

Раздел 3. «Нормирование труда»

Разбор типовых задач (Нормирование труда)

Методические указания

Существует три метода определения норм труда:

- 1) расчетно-аналитический метод;
- 2) метод укрупненного нормирования;
- 3) суммарный метод.

Расчетно-аналитический метод включает в себя два способа определения норм труда:

- расчет по формулам и нормативам;
- расчет по результатам наблюдений.

К основным достоинствам расчета по формулам и нормативам можно отнести: высокую точность норм труда, возможность определения норм на стадии проектирования процесса, возможность создания равно-напряженных норм в различных структурных подразделениях на предприятиях и в отраслях.

Определение норм по результатам наблюдений дает возможность также достаточно точно и обоснованно определить норму с учетом особенностей производства. Но данный способ расчета имеет некоторые недостатки, например закрепляет отклонение технологии и организации, сложившееся при выполнении работ. Кроме того, данный способ нормирования невозможно использовать на стадии технической подготовки производства.

Метод укрупненного нормирования включает в себя следующие способы определения норм труда:

- расчет по типовым нормативам-эталонам;
- расчет по эмпирическим формулам.

Метод укрупненного нормирования позволяет устанавливать нормы с несколько меньшей прочностью в сравнении с расчетными методами. Однако, к безусловным преимуществам этого метода можно отнести его широкую область применения и незначительные затраты времени нормировщика на оперативное нормирование. Укрупненный метод определения норм труда обычно используют для нормирования производственных операций (сборочных, сварочных и т.д.), для нормирования труда специалистов и управленческого аппарата. Для этого в расчет принимают эмпирические формулы, построенные для конкретных условий с помощью методов математической статистики или используют укрупненные нормативы.

Суммарный метод объединяет три способа расчета: опытный, статистический и сравнительный.

Опытный способ предусматривает определение норм на основе опыта нормировщика или мастера.

Статистический способ заключается в использовании статистической отчетности о выполнении норм и использовании рабочего времени. Этот способ применяется для уточнения и корректировки норм.

Сравнительный способ применяется, когда нормы устанавливаются путем сравнения данных операций с работами или операциями, которые выполнялись ранее. Этот способ используют при замене изделий на конструктивно подобные в случае модернизации и других технических нововведений.

ЗАДАЧА № 3.1

Рассчитать норму штучного, штучно-калькуляционного времени и норму выработки на восьмичасовую смену в мелкосерийном производстве, если оперативное

время ($t_{он}$) – 10 мин., подготовительно-заключительное время на партию изделий ($t_{н.з}$) – 5 мин. Число изделий в партии (n) – 10 шт., а норматив времени на отдых, личные надобности и обслуживание рабочего места ($t_{ом.л}$) – 12 % оперативного времени.

РЕШЕНИЕ

1. Норму штучного времени определим по формуле (3.1):

$$T_{шт} = T_{он} \times \left(1 + \frac{K}{100}\right), \quad (3.1)$$

где K – коэффициент, показывающий на сколько увеличивается штучное время по сравнению с оперативным;

$T_{шт}$ – штучное время.

$$T_{шт} = 100 \times \left(1 + \frac{12}{100}\right) = 11,2.$$

2. Узнаем норму штучно-калькуляционного времени по формуле (3.2):

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{н.з}}{n}, \quad (3.2)$$

$$T_{шт.к} = 11,2 + \frac{5}{10} = 11,7 \text{ мин.}$$

3. Рассчитаем норму выработки, используя формулу (3.3):

$$H_{выр} = \frac{T_{см}}{T_{шт.к}}, \quad (3.3)$$

где $T_{см}$ – сменное время.

$$H_{выр} = \frac{480}{11,7} = 41.$$

ЗАДАЧА № 3.2

Рассчитать норму машинного (основного) времени при наружной обточке детали на токарном станке, если длина обработки (L) равна 300 мм; длина на выход и вход резца (l_1) – 3 мм; длина на взятие пробной стружки (l_2) – 2 мм; число оборотов шпинделя (n) – 500 об./мин; подача на один оборот (S) – 0,3 мм/об., число проходов (i) – 2.

РЕШЕНИЕ

Определяем норму машинного времени (t_m) при обточке детали по формуле (4.4):

$$t_m = \frac{L + l_1 + l_2}{n \times S} \times i, \quad (4.4)$$

$$t_m = \frac{300 + 3 + 2}{500 \times 0,3} \times 2 = 4,07.$$

Примечание. При поперечной отрезке L принимается равной $\frac{D}{2}$, а при отрезке пустотелых деталей или точечной $\frac{D-d}{2}$.

ЗАДАЧА № 3.3

Рассчитать норму выработки на перевозку грузов автомобилем по следующим исходным данным: расстояние перевозки (L) – 10 км; скорость с грузом (V_1) – 30 км/ч; скорость порожняком (V_2) – 40 км/ч; норма времени на погрузку (t_n) – 10 мин., на разгрузку (t_p) – 5 мин.; подготовительно-заключительное время ($t_{н.з}$) – 20 мин.; время обслуживания ($t_{об}$) – 10 мин. на восьмичасовую смену, грузоподъемность автомобиля (Γ) – 5 т; коэффициент использования грузоподъемности (K_{zn}) – 0,85.

РЕШЕНИЕ

Определяем норму машинного времени ($H_{выр}$) при перевозке грузов по формуле (4.5):

$$H_{выр} = \frac{T_{см} - (T_{н.з} + T_{обс})}{\frac{L \times 60}{V_1} + \frac{L \times 60}{V_2} + t_n + t_p} \times \Gamma \times K_{zn}, \quad (4.5)$$

$$H_{выр} = \frac{480 - (20 + 10)}{\frac{10 \times 60}{30} + \frac{10 \times 60}{40} + 10 + 5} \times 5 \times 0,85 = 38,25.$$

Разбор типовых задач (фотография рабочего времени)

Методические указания

Под фотографией в техническом нормировании понимается метод изучения затрат рабочего времени или времени работы и перерывов в работе оборудования путем наблюдения и измерения всех без исключения затрат на протяжении полной рабочей (в этих случаях ее называют фотографией рабочего дня) смены или некоторой ее части.

Существуют следующие виды фотографии рабочего времени:

1. Индивидуальная фотография рабочего дня.
2. Групповая фотография рабочего дня.
3. Бригадная фотография.
4. Маршрутная фотография.
5. Самофотография рабочего времени.
6. Фотография времени использования оборудования.
7. Фотография производственного процесса.
8. Фотография рабочего времени многостаночника.
9. Фотохронометраж.

Индивидуальная фотография рабочего времени – метод индивидуального наблюдения и изучения затрат рабочего времени и выявления причин потерь и лишних затрат рабочего времени. Объектом наблюдения является один рабочий, работающий на определенном рабочем месте.

Групповая фотография – метод массового наблюдения и изучения затрат рабочего времени с выявлением причин потерь и лишних затрат рабочего времени. Объектом наблюдения является группа рабочих (не более десяти человек), связанных организационно и выполняющих отдельные работы на индивидуальных рабочих местах. В процессе подготовки к проведению наблюдений устанавливаются период наблюдения и порядок записи результатов. Период между двумя наблюдениями тем больше, чем больше объектов наблюдений. Период между двумя наблюдениями тем меньше, чем больше требования точности. Пример наблюдательного листа групповой фотографии рабочего дня представлен в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Фрагмент наблюдательного листа групповой фотографии рабочего дня

Время наблюдения	Номер объекта наблюдения				
	1	2	3	4	5
7-00	ПЗ*	ОТС	ОП	ОП	ПЗ
7-05	ПЗ	ОП	ОТС	ОТС	ОП
7-10	ОП**	ПЗ	ПЗ	ПЗ	ПЗ
7-15	ОТС***	ПЗ	ПЗ	ПЗ	ОТС

Примечания. * ПЗ – подготовительно-заключительное время; ** ОП – оперативное время; *** ОТС – рабочий отсутствовал на рабочем месте

Обработка результатов аналогична индивидуальной фото-графии рабочего дня. Продолжительность затрат рабочего времени по каждой категории определяется как произведение интервала времени между двумя наблюдениями на количество случаев повторения одноименных затрат рабочего времени. Обработку результатов можно проводить по каждому исполнителю в отдельности и по группе в целом.

Бригадная фотография – это метод массового изучения затрат рабочего времени. Объектом наблюдения может быть группа не более четырех человек. Бригадная фотография применяется для изучения рабочего времени бригады рабочих, одновременно выполняющих взаимосвязанные работы. Кроме выявления потерь рабочего времени бригадная фотография дает возможность изучить и проанализировать потери и лишние затраты рабочего времени, согласованность действий всех членов бригады, установить

степень загруженности каждого в течение смены, определить оптимальное количество членов бригады и сделать выводы об улучшении распределения обязанностей.

В наблюдательный лист вносят данные о выполняемых работах и распределении обязанностей (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Пример наблюдательного листа бригадной фотографии рабочего дня

Наименование затрат рабочего времени	Индекс	Номер объекта наблюдения/ Текущее время				Номер объекта наблюдения/ Продолжительность			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Приход на работу	ПР	7 ⁰⁰	7 ⁰⁷	7 ⁰⁰	7 ⁰⁰	–	7	–	–
Получение приспособлений	ПЗ	7 ²⁰	–	–	7 ²⁰	20	–	–	20
Разборка узла	ОП	–	7 ⁵³	7 ⁵³	–	–	46	53	–
Промывка детали	ОП	7 ⁵⁸	–	–	7 ⁵⁸	38	–	–	38
Уход с рабочего места	ОП	–	7 ⁵⁹	–	–	–	6	–	–
Разговор с мастером	ПЗ	8 ⁰⁴	–	–	–	6	–	–	–
Осмотр детали	ОП	–	8 ³²	8 ³²	–	–	33	39	–

Обработка результатов аналогична индивидуальной фотографии рабочего дня.

Маршрутная фотография применяется, когда наблюдатель, находясь на стационарном рабочем месте, не может достаточно хорошо видеть действия всех рабочих, за которыми он проводит наблюдение. При подготовке к такому наблюдению намечается маршрут следования и устанавливаются интервалы, через которые отмечаются затраты рабочего времени. Результаты записывают в индексной форме. Форма и содержание наблюдательного листа, обработка данных аналогичны групповой фотографии рабочего дня. Маршрутная фотография применяется обычно для изучения рабочих-сборщиков, аппаратчиков, вспомогательных рабочих и ИТР.

Самофотография рабочего времени – это метод массового изучения и выявления потерь рабочего времени. Самофотография может проводиться на протяжении части рабочего дня, целого рабочего дня или нескольких рабочих дней. Исполнитель в течение периода наблюдения записывает все действия или перерывы в работе. Метод обычно применяется для выявления явных потерь.

Преимущества метода:

- привлечение исполнителей к активному выявлению резервов и устранению потерь;
- возможность в течение короткого времени получить большой объем информации.

Недостаток состоит в субъективности данных (в сравнении с индивидуальной фотографией) и неполной структуре затрат.

На лицевую сторону наблюдательного листа заносятся данные, характеризующие работу, рабочего, организацию труда и выработку (обычно среднюю за предыдущий период). В наблюдательный лист вносятся данные о возможных перерывах и потерях рабочего времени (табл. 3.3). Обязательно проводится инструктаж с разъяснением цели проведения наблюдения.

Таблица 3.3

Пример наблюдательного листа самофотографии рабочего дня

Наименование потерь	Время перерыва		Продолжительность, мин.	Частота повторения аналогичных потерь в другие дни
	Начало	Конец		
Нет заготовок	8 ⁰⁰	8 ²⁰	20	4 раза в неделю
Получал инструмент	8 ¹⁰	8 ¹⁸	8	Каждый день
Получал инструмент	11 ²²	11 ³²	10	Каждый день
Внеплановый ремонт станка	15 ⁰⁰	15 ²⁰	20	Раз в две недели
Обработка поверхности в два прохода в результате большого припуска	—	—	30	Редко

Фотография времени использования оборудования применяется для определения времени работы оборудования и выявления продолжительности и причин простоев. Форма и содержание наблюдательного листа, порядок проведения, обработка результатов аналогичны индивидуальной или групповой фотографии. В процессе обработки результатов составляют фактический и проектируемый баланс рабочего времени и определяют фактические и проектируемые коэффициенты полезного использования оборудования (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Пример составления сводки результатов фотографии и баланс времени использования оборудования

Категории затрат рабочего времени	Фактический баланс		Проектируемый баланс, %	Проектируемое сокращение времени, %
	мин.	процент к итогу		
Работа	360	75	88	—
Перерывы по организационно-техническим причинам, обусловленные				
а) организацией производства	57	11,7	10,0	1,7
б) нарушением нормального течения производственного процесса	37	7,7	—	7,7
Перерывы на отдых рабочего	12,6	2,6	2,0	0,6
Перерывы из-за нарушения трудовой дисциплины	14,4	3,0	—	3,0
ИТОГО	480	100	100	13

Фотография производственного процесса применяется в отраслях промышленности с аппаратными процессами производства (термические, гальванические, литейные, химические).

Цель: одновременное изучение параметров технологического процесса и времени работы рабочих, обслуживающих аппараты и агрегаты.

Изучение проводится методом двустороннего наблюдения: один наблюдатель через определенные периоды времени записывает характеристики процесса по показаниям приборов (температуру, скорость, время, причины перерывов), другой изучает рабочее время методом индивидуальной или групповой фотографии.

Обработка осуществляется аналогично соответствующим методам. В результате анализа составляется баланс использования рабочего времени исполнителя и оборудования. По окончании обработки данных строятся фактический и проектируемый графики двустороннего наблюдения и нормального баланса рабочего времени. Этот метод обычно используют для установления штата рабочих, регламента работы и обслуживания аппаратов.

Фотохронометраж – комбинированная форма наблюдений, которая применяется для изучения затрат рабочего времени и нормирования операций. На протяжении целой смены или нескольких смен наблюдения проводят методом индивидуальной фотографии рабочего дня. На протяжении части смены, когда изучается стабильно повторяющаяся работа, пользуются методом хронометражных наблюдений. Он применяется в единичном и мелкосерийном производстве, когда в течение смены выполняются различные работы, операции и проводить хронометраж невозможно и нецелесообразно.

Фотография рабочего времени многостаночника. На стадии подготовки к проведению наблюдений на лицевую часть наблюдательного листа заносят график обслуживания оборудования и индексы, которые применяются для характеристики действия рабочего и оборудования. Запись результатов и порядок их обработки аналогичны индивидуальной фотографии рабочего дня (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Фрагмент наблюдательного листа фотографии рабочего времени многостаночника

Исполнитель					Станок 1			Станок 2			
Наименование затрат рабочего времени	Номер станка	Текущее время	Продолжительность, мин.	Индекс	Текущее время	Продолжительность, мин.	Индекс	Текущее время	Продолжительность, мин.	Индекс	Примечание
Наладка станка	1	8 ⁰⁶	6	ПЗ	8 ⁰⁶	6	П-1				
Установка детали	1	8 ⁰⁸	2	ОР	8 ⁰⁸	2	П-2	8 ⁰⁸	8	П-3	
Наладка	2	8 ¹³	5	ПЗ				8 ¹³	5	П-1	
Установка детали	2	8 ¹⁴	1	ОР				8 ¹⁴	1	П-2	
Наблюдение за работой	1-2	8 ²⁰	6	ОР				8 ²⁰	6	Р-1	
Снять и установить детали	2	8 ²²	2	ОП				8 ²²	2	П-2	

ЗАДАЧА № 3.4

По данным индивидуальной фотографии (табл.3.6) рабочего дня определить коэффициенты использования рабочего времени по основным причинам, возможное повышение производительности труда при снижении прямых потерь на 50 % и максимально возможное увеличение производительности труда при полном устранении потерь. Разработать и экономически обосновать мероприятия по улучшению организации труда при условиях: норма подготовительно-заключительного времени – 25 мин. на восьми-часовую смену; время на обслуживание рабочего места – 8 %, на отдых и личные

надобности – 7 % оперативного; годовая выработка на одного рабочего – 5600 д.е.; численность рабочих на участке – 8 чел.; удельный вес условно-постоянных расходов в стоимости продукции – 35 %.

Таблица 3.6

Наблюдательный лист индивидуальной фотографии рабочего времени

Затраты времени	Текущее время	Продолжительность, мин	Условное обозначение*
0.Начало наблюдения	7-30	-	-
1. Посторонний разговор	7-33	3	ПНД
2. Получение технической документации	7-40	7	ПЗ
3.Ознакомление с заданием	7-48	8	ПЗ
4.Получение заготовок и инструмента	7-59	11	ПЗ
5.Установка инструмента и проверка станка	8-03	4	ПЗ
6.Установка заготовки с выверкой	8-10	7	(В)ОП
7.Обработка детали	8-32	22	(О)ОП
8. Снятие детали, установка новой заготовки	8-39	7	(В)ОП
9. Обработка детали	9-04	25	(О)ОП
10.Снятие детали, установка новой	9-10	6	(В)ОП
11.Обработка детали	9-34	24	(О)ОП
12.Снятие детали	9-36	2	(В)ОП
13.Осмотр, смазка станка	9-55	19	ОБ
14.Ожидание заготовок	10-10	15	ПНТ
15.Установка заготовки	10-15	5	(В)ОП
16. Обработка детали	10-42	27	(О)ОП
17.Установка заготовки	10-50	8	(В)ОП
18. Обработка детали	11-14	24	(О)ОП
19. Снятие детали	11-17	3	(В)ОП
20. Уборка стружки	11-22	5	ОБ
21. Мытье рук	11-30	8	ПНД
22.Обеденный перерыв	12-30	60	-
23.Приход после обеда	12-42	12	ПНД
24. Установка заготовки	12-46	4	ОП
25.Обработка детали	13-11	25	(О)ОП
26.Снятие детали	13-14	3	(В)ОП
27.Вынужденный простой	13-36	22	ПНТ
28.Установка заготовки	13-42	6	(В)ОП
29. Обработка детали	14-10	28	(О)ОП
30.Уход с рабочего места	14-22	12	ОТЛ
31. Разговор с электриком	14-31	9	ПНД
32. Установка заготовки	14-39	8	(В)ОП
33. Обработка детали	15-04	25	(О)ОП
34.Установка заготовки	15-11	7	(В)ОП
35.Обработка детали	15-15	4	(О)ОП

36.Вынужденный простой	15-51	36	ПНТ
37.Обработка детали	16-10	19	(О)ОП
38.Снятие детали	16-12	2	(В)ОП
39.Уход с рабочего места	16-17	5	ОТЛ
40. Проверка деталей	16-22	5	ПЗ
41.Сдача инструмента	16-28	6	ПЗ
42. Уход с рабочего места	16-30	2	ПНД

***Примечание.** Обозначение затрат рабочего времени:

ПЗ – подготовительно-заключительное время;

ОП – оперативное время;

О – основное время;

В – вспомогательное время;

ОБ – время обслуживания рабочего места;

ОТЛ – время на отдых и личные надобности;

ПНД – перерывы из-за нарушений дисциплины;

ПНТ – перерывы из-за технологических нарушений

РЕШЕНИЕ

1. Затраты времени в карте индексируются.
2. Сводятся одноименные затраты рабочего времени (табл.3.7).

Таблица 3.7

Сводная таблица затрат рабочего времени

Номер строки по наблюдатель-ному листу	Наименование затрат времени	Продолжительность, мин.	Условное обозначение
2	Получение наряда и технической документации	7	ПЗ
3	Ознакомление с заданием и чертежами	8	ПЗ
4	Получение заготовок и инструмента	11	ПЗ
5	Установка инструмента и опробование станка	4	ПЗ
40	Проверка деталей контролером	5	ПЗ
41	Сдача инструмента и чертежей	6	ПЗ
Итого подготовительно-заключительное время		41	ПЗ
6, 15,24,28	Установка заготовки	22	(В)ОП
7,9,11,16,18,25,29,33,35,37	Обработка детали	223	(О)ОП
10,17,32,8,34	Снятие детали и установка новой	36	(В)ОП
12,19,26,38	Снятие детали	10	(В)ОП
Итого оперативная работа:		291	(о+в)оп
основная		223	(О)
вспомогательная		68	(В)
13,20	Осмотр станка	24	ОБ
Итого времени работы		356	ПЗ+ОП+ОБ
30,39	Уход с рабочего места	17	ОТЛ
14	Ожидание заготовок	15	ПНТ
27	Отсутствие заготовок	22	ПНТ

36	Простой из-за электроэнергии	36	ПНТ
Итого простои по организационным причинам		73	ПНТ
1,23,31	Посторонние разговоры	24	ПНД
21,42	Преждевременный уход	10	ПНД
Итого потери из-за нарушения дисциплины		34	ПНД
Итого рабочая смена		480	

3. Находятся коэффициенты использования рабочего времени и коэффициенты потерь:

Коэффициент использования рабочего времени:

$$K_{исп} = \frac{ПЗ + ОП + ОБС + ОТЛ(норм)}{T_{см}}; \quad (3.1)$$

$$K_{исп} = \frac{41 + 291 + 24 + 20}{480} = 0,783.$$

Примечание. ОТЛ берется в пределах нормы, т.е. 7 % оперативного времени.

Коэффициент потерь рабочего времени по организационно-техническим причинам:

$$K_{н.т} = \frac{ПНТ}{T_{см}}; \quad (3.2)$$

$$K_{н.т} = \frac{73}{480} = 0,152.$$

Коэффициент потерь рабочего времени из-за нарушения трудовой дисциплины:

$$K_{н.д} = \frac{ПНД + (ОТЛ_{факт} - ОТЛ_{норм})}{T_{см}}; \quad (3.3)$$

$$K_{н.д} = \frac{34 + (17 - 20)}{480} = 0,065.$$

Примечание. Сумма трех коэффициентов должна быть равна 100 %: 78,3+15,2+6,5=100 %.

4. Рассчитывается возможное повышение производительности труда при сокращении прямых потерь рабочего времени на 50 %:

$$П_{н.т} = \frac{[ПНТ + ПНД + (ОТЛ_{факт} - ОТЛ_{норм})] \times K_c}{T_{он}}, \quad (3.4)$$

где K_c – коэффициент сокращения потерь рабочего времени.

$$P_{н.м} = \frac{[34 + 73 + (17 - 20)] \times 0,5}{291} = 0,178.$$

5. Составляется нормативный баланс рабочего дня:

а) нормативное оперативное время:

$$T_{оп(н)} = \frac{T_{см} - T_{н.з}}{K}, \quad (3.5)$$

где **K** – коэффициент, показывающий насколько увеличивается штучное время по сравнению с оперативным, равный $\left(1 + \frac{8+7}{100}\right)$.

$$T_{оп(н)} = \frac{480 - 25}{1,15} = 396 \text{ мин.}$$

б) время обслуживания рабочего места:

$$ОБС = 396 \times 0,08 = 31 \text{ мин.}$$

в) время на отдых и личные надобности:

$$ОТЛ = 396 \times 0,07 = 28 \text{ мин.}$$

г) нормативный баланс рабочего дня сопоставляется с фактическим и выявляются излишние затраты рабочего времени (табл.3.8).

Таблица 3.8

Баланс рабочего времени

Наименование затрат времени	Индекс	Нормативные затраты времени, мин.	Фактические затраты времени, мин.	Излишние затраты времени, мин.	Недостающее время, мин.
Оперативное время	ОП	396	291	–	105
Подготовительно-заключительное время	ПЗ	25	41	16	
Время обслуживания рабочего места	ОБ	31	24	–	7
Время на отдых и личные надобности	ОТЛ	28	17	–	11
Простой по оргтехпричинам	ПНТ	–	73	73	–
Простой из-за нарушений дисциплины	ПНД	–	34	34	–
Сменное время	T _{см}	480	480	123	123

6. Рассчитывается максимально возможное повышение производительности труда при условии полной ликвидации всех потерь и излишних затрат рабочего времени:

$$P_{n.m} = \frac{T_{on(n)} - T_{on(\phi)}}{T_{on(\phi)}} \times 100 = \frac{396 - 291}{291} \times 100 = 36,08 \%. \quad (3.6)$$

7. Составляется список мероприятий по устранению наиболее существенных потерь и излишних затрат рабочего времени (табл. 3.9).

Таблица 3.9

Мероприятия по устранению потерь рабочего времени

Мероприятие	Срок исполнения	Ответственный исполнитель	Затраты, д.е.	Ожидаемое изменение, мин.
Обеспечение рабочего однородной работой на всю смену, за счет чего вдвое уменьшится $T_{п.з}$	I/ III	Начальник участка	–	16
Ремонт станков, обеспечение их бесперебойной работы	I/ IV	Начальник цеха	832	73
Обеспечение рабочих мест заготовками и инструментом до начала смены силами вспомогательных рабочих	I/ III	Начальник участка	720	7
Введение регламентированного отдыха	I/ III	Начальник цеха	–	11
Устранение нарушений трудовой дисциплины	I/ II	Начальник цеха, профком	–	34

В результате осуществления этих мероприятий потери рабочего времени сократятся на 123 мин., а производительность труда возрастет на 36,08 %.

8. Определяется условно-годовая экономическая эффективность мероприятий:

а) Рассчитывается увеличение выпуска продукции на участке (на восемь человек): $5600 \times 8 \times \frac{36,08}{100} = 16164$ руб.

б) Рассчитывается снижение себестоимости за счет сокращения условно-постоянных расходов: $16164 \times 0,35 = 5657,4$ руб.

Разбор типовых задач (Хронометраж)

Методические указания

Хронометраж операции представляет собой ряд последовательных замеров отдельных многократно повторяющихся элементов операции.

Цели проведения хронометража операции:

- 1) определение трудоемкости отдельных работ;
- 2) выявление причин невыполнения или существенного перевыполнения норм;

Массовое	1,8	2,5	1,5	2,0	1,3	1,7	1,2	1,5
Крупно-серийное	2,2	2,88	1,8	2,5	1,5	2,0	1,3	1,7
Серийное	–	–	2,0	2,8	1,8	2,5	1,5	2,0
Мелко-серийное	–	–	2,5	3,0	2,0	2,8	1,8	2,5

Если фактический коэффициент устойчивости меньше или равен нормативному, то хроноряд считается устойчивым, следовательно, наблюдения проведены качественно и полученные результаты могут быть использованы в соответствии с назначением и целью хронометража. Если фактический коэффициент больше нормативного, то необходимо из этого ряда исключить максимальные или минимальные замеры, затем вновь рассчитать коэффициент устойчивости. Если в этом случае хроноряд окажется неустойчивым, наблюдения следует проводить заново.

2. Более точным способом проверки точности наблюдений является расчет доверительного интервала. Доверительный интервал находят по формуле (3.9):

$$t_n = \bar{t} \pm U_g \times \sigma_t, \quad (3.9)$$

где \bar{t} – средняя арифметическая хроноряда (средняя продолжительность замеров);
 U_g – число среднеквадратических отклонений, соответствующих доверительной вероятности;

σ_t – среднеквадратическое отклонение.

Среднеквадратическое отклонение величины определяется по формуле (3.10):

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum (t - \bar{t})^2}{n - 1}}. \quad (3.10)$$

Число среднеквадратических отклонений устанавливается в зависимости от применяемых значений доверительных вероятностей:

$$\text{для } \sigma_t = 0,68 \quad U_g = 1,0;$$

$$\text{для } \sigma_t = 0,95 \quad U_g = 2,0;$$

$$\text{для } \sigma_t = 0,997 \quad U_g = 3,0.$$

Величина продолжительности элементов операции не должна выходить за пределы доверительного интервала. Если же таковые имеются, то их следует исключить из хроноряда.

Определяется средняя продолжительность элементов операции и операций в целом. Средняя продолжительность каждого элемента операции рассчитывается как средняя арифметическая величина из всех годных замеров хроноряда. Средняя продолжительность операции определяется как сумма продолжительностей отдельных ее элементов.

Если данные хронометражных наблюдений используются для построения нормативных таблиц, то следует выполнить еще одну проверку качества проведенных наблюдений и определить среднюю ошибку хроноряда. Нахождение ошибки средней арифметической хроноряда может осуществляться по формуле (3.11) профессора А.В. Панкина:

$$\varepsilon_\phi = \frac{v}{n} \times \left(\frac{t_{\max} - t_{\min}}{t_{cp}} \right) \times 100, \quad (3.11)$$

где ε_{ϕ} – фактическая ошибка хроноряда;

$(t_{\max} - t_{\min})$ – разность наибольшего и наименьшего значения хроноряда;

ν – коэффициент, зависящий от количества замеров (при 5 замерах равен 0,9; при 10 замерах – 1,0; при 15 замерах – 1,1; при 20 замерах – 1,15);

n – количество замеров при проведении хрононаблюдений.

Допустимое значение ошибки хроноряда (ε_{∂}) зависит от типа производства: для индивидуального производства – $\pm 15\%$; для серийного – $\pm 10\%$, для массового – $\pm 5\%$.

Если фактическая ошибка хроноряда больше допустимой, то по данному элементу необходимо провести дополнительные наблюдения. Количество замеров, обеспечивающее необходимую точность результатов, определяется по формуле (3.12):

$$n = \frac{\nu}{\varepsilon_{\partial}} \times \left(\frac{t_{\max} - t_{\min}}{t_{cp}} \right) \times 100. \quad (3.12)$$

ЗАДАЧА № 3.5

По данным хронокарты (табл. 3.11) определить, достаточно ли было проведено наблюдений; вычислить продолжительность каждого элемента операции, очистить хроноряды от ошибочных замеров и проанализировать их устойчивость.

Рассчитать оперативное время (t_{on}) и штучное время (t_{um}) и норму выработки на восьмичасовую смену при условии, что подготовительно-заключительное время ($t_{п.з}$) на партию – 2 мин., а время обслуживания рабочего места ($t_{об}$) и время на отдых и личные надобности ($t_{ом.л}$) – 8% оперативного времени. Коэффициент, отражающий вероятность невыхода ошибки измерений за установленные пределы, равен 0,9.

Таблица 3.11

Хронокарта операции «Обточка детали на токарном станке»

Элемент операции	Фиксажная точка	Номер наблюдений/ Текущее время, мин.					
		1	2	3	4	5	6
Установить деталь в патрон	Отнятие руки	2	23	63	84	105	141
Включить станок, подвести резец	Появление стружки	3	24	65	85	107	143
Обточить деталь за один проход	Окончание схода стружки	14	54	77	95	122	154
Отвести резец, выключить станок, остановить вращение	Отнятие рук от патрона	17	56	79	98	135	157
Снять деталь и отложить	Звук прикосновения детали	20	60	82	103	139	160

РЕШЕНИЕ

1. Рассчитывается продолжительность элементов операции (табл. 3.12). Она определяется как разность между временем окончания данного элемента и временем

окончания предыдущего элемента операции. Таким образом, для первого элемента продолжительность операции: $2-0=2$ с; второго: $3-2=1$ с; третьего: $14-3=11$ с; четвертого: $17-14=3$ с; пятого: $20-17=3$ с; первого элемента второго наблюдения $-23-20=3$ и т.д. В результате определения построим хроноряды (ряд значений продолжительности элементов операции). Количество хронорядов равно количеству элементов операции. Количество значений в каждом хроноряде равно количеству наблюдений.

Таблица 3.12

Расчет хронорядов

Элемент операции	Номер наблюдений					
	1	2	3	4	5	6
	Продолжительность элемента, с					
Установить деталь в патроне	2	3	3	2	2	2
Включить станок, подвести резец	1	1	2	1	2	2
Обточить деталь за один проход	11	30	12	10	15	11
Отвести резец, выключить станок	3	2	2	3	13	3
Снять деталь и отложить	3	4	3	5	4	3

2. Исключаются ошибочные и случайные замеры посредством визуального анализа хронометражных наблюдений. В данном хронометраже два таких замера (см.гр.2 по строке 3 и гр.5 по строке 4). Устраняем из хроноряда случайные или явно ошибочные замеры.

3. Проверяем качество выполненных замеров. Фактические коэффициенты устойчивости ($K_{уст.ф}$) хронорядов (без учета исключенных замеров) сопоставляются с нормативными ($K_{уст.н}$) (табл. 3.13). Нормативный коэффициент устойчивости определяется в зависимости от характера участия рабочего в выполнении операции и продолжительности элемента операции. Наблюдения проведены качественно, если $K_{уст.ф} < K_{уст.н}$. Если $K_{уст.ф} > K_{уст.н}$, то из хроноряда следует убрать одно значение (наибольшее или наименьшее по выбору наблюдателя) и пересчитать нормативный коэффициент устойчивости. В случае, если и после исключения максимальных значений ряд останется неустойчивым, наблюдение следует повторить.

Таблица 3.13

Сопоставление фактического и нормативного коэффициентов устойчивости хроноряда

Элемент операции	$K_{уст.ф}$	$K_{уст.н}$	Тип хроноряда
Установить деталь в патроне	1,5	2,8	Устойчивый
Включить станок, подвести резец	2	3	Устойчивый
Обточить деталь за один проход	1,5	1,8	Устойчивый
Отвести резец, выключить станок	1,5	3	Устойчивый
Снять деталь и отложить	1,67	2,5	Устойчивый

4. Далее рассчитывается средняя продолжительность каждого элемента операции (с):

по первому элементу $t_1 = \frac{2+3+3+2+2+2}{6} = 2,33;$

по второму элементу $t_2 = \frac{1+1+2+1+2+2}{6} = 1,5;$

по третьему элементу $t_3 = \frac{11+12+10+15+11}{5} = 11,8;$

по четвертому элементу $t_3 = \frac{3+2+2+3+3}{5} = 2,6;$

по пятому элементу $t_3 = \frac{3+4+3+5+4+3}{6} = 3,67.$

5. Чтобы результаты измерений использовать как нормативное значение при разработке норм, необходимо проверить ошибку измерений. $E_{\phi} \leq E_{\text{дон}}$. Допустимая ошибка измерений устанавливается в зависимости от типов производства. Для серийного производства $E_{\text{дон}} = 10\%$.

Ошибка измерений:

для первого элемента $E_{\phi} = 6,4;$

для второго элемента $E_{\phi} = 10,0;$

для третьего элемента $E_{\phi} = 6,36;$

для четвертого элемента $E_{\phi} = 5,8;$

для пятого элемента $E_{\phi} = 8,17.$

6. Определяем оперативное время (t_{on}), с:

$$t_{on} = 2,33 + 1,5 + 11,8 + 2,6 + 3,67 = 21,9.$$

7. Определяем штучное время ($t_{um.}$), с:

$$t_{um.} = 21,9 + 21,9 \times 0,08 + 2 \times 60 = 143,65.$$

Для успешного прохождения данного блока необходимо решить одну задачу:

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

ЗАДАЧА № 3.6.

Рассчитать норму времени на операцию, используя хронометражные наблюдения, выполненные по текущему времени (табл. 1). Тип производства – серийное. Допустимая ошибка измерений 10%. Коэффициент, обеспечивающий вероятность невыхода ошибки измерения за установленные пределы – 0,9. Коэффициент дополнительного времени – 15% от оперативного времени.

Таблица 3.14

Описание элемента	Индекс времени	Номера наблюдений	Коэффициент устойчивости

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Норма
1. Взять деталь, установить на столе станка	Т	3	23	48	78	95	115	138	156	175	197	2,8
	П											
2. Подвести стол к инструменту	Т	4	27	54	82	97	119	141	158	180	200	2,8
	П											
3. Фрезеровать паз	Т	10	30	60	85	102	124	145	165	184	205	2,0
	П											
4. Отвести стол в исходное положение	Т	14	35	67	88	104	130	148	167	187	210	2,8
	П											
5. Снять деталь, положить на стеллаж	Т	17	38	75	90	110	134	150	170	191	217	2,8
	П											

ЗАДАЧА № 3.7

Используя данные табл. 3.15, определите коэффициенты использования рабочего времени, потерь рабочего времени по организационно-техническим причинам, потерь рабочего времени из-за нарушения трудовой дисциплины. Составьте баланс рабочего дня и рассчитайте максимально возможное повышение производительности труда и возможное повышение производительности труда при условии устранения прямых потерь рабочего времени.

Таблица 3.15

Наблюдательный лист индивидуальной фотографии рабочего времени

Затраты времени	Текущее время
Начало наблюдения	7:30
Посторонний разговор	7:33
Получение техдокументации	7:40
Ознакомление с заданием	7:48
Получение заготовок и инструмента	7:59
Установка инструмента и проверка станка	8:03
Установка заготовки с выверкой	8:10
Обработка детали	8:32
Снятие детали, установка новой заготовки	8:39
Обработка детали	9:04
Снятие детали, установка новой заготовки	9:10
Обработка детали	9:34
Снятие детали	9:36
Осмотр, смазка станка	9:55
Ожидание заготовок	10:10
Установка заготовки	10:15
Обработка детали	10:42
Установка заготовки	10:50
Обработка детали	11:14

Снятие детали	11:17
Уборка стружки	11:22
Мытье рук	11:30
Обеденный перерыв	12:30
Приход после обеда	12:42
Установка заготовки	12:46
Обработка детали	13:11
Снятие детали	13:14
Вынужденный простой	13:36
Установка заготовки	13:42
Обработка детали	14:10
Уход с рабочего места	14:22
Разговор с электриком	14:31
Установка заготовки	14:39
Обработка детали	15:04
Установка заготовки	15:11
Обработка детали	15:15
Вынужденный простой	15:51
Обработка детали	16:10
Снятие детали	16:12
Уход с рабочего места	16:17
Проверка деталей	16:22
Сдача инструмента	16:28
Уход с рабочего места	16:30

ОБ, % от ОП.....	4
ОТЛ, % от ОП.....	3
Снижение потерь рабочего времени, %.....	50
ПЗ _{норм.}	25

ЗАДАЧА № 3.8

По наблюдательному лист индивидуальной фотографии рабочего времени составьте и проанализируйте баланс рабочего времени, на основе полученной информации предложите конкретные организационно-технические мероприятия, направленные на устранение причин, вызывающих потери рабочего времени.

Таблица 3.16

Наблюдательный лист индивидуальной фотографии рабочего времени

Затраты времени	Текущее время, ч-мин	Продолжительность, мин
Начало наблюдения	7-30	-
1. Посторонний разговор	7-33	3
2. Получение техн. документации	7-40	7
3. ознакомление с заданием	7-48	8
4. Получение заготовок и инструмента	7-59	11
5. Установка инструмента и проверка станка	8-03	4
6. Установка заготовки с выверкой	8-10	7
7. Обработка детали	8-32	22
8. Снятие детали, установка новой заготовки	8-39	7

1. Взять деталь, установить на столе станка	Т	2	23	63	84	105	141	162	181	206	231	2,8
	П											
2. Подвести стол к инструменту	Т	3	24	65	85	107	143	163	183	208	233	2,8
	П											
3. Фрезеровать паз	Т	14	54	77	95	122	154	173	196	221	245	2,0
	П											
4. Отвести стол в исходное положение	Т	17	56	79	98	135	157	175	198	224	248	2,8
	П											
5. Снять деталь, положить на стеллаж	Т	20	60	82	103	139	160	178	201	227	251	2,8
	П											

ЗАДАЧА № 3.10

Используя данные табл. 3.18, определите коэффициенты использования рабочего времени, потерь рабочего времени по организационно-техническим причинам, потерь рабочего времени из-за нарушения трудовой дисциплины. Составьте баланс рабочего дня и рассчитайте максимально возможное повышение производительности труда и возможное повышение производительности труда при условии устранения прямых потерь рабочего времени.

Таблица 3.18

Наблюдательный лист индивидуальной фотографии рабочего времени

№ п/п	Затраты времени	Текущее время, ч-мин
0	Начало наблюдения	7:30
1	Посторонний разговор	7:35
2	Получение техдокументации	7:42
3	Ознакомление с заданием	7:48
4	Получение заготовок и инструмента	7:55
5	Установка инструмента и проверка станка	8:03
6	Установка заготовки с выверкой	8:10
7	Обработка детали	8:32
8	Снятие детали, установка новой заготовки	8:35
9	Обработка детали	9:04
10	Снятие детали, установка новой заготовки	9:10
11	Обработка детали	9:34
12	Снятие детали	9:36
13	Осмотр, смазка станка	9:55
14	Ожидание заготовок	10:00
15	Установка заготовки	10:15
16	Обработка детали	10:49
17	Установка заготовки	10:50
18	Обработка детали	11:14
19	Снятие детали	11:17

20	Уборка стружки	11:22
21	Мытье рук	11:30
22	Обеденный перерыв	12:30
23	Приход после обеда	12:42
24	Установка заготовки	12:46
25	Обработка детали	13:11
26	Снятие детали	13:12
27	Вынужденный простой	13:36
28	Установка заготовки	13:39
29	Обработка детали	14:10
30	Уход с рабочего места	14:30
31	Разговор с электриком	14:32
32	Установка заготовки	14:39
33	Обработка детали	15:04
34	Установка заготовки	15:12
35	Обработка детали	15:15
36	Вынужденный простой	15:51
37	Обработка детали	16:10
38	Снятие детали	16:12
39	Уход с рабочего места	16:25
40	Проверка деталей	16:27
41	Сдача инструмента	16:28
42	Уход с рабочего места	16:30