

Лекция 1. Расчет показателей поточной линии. Стандарт – план: принципы построения и применения

- 1. Расчет показателей ПЛ*
- 2. Заделы и их виды. Расчет заделов*
- 3. Расчет численности рабочих на ПЛ.*
- 4. Стандарт-план*

Организовать цех по ремонту микроскопов. Рассчитать основные показатели деятельности цеха.

- Годовая программа ремонта - **10000 шт.**
- Продолжительность рабочего дня в обычные дни - 8,2 часа.
- Продолжительность рабочего дня в предпраздничные дни - 7,4 часа.
- Продолжительность рабочей недели - 5 дней.
- Предприятие работает в одну смену.
- Потери времени на ремонт оборудования - 5%.
- Коэффициент, учитывающий простои оборудования в ремонте - 0,95.
- Норма обслуживания на всех операциях равна 1.
- Количество изделий, одновременно находящихся в обработке - 1 шт.
- Передача изделий с операции на операцию осуществляется поштучно.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА

Номер операции	Наименование операции	Разряд работ	Норма времени на выполнение операции, <i>шт.</i> , мин.
1	Разборка микроскопа	4	32
2	Чистка оптики	4	25
3	Ремонт револьверного механизма	3	33
4	Проверка и ремонт поворотного механизма	4	45
5	Проверка и ремонт конденсора	4	24
6	Проверка и ремонт осветителя	4	21
7	Сборка микроскопа и контроль	5	12

1. Расчет типа производства

Расчет типа производства осуществляется в следующей последовательности:

- **определяется номинальный годовой фонд работы оборудования;**
- **рассчитывается такт линии;**
- **определяется коэффициент серийности, по которому определяют тип рассматриваемого производства.**

- Номинальный фонд рабочего времени рассчитывается как разность между календарным фондом времени и выходными и праздничными днями

$$F_n = [F_{р.д.} \times t_{р.д.} - F_{пр.д.} \times (t_{р.д.} - t_{пр.д.})] \times 60$$

- номинальный годовой фонд времени работы оборудования в одну смену, мин.;
- количество рабочих дней в году по календарю, дни;
- продолжительность рабочего дня в обычные дни, час;
- количество предпраздничных дней в году, дни;
- продолжительность рабочего дня в предпраздничные дни, час.

Комментарий к производственному календарю на 2018 год

В соответствии с ч. 1 ст. 112 ТК РФ нерабочими праздничными днями в Российской Федерации являются:

- 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 8 января - Новогодние каникулы;
- 7 января - Рождество Христово;
- 23 февраля - День защитника Отечества;
- 8 марта - Международный женский день;
- 1 мая - Праздник Весны и Труда;
- 9 мая - День Победы;
- 12 июня - День России;
- 4 ноября - День народного единства.

ТАКТ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ

- средний интервал времени между выпуском обрабатываемых деталей - рассчитывается исходя из максимальной годовой программы выпуска деталей.

$$R = \frac{F_{H.} \times S \times K}{N}$$

такт поточной линии, мин./шт.;
число смен;
программа выпуска за год, шт.;
коэффициент, учитывающий регламентированные простои оборудования в ремонте.

коэффициент серийности

определяется количеством детали-операций,
выполняющихся в среднем на одном рабочем месте

Тип производства	$K_{\Sigma 0}$
Массовое	1
Крупносерийное	Свыше 1 до 10
Серийное	10 до 20
Мелкосерийное	Свыше 20 до 40
Единичное	Свыше 40

$$K_c = \frac{R}{t_{вед.}}$$

расчет

Номинальный фонд

$$F_H = (247 * 8,2 - 8 * (8,2 - 7,4)) * 60 =$$
$$= 121140 \text{ мин}$$

Такт $R = 11,5$ мин

$K_c = 0,255$

Так как $K_c < 1$, следовательно, рассматриваемое производство относится к массовому типу. Для массового типа производства наиболее прогрессивной и эффективной системой являются поточные методы организации работ.

2. Расчет количества рабочих мест и определение их загрузки

Количество рабочих мест определяется в следующем порядке:

- **определяется расчетное количество рабочих мест;**
- **устанавливается принятое количество рабочих мест;**
- **определяются коэффициенты загрузки рабочих мест;**
- **строится график загрузки рабочих мест.**

Расчетное количество рабочих мест, необходимое для выполнения заданной годовой программы при установленном технологическом процессе определяется по следующей формуле:

$$Cp.i = \frac{t_{шт} \cdot i}{R}$$

$$\eta_{зi} = \frac{Cp.i}{Cпр.i} \times 100\%$$

Средний коэффициент загрузки рабочих мест на линии определяется по формуле:

$$\eta_{з.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{р.и}}{\sum_{i=1}^m C_{нр.и}} \times 100\%$$

Как построить график загрузки

- Построение графика загрузки рабочих мест проводится в системе координат XU .
- По оси абсцисс X располагаются рабочие места, по оси ординат U - откладывается процент их загрузки.
- Средний коэффициент загрузки всех рабочих мест показывается горизонтальной линией через весь график.
- Ниже на основании выполненных расчетов строим график загрузки рабочих мест.

Таблица 1. РАСЧЕТНОЕ И ПРИНЯТОЕ ЧИСЛО РАБОЧИХ МЕСТ, КОЭФФИЦИЕНТ ЗАГРУЗКИ

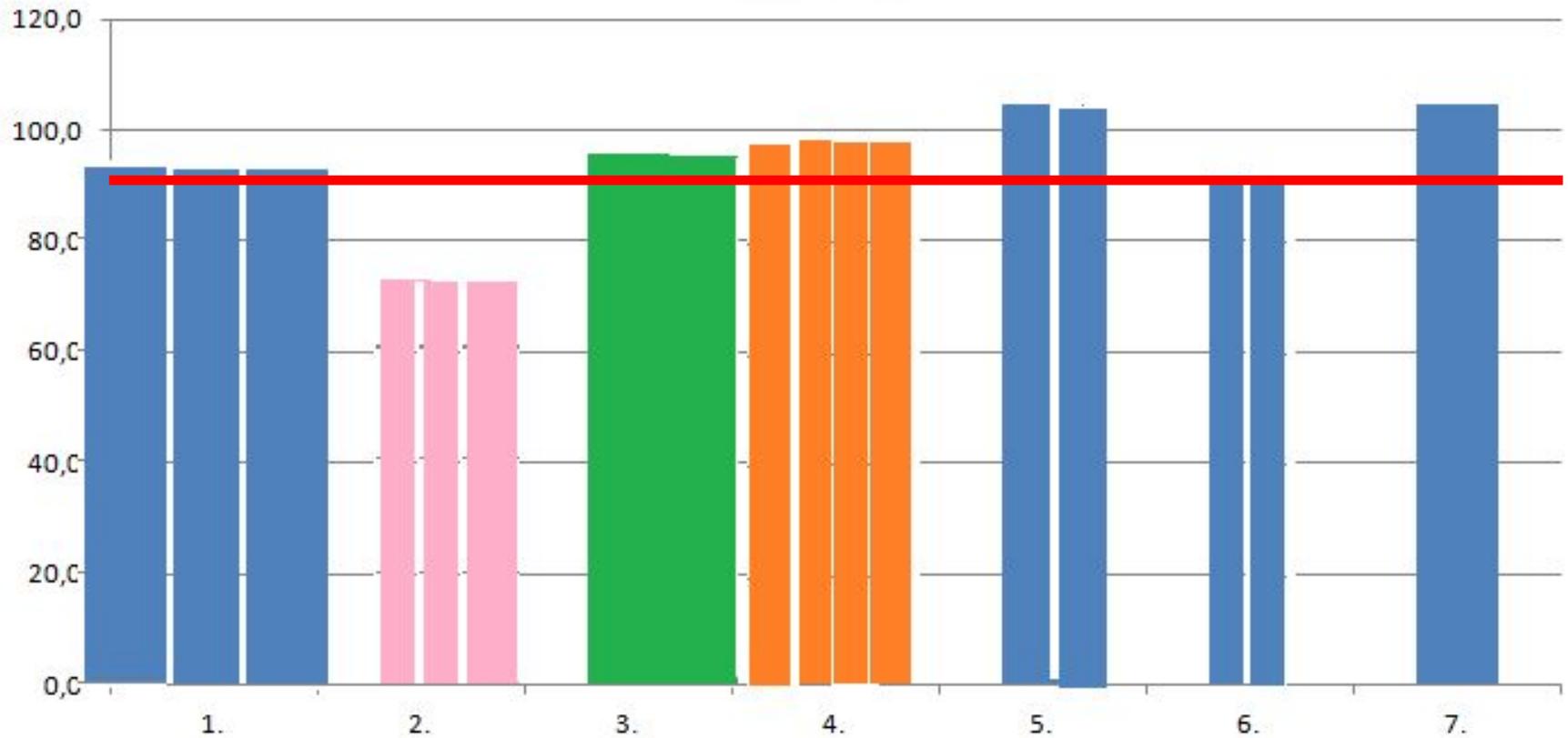
№ операции	Расчетное число рабочих мест, $C_{р. i}$	Принятое число рабочих мест, $C_{пр. i}$	$\eta_{з i}$ Коэф. загрузки рабочих мест, %
1			
2			
3
4			
5			
6			
7			

Таблица 1. РАСЧЕТНОЕ И ПРИНЯТОЕ ЧИСЛО РАБОЧИХ МЕСТ, КОЭФФИЦИЕНТ ЗАГРУЗКИ (ПРОВЕРКА)

Ср	Спр	загрузка, %
2,78	3	92,69
2,17	3	72,41
2,87	3	95,58
3,91	4	97,76
2,09	2	104,27
1,82	2	91,24
1,04	1	104,27
16,68	18,00	92,69

График загрузки

загрузка,%



3. Расчет численности основных рабочих

- Количество основных рабочих определяется в следующем порядке:
 - определяется **расчетное количество основных рабочих**;
 - определяется принятое число основных рабочих (**округляя расчетное значение** до ближайшего целого числа при допустимой перегрузке не более 15%);
 - проводится **организационная синхронизация**, направленная на выравнивание загрузки рабочих путем совмещения профессий;
 - определяется **окончательно принятая численность** основных рабочих.

$$Чр \cdot_i = \frac{Ср \cdot_i}{Но \cdot_i}$$

Таблица 2. Расчет необходимого числа рабочих в стандарт-плане

№п/п	Расчетное число рабочих мест $Ср.i$	Норма обслужива ния, $Но.i$	Количество рабочих по операциям, чел.		Принятое число рабочих мест $Спр.i$	Порядок совмещени я	Номер а Рабоч их по операц иям
			$Чр.i$	$Чпр.i$			
1							
2							
3		
4							
5							
6							
7							

Замечания по разделу 3

- При определении возможности закрепления нескольких операций за одним рабочим необходимо исходить из нескольких факторов. Прежде всего, следует обратить внимание на **получаемое при расчетах число рабочих мест Чр., вернее на его дробную часть**. Она показывает степень загрузки недогруженного рабочего места. Задача синхронизации состоит в достижении наиболее высокой производительности труда рабочих и максимально возможной загрузки имеющегося оборудования. Поэтому необходимо стремиться закрепить рабочих за станками таким образом, чтобы **загрузка оборудования приближалась к 100%**.
- Кроме этого, следует обращать **внимание на разрядность работ**. Совмещение операций рабочими возможно только на операциях с близким или совпадающим номером разряда.

Таблица 2. РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО ЧИСЛА РАБОЧИХ В СТАНДАРТ-ПЛАНЕ (ПРОВЕРКА)

№п/п	Расчетное число рабочих мест Ср.і	Норма обслуживания, Но.і	Количество рабочих по операциям, чел.		Принят ое число рабочих мест Спр.і	Порядок совмещения	Номера рабочих по операциям
			Чр.і	Чпр.і			
1	2,78	1	2,78	3	3	1.-2.	1,2,3
2	2,17	1	2,17	2	3	2.-1.	4,5,3
3	2,87	1	2,87	3	3		6,7,8
4	3,91	1	3,91	4	4		9,10,11,12
5	2,09	1	2,09	2	2		13,14
6	1,82	1	1,82	2	2		15,16
7	1,04	1	1,04	1	1		17
ИТОГО				17	18		

4. Расчет заделов

- Данный раздел включает в себя два подраздела:
 - построение графика работы линии;
 - расчет заделов и построение графика движения оборотных заделов.

- При построении графика работы линии необходимо определить **следующие параметры**:
 - период обслуживания поточной линии;
 - коэффициенты загрузки недогруженных рабочих мест;
 - время работы рабочих мест в течение периода обслуживания.

Методика работы

1. Определяем период обслуживания R_0
 - Обычно используется R_0 , кратный времени рабочего дня (8 час = 480 мин.)
 - Например, 120 мин., 240 мин., 360 мин. или 480 мин
 - Зависит от времени техпроцесса.
 - Для данного производства выбираем период обслуживания R_0 равным 240 мин.

2. Определяем время работы недогруженного рабочего места

- Время работы каждого рабочего места за период обслуживания определяется в зависимости от коэффициента загрузки по каждой операции
- При наличии на операции нескольких рабочих мест вся недогрузка сосредотачивается на одном рабочем месте, поэтому рассчитывается лишь время работы недогруженного рабочего места

Время работы недогруженного рабочего места

$$T_{нед.і} = \frac{R_0 \times K_{загр.і}}{100}$$

где:

- **$T_{нед.і}$** - время работы недогруженного рабочего места, мин.;
- **R_0** - период обслуживания оборудования, мин.;
- **$K_{загр.і}$** - коэффициент загрузки недогруженного рабочего места, %.

Расчет К загрузки недогруженного места

- Коэффициент загрузки недогруженного рабочего места $K_{загр.}$ **определяется числом, стоящим после запятой в значении расчетного количества рабочих $Чр.{}_i$.**

$Чр.{}_i$	недогрузка
2,78	0,78
2,17	0,17
2,87	0,87
3,91	0,91
2,09	-
1,82	0,82
1,04	-

Расчет загрузки недогруженного места

операции	Недогруз, мин
1	$78 * 240 \text{ мин} / 100 = 187,2$
2	40,8
3	208,8
4	218,4
5	0
6	196,8
7	0

График работы линии

- На графике работы линии необходимо в определенном масштабе графически показать сплошной линией время занятости по каждой операции.
- Если обработка деталей на операции ведется несколькими станками, то время работы каждого из них изображается на графике отдельной прямой линией.
- При большом количестве станков на операции, начинающих и заканчивающих работу одновременно, допускается изображение их на графике одной жирной прямой линией с указанием над ней количества работающих станков

Стандарт -план

- Строится стандарт-план линии в форме таблицы.

В нее вносятся

- все операции технологического процесса и
- нормы времени их выполнения;
- проставляется такт (ритм) потока
- определяется необходимое число рабочих мест по каждой операции (расчетное и принятое)
- производится закрепление номеров за рабочими местами
- определяется загрузка рабочих мест (в процентах и минутах);
- строится график работы оборудования по каждой операции
- рассчитывается потребное количество производственных рабочих на каждой операции;
- строится график регламентации труда по линии
- осуществляется распределение загрузки между производственными рабочими путем подбора работ;
- определяется окончательная численность производственных рабочих,
- присваиваются им условные знаки или номера
- устанавливается порядок обслуживания рабочих мест.

Заделы

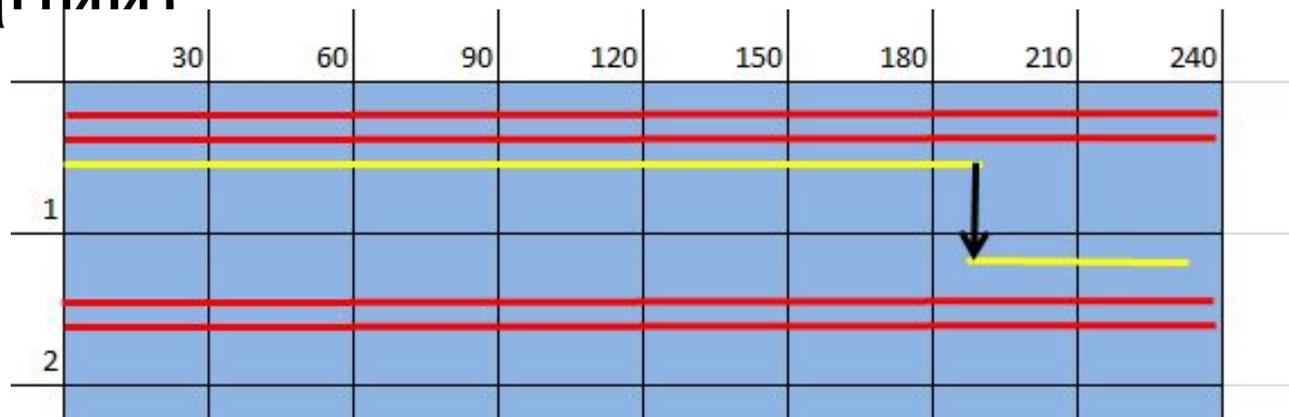
- Покидая одно рабочее место, рабочий обязательно должен оставить задел деталей для обеспечения непрерывности движения всего потока.
- Величина межоперационных оборотных заделов определяется по следующей формуле:

$$Z = T_{совм.} \times \left(\frac{C_{пр. i}}{t_{шт. i}} - \frac{C_{пр. (i+1)}}{t_{шт. (i+1)}} \right)$$

T совм.-время совместного выполнения операций, либо время, когда условия по производительности не меняются, мин.;

Критические точки

- Для рассматриваемого примера определяем величину оборотных заделов в критических точках.
- Задел между первой и второй операциями (имеется **одна критическая точка**, когда заканчивает работу третье рабочее место на первой операции)



Расчет задела 1-2 операции

$$Z'_{об.1-2} = 187,2 \times \left(\frac{3}{32} - \frac{2}{25} \right) =$$

$$Z''_{об.1-2} = (240 - 187,2) \times \left(\frac{2}{32} - \frac{3}{25} \right) =$$

Проверка задела по сумме

(ок.0)
2,57 -3,03

Расчет задела 2-3 операции

$$Z'_{об.2-3} = 187,2 \times \left(\frac{2}{25} - \frac{3}{33} \right) =$$

$$Z''_{об.2-3} = (240 - 187,2) \times \left(\frac{3}{25} - \frac{3}{33} \right) =$$

Проверка задела по сумме

(ок.0)

-2,04

1,53

Технологический задел

- Величина технологического задела на линии определяется по следующей формуле:
- где:

$$Z_{техн.} = \sum_{i=1}^m C_{пр.и} \times a_i$$

- ***Z_{техн.}*** технологический задел, шт.;
- a_i число одновременно обрабатываемых изделий на каждом рабочем месте *i*-той операции.
- **Z_{техн.}=?**

Транспортный задел

- Величина транспортного задела рассчитывается по формуле:

$$Z_{тр.} = p \times (m - 1)$$

- где:
- $Z_{тр.}$ транспортный задел, дет.;
- p размер передаточной партии;
- m число операций, выполняемых на поточной линии.
- $Z_{тр.}$?

Страховой задел

- Величина страхового задела определяется в процентах от сменного выпуска по формуле:
где:
$$Z_{стр.} = (10 \div 15\%) \times \frac{T_{см.}}{R}$$

$Z_{стр.}$ - страховой задел, дет.;

$T_{см.}$ - продолжительность смены (рабочего дня в обычные дни), мин.

$Z_{стр.}$

Общий цикловой задел

$$Z_{общ.} = Z_{техн.} + Z_{тр.} + Z_{стр.} + Z'_{об.}$$

В общую сумму оборотных заделов на линии включают только заделы, создаваемые на начало периода обслуживания (приходящие на начало периода обслуживания со знаком “минус”).

$Z_{общ} = ???$ дет.

5. МЕТОДИКА РАСЧЕТА СПИСОЧНОЙ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОЧИХ

При определении потребного количества рабочих (списочной численности) следует установить **объем работ, необходимый для выполнения производственной программы** (трудоемкость), действительный фонд времени одного рабочего в часах.

Общая трудоемкость работ определяется по следующей формуле:

где:

$$T_{\text{общ.}} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{\text{шт.},i} \times N}{60}$$

- ***T*_{общ.}** общая трудоемкость ремонтных работ, час.
- ***T*_{общ.} = 32000 (ПРОВЕРИТЬ)**

Действ. фонд времени

- Действительный (эффективный) фонд времени работы оборудования находят по следующей формуле:

$$F_{д.} = \frac{F_{н.} \times S \times K}{60}$$

сумма штучного времени	
	192
программа	
	10000
действительный фонд	
	1918

- В действительном фонде рабочего времени учитывается число рабочих дней в плановом периоде, режим труда и планируемые потери рабочего времени (отпуска, болезни, выполнение государственных обязанностей и другое). Все эти параметры отражаются в **балансе рабочего времени одного среднесписочного рабочего.**

Количество рабочих мест

Количество рабочих мест, необходимых для выполнения установленного объема работ, определяется по формуле:

$$M_p. = \frac{T_{общ.}}{Fд.}$$

где:

- ***M_{p.}*** количество рабочих мест, необходимых для выполнения установленного объема работ, ед.
- $M_p = 17$ (16,68 полученное число должно быть близким к числу Чпр., **у нас все верно**)

Явочная численность

- Явочная численность основных производственных рабочих (количество человек, которое должно ежедневно являться на работу) определяется по формуле:

$$Ч_{яв.} = \frac{M_{р.} \times S}{N_o}$$

- где:
- **Ч_{яв.}** - явочное количество основных производственных рабочих, чел.;
- **Н_о** - усредненная норма обслуживания рабочих мест.
- **Ч яв.= 17**

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ЗАДАЧЕ (ДЛЯ БАЛАНСА)

- Продолжительность отпусков у основных производственных рабочих:

33% имеют отпуск 15 дней;

50% – 18 дней;

17% – 24 дня.

- Отпуска по учебе имеют 12% рабочих по 20 рабочих дней в году.
- Длительность отпусков в связи с невыходами по болезни, исполнением государственных и общественных обязанностей, родами принять равным 6 дням.
- Потери рабочего времени в связи с сокращением длительности рабочего дня принять равным: для тяжелых и вредных работ – 0,9 ч., для кормящих матерей – 0,2 ч., для подростков – 0,1 ч.

Баланс времени

- При составлении баланса рабочего времени рассчитывают среднее количество часов, которое рабочий должен отработать в течение рабочего дня.
- При этом устанавливают:
 - количество рабочих мест, необходимых для выполнения установленного объема работ;
 - явочное число основных производственных рабочих;
 - номинальный фонд рабочего времени в течение планового периода;
 - явочный фонд рабочего времени в течение планового периода;
 - номинальную продолжительность рабочего дня;
 - процент плановых невыходов.

Баланс

- Значения номинального и явочного фондов рабочего времени, номинальную и среднюю продолжительность рабочего дня, процент плановых невыходов определяют непосредственно на балансе рабочего времени одного среднесписочного рабочего.

№п/п	Показатели	Кол-во дней	Кол-во часов	В % к номинальному
1	Календарный фонд времени		-	-
2	Количество нерабочих дней, всего в том числе:		-	-
	выходных		-	-
	праздничных		-	-
3	Количество календарных рабочих дней в году			
4	Неявки на работу, всего в том числе:			
	очередные и дополнительные отпуска		-	
	отпуска по учебе		-	
	прочие отпуска		-	
5	Количество рабочих дней в году			
6	Номинальная продолжительность рабочего дня	-		
7	Потери времени внутри рабочего дня, всего в том числе	-		
	для занятых на физически тяжелых и вредных работах	-		
	для кормящих матерей	-		
	для подростков	-		
8	Средняя продолжительность рабочего дня	-		
9	Годовой эффективный фонд рабочего времени	-		-

Баланс

- Календарный фонд времени определяется по календарю текущего года (365 дней).
- Количество нерабочих дней определяется по календарю текущего года как сумма выходных (с учетом пятидневной рабочей недели) и праздничных дней, не совпадающих с выходными.

- В рассма
(104, 14)

октябрь	2018
Календарные	365
Рабочие	247
Выходные, праздники	118

8 дн.

- Количество календарных рабочих дней (номинальный фонд рабочего времени) определяется как разность между календарным фондом времени и количеством нерабочих дней.
- В рассматриваемом примере: **247 дн.**
- С учетом номинальной продолжительности рабочего дня величина номинального фонда рабочего времени составит:
- **247*8,2= 2025,4** часа.

Неявки/отпуска

- Неявки на работу определяются как **сумма целосменных потерь рабочего времени**, связанных с очередными и дополнительными отпусками, отпусками по учебе, отпусками в связи с родами, выполнением государственных и общественных обязанностей, болезнями.
- Продолжительность отпусков определяется как средневзвешенная величина с учетом численности категорий рабочих с разной длительностью отпусков. В связи с тем, что отпуска исчисляются из расчета 6-дневной недели, а баланс рабочего времени – из расчета 5-дневной недели, то **производится корректировка средней продолжительности отпусков**.

Число рабочих/дни отпуска

- На основании исходных и расчетных данных определяется количество рабочих, имеющих соответствующее число дней отпуска. При этом используется следующая формула:

$$Ч_{раб. j} = \frac{Ч_{яв.} \times d_j}{100\%}$$

- где:
- **$Ч_{раб. j}$** . количество рабочих j -той группы с соответствующей длительностью отпусков, чел.;
- **D_j** удельная величина j -той группы в общей численности рабочих, %.

определенное количество дней отпуска

В рассматриваемом примере длительность отпуска в 15 дней имеют:	5,61	5
длительность отпуска в 18 дней имеют:	8,5	9
длительность отпуска в 24 дня имеют	2,89	3

$$=(5*15 \text{ дней}+9*18 \text{ дней}+3*24 \text{ дня})/$$

Средняя продолжительность 17 чел=

отпусков Доп.1 всех основных
рабочих (17 человек) составит: 18,17 дней /чел

18 дней

Корректировка длительности отпуска

- Необходимо произвести корректировку средней продолжительности отпусков: полученное значение средней продолжительности отпусков умножается на среднюю продолжительность рабочего дня при 6-дневной неделе и делится на среднюю длительность рабочего дня при 5-дневной неделе
- $(18 * (8,2 * 5 / 6)) / 8,2$
- 15 дней

- Длительность отпусков по учебе рассчитывается аналогичным образом как средневзвешенная величина количества рабочих, пользующихся данными видами отпуска, и продолжительности отпуска.
- На основании исходных данных количество обучающихся рабочих в рассматриваемом примере составит

17 чел. * 0,12 = 2,04 чел.

- $2 \text{ чел} * 20 \text{ дней} / 17 \text{ чел} = 2,35 \text{ дня}$
- **КОРРЕКТИРОВКА**
- $(2,35 * (8,2 * 5 / 6)) / 8,2 = 1,96 \text{ дн.} = 2 \text{ дн.}$

№п/п	Показатели	Кол-во дней	Кол-во часов
1	Календарный фонд времени	365	-
2	Количество нерабочих дней, всего в том числе:	118	-
2.1.	выходных	104	-
2.2.	праздничных	14	-
3	Количество календарных рабочих дней в году	247	2025,4
4	Неявки на работу, всего в том числе:	23	188,6
4.1.	очередные и дополнительные отпуска	15	-
4.2.	отпуска по учебе	2	-
4.3.	прочие отпуска	6	-
5	Количество рабочих дней в году	224	1836,8
6	Номинальная продолжительность рабочего дня	-	8,2
7	Потери времени внутри рабочего дня, всего в том числе	-	1,2
7.1.	для занятых на физически тяжелых и вредных работах	-	0,9
7.2.	для кормящих матерей	-	0,2
7.3.	для подростков	-	0,1
8	Средняя продолжительность рабочего дня	-	7
9	Годовой эффективный фонд рабочего времени	-	1568

СПИСОЧНАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ

- На основании данных баланса рабочего времени одного среднесписочного рабочего рассчитывается списочная численность основных производственных рабочих по формуле:

$$Ч_{сп.} = \frac{Ч_{яв.} \times 100\%}{100 - Пн.}$$

где:

- **Ч_{сп.}** - списочная численность основных производственных рабочих, чел.;
- **Пн.** - процент плановых невыходов на работу (по балансу рабочего времени), % (188,6 / 2025,4 * 100)
- В рассматриваемом примере списочная численность основных производственных рабочих составит:

$$17 * 100 / (100 - 9,31) = 18,75 \text{ (19 чел)}$$

бригады

- Согласно проведенным расчетам среднегодовой численности основных рабочих организуются бригады рабочих.
- При этом в качестве оптимального следует принимать размер бригады 6÷10 человек.
- Таким образом, в рассматриваемом примере организуется две бригады.
- Далее следует определить численность вспомогательных и обслуживающих работников цеха (участка) и назначить соответствующие формы оплаты труда.

<i>Группы профессий</i>	<i>Численность по профессиям</i>	<i>Форма оплаты труда</i>
Основные производственные рабочие в том числе:	19	сдельно-премиальная
мастер	2	сдельно-премиальная
Обслуживающий персонал в том числе:	6	
контролер ОТК	2	повременно-премиальная
слесарь	1	сдельно-премиальная
уборщик	2	повременная
электромонтер	1	повременно-премиальная