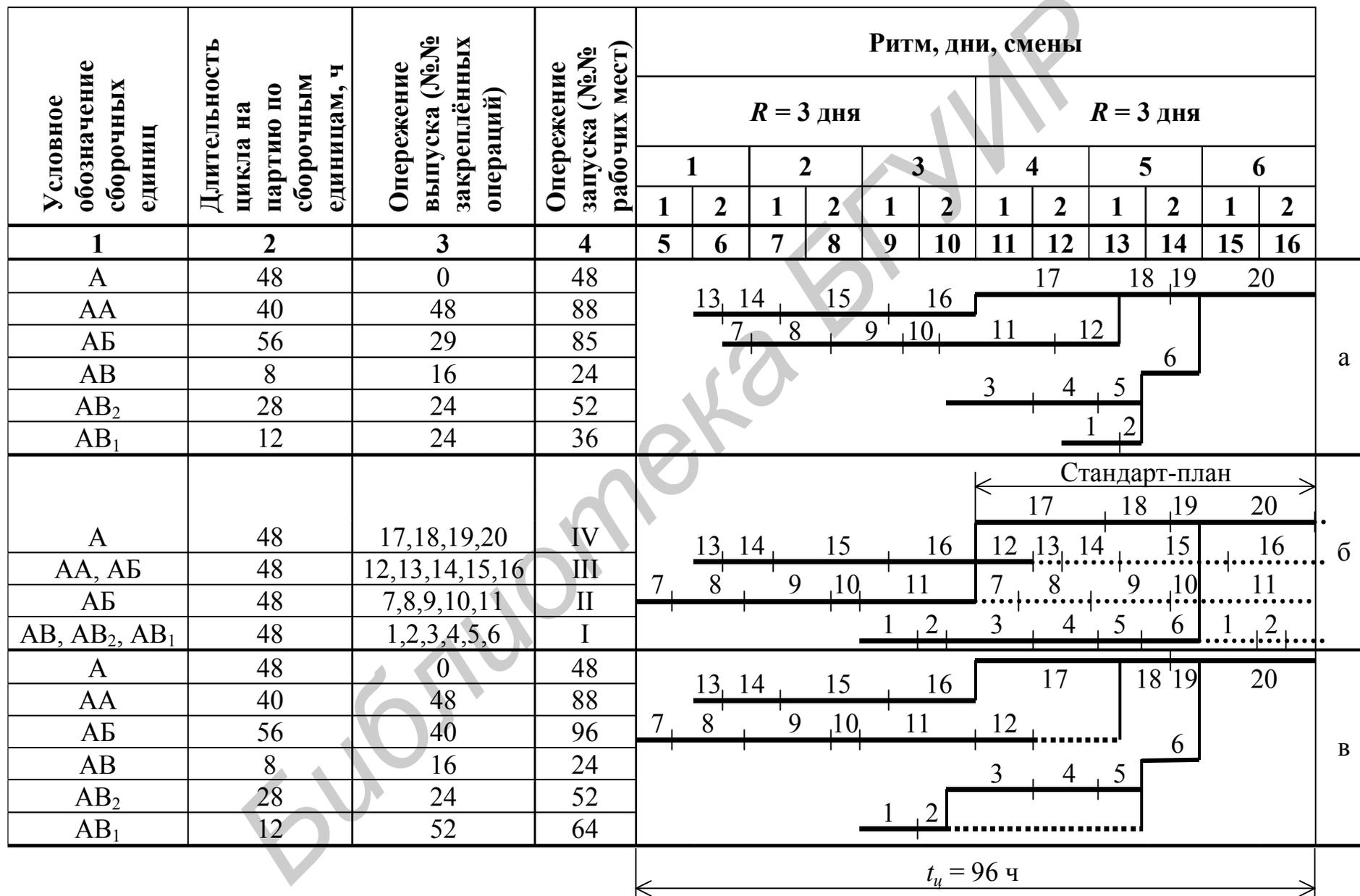


Рис. 2.9. Цикловой график сборки изделия "А"

После определения количества рабочих мест производится закрепление операций за рабочими местами (табл. 2.13) и строятся цикловой график с учётом загрузки рабочих мест и стандарт-план работы сборочного участка (рис. 2.9, б).

Далее строится уточнённый цикловой график сборочного процесса (рис. 2.9, в) и определяются опережение запуска-выпуска всех сборочных единиц и окончательная длительность производственного цикла.

Длительность производственного цикла применительно к участку серийной сборки $t_{ц}$ – это промежуток времени от начала работы по выполнению первой по времени начала операции над партией предметов труда до окончания работы по выполнению последней операции над этой же партией.

Определяется $t_{ц}$ исходя из графика стандарт-плана (см. рис. 2.9, в). В рассматриваемом примере $t_{ц} = 96$ ч.

Заделы на участке серийной сборки – это детали, мелкие сборочные единицы, узлы, подузлы, блоки, запущенные в производство и находящиеся на рабочих местах, но не законченные изготовлением изделия на той или иной технологической стадии. Средняя величина задела на участке серийной сборки определяется по следующим формулам:

в штуках

$$Z_{техн} = \frac{n_n \cdot t_{ц}}{R_{пр}} \text{ шт.}; \quad (78)$$

в партиях

$$Z_{техн} = \frac{t_{ц}}{R_{пр}} \text{ партий}, \quad (79)$$

где $t_{ц}$ – длительность производственного цикла сборки партии предметов труда, дней.

Незавершённое производство – это выраженная в трудоёмкости или в стоимостном выражении, а следовательно, в сопоставимом виде величина заделов.

Средняя величина незавершённого производства в нормо-часах может быть рассчитана по следующим формулам:

а) без учёта затрат труда на предыдущих операциях производства

$$H_{cp} = \frac{Z_{техн} \left(\sum_{i=1}^m t_{ум.i} + \frac{\sum_{i=1}^m t_{нз.i}}{n_n} \right)}{2 \cdot 60} \text{ нормо-ч}; \quad (80)$$

б) с учётом затрат труда на предыдущих стадиях производства

$$H_{cp} = \frac{Z_{техн} \left\{ t_{пред} + \left(\sum_{i=1}^m t_{ум.i} + \frac{\sum_{i=1}^m t_{нз.i}}{n_n} \right) \right\}}{2 \cdot 60} \text{ нормо-ч.} \quad (81)$$

Среднее значение незавершённого производства в рублях может быть выражено без учёта и с учётом затрат на предыдущих стадиях производства. Расчёт можно выполнить с использованием следующих формул:

а) без учёта затрат на предыдущих стадиях производства

$$H_{cp} = Z_{техн} \cdot \frac{C_{ц}}{2} \text{ у.е.}; \quad (82)$$

б) с учётом затрат на предыдущих стадиях производства

$$H_{cp} = Z_{техн} \left(C_{пред} + \frac{C_{ц}}{2} \right) \text{ у.е.}, \quad (83)$$

где $C_{ц}$ – цеховая себестоимость предмета труда, у.е.;

$C_{пред}$ – затраты на предшествующих стадиях обработки, у.е.

Для сборочных цехов $C_{ц}$ можно принять на уровне 85% от полной себестоимости изделий, тогда H_{cp} с учётом затрат на предыдущих стадиях производства примет вид

$$H_{cp} = Z_{техн} \cdot \frac{0,85C_n}{2} \text{ у.е.} \quad (84)$$

Вид и необходимое количество транспортных средств определяется аналогично, как и для ОППЛ.

Пример расчёта КПН УСС. Допустим, имеется участок, на котором осуществляется сборка прибора “А”. Технологический процесс сборки прибора приведен в табл. 2.12 (графы 1-7).

Месячная программа выпуска (N в мес.) составляет 700 шт. Количество рабочих дней в месяце ($T_{пл}$) 21 день. Участок работает в две смены. Потери рабочего времени на текущий ремонт и подналадку рабочих мест примем равными 2%.

1. На основании имеющегося технологического процесса (см. табл. 2.12) строим веерную схему сборочного процесса изделия “А”, собираемого на участке (рис. 2.8). Для этого из технологического процесса выделяется сборка (изготовление) отдельных блоков, узлов, мелких сборочных единиц. Схема показывает, какие сборочные единицы могут собираться параллельно, независимо друг от друга, а какие только последовательно.

Технологический процесс сборки изделия "А"

Условное обозначение сборочной единицы	№ операции сборки	$t_{шт}$, мин	Коэффициент выполнения норм времени (K_e)	Штучное время с учётом K_e ($t'_{шт}$), мин	$t_{н.з}$, мин	Подача сборочной единицы к операции	Размер партии (n_n), шт.	Длительность операционного цикла партии изделий, ч	Длительность операционного цикла партии по сборочной единице, ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AB ₁	1	5,00	1,06	4,7	10	2	100	8	12
	2	2,50	1,09	2,3	10	6	100	4	
AB ₂	3	8,00	1,13	7,1	10	4	100	12	28
	4	6,60	1,12	5,9	10	5	100	10	
	5	4,00	1,14	3,5	10	6	100	6	
AB	6	5,00	1,06	4,7	10	20	100	8	8
AB	7	4,00	1,14	3,5	10	8	100	6	56
	8	6,30	1,07	5,9	10	9	100	10	
	9	7,00	1,07	6,5	10	10	100	11	
	10	3,10	1,03	2,9	10	11	100	5	
	11	10,00	1,05	9,5	10	12	100	16	
	12	5,00	1,06	4,7	10	18	100	8	
AA	13	2,50	1,09	2,3	10	14	100	4	40
	14	5,00	1,06	4,7	10	15	100	8	
	15	10,40	1,09	9,5	10	16	100	16	
	16	8,00	1,12	7,1	10	17	100	12	
A	17	12,00	1,06	11,3	10	18	100	19	48
	18	5,00	1,06	4,7	10	19	100	8	
	19	3,10	1,07	2,9	10	20	100	5	
	20	10,00	1,05	9,5	10	–	100	16	
Итого		122,5	1,06	115,2	200		100	192	192

Примечание. Подготовительно-заключительное время условно взято по 10 мин на каждую операцию.

№ п/п	Наименование сборочных единиц	Схема сборки
1	Изделие	<pre> graph TD A["А 17,18,19,20"] --- AA["АА 13,14,15,16"] A --- AB["АБ 7,8,9,10,11,12"] A --- AV["АВ 6"] AV --- AV1["АВ₁ 1,2"] AV --- AV2["АВ₂ 3,4,5"] </pre>
2	Узлы	
3	Подузлы	

Рис. 2.8. Верная схема сборки изделия “А”

2. Исходя из затрат штучного времени на выполнение всех операций технологического процесса и суммарной величины подготовительно-заключительного времени определяем минимальный размер партии изделий. Расчёт производится по формуле (69) и составляет величину

$$n_{\min} = \frac{(100 - 2) \cdot 200}{2 \cdot 122,5} = 80 \text{ шт.}$$

За максимальный размер принимаем месячную программу изготовления изделий, т.е.

$$n_{\max} = 700 \text{ шт.}$$

3. Определяем ритм (период чередования) партий изделий. Расчёт производится по формуле (71).

$$R_p = \frac{21 \cdot 80}{700} = 2,40 \text{ дня.}$$

Полученный ритм является неудобным (дробное число). Ближайший удобопланируемый ритм равен трём дням, т.е. $R_{np} = 3$ дня.

4. Оптимальный (нормальный) размер партии изделий определяем по формуле (72), он составляет величину

$$n_n = \frac{3 \cdot 700}{21} = 100 \text{ шт.}$$

Полученный размер партии удовлетворяет формуле (70).

$$80 < 100 < 700.$$

5. Количество партий за плановый период определяем по формуле (73).

$$K_n = \frac{21}{3} = 7 \text{ партий.}$$

6. После определения размера партии изделий по формуле (75) рассчитываем длительность операционного цикла изготовления партии по всем операци-

ям технологического процесса, а результат заносим в табл. 2.12, колонка 9. Например, по операции 1 t_{on} составляет 8 ч.

$$t_{on} = \frac{4,7 \cdot 100 + 10}{60} = 8 \text{ ч.}, \text{ или } 1 \text{ смена.}$$

7. После определения длительности операционных циклов производим расчёт длительности цикла по сборочным единицам (см. формулу (76)) и результат заносим в колонку 10 (см. табл. 2.12). Например, по сборочной единице АВ, $t_{сб.ед}$ составляет:

$$t_{сб.ед} = 8 + 4 = 12 \text{ ч.}$$

8. Необходимое количество рабочих мест определяем по формуле (77):

$$C_{np} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{on.i}}{R_{np}} = \frac{192}{3 \cdot 2 \cdot 8} = \frac{192}{48} = 4 \text{ раб. мест.}$$

9. Списочную численность рабочих-сборщиков определяем по формуле, она составляет

$$r_{cn} = K_{cm} \cdot C_{np} \cdot K_{cn} = 2 \cdot 4 \cdot 1,1 = 9 \text{ чел.}$$

10. Закрепление операций за рабочими местами производим с таким расчётом, чтобы обеспечить максимальную загрузку каждого из них. Расчёт и закрепление производим в табличной форме (табл. 2.13).

Таблица 2.13

Закрепление работ за рабочими местами

Продолжительность периода чередования	Номер рабочего места	Условные обозначения сборочных единиц	Номер операции, закреплённой за рабочим местом	Суммарная длительность операционного цикла	Коэффициент загрузки рабочего места
$3 \times 2 \times 8 = 48$	I	АВ ₁ , АВ ₂ , АВ	1, 2, 3, 4, 5, 6	48	1
48	II	АВ	7, 8, 9, 10, 11	48	1
48	III	АВ, АА	12, 13, 14, 15, 16	48	1
48	IV	А	17, 18, 19, 20	48	1

11. Используя схему сборочного процесса, рассчитанную величину ритма, длительность операционных циклов выполнения операций на партию изделий по сборочным единицам, закрепляем операции за рабочими местами и строим стандарт-план участка серийной сборки (см. рис. 2.9, б).

При построении стандарт-плана и определении длительности производственного цикла соблюдается такая последовательность.

11.1. Цикловой график сборочного процесса строится без учёта загрузки рабочих мест (см. рис. 2.9, а).

Необходимость построения этого графика обусловлена требованием соблюдения технологии выполнения работ. При этом, исходя из установленного конечного срока сборки (изготовления) партии предметов труда, на календарный график графически наносятся все длительности операционных циклов, начиная с последней и кончая первой операцией в принятом масштабе.

11.2. На основе циклового графика (см. рис. 2.9, а) и в соответствии с данными закрепления операций за рабочими местами (см. табл. 2.13) строится календарный график с учётом загрузки рабочих мест и соответственно сам стандарт-план участка серийной сборки (см. рис. 2.9, б). При построении календарного графика необходимо стремиться к тому, чтобы длительности циклов отдельных операций графика (см. рис. 2.9, а) являлись как бы проекциями на соответствующие рабочие места в графике (см. рис. 2.9, б). В этом случае, как правило, сохраняется длительность производственного цикла графика (см. рис. 2.9, а), построенного без учёта загрузки рабочих мест. Но это осуществить удаётся не всегда. Иногда для повышения загрузки рабочих мест приходится отодвигать выполнение отдельных операций на более ранние сроки. В приведенном примере приходится сдвинуть сроки начала выполнения операций 1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12. Но это, как видно из рисунка, не повлияло значительно на длительность производственного цикла, которая составила величину 6 дней вместо 5,5 дня.

При построении графика загрузки рабочих мест должно быть обеспечено следующее соблюдение принятой последовательности выполнения операций: полное и непрерывное использование рабочих мест; минимальное пролёживание партий предметов труда в ожидании сборки.

Полностью заполненная часть графика загрузки рабочих мест (это достигается построением двух-трёх партий изделий) и представляет собой стандарт-план работы участка, так как здесь показаны стандартно повторяющиеся сроки выполнения отдельных операций каждым рабочим.

11.3. Далее в соответствии с графиками (см. рис. 2.9, а, б) строится уточнённый график сборочного процесса (см. рис. 2.9, в), который показывает действительную длительность производственного цикла сборки партии изделий на участке ($t_{ц} = 6,0$ дней). Она может быть несколько больше первоначальной (см. рис. 2.9, а), так как выполнение некоторых операций отодвинуто на более ранние сроки. В рассматриваемом примере $t_{ц}$ окончательная и больше первоначальной на одну смену.

Если необходимо построить стандарт-план участка серийной сборки, на котором собирается несколько наименований изделий, то принцип решения этой задачи аналогичен вышеизложенному. Однако при этом следует иметь в виду такие особенности:

- независимо от полученных размеров n_{\min} необходимо назначать единый

ритм и, следовательно, срок выпуска партий предметов;

– необходимо строить несколько (для каждого изделия) графиков сборочного цикла без учёта загрузки рабочих мест или же на одном графике изображать (если это возможно) несколько изделий;

– при построении графика загрузки рабочих мест желательно объединять на одном рабочем месте аналогичные работы, даже если они относятся к разным наименованиям изделий.

Соответственно вышеизложенному должен быть решён вопрос и о построении графика сборочного цикла с учётом загрузки рабочих мест. То есть их будет несколько или один, на котором будет показан ход производственного процесса по ряду изделий.

При разработке стандарт-плана необходимо учитывать также и характер передачи смен рабочими друг другу. Наиболее целесообразна сквозная передача смен (уменьшается t_u со всеми вытекающими последствиями), но при этом требуется повышение ответственности рабочих и наличие доверия друг к другу. Если же не предусмотрена передача смен, т.е. каждая смена работает индивидуально, то заданную программу выпуска изделий делят на число смен, соответственно изменяется ритм партии и затем рассчитывается и строится стандарт-план для каждой смены рабочих.

В приведенном выше примере расчёт и построение стандарт-плана выполнены для случая сквозной передачи предметов по сменам.

12. Расчёт опережения запуска-выпуска сборочных единиц изделия “А” ведём непосредственно на самих графиках в третьей и четвёртой колонках рис. 2.9, а и 2.9, в. В связи с необходимостью смещения запуска сборочных единиц АВ и АВ₁ на более ранние сроки на рис. 2.9, в изменилось и опережение запуска-выпуска этих сборочных единиц.

13. Среднюю величину задела на участке определяем по формулам (78) и (79):

$$Z_{техн} = \frac{100 \cdot 6}{3} = 200 \text{ шт.} \quad \text{или} \quad Z'_{техн} = \frac{6}{3} = 2 \text{ партии.}$$

14. Величину незавершённого производства определяем по формуле (80):

$$H_{cp} = \frac{200 \left(122,5 + \frac{200}{100} \right)}{2 \cdot 60} = 207,5 \text{ нормо-ч.}$$

Если, допустим, полная себестоимость изделия “А” составляет 121,15 у.е., тогда H_{cp} на участке в стоимостном выражении с учётом затрат на предыдущих стадиях производства определяется по формуле (84) и составляет

$$H'_{cp} = 200 \left(\frac{0,85 \cdot 121,15}{2} \right) = 10297,75 \text{ у.е.}$$

2.3.6. Расчёт календарно-плановых нормативов предметно-замкнутого участка (ПЗУ)

На ПЗУ производится полная обработка деталей, в результате которой получается законченная продукция (обработанная деталь).

На практике различают: участки с одинаковыми или однородными технологическими процессами или маршрутами движения деталей; участки разнообразных деталей, сходных по конфигурации и операциям обработки; участки деталей, сходных по габаритам и операциям обработки.

Для организации работы таких участков необходимо рассчитывать следующие КПН: размеры партии деталей (n_j); периодичность чередования партий деталей ($R_{np.j}$); число партий по каждому j -му наименованию деталей X_j ; количество единиц оборудования по каждой операции ($C_{np.i}$) и коэффициента его загрузки ($K_{з.и}$); пооперационно-поддетальный стандарт-план; продолжительность производственного цикла обработки партии деталей каждого j -го наименования ($T_{ц.ж}$); нормативы заделов (Z_j) и незавершённого производства ($H_{сп.ж}$).

В основу расчёта КПН закладываются: программа выпуска деталей каждого наименования (N_j); технологический процесс и нормы времени обработки деталей каждого наименования по конкретной операции ($t_{ум.ij}$) и нормы подготовительно-заключительного времени ($t_{н.з.ij}$); допустимые потери времени на переналадку и плановые ремонты оборудования ($t_{н.о}$); число рабочих дней в плановом периоде (D_p); продолжительность рабочей смены ($t_{см}$); режим работы участка ($K_{см}$).

Размер партии по каждому j -му наименованию деталей определяется, как правило, в два этапа.

На первом этапе устанавливается расчётная (минимальная) величина размера партии деталей j -го наименования.

$$n_{\min j} = \frac{(100 - a_{об}) \sum_{i=1}^m t_{н.з.ij}}{a_{об} \sum_{i=1}^m t_{ум.ij}}, \quad (85)$$

где $a_{об}$ – допустимый процент потерь времени на текущий ремонт и переналадку оборудования ($a_{об} = 2-5\%$);

m – число операций j -го наименования деталей.

За максимальный размер партии деталей j -го наименования может быть принята месячная программа выпуска ($N_{м.ж}$).

Второй этап определения размера партии деталей j -го наименования заключается в корректировке полученных размеров партии деталей, т.е. $n_{\min.j}$ и $n_{\max.j}$. Порядок нормального (оптимального) размера партии ограничен неравенством

$$n_{\min.j} \leq n_{н.ж} \leq n_{\max.j}. \quad (86)$$

Корректировка предельных размеров партии деталей j -го наименования начинается с установления удобопланируемых ритмов. Их величина зависит от количества рабочих дней в месяце: в месяце 22 рабочих дня – удобопланируемыми ритмами являются – 22, 11, 2, 1 день; в месяце 21 рабочий день – 21, 7, 3, 1; в месяце 20 рабочих дней – 20, 10, 5, 4, 2, 1.

Период чередования партий деталей j -го наименования ($R_{np.j}$) рассчитывается по формуле

$$R_{np.j} = \frac{D_p \cdot n_{\min.j}}{N_{n.j}}. \quad (87)$$

Если по расчёту получаются дробные числа, то из ряда удобопланируемых ритмов выбираются ближайшие целые числа.

Далее для всех j -х наименований деталей ПЗУ принимается общий (максимальный из всех принятых) период чередования. После этого корректируются размеры партий деталей каждого j -го наименования по формуле

$$n_{n.j} = \frac{R_{np.j} \cdot N_j}{D_p}. \quad (88)$$

Число партий по каждому j -му наименованию деталей (X_j) определяется по формуле

$$X_j = \frac{N_j}{n_{n.j}}. \quad (89)$$

Число единиц оборудования по каждой i -й операции ($C_{p.i}$) определяется по формуле

$$C_{p.i} = \frac{\sum_{j=1}^H N_j t_{um.ij} + \sum_{J=1}^H X_j t_{n.o.ij} + \sum_{j=1}^H t_{n.z.ij}}{60 F_9 K_6}, \quad (90)$$

где H – номенклатура обрабатываемых деталей, шт.;

F_9 – эффективный фонд времени работы оборудования за установленный период, ч;

K_6 – коэффициент выполнения норм времени (можно принять 1-1,05).

Рекомендуется расчёт числа единиц оборудования по операциям и коэффициент его загрузки вести в табличной форме (табл. 2.15).

Построение стандарт-плана

1. Для построения стандарт-плана необходимо рассчитать длительность операционного цикла каждой партии деталей j -го наименования. Расчёт ведётся по формуле

$$T_{ц.on.ij} = \frac{n_{n.j} t_{um.ij} + t_{n.z.ij}}{60 K_6 t_{cm}}. \quad (91)$$

Рекомендуется расчёт $T_{ц.on.ij}$ по каждой i -й операции каждого j -го наименования деталей вести в табличной форме (табл. 2.14).

2. Стандарт-план строится на определённый период времени в соответствии с периодом чередования партий деталей j -го наименования. Исходя из установленного срока изготовления партии деталей j -го наименования, на календарный план наносится время операционных циклов обработки каждой партии деталей j -го наименования по операциям производственного процесса, начиная с последней и кончая первой (в порядке, обратном ходу технологического процесса), без учёта загрузки оборудования (рис. 2.10, а). Далее производится закрепление j -х наименований деталей за каждым станком и устанавливается последовательность их обработки, строится график (рис. 2.10, б), при этом должна обеспечиваться наиболее полная загрузка оборудования и занятость рабочих-станочников.

На этом же графике строится собственно стандарт-план, где должны быть представлены стандартные сроки выполнения всех операций обработки партий деталей каждого j -го наименования.

После построения графика (рис. 2.10, б) строится уточнённый график (рис. 2.10, в) технологического цикла обработки деталей каждого наименования с учётом загрузки рабочих мест. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы время цикловых операций графика (рис. 2.10, б) являлось проекциями графика (рис. 2.10, в). По этому графику определяются продолжительность технологического цикла партий каждого наименования, опережение запуска-выпуска, время пролёживания партий деталей в ожидании высвобождения оборудования от обработки предыдущей партии и общая продолжительность производственного цикла комплекта партий деталей ($T_{ц.к}$), изготавливаемых на ПЗУ.

Определение среднего размера заделов по каждому j -му наименованию деталей производится по формуле

$$Z_j = \frac{n_{н.ж} T_{ц.ж}}{R_{np}}. \quad (92)$$

Величина незавершённого производства без учёта затрат труда на предыдущих стадиях обработки деталей определяется по формуле

$$H_{сп.ж} = Z_j \left(\sum_{i=1}^m t_{ум.ij} + \frac{\sum_{i=1}^m t_{н.з.ij}}{n_{н.ж}} \right) K_n. \quad (93)$$

Пример расчёта КПН ПЗУ. Допустим, имеется ПЗУ, на котором обрабатывается три наименования деталей: А, Б и В. Технологический процесс, нормы времени выполнения операций, подготовительно-заключительное время и время на переналадку оборудования представлены в табл. 2.14.

Месячная программа выпуска: $N_A = 1400$ шт.; $N_B = 2100$ шт.; $N_V = 1750$ шт. Количество рабочих дней в месяце $D_p = 21$ день. Режим работы участка $K_{см} = 2$ смены. Потери рабочего времени на плановые ремонты и переналадку оборудования $a_{об} = 2\%$.

Исходные данные

Наименование операции	Разряд работы	Номенклатура деталей								
		А			Б			В		
		$t_{шт.А}$, мин	$t_{н.з.А}$, мин	$t_{н.о.А}$, мин	$t_{шт.Б}$, мин	$t_{н.з.Б}$, мин	$t_{н.о.Б}$, мин	$t_{шт.В}$, мин	$t_{н.з.В}$, мин	$t_{н.о.В}$, мин
1.Токарная	4	3,53	15	20	3,95	15	20	2,82	15	20
2.Фрезерная	3	2,33	15	20	4,75	15	20	3,78	15	20
3.Шлифовальная	5	5,95	10	20	5,57	10	20	7,64	10	20
Итого		11,81	40	60	14,27	40	60	14,24	40	60

1. Используя таблицу исходных данных, по формуле (85) определяем минимальный размер партии деталей j -го наименования:

$$n_{\min.A} = \frac{(100 - 2) \cdot 40}{2 \cdot 11,81} = 166 \text{ шт.}; \quad n_{\min.B} = \frac{(100 - 2) \cdot 40}{2 \cdot 14,27} = 137 \text{ шт.};$$

$$n_{\min.B} = \frac{(100 - 2) \cdot 40}{2 \cdot 14,24} = 138 \text{ шт.}$$

2. За максимальный размер принимаем месячную программу каждого изделия j -го наименования:

$$N_A = 1400 \text{ шт.}; \quad N_B = 2100 \text{ шт.}; \quad N_V = 1750 \text{ шт.}$$

3. Определяем период чередования и удобопланируемые ритмы для каждого изделия j -го наименования. Расчёт ведётся по формуле (87):

$$R_{p.A} = \frac{21 \cdot 166}{1400} = 2,49 \text{ дня} \quad (\text{принимаем } R_{np.A} = 3 \text{ дня});$$

$$R_{p.B} = \frac{21 \cdot 137}{2100} = 1,37 \text{ дня} \quad (\text{принимаем } R_{np.B} = 1 \text{ день});$$

$$R_{p.V} = \frac{21 \cdot 138}{1750} = 1,67 \text{ дня} \quad (\text{принимаем } R_{np.V} = 3 \text{ дня}).$$

4. Определяем общий период чередования для всех изделий j -го наименования. Выбираем наибольшее значение из всех принятых, т.е. $R_{np} = 3$ дня.

5. Определяем оптимальный размер партии деталей j -го наименования. Расчёт производится по формуле (88):

$$n_{н.А} = 3 \cdot \frac{1400}{21} = 200 \text{ шт.}; \quad n_{н.Б} = 3 \cdot \frac{2100}{21} = 300 \text{ шт.}; \quad n_{н.В} = 3 \cdot \frac{1750}{21} = 250 \text{ шт.}$$

Таблица 2.15

Расчётные показатели	Месячная программа (N_j), шт.	Количество партий (X_j), шт.	Виды операций											
			Токарная				Фрезерная				Шлифовальная			
			Модели станков (групп оборудования)											
			1К62				6М83Ш				3А110В			
			$t_{шт}$, мин	$t_{н.з}$, мин	$t_{н.о}$, мин	T_{ij} , ч	$t_{шт}$, мин	$t_{н.з}$, мин	$t_{н.о}$, мин	T_{ij} , ч	$t_{шт}$, мин	$t_{н.з}$, мин	$t_{н.о}$, мин	T_{ij} , ч
1. Деталь А	1400	7	3,53	15	20	84,95	2,33	15	20	56,95	5,95	10	20	141,33
2. Деталь Б	2100	7	3,95	15	20	140,83	4,75	15	20	168,83	5,57	10	20	197,45
3. Деталь В	1750	7	2,82	15	20	84,83	3,78	15	20	112,83	7,64	10	20	225,33
Итого	–	–	–	–	–	310,61	–	–	–	338,61	–	–	–	564,11
1. Коэффициент выполнения норм времени (K_g)	–	–	–	–	–	1,00	–	–	–	1,00	–	–	–	1,00
2. Эффективный фонд времени работы оборудования (F_9), ч	–	–	–	–	–	322	–	–	–	322	–	–	–	322
3. Расчётное количество единиц оборудования (C_p)	–	–	–	–	–	0,96	–	–	–	1,03	–	–	–	1,75
4. Принятое количество единиц оборудования (C_{np})	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1	–	–	–	2
5. Коэффициент загрузки оборудования (K_3)	–	–	–	–	–	0,96	–	–	–	1,03	–	–	–	0,88

Расчёт потребного количества единиц оборудования

6. Определяем количество партий деталей по каждому j -му наименованию. Расчёт ведётся по формуле (89):

$$X_A = \frac{1400}{200} = 7; \quad X_B = \frac{2100}{300} = 7; \quad X_C = \frac{1750}{250} = 7.$$

7. Расчёт потребного количества единиц оборудования по каждой i -й операции производим по формуле (90) в табличной форме (см. табл. 2.15).

8. Построение стандарт-плана ПЗУ.

Для построения стандарт-плана необходимо рассчитать длительность операционного цикла каждой партии деталей j -го наименования ($T_{ц.оп.ij}$). Расчёт производится по формуле (91) и результаты сводятся в табл. 2.16. Например, для изделия А первой (токарной) операции

$$T_{ц.оп.1A} = \frac{200 \cdot 3,53 + 15}{60 \cdot 1 \cdot 8} = 1,5 \text{ смены.}$$

Аналогично расчёт производится по всем операциям и всем j -м наименованиям деталей.

Таблица 2.16

Расчёт длительности операционных циклов по каждой i -й операции
каждого j -го изделия

Расчётные показатели	Длительность цикла обработки деталей j -го наименования по каждой i -й операции, смены		
	А	Б	В
Размер партии деталей, шт.	200	300	250
1. Токарная операция	1,5	2,5	1,5
2. Фрезерная операция	1,0	3,0	2,0
3. Шлифовальная операция	2,5	3,5	4,0
Итого $T_{ц.оп.j}$	5,0	9,0	7,5

На основании расчётных данных табл. 2.16 строим стандарт-план предметно-замкнутого участка и определяем опережения запуска-выпуска партий деталей и продолжительность производственного цикла комплекта каждой партии деталей (см. рис. 2.10).

Из приведенного примера продолжительность производственного цикла составляет соответственно: $T_{ц.А} = 7,5$ см; $T_{ц.Б} = 9$ см; $T_{ц.В} = 9$ см, а общая продолжительность производственного цикла комплекта партий деталей $T_{ц.к} = 11,5$ см. Время опережения запуска-выпуска изделий j -го наименования показано на рис. 2.10, в.

9. Среднюю величину заделов на участке определяем по формуле (92), для

рассматриваемого примера она составляет:

$$Z_A = 200 \cdot \frac{7,5}{3 \cdot 2} = 250 \text{ шт.}; \quad Z_B = 300 \cdot \frac{9}{3 \cdot 2} = 450 \text{ шт.}; \quad Z_B = 250 \cdot \frac{9}{3 \cdot 2} = 375 \text{ шт.}$$

Величину незавершённого производства определяем по формуле (93).

$$H_{cp.A} = 250 \cdot \frac{11,81}{2 \cdot 60} = 24,6 \text{ нормо-ч}; \quad H_{cp.B} = 450 \cdot \frac{14,27}{2 \cdot 60} = 53,5 \text{ нормо-ч};$$

$$H_{cp.B} = 375 \cdot \frac{14,24}{60 \cdot 2} = 44,5 \text{ нормо-ч.}$$

Виды транспортных средств для межоперационного и межцехового перемещения деталей определяются аналогично как и для ОППЛ.

2.4. Планирование и расчёт площади участка

2.4.1. Планировка производственного участка

Планировка производственного участка (цеха) – это план расположения технологического оборудования и рабочих мест на производственной площади. На плане кроме оборудования (рабочих мест) должны быть также показаны: строительные элементы здания – стены, колонны, дверные и оконные проёмы, другие элементы; основной производственный инвентарь – верстаки, плиты, складочные площадки для материалов (ММ); площадки для размещения магазинов для накопления деталей (МД), хранения инструментов (МИ), приспособлений (МП); площадки для размещения столов для проведения контроля качества продукции (КК); площади, необходимые для подъёмно-транспортных средств – мостовых и других кранов, электрических и других тележек, электрокар и робоэлектрокар, конвейеров различных видов (подвесных, ленточных, пластинчатых, распределительных и др.); площади, занимаемые скатами, склизами, желобами, лотками, собираемыми из секций и устанавливаемыми с уклоном 1:10 – 1:15.

Расположение оборудования и других элементов на производственной площади зависит от характера обрабатываемых деталей, габаритных размеров оборудования, вида транспортных средств, уровня механизации и автоматизации, степени участия человека в производственном процессе, постоянства и разнообразия номенклатуры обрабатываемых деталей и других факторов.

Планировка участка зависит от конструкции производственного здания и характера изготавливаемых деталей и изделий, а также от характера и вида используемого оборудования и транспортных средств.

При планировке поточных линий могут быть выбраны различные формы: прямые, круговые, овальные, зигзагообразные, V-образные, Г-образные, П-образные и другие, располагаемые вдоль оси пролёта.

Рабочие места поточных линий располагаются вдоль конвейера с одной или с двух сторон (рис. 2.11).

При планировке УСС, ПЗУ рабочие места, станки могут быть расположе

Условное обозначение	$T_{ц.оп.ij}$, смен	Оперезрение выпуска	Оперезрение запуска	Период чередования, дней, смен																				
				$R_{чер. j} = 3 \text{ дня}$			$R_{чер. j} = 3 \text{ дня}$			$R_{чер. j} = 3 \text{ дня}$			$R_{чер. j} = 3 \text{ дня}$											
				1		2	3		4	5		6	7		8		9		10		11		12	
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		1	2	1	2	1	2	1	2
А	5,0	0	5,0																					
Б	9,0	0	9,0																					
В	7,5	0	7,5																					
Усл. обозн.	$T_{ц.оп.ij}$, смен	№ операции	№ раб. места																					
В	4	3	IV Ш																					
А, Б	2,5; 3,5	3	III Ш																					
А, Б, В	1; 3; 2	2	II Ф																					
А, Б, В	1,5; 2,5; 1,5	1	I Т																					
Усл. обозн.	$T_{ц.оп.ij}$, смен	Опер. вып.	Опер. зап.																					
А	5,0	0	7,5																					
Б	9,0	2,5	11,5																					
В	7,5	0	9,0																					

Рис. 2.10. Цикловой график предметно-замкнутого участка:

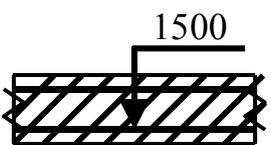
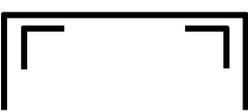
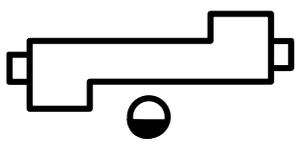
- обработка детали;
- — пролёживание детали в ожидании высвобождения станка;
- — зависимость между смежными операциями

ны параллельно трассе движения транспортных средств в один, два или более рядов, вдоль или под углом к оси пролёта. При этом необходимо исходить из требований основных принципов производственных процессов – максимального обеспечения прямоточности и непрерывности, что обеспечивается расположением оборудования (рабочих мест) в порядке последовательности технологических операций. Всячески избегать возвратных и перекрещивающихся маршрутов движения изделий или деталей.

При разработке планировки участка (ОНПЛ, ОППЛ, МНПЛ, МППЛ, УСС, ПЗУ) используются условные обозначения (табл. 2.17), габаритные размеры оборудования, транспортных средств (указываются в таблице исходных данных).

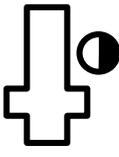
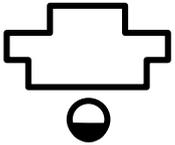
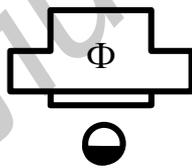
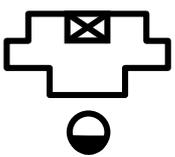
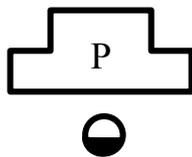
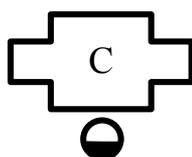
Таблица 2.17

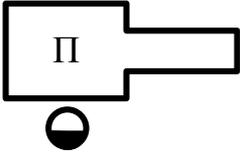
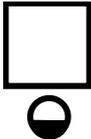
Условные обозначения

Объект	Условное обозначение	Объект	Условное обозначение
Строительные элементы		Проезд	
Капитальная стена		Колонна металлическая	
Сплошная перегородка		Колонна железобетонная	
Остеклённая перегородка		Люк	
Перегородка с сеткой		Тоннель, канал (с отметкой уровня пола)	
Металлическая перегородка на каркасе		Технологическое оборудование	
Ворота, дверь двупольная		Токарно-револьверный станок	

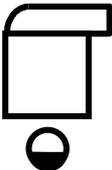
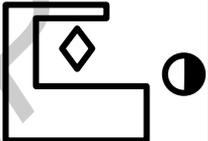
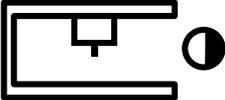
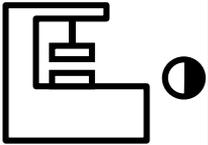
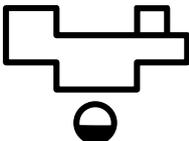
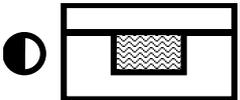
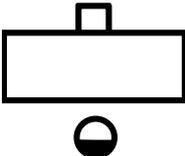
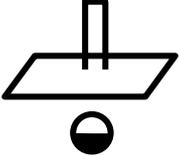
Граница цеха, участка		Токарный многорезцовый автомат	
-----------------------	---	--------------------------------	---

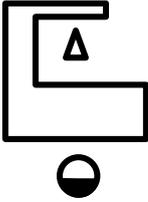
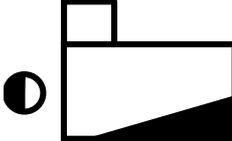
Продолжение табл. 2.17

Объект	Условное обозначение	Объект	Условное обозначение
Токарный полуавтомат вертикальный		Шлицешлифовальный станок	
Вертикально-сверлильный станок		Горизонтально-фрезерный станок	
Настольно-сверлильный станок		Шпоночно-фрезерный станок	
Радиально-сверлильный станок		Круглошлифовальный станок	
Вертикально-фрезерный станок		Плоскошлифовальный станок	
Расточный станок		Резьбошлифовальный станок	
Горизонтально-сверлильный станок		Вертикально-протяжной станок	

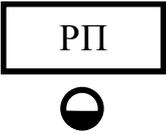
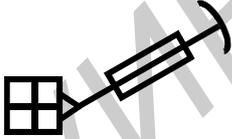
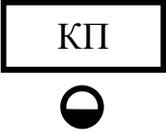
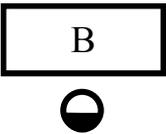
Горизонтально-протяжной станок		Пресс	
--------------------------------	---	-------	---

Продолжение табл. 2.17

Объект	Условное обозначение	Объект	Условное обозначение
Оборудование для ориентированной резки материалов		Оборудование для холодной, ультразвуковой и лазерной сварки	
Оборудование для скрайбирования и ломки пластин		Термическая печь	
Оборудование для промывки пластин, нанесения и удаления фоторезиста		Оборудование для пайки	
Оборудование для сушки пластин		Оборудование для сборки полупроводниковых приборов	
Токарно-винторезный станок		Оборудование для химической и электрохимической очистки поверхности пластин	
Оборудование напыления и выращивания плёнок		Средства измерительные для межоперационного выходного контроля изделий электронной техники	

Оборудование для электроконтактной сварки, в том числе термокомпрессионной		Технологическое оборудование, существующее в цехе, непереставляемое	
--	---	---	---

Продолжение табл. 2.17

Объект	Условное обозначение	Объект	Условное обозначение
Размёточная плита		Кран поворотный у колонны	
Контрольная плита		Рольганг оди-нарный	
Верстак		Скат, склиз	
Контрольный стол		Пластинчатый транспортёр	
Резервное ме-сто под обору-дование		Подвесной цепной конвейер	
Подъёмно-транспортное оборудование		Подъём и спуск подвесного цепного конвейера	
Электрический мостовой кран		Монорельс с пневматическим подъёмником	

Монорельс с тельфером		Тара	
Кран-балка опорная		Электроинструмент на монорельсе	
Кран-балка подвесная			

Окончание табл. 2.17

Объект	Условное обозначение	Объект	Условное обозначение
Подвод промышленных жидкостей, газов и энергоносителей		То же, 3 атм	
Подвод холодной воды		Подвод эмульсии	
Подвод холодной воды с отводом в канализацию		Подвод масла (сульфофрезолола)	
Подвод холодной воды с раковиной на стене		Подвод газа	
То же, холодной и горячей воды		Местный вентиляционный отсос	
Подвод пара		Подвод спец. токов	
Слив отработанной охлаждающей жидкости		Местное освещение	

Подвод сжатого воздуха 6 атм			
---------------------------------	---	--	--

Планировка выполняется в масштабе 1:100 с соблюдением допустимых расстояний между станками и строительными элементами, между станками в зависимости от их расположения (табл. 2.18, рис. 2.11). Желательно возле габаритного контура оборудования и других элементов указать условными обозначениями места подводки энергоносителей: воды, сжатого воздуха, электроэнергии и т.д.

Библиотека БГУИР

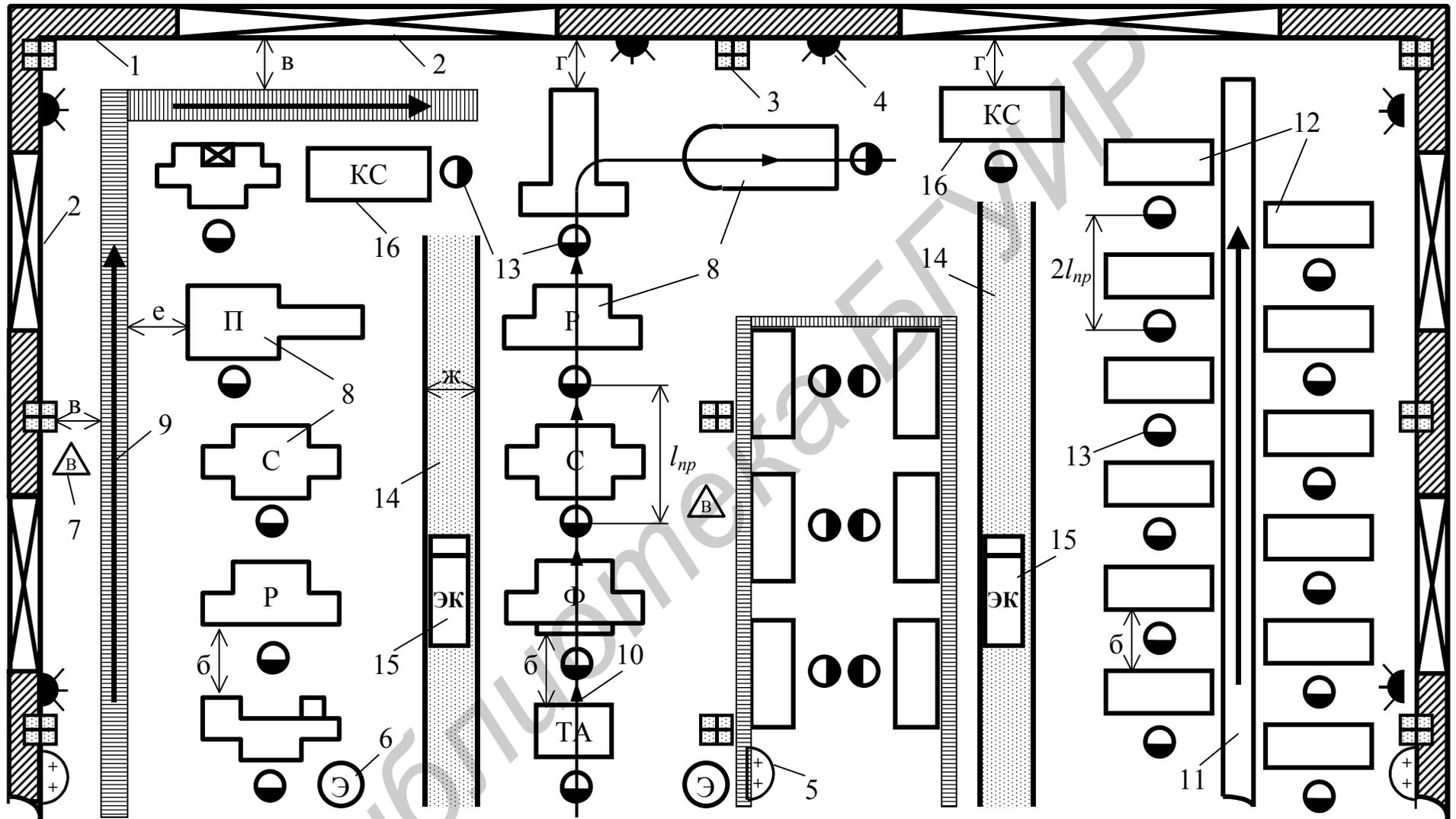


Рис. 2.11. Планировка участка механообрабатывающего цеха:

- 1 – стена; 2 – окна; 3 – колонны; 4 – местное освещение; 5 – холодная и горячая вода; 6 – подвод эмульсии; 7 – подвод сжатого воздуха; 8 – оборудование; 9 – пластинчатый конвейер; 10 – подвесной конвейер; 11 – ленточный конвейер; 12 – верстаки; 13 – рабочие места; 14 – трасса; 15 – электрокары; 16 – контрольный стол; буквенные обозначения – табл. 2.18

Минимальные расстояния между станками (рабочими местами)
и элементами конструкций зданий

Описание	Обозначение	Расстояние, мм		
		для мелких станков	для средних станков	для крупных станков
1. Между станками вдоль линии их расположения по фронту	а	700	900	1500
2. Между передней и задней сторонами станков, размещённых в затылок	б	1300	1500	2000
3. Между лентой конвейера и стеной или другой конструкцией здания	в	500	700	900
4. Между боковой или тыльной стороной станка и стеной (колонной) здания	г	700	800	900
5. Между передней стороной станка и стеной (колонной) здания	д	2000	2500	3000
6. Между боковой или тыльной стороной станка и лентой конвейера	е	400	450	500
7. Ширина трассы	ж	1200	1300	1500
8. Между станками при установке их тыльными сторонами	з	700	800	900
9. Между двумя станками, обслуживаемыми одним рабочим	и	700	800	900

Планировка поточных линий, участков серийной сборки, предметно-замкнутых участков обычно сочетается с выбором средств межоперационного транспорта. Она должна отвечать принципу прямоточности, т.е. предусматривать возможность передачи деталей между станками, сборочных единиц между рабочими местами по кратчайшему расстоянию с наименьшими затратами времени и наименьшим использованием производственной площади.

В курсовой работе необходимо выполнить планировку поточной линии или УСС, ПЗУ с чётко очерченными границами.

Направление движения деталей или изделий по операциям технологического процесса должно быть показано стрелками.

Общая форма участка, отведённого для расположения оборудования с включением вспомогательных помещений, должна быть прямоугольной. На плане обязательно показывают проходы, длину и ширину транспортных средств (если применяется конвейер), границы участка, проходы, проезды, длину и ширину участка.

2.4.2. Расчёт производственной площади участка

Производственная площадь участка (цеха), занимаемая поточной линией, УСС, ПЗУ, включает непосредственную площадь, занимаемую оборудованием исходя из его габаритных размеров, и дополнительную площадь, занимаемую проходами и вспомогательным оборудованием и хозяйственным инвентарём (устройствами ЧПУ, магазинами для хранения инструментов, приспособлений, деталей (заделов), занятую приборами для контроля качества продукции и др.).

Определяется размер производственной площади на основе технологической планировки оборудования и рабочих мест и исходя из габаритных размеров оборудования (рабочих мест), количества единиц оборудования и коэффициента, учитывающего дополнительную площадь, занимаемую оборудованием (рабочими местами).

После определения площади, занимаемой оборудованием, определяется площадь, занимаемая транспортными средствами непрерывного действия (как произведение рабочей длины конвейера на ширину), или площадь трассы для транспортных средств прерывного действия (как произведение длины трассы на ширину).

Расчёт производственной площади участка, занимаемой технологическим оборудованием (рабочими местами) и транспортными средствами, производится в табличной форме (табл. 2.19).

Коэффициент устанавливается на единицу оборудования, рабочего места, транспортного средства непрерывного действия исходя из габаритных размеров (длина на ширину) и включает всю дополнительную площадь (прил. 2).

После определения размера производственной площади участка выбираются длина и ширина его, при этом учитывается, что ширина пролётов в цехе 9, 12 или 15 м и шаг колонн 6 м. Затем производится окончательная расстановка оборудования с учётом соблюдения норм и условий, указанных в табл. 2.18.

Планировка участка считается выполненной правильно, если удовлетворяется условие

$$S \leq \sum_{i=1}^{K_2} C_{np.i} f_i, \quad (94)$$

где S – площадь участка, полученная по результатам технологической планировки, m^2 ;

$C_{np.i}$ – количество i -й группы станков на участке, шт.;

f_i – удельная площадь на один станок i -й группы оборудования, $m^2/шт.$;

K_2 – количество групп станков, шт.

После определения производственной площади определяется вспомогательная площадь, занимаемая настройщиками инструмента, сборщиками приспособлений, кладовыми, бытовыми и административными помещениями; она, как правило, составляет 30-45% от производственной площади (табл. 2.20).

Таблица 2.19

Расчёт производственной площади

Наименование оборудования	Модель (марка)	Габаритные размеры, мм	Количество единиц оборудования (C_{np}), шт.	Коэффициент дополнительной площади ($K_{дп}$)	Производственная площадь участка (S), м ²
1. Токарно-винторезный станок	1К62	2812×1168	1	3,5	11,96
2. Универсально-фрезерный станок	6М83Ш	1600×1400	1	3,5	7,84
3. Шлифовальный станок	3А110В	1880×2025	2	3,5	26,25
И т.д.	...	...	...	...	...
Электрокар или конвейер	ЭП201	Трасса 40000×1000	1	1	40,00
Итого			Σ		86,45

Таблица 2.20

Расчёт общей площади, занимаемой участком

Вид площади	Источник или методика расчёта	Площадь (S) м ²
1. Производственная площадь	См. табл. 2.19	+
2. Вспомогательная площадь	Принимаем 30% от производственной	+
Итого		Σ

2.4.3. Обоснование выбора типа здания

Типы, конструкции и размеры зданий для механообрабатывающих цехов выбираются в зависимости от следующих факторов:

- характера и размера объектов производства, объёмов производственной программы, характера производственного процесса и применяемого оборудования;
- типов, размеров и грузоподъёмности транспортных средств;
- требований, предъявляемых в отношении освещения, отопления и вентиляции;
- учёта возможности дальнейшего расширения здания;
- рода применяемого строительного материала.

Производственные здания для механической обработки деталей и сборки изделий могут быть одноэтажными и многоэтажными.

Преимущественно здания для цехов механической обработки строят одноэтажные, так как при этом производстве применяются сравнительно тяжёлое оборудование и сама продукция может быть тяжёлой и значительной по габаритам. Однако в тех случаях, когда это возможно по характеру изготавливаемых изделий (изделия лёгкие и мелкие) и применяемому оборудованию, целесообразно использовать и многоэтажные здания (двух-четырёхэтажные).

Производственные здания строятся из нескольких параллельных однотипных пролётов, образуемых рядами колонн – металлических или железобетонных. Форма здания должна быть простой, в виде прямоугольника (или квадрата).

Общие размеры и площади цехов определяют на основе планировки оборудования. Каждый пролёт цеха характеризуется основными размерами – шириной пролёта L и шагом колонн t , или, иначе, сеткой колонн $L \times t$.

Ширина пролёта определяется на основании планировки оборудования в зависимости от размеров обрабатываемых деталей, применяемого оборудования и средств транспорта. Наиболее часто ширина пролёта принимается равной 9, 12, 15, 18, 24 м. Длина пролёта зависит от производственной и вспомогательной площади.

Шагом колонн называется расстояние между осями двух колонн в направлении продольной оси пролёта. Как правило, шаг колонн принимается 6 м, может быть 12 м.

Стены зданий могут быть панельными – с высотой панели 1,2 и 1,8 м или кирпичными – зданий небольшого объёма (до 5000 м³).

Высота здания определяется исходя из размеров изготавливаемых изделий, габаритных размеров оборудования, конструкций мостовых кранов, а также санитарно-гигиенических требований. Самая малая высота пролёта механического цеха, оснащённого мостовым краном, 6,15 м, без использования мостовых кранов 4 м. Для сборочных цехов минимальная высота здания 3 м.

2.5. Расчёт мощности, потребляемой оборудованием и транспортными средствами

Расчёт установленной мощности ($P_{уст}$), потребляемой всеми видами оборудования, производится в табличной форме (табл. 2.21).

Таблица 2.21

Расчёт установленной мощности, потребляемой оборудованием

Наименование оборудования	Модель (марка)	Кол-во единиц	Установленная мощность, кВт	
			единицы	принятого
1. Токарно-винторезный станок	1К62	1	11,0	11,0
2. Универсально-фрезерный станок	6М83Ш	1	11,0	11,0
3. Шлифовальный станок	3А110В	2	2,2	4,4
И т.д.	...	...	...	...
Электрокар или конвейер	ЭП201	1	3,5	3,5
Итого		13		29,9

2.6. Расчёт стоимости и амортизации основных производственных фондов

Основными производственными фондами называются средства труда, которые участвуют в производстве длительный период времени, сохраняя свою натурально-вещественную форму, и постоянно переносят свою стоимость на изготавливаемую продукцию частями по мере снашивания. К ним относятся:

- здание, занимаемое под основное и вспомогательное производство;
- технологическое оборудование и рабочие машины, с помощью которых изменяются форма и свойства предметов труда;
- энергетическое оборудование (трансформаторы, электромоторы и т.п.);
- транспортные средства для всех видов (автомобили, электрокары, конвейеры, краны всех видов и т.п.);
- измерительные и регулирующие приборы и устройства, предназначенные для измерения, регулирования и контроля различных параметров изделий;
- дорогостоящий инструмент и приспособления со сроком службы более года и стоимостью свыше 1000 у.е.
- производственный и хозяйственный инвентарь (верстаки, конвейеры, предметы противопожарного назначения) со сроком службы более одного года и стоимостью свыше 1000 у.е. за единицу;
- прочие неучтённые основные производственные фонды.

2.6.1. Расчёт стоимости здания, занимаемого производственным участком

Расчёт стоимости здания производится исходя из общей площади (см. табл. 2.20), занимаемой участком, и стоимости 1 м² площади (прил. 3). Расчёт рекомендуется проводить в табличной форме (табл. 2.22).

Таблица 2.22

Расчёт стоимости здания, занимаемого участком,
и амортизационных отчислений

Элементы расчёта	Стоимость 1 м ² здания, у.е./м ²	Площадь, занимаемая зданием, м ²	Стоимость здания, у.е.	Норма амортизации, %	Сумма амортизационных отчислений, у.е.
1. Производственная площадь	170	86,45	14696,5	2,7	396,80
2. Вспомогательная площадь	250	38,55	9637,5	3,1	298,76
Итого		125	24334		695,56

2.6.2. Расчёт затрат на оборудование и транспортные средства

Расчёт затрат на транспортные средства и технологическое оборудование производится исходя из оптовой цены единицы транспортного средства и количества единиц транспортных средств и оборудования данной модели (см. табл. 2.3-2.5, 2.7 и рис. 2.3).

Цены на оборудование принимаются по прейскурантам. К прейскурантной цене добавляются затраты на упаковку, транспортировку, монтаж и пусконаладочные работы (эти затраты можно принять равными 10-15% от цены оборудования). Расчёт рекомендуется проводить в табличной форме (табл. 2.23).

Расчёт стоимости транспортного и технологического оборудования

Наименование технологического оборудования и транспортных средств	Модель (марка)	Кол-во единиц оборудования, транспортных средств, шт.	Оптовая цена		Затраты на упаковку, транспортировку, монтаж, пуск, наладку, у.е.	Балансовая (первоначальная) стоимость техники, у.е.	Норма амортизации, у.е.	Сумма амортизационных отчислений, у.е.
			единицы, у.е.	принятого кол-ва, у.е.				
1. Токарно-винторезный станок	1К62	1	3320	3320	332	3652	14,0	511,2
2. Универсально-фрезерный станок	6М83 Ш	1	10800	10800	1080	11880	10,1	1200,4
3. Шлифовальный станок	3А110 В	2	10800	21600	2160	23760	16,1	3825,4
И т.д.	...	...	...	...	...	...	...	...
Электрокар или конвейер	ЭП201	1	3800	3800	380	4180	15,2	635,0
Итого		5		39520	3952	43472		6172

Примечание. Расчёт стоимости конвейера производится исходя из его рабочей длины и стоимости одного погонного метра пролётной части (см. прил. 5).

2.6.3. Расчёт затрат на энергетическое оборудование

Затраты на силовое энергетическое оборудование (электрогенераторы, электрические кабели, трансформаторы электрические и др.), его монтаж, упаковку и транспортировку при укрупнённых расчётах определяются исходя из норматива 45 у.е. на 1 кВт установленной мощности технологического и транспортного оборудования (см. табл. 2.21).

2.6.4. Расчёт затрат на комплект дорогостоящей оснастки, УСПО и инструмента

Затраты на дорогостоящую оснастку, УСПО, инструмент (первоначальный фонд) принимаются в размере 10% от балансовой стоимости технологического оборудования (см. табл. 2.23).

2.6.5. Расчёт затрат на измерительные и регулирующие приборы

При организации механической обработки деталей применяется много различной измерительной техники, регулирующих устройств и систем контроля за состоянием режущего инструмента. В каждом отдельном случае выбирается необходимая номенклатура и в соответствии с прейскурантом определяется её оптовая цена. В укрупнённых расчётах затраты на эти виды оснащения принимаются в размере 1,5-2,0% от оптовой цены оборудования (см. табл. 2.23).

2.6.6. Расчёт затрат на производственный и хозяйственный инвентарь

Затраты на производственный инвентарь (стеллажи, магазины для деталей и заготовок, магазины для инструмента и др.) принимаются в размере 1,5-2,0% от стоимости технологического оборудования, а на хозяйственный инвентарь – в размере 15,4 у.е. на одного работающего.

2.6.7. Расчёт общей суммы основных производственных фондов

Все затраты, связанные с производственными фондами, сводятся в таблицу (табл. 2.24).

Расчёт стоимости основных производственных фондов
и амортизационных отчислений

Наименование групп основных производственных фондов	Усл. обозн.	Стоимость производственных фондов, у.е.	Норма амортизации, %	Сумма амортизационных отчислений, у.е.
1. Здание, занимаемое участком	$K_{зд}$	24334	Табл. 2.22	695,56
2. Технологическое оборудование и транспортные средства	$K_{об}$	43472	Табл. 2.23	6172,00
3. Энергетическое оборудование	$K_э$	1346	8,2	110,37
4. Дорогостоящая оснастка, УСПО и инструмент	$K_{ос}$	4347	4,5	195,61
5. Измерительные и регулирующие приборы	$K_{из}$	790	11,5	90,85
6. Производственный и хозяйственный инвентарь	$K_{ин}$	1239	18,5	229,21
Итого		75528		7493,6

В курсовой работе балансовая (первоначальная) среднегодовая стоимость основных производственных фондов принимается равной их первоначальной стоимости на момент расчёта (начало или конец планового периода).

Сумма амортизационных отчислений по каждой видовой группе основных производственных фондов $P_{a,j}$ определяется по формуле

$$P_{a,j} = \frac{ПС_j \cdot H_{a,j}}{100 \cdot 12}, \quad (95)$$

где $ПС_j$ – балансовая первоначальная среднегодовая стоимость j -й видовой группы основных производственных фондов, у.е.;

$H_{a,j}$ – норма амортизации j -й видовой группы основных производственных фондов на полное восстановление, % в год;

12 – число месяцев в году (если задана месячная программа выпуска продукции; при годовой программе на 12 делить не нужно).

2.7. Расчёт численности промышленно-производственного персонала (ППП)

2.7.1. Расчёт численности основных производственных рабочих

На постоянно-поточных линиях (ОНПЛ, ОППЛ), участке серийной сборки (УСС) численность производственных рабочих определяется исходя из количества рабочих мест согласно стандарт-планам (см. рис. 2.2-2.4; 2.9); на переменнo-поточных линиях (МНПЛ, МППЛ) численность производственных рабочих определяется исходя из расчётного количества рабочих мест по каждому j -му наименованию изделия и i -й операции; на предметно-замкнутом участке (ПЗУ) численность производственных рабочих определяется исходя из расчётного количества рабочих мест по каждой i -й операции (см. табл. 2.15). При этом во всех случаях устанавливается явочное количество рабочих ($Ч_{он.я}$), работающих в одну смену, соответствующее принятому количеству единиц оборудования (рабочих мест) (C_{np}). Для определения списочного состава основных производственных рабочих ($Ч_{он.с}$) следует учесть сменность работы ($K_{см}$) и коэффициент невыходов ($K_{сн}$).

$$Ч_{он.с} = \frac{C_{np} K_{см}}{1 - K_{сн}}, \quad (96)$$

где $K_{сн}$ – коэффициент невыходов на работу при выполнении курсовой работы рекомендуется принимать равным 0,1.

2.7.2. Расчёт численности вспомогательных рабочих, ИТР и управленческого персонала

Расчёт численности наладчиков оборудования. Затраты времени наладчиков оборудования складываются из затрат времени на переналадку оборудования при переходе выпуска от одного изделия j -го наименования к другому и профилактики настройки. Следовательно, численность наладчиков определяется по формуле

$$Ч_n = \frac{\sum_{i=1}^m T_{н.i} + T_n F'_э C_{np}}{F_э^p K_э} \text{ чел.}; \quad (97)$$

где $T_{н.i}$ – фонд времени, затрачиваемый на переналадку оборудования на каждой i -й операции при переходе выпуска от одного изделия к другому за плановый период (зависит от номенклатуры продукции, см. МНПЛ, МППЛ, ПЗУ). Определяется этот фонд времени на каждой i -й операции по формуле

$$T_{н.і} = \frac{t_{н.і} \cdot n_{пер}}{60} \text{ ч.} \quad (98)$$

Здесь $t_{н.і}$ – время на переналадку оборудования на каждой i -й операции при переходе выпуска от одного наименования изделия к другому (можно принять $t_{н.і} = 5$ мин);

$n_{пер}$ – количество переналадок оборудования, определяется по формуле

$$n_{пер} = H \cdot F'_9 \cdot K_{см}, \quad (99)$$

где H – номенклатура обрабатываемых деталей, шт.;

F'_9 – эффективный фонд времени работы оборудования в плановый период, дней;

T_n – время, затрачиваемое наладчиком оборудования на профилактический осмотр оборудования (T_n можно принять 0,1-0,2 ч на один станок в день);

$C_{пр}$ – принятое количество единиц оборудования, шт.;

F_9^P – эффективный фонд времени работы рабочего (наладчика) за плановый период, ч.

Расчёт численности рабочих по настройке инструмента. Численность рабочих-настройщиков инструмента определяется по формуле исходя из времени настройки инструмента вне станка:

$$Ч_{н.и} = \frac{t_{н.и} h n_{пер}}{F_9^P K_6}, \quad (100)$$

где $t_{н.и}$ – среднее время настройки единицы инструмента, ч ($t_{н.и} = 0,5-1,5$ ч);

h – среднее количество инструмента в наладке по операциям на одну партию деталей, шт. (h равно количеству операций);

$n_{пер}$ – количество переналадок оборудования при переходе от обработки одной партии деталей к другой за плановый период.

Расчёт численности сборщиков приспособлений. Производится исходя из затрат времени на сборку приспособлений в течение планового периода

$$Ч_{сб} = \frac{t_{сб} h n_{пер}}{F_9^P K_6}, \quad (101)$$

где $t_{сб}$ – среднее время сборки-разборки одного приспособления, ч

($t_{сб} = 1 - 2,5$ ч);

h – количество приспособлений на одну операцию на партию деталей, шт.

Расчёт численности транспортных рабочих. Производится по формуле

$$Ч_{мп} = \frac{mt_{мп} \sum_{j=1}^H N_j}{60 F_9^P K_6}, \quad (102)$$

где t_{mp} – время транспортировки одной детали от одной операции к последующей, мин ($t_{mp} = 0,5 - 1$ мин).

Расчёт численности ремонтного персонала и персонала по межремонтному обслуживанию. Для определения численности ремонтных рабочих соответствующих профессий (слесарей, электрослесарей, станочников и прочих рабочих) необходимо рассчитать трудоёмкость по видам работ согласно нормам времени на одну ремонтную единицу (табл. 2.25).

Таблица 2.25

Нормы времени на ремонтную единицу для технологического и подъёмно-транспортного оборудования, нормо-ч

Осмотр и вид ремонта	Слесарные работы		Станочные работы		Прочие работы		Всего	
	мех.	эл.	мех.	эл.	мех.	эл.	мех.	эл.
О	0,75	–	0,1	–	–	–	0,85	–
Т	4,0	1,0	2,0	0,2	0,1	–	6,1	1,2
С	16,0	5,0	7,0	1,0	0,5	1,0	23,5	7,0
К	23,0	11,0	10,0	2,0	2,0	2,0	35,0	15,0

Расчёт трудоёмкости слесарных работ ($T_{рем}^{сл}$) производится по формуле

$$T_{рем}^{сл} = \frac{n_k t_k + n_c t_c + n_m t_m + n_o t_o}{t_{м.ц}} \cdot \sum_{i=1}^K R_{м.и} C_{пр.и}, \quad (103)$$

где n_k, n_c, n_m, n_o – соответственно число капитальных, средних, текущих ремонтов и осмотров (принимаем $n_k = 1, n_c = 1, n_m = 4, n_o = 6$);

t_k, t_c, t_m, t_o – соответственно нормы времени на одну ремонтную единицу слесарных работ по капитальному, среднему и текущему ремонтам, а также осмотру по технической части оборудования, нормо-ч;

$t_{м.ц}$ – длительность межремонтного цикла (принимаем $t_{м.ц} = 6$ лет);

$R_{м.и}$ – количество единиц ремонтной сложности i -го вида оборудования (механическая часть);

$C_{пр.и}$ – принятое количество единиц оборудования и транспортных средств i -го наименования, шт.;

K – количество видов оборудования.

Аналогично определяется трудоёмкость электрослесарных работ ($T_{рем}^{э.сл}$) исходя из норм времени и единиц ремонтной сложности ($R_{э.i}$) по электрической части.

Трудоёмкость по станочным ($T_{рем}^{см}$) и прочим ($T_{рем}^{np}$) работам определяется аналогично (формула (103)), но без выделения механической и электрической частей. Например, $t_k = 10 + 2 = 12$ ч; $t_c = 7 + 1 = 8$ ч; $t_m = 2 + 0,2 = 2,2$ ч; $t_o = 0,1 + 0 = 0,1$ ч по станочным работам.

Среднегодовая трудоёмкость работ по межремонтному обслуживанию по всем видам работ (слесарным, станочным и прочим) определяется по формуле

$$T_{обсл} = \frac{F_э^P K_{см}}{H_{об}} \sum_{i=1}^K R_{м.i} C_{np.i}, \quad (104)$$

где $H_{об}$ – норма обслуживания ремонтных единиц при выполнении слесарных ($H_{об}^{сл} = 500$), станочных ($H_{об}^{см} = 1650$) и прочих ($H_{об}^{np} = 1000$) работ на одного рабочего в смену.

Среднегодовая трудоёмкость слесарных работ по межремонтному обслуживанию по электрической части определяется по формуле

$$T_{обсл}^{э.сл} = \frac{F_э^P K_{см}}{H_{об}^{э.сл}} \sum_{i=1}^K R_{э.i} C_{np.i}, \quad (105)$$

где $H_{об}^{э.сл}$ – норма обслуживания ремонтных единиц при выполнении электрослесарных работ ($H_{об}^{э.сл} = 650$) на одного рабочего в смену;

$R_{э.i}$ – количество единиц ремонтной сложности i -го вида оборудования электрической части;

$F_э^P$ – годовой эффективный фонд времени работы рабочих, занимающихся межремонтным обслуживанием, ч.

Расчёт численности слесарей и электрослесарей, необходимых для выполнения ремонтных работ, производится по формулам:

$$\chi_{рем}^{сл} = \frac{T_{рем}^{сл}}{F_э^P K_в}; \quad \chi_{рем}^{э.сл} = \frac{T_{рем}^{э.сл}}{F_э^P K_в}. \quad (106)$$

Расчёт численности станочников и прочих рабочих, необходимых для выполнения ремонтных работ, производится аналогично формуле (106), но без выделения механической и электрической частей.

Расчёт численности слесарей и электрослесарей по межремонтному обслуживанию производится по формулам:

$$\chi_{обсл}^{сл} = \frac{T_{обсл}^{сл}}{F_э^P K_в}; \quad \chi_{обсл}^{э.сл} = \frac{T_{обсл}^{э.сл}}{F_э^P K_в}. \quad (107)$$

Аналогично производится расчёт численности межремонтного персонала по станочным и прочим видам работ (без выделения механической и электрической частей).

Общее количество ремонтных рабочих определяется по формуле

$$Q_{рем} = Q_{рем}^{сл} + Q_{рем}^{э.сл} + Q_{рем}^{ст} + Q_{рем}^{пр}. \quad (108)$$

Общее количество рабочих по межремонтному обслуживанию определяется по формуле

$$Q_{обсл} = Q_{обсл}^{сл} + Q_{обсл}^{э.сл} + Q_{обсл}^{ст} + Q_{обсл}^{пр}. \quad (109)$$

Расчёт численности контролёров, кладовщиков, уборщиков, подсобных рабочих, ИТР и управленческого персонала. В массовом и крупносерийном производствах, где контрольные операции систематически повторяются в одних и тех же условиях, число контролёров определяется по формуле

$$Q_k = \frac{\sum_{j=1}^H N_{з.j} t_{кн} P_v \Pi_{кз} K_{д.в}}{100 F_p 60}, \quad (110)$$

где $N_{з.j}$ – программа запуска (выпуска) деталей (изделий) j -го наименования в плановый период, шт.;

$t_{кн}$ – норма времени на выполнение одного контрольного промера, мин;

P_v – процент выборочности при выполнении контрольной операции;

$\Pi_{кз}$ – число контрольных промеров на одну деталь (изделие);

$K_{д.в}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на обход рабочих мест и оформление контрольной документации ($K_{д.в} = 1,1-1,2$).

При укрупнённых расчётах число контролёров можно принять исходя из нормы обслуживания одним контролёром 12-15 рабочих мест в механообрабатывающих цехах и 10-12 рабочих мест в сборочных цехах. Численность комплектовщиков и кладовщиков можно принять по одному человеку на участок (с учётом сменности работы). Численность уборщиков производственных помещений определяется исходя из нормы обслуживания (можно принять норму обслуживания 550 м² в смену на одного рабочего). Численность подсобных и прочих вспомогательных рабочих можно принять 1,0-1,3% от общей численности рабочих.

Численность ИТР и управленческого персонала на участке не должна превышать в массовом производстве 3-4%, в серийном – 4-5% от общей численности производственных рабочих (если проектируется цех – 10-12%).

При выполнении курсовой работы рекомендуется брать численность вспомогательных рабочих следующих разрядов:

- наладчиков оборудования – V-VI разряда;
- настройщиков инструмента – V-VI разряда;
- сборщиков приспособлений – V разряда;

- транспортных рабочих – III разряда;
- слесарей по ремонту и обслуживанию оборудования и электрослесарей – IV-V разряда;
- станочников по ремонту и обслуживанию оборудования – V-VI разряда;
- прочих ремонтных и обслуживающих оборудование рабочих III-IV разряда;
- контролёров – V-VI разряда.

Общая потребность в численности промышленно-производственного персонала сводится в табл. 2.26.

Таблица 2.26

Состав промышленно-производственного персонала

Категория работающих	Количество человек	% от общего количества
1. Основные производственные рабочие	+	+
2. Вспомогательные рабочие	+	+
В том числе:		
- обслуживающие оборудование,	+	+
- необслуживающие оборудование	+	+
3. ИТР и управленческий персонал	+	+

2.8. Расчёт себестоимости и цены единицы продукции с учётом косвенных налогов

Состав статей затрат

Себестоимость единицы продукции – это выраженная в денежной форме сумма затрат на её производство и реализацию. В качестве калькуляционной единицы может быть принято 1, 10, 100 или 1000 шт. изделий.

Все затраты, включаемые в себестоимость единицы продукции, разнообразны по своему составу. Это вызывает необходимость их классификации по определённым статьям расходов. Каждая статья расходов указывает целевое назначение затрат и их связь с процессом производства.

В настоящее время в связи с переходом на новую систему бухгалтерского учёта и исчисления налога на добавленную стоимость калькуляционные статьи затрат значительно приближены к экономическим элементам сметы затрат на производство.

Для радиоэлектронных отраслей промышленности в настоящее время может быть принят следующий состав статей затрат (табл. 2.27).

Таблица 2.27

Калькуляция себестоимости и отпускной цены единицы продукции

Наименование статей затрат	Условное обозначение	Сумма затрат на плановый выпуск продукции, у.е.	В том числе на единицу продукции, у.е.		
			А	Б	В
1	2	3	4	5	6
1. Сырьё, материалы и другие материальные ценности за вычетом реализуемых отходов	P_m	3562,46	0,841	0,577	0,671
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера	P_k	–	–	–	–
3. Основная заработная плата основных производственных рабочих	$P_{з.о}$	1809,15	0,305	0,354	0,365
4. Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих	$P_{з.д}$	724,50	0,122	0,142	0,146
5. Основная и дополнительная заработная плата прочего ППП	$P_{з.ппп}$	3334,80	0,561	0,651	0,672
6. Отчисления в государственный фонд социальной защиты населения РБ (35% от ФЗП)	$P_{с.з}$	2053,96	0,346	0,401	0,414
7. Единый платёж налогов (отчисления в фонд содействия занятости и чрезвычайный налог) – 5% от ФЗП	$P_{е.н}$	293,42	0,049	0,057	0,059
8. Топливо и электроэнергия для технологических целей	$P_э$	168,94	0,028	0,033	0,034
9. Расходы на подготовку и освоение производства	$P_{н.о}$	180,92	0,031	0,035	0,037
10. Износ инструментов и приспособлений целевого назначения	$P_{из}$	271,371	0,046	0,053	0,055
11. Амортизационные отчисления основных производственных фондов	P_a	$\frac{7493,6}{12}$	0,105	0,122	0,126
12. Общепроизводственные расходы	$P_{он}$	1447,32	0,244	0,283	0,292
13. Общехозяйственные расходы	$P_{ох}$	1085,50	0,183	0,212	0,219
14. Потери от брака	$P_{бр}$	4,90	0,001	–	0,002
15. Прочие производственные расходы	$P_{пр}$	108,93	0,020	0,020	0,022

1	2	3	4	5	6
Итого производственная себестоимость	$C_{пр}$	15670,64	2,882	2,940	3,114
16. Коммерческие расходы (внепроизводственные)	$P_{ком}$	156,71	0,029	0,029	0,031
Итого полная себестоимость продукции	C_n	15827,35	2,911	2,969	3,145
17. Нормативная прибыль на единицу продукции	Π_n	7913,675	1,456	1,485	1,573
18. Цена предприятия	Π_n	23741,025	4,367	4,454	4,718
19. Отчисления в местные целевые бюджетные фонды (стабилизации экономики производителей с/х продукции, жилищно-инвестиционные фонды, целевой сбор на содержание и ремонт жилищного фонда), норматив 2,5%	$P_{м.б}$	608,744	0,112	0,114	0,121
20. Отчисления в республиканский фонд поддержки производителей с/х продукции и отчисления пользователям автомобильных дорог в ДФ по общему нормативу 2%	$P_{р.б}$	496,934	0,091	0,093	0,099
21. Отпускная цена без учёта НДС	$\Pi_{оц}$	24846,703	4,570	4,661	4,938
22. НДС	$P_{ндс}$	4969,34	0,914	0,932	0,988
23. Цена реализации с учётом косвенных налогов	Π_p	2981,043	5,484	5,593	5,926

По приведенным статьям затрат рассчитывается полная себестоимость единицы продукции (C_n), а также цена предприятия (Π_n), отпускная цена единицы продукции без учёта НДС ($\Pi_{оц}$) и цена реализации единицы продукции с учётом косвенных налогов. Первые три статьи затрат по способу их включения в себестоимость продукции являются прямыми (однородными), и их величина определяется на каждую единицу продукции j -го наименования прямым расчётом по установленным нормам. Все остальные статьи затрат являются косвенными (комплексными), так как их прямым счётом определить невозможно. Их величины определяются по нормативам, установленным к основной заработной плате производственных рабочих или к трудоёмкости изготавливаемой продукции.

Расчёт статьи затрат “Сырьё, материалы и другие материальные ценности за вычетом реализуемых отходов”

Расчёт этой статьи затрат производится по формуле

$$P_m = \sum_{j=1}^N H_{m.j} C_{m.j} K_{m.z} - O_{m.j} C_{o.j}, \quad (111)$$

- где $H_{m.j}$ – норма расхода материала изделия j -го наименования в принятых единицах измерения (килограмм, метр, квадратный метр и т.д.);
 $O_{m.j}$ – количество реализуемого отхода материала j -го наименования в принятых единицах измерения;
 $C_{m.j}$, $C_{o.j}$ – соответственно цены единицы j -го вида материала и j -го вида отходов, у.е.;
 $K_{m.z}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении и доставке материалов (можно принять 1,03-1,05, т.е. 3-5% от цены приобретения).

Так как в эту статью включаются все материальные ценности (основные и вспомогательные материалы), рекомендуется вести расчёт в табличной форме. Если имеет место сборка одного изделия, т.е. организация ОНПЛ, ОППЛ, УСС, то см. табл. 2.28, а если обработка нескольких наименований деталей, т.е. организация МНПЛ, МППЛ, ПЗУ, – см. табл. 2.29.

Для упрощения расчётов транспортно-заготовительные расходы можно определить по всей сумме затрат на сырьё и материалы, а сумму реализуемых отходов принять условно 0,5-1,0% от стоимости материалов с учётом транспортно-заготовительных расходов (табл. 2.28).

Таблица 2.28

Расчёт затрат на материальные ценности

Наименование материальных ценностей	Марка, профиль	Единица измерения	Норма расхода на единицу изделия	Оптовая цена за единицу материала, у.е.	Сумма затрат, у.е.
1	2	3	4	5	6
1. Сталь конструкционная углеродистая	08Кп	кг	0,50	0,37	0,185
2. Провод	МГШВ	м	0,25	0,11	0,028
3. Припой	ПОС-61	кг	0,02	4,35	0,087
И т.д.	...	...	...	...	...

1	2	3	4	5	6
Итого					Σ
Транспортно-заготовительные расходы (принимаем 5% от суммы затрат на материалы)					*
Всего затрат					Σ
Реализуемые отходы (принимаем 0,5-1% от общей суммы затрат) – вычитаются					*
Всего затраты на материальные ценности с учётом реализуемых отходов					Σ

В табл. 2.29 рассмотрен условный пример, приведенный в п. 2.3.6.

Таблица 2.29

Расчёт затрат на основные материалы деталей j -го наименования

Расчётные показатели	Един. измерения	Номенклатура деталей		
		А	Б	В
1. Программа выпуска	шт.	1400	2100	1750
2. Наименование материала	–	Ст. А12	Ст. 10	Ст. 20-В
3. Норма расхода на деталь	кг	7,0	4,5	5,0
4. Чистый вес детали	кг	5,2	3,0	3,5
5. Отходы на одну деталь (стр.3–стр.4)	кг	1,8	1,5	1,5
6. Расход материала на программу (стр.1×стр.3)	кг	9800	9450	8750
7. Отходы на программу (стр.1×стр.5)	кг	2520	3150	2625
8. Оптовая цена 1 кг металла	у.е.	0,120	0,130	0,135
9. Оптовая цена 1 кг отходов	у.е.	0,023	0,025	0,025
10. Затраты на материалы на программу с учётом транспортно-заготовительных расходов (стр.6×стр.8×1,05)	у.е.	1234,8	1289,9	1240,1
11. Стоимость реализуемых отходов (стр.7×стр.9)	у.е.	57,96	78,75	65,63
12. Затраты на материалы за вычетом реализуемых отходов (стр.10–стр.11)	у.е.	1176,84	1211,15	1174,47
13. Затраты на материалы на одну деталь (стр.12/стр.1)	у.е.	0,841	0,577	0,671

Расчёт статьи затрат “Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера”

Расчёт этой статьи затрат осуществляется по формуле

$$P_k = K_{т.з} \sum_{j=1}^N H_{к.ж} C_{к.ж}, \quad (112)$$

где $H_{к.ж}$ – количество комплектующих или полуфабрикатов j -го наименования, шт.;

$C_{к.ж}$ – оптовая цена j -го наименования комплектующего или полуфабриката, у.е.

Рекомендуется вести расчёт затрат по данной статье в табличной форме (табл. 2.30).

Таблица 2.30

Расчёт затрат на покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты

Наименование комплектующих изделий и полуфабрикатов	Един. измерения	Количество на 1 изделие	Оптовая цена ед. изделия, полуфабриката, у.е.	Сумма затрат, у.е.
1. Микросхемы: К 140 УД 1 А	шт.	5	0,10	0,50
К 140 УД 1 Б	шт.	6	0,12	0,72
и т.д.	...	...	...	...
2. Транзисторы: КП 305 г	шт.	1	0,16	0,16
КТ 801	шт.	6	0,10	0,60
и т.д.	...	...	...	...
Итого				Σ
Транспортно-заготовительные расходы (принимаем 3-5% от общей суммы затрат)				*
Всего затрат				Σ

Расчёт статьи затрат “Основная заработная плата основных производственных рабочих”

Расчёт основной заработной платы производственных рабочих на изготовление единицы продукции осуществляется по формуле

$$P_{з.о} = K_{прем} \sum_{i=1}^m \frac{t_{шт.ij} C_{m.ij}}{60}, \quad (113)$$

где $K_{прем}$ – коэффициент, учитывающий премии по премиальным системам ($K_{прем} = 1,2-1,4$);

$t_{шт.ij}$ – норма штучного времени на i -й операции j -го наименования деталей, мин;

$C_{m.ij}$ – часовая тарифная ставка, соответствующая разряду работы на i -й операции j -го наименования деталей (прил. 4), у.е.;

m – количество операций для изготовления одной детали соответствующего разряда.

Например, для изготовления детали А (пример п. 2.3.6) размер основной заработной платы составляет

$$P_{з.о} = 1,4 \left[\frac{\left(3,53 + \frac{15}{200}\right) \cdot 1,042}{60} + \frac{\left(2,33 + \frac{15}{200}\right) \cdot 0,891}{60} + \frac{\left(5,95 + \frac{10}{200}\right) \cdot 1,199}{60} \right] =$$

$$= 1,4(0,0626 + 0,0357 + 0,1199) = 1,4 \cdot 0,2182 = 0,305 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится по всем деталям и результат заносится в табл. 2.27.

Расчёт основной заработной платы основных производственных рабочих на сборочных процессах рекомендуется вести в табличной форме (табл. 2.31).

Таблица 2.31

Расчёт заработной платы производственных рабочих-сдельщиков

Наименование операций	Разряд работ	Норма времени ($t_{шт.i}$), мин	Часовая тарифная ставка, у.е.	Сумма заработной платы, у.е.
1. Монтажная	III	34,5	65,0	36,00
2. Сборочная	IV	40,0	72,0	48,00
и т.д.	...	...	...	...
Итого прямой фонд заработной платы				Σ
Премии за выполнение плана (принимаем 20-40% от $P_{з.прям}$)				*
Всего основная заработная плата				Σ

Расчёт статьи затрат “Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих”

Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих может быть принята в процентах от основной заработной платы и определена по формуле

$$P_{з.д} = \frac{P_{з.о} \cdot H_{д.з}}{100}, \quad (114)$$

где $H_{д.з}$ – процент дополнительной заработной платы производственных рабочих ($H_{д.з} = 20-40\%$).

Для изготовления детали А

$$P_{з.д} = 0,305 \cdot 0,4 = 0,122 \text{ у.е.}$$

Для изготовления деталей Б и В расчёт производится аналогично и результат заносится в табл. 2.27.

Расчёт статьи затрат “Основная и дополнительная заработная плата прочего ППП”

Кроме основных производственных рабочих в изготовлении продукции принимают участие и другие категории ППП: ИТР, управленческий персонал, вспомогательные рабочие. В связи с необходимостью исчисления налогов расчёт заработной платы по категориям работающих выделяется в отдельную статью (ст. 5). Затраты по этой статье можно рассчитать с помощью коэффициента ($K_{з.п}$), учитывающего соотношение заработной платы прочих категорий работающих (перечисленных выше) и заработной платы основных производственных рабочих ($K_{з.п}$ можно принять равным 1,8-2,5) или исходя из численности ППП и тарифной ставки повременной оплаты труда.

Расчёт основной и дополнительной заработной платы прочих категорий ППП производится по формуле

$$P_{з.ппп} = (P_{з.о} + P_{з.д}) K_{з.п} \quad (115)$$

или для вспомогательных рабочих – по формуле

$$P_{з.в.р} = K_{д.з} \sum_{i=1}^n Ч_{в.р.i} F_{э}^P C_{т.i}, \quad (116)$$

где $K_{д.з}$ – коэффициент, учитывающий размер дополнительной заработной платы;

$Ч_{в.р.i}$ – численность вспомогательных рабочих i -го разряда, чел.;

$F_{э}^P$ – эффективный фонд времени одного рабочего за плановый период, ч;

$C_{т.i}$ – часовая тарифная ставка рабочего i -го разряда по повременной оплате труда, у.е.

Например, для рассматриваемого условного примера
 $P_{з.в.р} = 1,4[152(3 \cdot 1,307 + 2 \cdot 1,127 + 2 \cdot 0,971 + 5 \cdot 0,834)] = 1,4 \cdot 152 \cdot 12,287 = 2614,80$.

Расчёт основной и дополнительной заработной платы ИТР и управленческого персонала производится по формуле

$$P_{з.с} = K_{прем} \sum_{i=1}^n Ч_{с.и} O_i, \quad (117)$$

где $Ч_{с.и}$ – численность ИТР и управленческого персонала на i -й должности, чел.;

O_i – месячный должностной оклад работника на i -й должности, у.е.;

$K_{прем}$ – коэффициент, учитывающий премиальную надбавку к окладу ($K_{прем} = 25-50\%$).

Для рассматриваемого примера

$$P_{з.с} = 1,5(1 \cdot 180 + 2 \cdot 150) = 720 \text{ у.е.}$$

Размер основной и дополнительной заработной платы прочего ППП определяется по формуле

$$P_{з.ппп} = P_{з.в.р} + P_{з.с}. \quad (118)$$

Для рассматриваемого примера

$$P_{з.ппп} = 2614,8 + 720 = 3334,8 \text{ у.е.}$$

Чтобы определить размер основной и дополнительной заработной платы, приходящейся на единицу изделия j -го наименования, необходимо определить коэффициент соотношения

$$K_{з.н} = \frac{P_{з.ппп}}{P_{з.о}}. \quad (119)$$

Для рассматриваемого условного примера

$$K_{з.н} = \frac{3334,8}{1809,15} = 1,84.$$

Расчёт основной и дополнительной заработной платы прочего ППП, приходящейся на единицу продукции j -го наименования, производится по формуле

$$P_{з.ппп} = K_{з.н} \cdot P_{з.о}. \quad (120)$$

Для рассматриваемого примера

$$K_{з.ппп.А} = 1,84 \cdot 0,305 = 0,561.$$

Аналогично расчёт производится для всех изделий j -го наименования.

Расчёт статьи затрат “Отчисления в государственный фонд социальной защиты населения РБ”

Отчисления в фонд социальной защиты населения Республики Беларусь производятся со всех сумм выплат работающих в размере установленного норматива ($H_{с.з} = 35\%$). Расчёт этого показателя производится по формуле

$$P_{c.з} = \frac{(P_{з.о} + P_{з.д} + P_{з.нпн}) \cdot H_{c.з}}{100} \quad (121)$$

Для рассматриваемого условного примера

$$P_{c.з} = \frac{(1809,15 + 724,5 + 3334,8) \cdot 35}{100} = 2053,96 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится для каждого изделия j -го наименования и результаты заносятся в табл. 2.27.

Расчёт статьи затрат “Единый платёж налогов”

Расчёт ведётся по формуле

$$P_{e.n} = \frac{(P_{з.о} + P_{з.д} + P_{з.нпн}) \cdot H_{ед}}{100}, \quad (122)$$

где $H_{ед}$ – процент единого платежа чрезвычайного налога и обязательных отчислений в государственный фонд содействия занятости.

Для рассматриваемого примера

$$P_{e.n} = \frac{(1809,15 + 724,5 + 3334,8) \cdot 5}{100} = 293,42 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится для всех изделий j -го наименования.

Расчёт статьи затрат “Топливо и электроэнергия для технологических целей”

В эту статью включаются, как правило, затраты на силовую электроэнергию, потребляемую технологическим оборудованием и транспортными средствами. Расчёт производится по формуле

$$P_{э} = W_y F_{э} Ц_{э} K_{см} K_{э.в} K_{э.м} K_{з.о} \frac{J}{\eta}, \quad (123)$$

где W_y – установленная мощность электродвигателей оборудования и транспортных средств, кВт (см. табл. 2.21);

$F_{э}$ – эффективный фонд времени работы оборудования и транспортных средств за плановый период времени в одну смену, ч;

$Ц_{э}$ – тариф за 1 кВт·ч электроэнергии, у.е. ($Ц_{э} = 0,035$ у.е.);

$K_{см}$ – число рабочих смен в сутки;

$K_{э.в}$ – коэффициент, учитывающий использование энергии по времени ($K_{э.в} = 0,6-0,7$);

$K_{э.м}$ – коэффициент, учитывающий использование энергии по мощности ($K_{э.м} = 0,4-0,5$);

$K_{з.о}$ – коэффициент загрузки оборудования (средний по расчёту);

J – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети ($J = 1,15$);
 η – коэффициент полезного действия оборудования ($\eta = 0,75$).

Для рассматриваемого условного примера

$$P_9 = 29,9 \cdot 160 \cdot 0,035 \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,94 \cdot \frac{1,15}{0,75} = 168,94 \text{ у.е.}$$

Для изделий j -го наименования сумма затрат распределяется прямо пропорционально основной заработной плате.

Расчёт статьи затрат “Расходы на подготовку и освоение производства”

Если расходы возмещаются не за счёт инновационного фонда, их размер определяется по формуле

$$P_{n.o} = \frac{P_{z.o} \cdot H_{осв}}{100}, \quad (124)$$

где $H_{осв}$ – процент расходов на освоение производства ($H_{осв} = 10\%$).

Для рассматриваемого условного примера

$$P_{n.o} = \frac{1809,15 \cdot 10}{100} = 180,915 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится по каждому изделию j -го наименования.

Расчёт статьи затрат “Износ инструментов и приспособлений целевого назначения”

Затраты на возмещение износа специнструмента, спецоснастки и прочих специальных расходов определяются исходя из установленного норматива к основной заработной плате производственных рабочих ($H_{из} = 10-15\%$). Расчёт затрат производится по формуле

$$P_{из} = \frac{P_{z.o} \cdot H_{из}}{100}. \quad (125)$$

Для рассматриваемого условного примера

$$P_{из} = \frac{1809,15 \cdot 15}{100} = 271,373 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится по каждому изделию j -го наименования.

Расчёт статьи затрат “Амортизационные отчисления основных производственных фондов”

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой (первоначальной) стоимости основных производственных фондов и норм амортизации. Расчёт амортизации (P_a), включаемой в себестоимость единицы продукции j -го наименования, производится по формуле

$$P_{a.j} = \frac{P_o \cdot P_{з.о.j}}{P_{з.о} \cdot 12}, \quad (126)$$

где P_o – сумма амортизационных отчислений по всем видовым группам основных производственных фондов (см. табл. 2.24), у.е.;
12 – если программа выпуска продукции задана на месяц.

Для рассматриваемого условного примера для изделия А размер амортизационных отчислений составляет

$$P_{o.A} = \frac{7493,6 \cdot 0,305}{1809,15 \cdot 12} = 0,105 \text{ у.е.}$$

Для изделий Б и В расчёт производится аналогично.

Расчёт статьи затрат “Общепроизводственные расходы”

Расчёт затрат по данной статье производится по формуле

$$P_{on} = \frac{P_{з.о} \cdot H_{on}}{100}, \quad (127)$$

где H_{on} – процент общепроизводственных расходов ($H_{on} = 80-100\%$).

Для рассматриваемого условного примера

$$P_{on} = \frac{1809,15 \cdot 80}{100} = 1447,32 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится для каждого изделия j -го наименования.

Расчёт статьи затрат “Общехозяйственные расходы”

Расчёт затрат по данной статье производится по формуле

$$P_{ox} = \frac{P_{з.о} \cdot H_{ox}}{100}, \quad (128)$$

где H_{ox} – процент общехозяйственных расходов ($H_{ox} = 60-80\%$).

Для рассматриваемого условного примера

$$P_{ox} = \frac{1809,15 \cdot 60}{100} = 1085,50 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится для каждого изделия j -го наименования.

Расчёт статьи затрат “Потери от брака”

Расчёт этой статьи производится если процент брака известен по операциям технологического процесса.

Расчёт статьи затрат “Прочие производственные расходы”

В состав статьи “Прочие производственные расходы” включаются затраты на гарантийный ремонт и гарантийное обслуживание техники и другие виды затрат. В расчёте можно величину этих затрат определить укрупнённо, приняв H_{np} равным 0,5-2% от суммы затрат (C_{np}) по всем предыдущим статьям (1–15):

$$P_{np} = \frac{C_{np} \cdot H_{np}}{100} \quad (129)$$

Для рассматриваемого условного примера

$$P_{np} = \frac{15561,71 \cdot 0,7}{100} = 108,93 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится для каждого изделия j -го наименования.

Суммированием статей 1–15 получаем производственную себестоимость продукции (C_{np}).

Расчёт статьи затрат “Коммерческие расходы”

В состав статьи “Коммерческие расходы” включаются затраты на упаковку и транспортировку продукции до места её отправления на реализацию и другие виды расходов. В расчёте величину этих затрат можно определить укрупнённо, приняв $H_{ком}$ равным 1-2% от производственной себестоимости.

Для рассматриваемого условного примера

$$P_{ком} = \frac{15670,64 \cdot 1}{100} = 156,71 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится для каждого изделия j -го наименования.

Расчёт нормативной прибыли на единицу продукции

Уровень рентабельности единицы продукции ($У_{пу}$) можно принять равным 30-50% от полной себестоимости. Тогда размер нормативной прибыли на единицу продукции можно определить по формуле

$$П_n = \frac{C_n \cdot Y_{pu}}{100}. \quad (130)$$

Для рассматриваемого условного примера

$$П_n = \frac{15827,35 \cdot 50}{100} = 7913,675 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится для каждого изделия j -го наименования.

Расчёт цены предприятия

Цена предприятия определяется по формуле

$$Ц_n = C_n + П_n. \quad (131)$$

Для рассматриваемого условного примера

$$Ц_n = 15827,35 + 7913,675 = 23741,025 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится по каждому изделию j -го наименования.

Расчёт статьи затрат “Отчисления в местные целевые бюджетные фонды”

Отчисления в местные целевые бюджетные фонды стабилизации экономики производителей сельскохозяйственной продукции и продовольствия, местные бюджетные целевые жилищно-инвестиционные фонды и целевой сбор на содержание и ремонт жилищного фонда определяются по формуле

$$P_{м.б} = \frac{Ц_n \cdot H_{м.б}}{100 - H_{м.б}}, \quad (132)$$

где $H_{м.б}$ – норматив отчисления в местные целевые бюджетные фонды ($H_{м.б} = 2,5\%$).

Для рассматриваемого условного примера

$$P_{м.б} = \frac{23741,025 \cdot 2,5}{100 - 2,5} = 608,744 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится по каждому изделию j -го наименования.

Расчёт статьи затрат “Отчисления в республиканский фонд поддержки производителей сельскохозяйственной продукции и дорожный фонд”

Отчисления в республиканский фонд поддержки производителей сельскохозяйственной продукции, продовольствия и аграрной науки и отчисления пользователями автомобильных дорог в дорожный фонд определяются по формуле

$$P_{p.б} = \frac{(C_n + P_{м.б}) \cdot H_{p.б}}{100 - H_{p.б}}, \quad (133)$$

где $H_{p.б}$ – норматив отчислений в республиканский фонд ($H_{p.б} = 2\%$).

Для рассматриваемого условного примера

$$P_{p.б} = \frac{(23741,025 + 608,744) \cdot 2}{100 - 2} = 496,934 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится по каждому изделию j -го наименования.

Расчёт цены без учёта НДС

Расчёт цены без учёта НДС производится по формуле

$$C_{o.ц} = C_n + P_{м.б} + P_{p.б}. \quad (134)$$

Для рассматриваемого условного примера

$$C_{o.ц} = 23741,025 + 608,744 + 496,934 = 24846,703 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится по каждому изделию j -го наименования.

Расчёт НДС

Расчёт НДС производится по формуле

$$P_{ндс} = \frac{C_{o.ц} \cdot H_{ндс}}{100}, \quad (135)$$

где $H_{ндс}$ – норматив налога на добавленную стоимость ($H_{ндс} = 20\%$).

Для рассматриваемого условного примера

$$P_{ндс} = \frac{24846,703 \cdot 20}{100} = 4969,34 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится по каждому изделию j -го наименования.

Расчёт цены реализации с учётом косвенных налогов

Расчёт цены реализации с учётом косвенных налогов производится по формуле

$$C_p = C_{o.ц} + P_{ндс}. \quad (136)$$

Для рассматриваемого условного примера

$$C_p = 24846,703 + 4969,34 = 29816,043 \text{ у.е.}$$

Аналогично расчёт производится по каждому изделию j -го наименования.

2.9. Расчёт технико-экономических показателей работы участка

Результаты производственно-хозяйственной деятельности любого производственно-хозяйственного подразделения (предприятие, цех, участок) оцениваются с помощью ряда технико-экономических показателей. Их определение основывается на тщательном экономическом анализе и расчётах, которые дают возможность судить о степени использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов подразделения (цеха, участка).

Расчёт потребности в оборотных средствах

Оборотные средства состоят из оборотных производственных фондов и фондов обращения.

Оборотные производственные фонды включают стоимость производственных запасов (основных и вспомогательных материалов, покупных комплектующих изделий, топлива, тары, запчастей и малоценных быстроизнашивающихся предметов, малоценного инструмента, инвентаря), незавершённого производства и расходов будущих периодов.

Фонды обращения представляют собой стоимость готовой продукции на складе, денежные средства в расчётах, кассе предприятия и на счетах в банке.

По способу расчёта оборотные средства делятся на нормируемые и ненормируемые.

К нормируемым оборотным средствам относятся все элементы оборотных производственных фондов, а из фондов обращения – стоимость готовой продукции, находящейся на складе.

К ненормируемым оборотным средствам относятся остальные элементы фондов обращения: денежные средства в расчётах, кассе предприятия и на счетах в банке.

В курсовой работе определяется только стоимость нормируемых оборотных средств. Она принимается равной 50% стоимости основных производственных фондов.

Расчёт полной себестоимости планового объёма продукции

Расчёт себестоимости товарного выпуска продукции участка цеха за плановый период производится по формуле

$$C_n = \sum_{j=1}^H C_{n,j} N_j \text{ у.е.}, \quad (137)$$

где $C_{n,j}$ – полная себестоимость единицы j -го вида изделия (табл. 2.27), у.е.

Расчёт объёма реализуемой продукции за плановый период

Продукция цеха (участка) – это продукция, выработанная для реализации на сторону (передачи другому цеху), объём реализуемой продукции определяется по формуле

$$T_p = \sum_{j=1}^H N_j C_{p.j} \text{ у.е.}, \quad (138)$$

где T_p – продукция участка, оцениваемая в действующих отпускных (свободных) ценах предприятия на плановый период, у.е.

H – номенклатура изготавливаемых изделий на участке за плановый период;

N_j – программа выпуска j -го вида изделия по участку за плановый период, шт.;

$C_{p.j}$ – отпускная (свободная) цена единицы j -го вида изделия с учётом НДС, у.е./шт.

Определение затрат на одну условную единицу реализуемой продукции

Затраты на одну условную единицу реализуемой продукции определяются по формуле

$$z_{p.n} = \frac{C_n}{T_p} \text{ у.е.} \quad (139)$$

Расчёт общей суммы прибыли от реализации продукции

Прибыль от реализации основной продукции участка (цеха) определяется по формуле

$$\Pi_{p.n} = T_p - C_n - P_{m.б} - P_{p.б} - P_{ндс} \text{ у.е.} \quad (140)$$

В курсовой работе необходимо учесть прибыль от прочей реализации (сверхнормативные запасы товароматериальных ценностей, проведение работ и оказание услуг промышленного характера). Прибыль от прочей реализации можно принять в размере 15% от $\Pi_{p.n}$, т.е.

$$\Pi_{np.p} = \Pi_{p.n} \cdot 0,15 \text{ у.е.} \quad (141)$$

Общая сумма прибыли от реализации продукции определяется по формуле

$$\Pi_p = \Pi_{p.n} + \Pi_{np.p} \text{ у.е.} \quad (142)$$

Расчёт балансовой прибыли предприятия

Балансовая прибыль $\Pi_{\text{б}}$ характеризует результат всей производственно-хозяйственной деятельности цеха (участка). Она определяется по формуле

$$\Pi_{\text{б}} = \Pi_{\text{р}} + \Pi_{\text{в}} - \text{У}_{\text{в}}, \quad (143)$$

где $\Pi_{\text{р}}$ – прибыль от реализации, у.е.;

$\Pi_{\text{в}}, \text{У}_{\text{в}}$ – прибыль или убытки от внереализационной деятельности, у.е.

Прибыль и убытки от внереализационной деятельности ($\Pi_{\text{в}}, \text{У}_{\text{в}}$) включают: пени, штрафы, полученные от других участков, цехов, предприятий за нарушение договоров; дивиденды по акциям, облигациям и другим ценным бумагам; доходы от участия в совместных предприятиях, сдачи имущества в аренду, от продажи продукции на аукционах, от биржевой и брокерской деятельности, а также убытки от ликвидации не полностью амортизированных основных производственных фондов, списания долгов за истечением срока исковой давности, стихийных бедствий и пр.

В курсовой работе $\Pi_{\text{в}}$ и $\text{У}_{\text{в}}$ принимаются равными нулю. В связи с этим $\Pi_{\text{б}}$ принимается равной $\Pi_{\text{р}}$.

Расчёт налога на недвижимость

Сумма налога на недвижимость определяется по формуле

$$P_{\text{н.нр}} = \frac{O_{\text{нр}} \cdot H_{\text{ндв}}}{12 \cdot 100} \text{ у.е.}, \quad (144)$$

где $H_{\text{ндв}}$ – ставка налога на недвижимость, % /год;

$O_{\text{нр}}$ – остаточная стоимость основных производственных фондов участка за месяц, у.е.

Годовая ставка налога на недвижимость, являющуюся собственностью государства, устанавливается в размере 1% от остаточной стоимости основных производственных фондов.

Остаточная стоимость основных производственных фондов в курсовой работе определяется по формуле

$$O_{\text{н.ф}} = O_{\text{нр.ф}} - I_{\text{з}} \text{ у.е.}, \quad (145)$$

где $I_{\text{з}}$ – сумма износа основных производственных фондов цеха (участка), у.е.

Сумму износа основных производственных фондов можно принять в размере суммы амортизации (см. табл. 2.20). Только при месячной программе необходимо взять 1/12 часть.

Расчёт налога на нормируемые оборотные средства (оборотный капитал)

Сумма налога на оборотный капитал определяется по формуле

$$P_{н.ос} = \frac{O_{ос} \cdot H_{ндв}}{12 \cdot 100} \text{ у.е.}, \quad (146)$$

где $O_{ос}$ – среднегодовая стоимость нормируемых оборотных средств, у.е.

Расчёт общей суммы налога на недвижимость

Расчёт налога на недвижимость производится по формуле

$$P_{ндв} = P_{н.пр} + P_{н.ос} \text{ у.е.} \quad (147)$$

Расчёт налогооблагаемой прибыли

Расчёт налогооблагаемой прибыли производится по формуле

$$\Pi_{н.о} = \Pi_{\bar{o}} - \Pi_{н.до} - \Pi_{лн} - P_{н.пр} \text{ у.е.}, \quad (148)$$

где $\Pi_{н.до}$ – прибыль от мероприятий, которые облагаются налогом на доход (можно принять $\Pi_{н.до} = 0$), у.е.;

$\Pi_{лн}$ – размер льготированной прибыли (дивиденды и др.), у.е.

Расчёт налога на прибыль

Расчёт налога на прибыль производится по формуле

$$P_{пр} = \frac{\Pi_{н.о} \cdot H_{пр}}{100} \text{ у.е.}, \quad (149)$$

где $H_{пр}$ – ставка налога на прибыль (можно принять $H_{пр} = 24\%$).

Расчёт транспортного налога

Расчёт транспортного налога производится по формуле

$$P_{тр} = \frac{(\Pi_{\bar{o}} - \Pi_{н.до} - \Pi_{лн} - P_{ндв} - P_{пр})H_{тр}}{100} \text{ у.е.}, \quad (150)$$

где $H_{тр}$ – ставка транспортного налога (можно принять $H_{тр} = 5\%$).

Расчёт чистой прибыли

Расчёт чистой прибыли (прибыли, остающейся в распоряжении предприятия, цеха, участка и направляемой для формирования резервного фонда ($P_{p.ф}=5\%$), фонда пополнения собственных оборотных средств ($P_{ф.ос} = 30\%$), фонда накопления ($P_{ф.н} = 30\%$) и фонда потребления ($P_{ф.п} = 35\%$)) производится по формуле

$$P_{ч} = P_{б} - P_{ндв} - P_{np} - P_{mp} \text{ у.е.} \quad (151)$$

Расчёт уровня рентабельности изделия

Расчёт уровня рентабельности изделия j -го наименования ($Y_{изд.j}$) производится по формуле

$$Y_{изд.j} = \frac{Ц_{n.j} - C_{n.j}}{C_{n.j}} \cdot 100\% . \quad (152)$$

Расчёт уровня рентабельности производства

Расчёт уровня рентабельности производства ($Y_{p.n}$) производится по формуле

$$Y_{p.n} = \frac{P_{ч} \cdot 100\%}{O_{np.ф} + O_{ос}} . \quad (153)$$

Расчёт фондоотдачи

Фондоотдача характеризует уровень использования всех основных производственных фондов цеха (участка). Основные производственные фонды включают балансовую (первоначальную) стоимость всех видовых групп производственных фондов цеха или участка (см. табл. 2.24).

Расчёт фондоотдачи производится по формуле

$$\Phi_o = \frac{T_p}{O_{np.ф}} \text{ у.е.}, \quad (154)$$

где $O_{np.ф}$ – среднегодовая стоимость основных производственных фондов.

Все рассчитанные ТЭП сводятся в табл. 2.32.

Основные ТЭП работы участка (цеха)

Показатель	Единица измерения	Значение показателя
1	2	3
1. Плановый объём производства, в том числе:		
- А	шт.	
- Б	шт.	
- В	шт.	
2. Объём реализуемой продукции	у.е.	
3. Полная себестоимость реализуемой продукции	у.е.	
4. Затраты на условную единицу продукции	у.е.	
5. Полная себестоимость единицы продукции:		
- А	у.е./шт.	
- Б	у.е./шт.	
- В	у.е./шт.	
6. Цена предприятия единицы продукции:		
- А	у.е.	
- Б	у.е.	
- В	у.е.	
7. Цена реализации продукции с учётом косвенных налогов:		
- А	у.е.	
- Б	у.е.	
- В	у.е.	
8. Прибыль от реализации продукции	у.е.	
9. Чистая прибыль предприятия	у.е.	
10. Уровень рентабельности производства	%	
11. Уровень рентабельности изделия		
- А	%	
- Б	%	
- В	%	
12. Фондоотдача выпускаемой продукции	у.е.	
13. Численность ППП – всего	чел.	
В том числе:		
- основных производственных рабочих		
- вспомогательных производственных рабочих		
- ИТР и управленческого персонала		
14. Производительность труда одного производственного рабочего	у.е./чел.	
15. Производительность труда работающих	у.е./чел.	

1	2	3
16. Размер отчислений в фонд СЗН РБ	у.е.	
17. Размер единого платежа налога в бюджет	у.е.	
18. Размер отчислений в местный целевой бюджет	у.е.	
19. Размер отчислений в республиканский целевой фонд (с/х, ДФ)	у.е.	
20. НДС	у.е.	
21. Размер налога на прибыль	у.е.	
22. Размер налога на недвижимость	у.е.	
23. Стоимость основных производственных фондов	у.е.	
24. Среднегодовая стоимость оборотного капитала	у.е.	
25. Общий фонд заработной платы ИПИ	у.е.	
26. Среднемесячная заработная плата одного работающего	у.е.	

Литература

1. *Афитов Э.А., Муравьёва З.А., Новицкий Н.И. и др.* Методическое пособие для выполнения курсовой работы по курсу “Организация и планирование производства. Управление предприятием” / Под ред. Н.И.Новицкого. Ч. 1. – Мн.: БГУИР, 1994. – 96 с.

2. *Афитов Э.А., Наливайко Л.Ч., Новицкий Н.И., Чигрин В.П.* Лабораторный практикум по курсу “Основы менеджмента” / Под ред. Н.И.Новицкого. – Мн.: БГУИР, 1996. – 60 с.

3. *Ермакова Е.В., Муравьёва З.А., Новицкий Н.И. и др.* Методическое пособие для выполнения курсовой работы по курсу “Организация и планирование производства. Управление предприятием” / Под ред. Н.И.Новицкого. Ч. 2. – Мн.: БГУИР, 1994. – 102 с.

4. *Жданович В.В., Горбачевич А.Ф.* Оформление документов дипломных и курсовых проектов. – Мн.: УП “Технопринт”, 2002. – 99 с.

5. Лабораторный практикум по курсу “Организация производства” для студентов специальности “Экономика и управление предприятием” / Под ред. Н.И.Новицкого. – Мн.: БГУИР, 1998. – 66 с.

6. *Новицкий Н.И.* Организация производства на предприятиях: Учеб.-метод. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 392 с.

7. *Новицкий Н.И.* Основы менеджмента: организация и планирование производства: Задачи и лабораторные работы. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 208 с.

8. *Новицкий Н.И., Чигрин В.П.* Методическое пособие к проведению практических занятий по курсу “Организация и планирование производства. Управление предприятием” для студентов всех специальностей университета / Под ред. Н.И.Новицкого. – Мн.: БГУИР, 1996. – 74 с.

9. *Новицкий Н.И., Муравьёва З.А.* Методическое пособие для выполнения курсовой работы по курсу “Организация, планирование и управление радиотехническим предприятием” / Под ред. Н.И.Новицкого. Ч. 1, 2. – Мн.: МРТИ, 1983.

10. Организация и планирование машиностроительного производства / Под ред. М.И.Ипатова, В.И.Постникова, М.К.Захаровой. – М.: Высш. шк., 1988. – 368 с.

11. Организация и планирование радиотехнического производства. Управление предприятием радиотехнической промышленности / Под ред. А.И.Кноля, Г.М.Лапшина. – М.: Высш. шк., 1987. – 352 с.

12. Организация, планирование и управление машиностроительным производством / Под ред. Н.С.Сачко, И.М.Бабука. – Мн.: Высш. шк., 1988.

13. *Сачко Н.С., Бабук И.М.* Организация и планирование производства: курсовое проектирование. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Мн.: Высш. шк., 1985.

Образец оформления титульного листа курсовой работы

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра менеджмента

КУРСОВАЯ РАБОТА

по курсу “Организация производства и управление предприятием”
на тему: “Расчёт календарно-плановых нормативов и технико-
экономических показателей ПЗУ
(или ОНПЛ, ОППЛ, МНПЛ, МППЛ, УСС)”

Выполнил:
студент группы 971501

Петров А.А.

Руководитель:
к. э. н., доцент

Иванов И.И.

Минск 2003

**Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, занимаемую
металлорежущим оборудованием**

Площадь, занимаемая станком по габаритам, м²	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь ($K_{дп}$)
До 2	4,0
От 2 до 4	3,5
От 4 до 6	3,0
От 6 до 10	2,5
От 10 до 20	2,0
Свыше 20	1,5

**Укрупнённые показатели стоимости строительства новых объектов
предприятий, нормы амортизации**

Наименование объекта	Общая стоимость 1 м² развёрнутой площади, у.е.	Норма амортизации, %
1.Производственная площадь, здание из железобетонных конструкций	170	2,7
2.Производственная площадь, здание из кирпича	250	3,1
3.Вспомогательная площадь корпуса	250	3,1

**Часовые тарифные ставки для рабочих производственных объединений
и предприятий машиностроения**

Разряды работы	Часовые тарифные ставки для повре- жденных, у.е.	Часовые тарифные ставки для сдель- щиков, у.е.
I	0,697	0,742
II	0,754	0,800
III	0,834	0,891
IV	0,971	1,042
V	1,127	1,199
VI	1,307	1,402

**Стоимость одного погонного метра пролётной части конвейера, ската,
склиза в зависимости от ширины транспортного средства**

Ширина транспортного средства, мм	Стоимость 1 м погонного конвейера, у.е.	Стоимость 1 м погонного ската, склиза и др., у.е.
200	15,88	1,87
300	23,83	2,80
350	27,80	3,27
400	31,77	3,75
450	35,74	4,20
500	39,71	4,67
550	43,68	5,15
600	47,65	5,60

Примечание. Стоимость электродвигателя можно принять 30-40% от стоимости конвейера.

Содержание

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

- 2.1. Введение
- 2.2. Обоснование типа производства
 - 2.2.1. Краткое описание объекта производства и технологического процесса
 - 2.2.2. Выбор и обоснование типа производства и вида поточной линии (участка)
- 2.3. Расчёт календарно-плановых нормативов
 - 2.3.1. Расчёт календарно-плановых нормативов ОНПЛ
 - 2.3.2. Расчёт календарно-плановых нормативов ОППЛ
 - 2.3.3. Расчёт календарно-плановых нормативов МНПЛ с последовательно-партионным чередованием объектов
 - 2.3.4. Расчёт календарно-плановых нормативов МППЛ с последовательно-партионным чередованием объектов
 - 2.3.5. Расчёт календарно-плановых нормативов участка серийной сборки (УСС)
 - 2.3.6. Расчёт календарно-плановых нормативов предметно-замкнутого участка (ПЗУ)
- 2.4. Планировка и расчёт площади участка
 - 2.4.1. Планировка производственного участка
 - 2.4.2. Расчёт производственной площади участка
 - 2.4.3. Обоснование выбора типа здания
- 2.5. Расчёт мощности, потребляемой оборудованием и транспортными средствами
- 2.6. Расчёт стоимости и амортизации основных производственных фондов
 - 2.6.1. Расчёт стоимости здания, занимаемого производственным участком
 - 2.6.2. Расчёт затрат на оборудование и транспортные средства.
 - 2.6.3. Расчёт затрат на энергетическое оборудование
 - 2.6.4. Расчёт затрат на комплект дорогостоящей оснастки, УСПО и инструмента
 - 2.6.5. Расчёт затрат на измерительные и регулирующие приборы
 - 2.6.6. Расчёт затрат на производственный и хозяйственный инвентарь
 - 2.6.7. Расчёт общей суммы основных производственных фондов
- 2.7. Расчёт численности промышленно-производственного персонала (ППП)
 - 2.7.1. Расчёт численности основных производственных рабочих

- 2.7.2. Расчёт численности вспомогательных рабочих, ИТР и управленческого персонала
- 2.8. Расчёт себестоимости и цены единицы продукции с учётом косвенных налогов
- 2.9. Расчёт технико-экономических показателей работы участка

ЛИТЕРАТУРА

- Приложение 1. Образец оформления титульного листа курсовой работы
- Приложение 2. Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, занимаемую металлорежущим оборудованием
- Приложение 3. Укрупнённые показатели стоимости строительства новых объектов предприятий, нормы амортизации
- Приложение 4. Часовые тарифные ставки для рабочих производственных объединений и предприятий машиностроения
- Приложение 5. Стоимость одного погонного метра пролётной части конвейера, ската, склиза в зависимости от ширины транспортного средства

Учебное издание

**Новицкий Николай Илларионович,
Горюшкин Александр Алексеевич,
Игнатова Елена Анатольевна,
Наливайко Людмила Чеславовна,
Наумчик Елена Альбертовна,
Фещенко Светлана Леонидовна**

Организация производства
и управление предприятием
Методическое пособие
по выполнению курсовой работы

для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР

В 2-х частях
Часть 2

ПОТОЧНОЕ И НЕПОТОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВА

Редактор Т.А. Лейко
Корректор Е.Н. Батурчик
Компьютерная верстка Е.Г. Реут

Подписано в печать 03.05.2003 г.

Бумага офсетная. Печать ризографическая. Гарнитура «Таймс».

Уч.-изд.л. 6,6. Тираж 350 экз.

Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л. 6,86.

Заказ 118.

Издание и полиграфическое исполнение:

Учреждение образования

“Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники”

Лицензия ЛП № 156 от 30.12.2002.

Лицензия ЛВ № 509 от 03.08.2001.

220013, Минск, П. Бровки, 6.