

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра менеджмента

А. А. Горюшкин, Л. Ч. Горностай, Н. И. Новицкий

Организация производства и управление предприятием

Комплексная автоматизация производства

Методическое пособие по выполнению курсовой работы

Минск БГУИР 2011

УДК 658.51(076)
ББК 65.290-2я73
Г71

Рецензент:

заведующий кафедрой экономики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»,
кандидат экономических наук В. А. Пархименко

Горюшкин, А. А.

Г71 Организация производства и управление предприятием. Комплексная автоматизация производства : метод. пособие по выполнению курсовой работы / А. А. Горюшкин, Л. Ч. Горностай, Н. И. Новицкий. – Минск : БГУИР, 2011. – 83 с. : ил.
ISBN 978-985-488-662-6.

В методическом пособии излагаются основные теоретические вопросы организации и расчёта роботизированного и гибкого автоматизированного производства, рассматриваемые студентами при выполнении курсовой работы по курсу «Организация производства и управление предприятием».

Пособие состоит из двух частей и девяти приложений.

Первая часть представляет собой общие положения, вторая – методические указания по выполнению отдельных разделов курсовой работы.

В приложениях приводятся нормативные и исходные данные, необходимые для выполнения курсовой работы.

Пособие предназначено для студентов всех специальностей и форм обучения.

УДК 658.51(076)
ББК 65.290-2я73

ISBN 978-985-488-662-6

© Горюшкин А. А., Горностай Л. Ч.,
Новицкий Н. И., 2011
© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2011

Общие положения

Курсовая работа выполняется студентами на последнем 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 гибкого автоматизированного производства.

2. Привить навыки практических расчётов по проектированию и организации роботизированных и гибких автоматических участков (цехов) производства изделий, узлов и отдельных деталей, а также по их технико-экономическому обоснованию.

3. Развить навыки самостоятельного критического анализа, творческого осмысления и обобщения технических, технологических и экономических решений при проектировании роботизированного и гибкого автоматизированного производства.

4. Подготовить студентов к технико-экономическому обоснованию дипломных проектов.

Особенность организации гибкого производства сводится к тому, что на участке обрабатываются детали разных наименований или разных типоразмеров. Однако формирование комплектов деталей производится в зависимости от технологии их обработки. Желательно создавать комплекты деталей, которые возможно обрабатывать по одной маршрутной технологии. Например, тела вращения или корпусные детали.

Задача выполнения курсовой работы сводится к определению эффективности ГПС. Поэтому в задании предусмотрены два варианта производства одних и тех же деталей: базовый и проектируемый. За базовый вариант принимается, как правило, производство деталей на обычных универсальных станках, станках с ЧПУ, станках типа «обрабатывающие центры» и др.

Технологические процессы и данные об объектах производства, приведённые в данном методическом пособии, включают базовый и проектируемый варианты (прил. 2).

Режим работы, варианты заданий, выдаваемых студентам, руководитель курсовой работы устанавливает сам исходя из номенклатуры обрабатываемых деталей, составляющих комплект. Например, в комплект деталей №10 входят такие детали, как валик 16×172, N₁; валик 22×227, N₂; валик 30×226, N₃; валик 32×264, N₄. В бланке «Задание на курсовое проектирование» в п. 3 подчёркивается программа выпуска деталей на одно изделие, а дальше указывается вариант (табл. 1, 2).

Варианты количества деталей на изделие

Наименование детали	Обозначение детали	Количество на изделие
1. Валик 16×172	N ₁	1
2. Валик 22×227	N ₂	1
3. Валик 30×226	N ₃	1
4. Валик 32×264	N ₄	1

Таблица 2

Варианты количества деталей на изделие

Наименование детали	Обозначение детали	Количество на изделие
1. Валик 16×172	N ₁	1
2. Валик 22×227	N ₂	2
3. Валик 30×226	N ₃	2
4. Валик 32×264	N ₄	1

И так, варьируя при выборе деталей и меняя их количество на одно изделие, можно составить несколько вариантов заданий, выдаваемых студентам.

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

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

3. В начале или конце курсовой работы приводится оглавление, в котором содержится перечень всех разделов с указанием страниц.

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

5. Общий объём курсовой работы не должен превышать 60 страниц печатного текста.

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

Методические указания по выполнению отдельных разделов курсовой работы

1. Введение

Во введении необходимо кратко осветить содержание и отличительные особенности роботизированного или гибкого автоматизированного производства и основные задачи, стоящие перед ним, роль технико-экономических расчётов при проектировании гибкого автоматизированного производства (участка). Здесь же необходимо дать организационно-техническую и технико-экономическую характеристику проектируемого и принятого за базу для сравнения вариантов производства с целью более чёткого представления о нём, его значении, составе и схеме расположения оборудования на участке, режиме работы оборудования, характере технологического процесса, достоинствах и недостатках организации производственного процесса, составе и численности производственного персонала, себестоимости выпускаемой продукции, эффективности производства.

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

2. Краткое описание объектов производства и технологических процессов

В данном разделе курсовой работы даётся краткое описание объектов производства, их назначение. Указывается материал, из которого изготавливаются детали, приводятся вес заготовок и чистый вес каждого типоразмера деталей, оптовая цена материала и реализуемых отходов, а также количество деталей на изделие. Исходные данные по типоразмерам обрабатываемых деталей сводятся в таблицу (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Исходные данные (условные) для расчёта

Наименование деталей	Материал (марка)	Норма расхода, кг	Чистый вес детали, кг	Оптовая цена за килограмм материала, у. е.	Оптовая цена за килограмм отходов, у. е.
1. Валик 16×172	Ст. 45	0,8	0,6	0,10	0,026
2. Валик 22×227	Ст. 40	1,5	1,1	0,15	0,029
3. И т. д.	...	...	...	...	...

Описание технологического процесса изготовления каждого типоразмера детали производится исходя из задания, выдаваемого руководителем курсовой

Технологические процессы изготовления деталей и модели оборудования

Наименование операций	Разряд раб.	№ детали	Базовый вариант				Проектируемый вариант					
			Модель (марка)	Затраты времени, мин				Модель (марка)	Затраты времени, мин			
				t_o	t_e	t_{on}	t_n		t_o	t_e	t_{on}	t_n
1. Токарная 1	3	N ₁	16Б16Ф 3-31	3,0	1,0	4,0	4,5	16Б16Т1- 03	3,0	0,5	3,5	2,5
	3	N ₂		3,0	1,0	4,0	4,5		3,0	0,5	3,5	2,5
	3	N ₃		3,0	1,0	4,0	4,5		3,0	0,5	3,5	2,5
	3	N ₄		3,2	1,1	4,3	4,5		3,2	0,5	3,7	2,5
2. Токарная 2	4	N ₁	16Б16Ф 3-31	2,5	0,8	3,3	4,5	16Б16Т1- 03	2,5	0,4	2,9	2,5
	4	N ₂		2,5	0,8	3,3	4,5		2,5	0,4	2,9	2,5
	4	N ₃		2,5	0,8	3,3	4,5		2,5	0,4	2,9	2,5
	4	N ₄		2,6	0,9	3,5	4,5		2,6	0,4	3,0	2,5
3. Токарная 3	4	N ₁	16Б16Ф 3-31	3,0	1,0	4,0	4,5	16Б16Т1- 03	3,0	0,5	3,5	2,5
	4	N ₂		3,0	1,0	4,0	4,5		3,0	0,5	3,5	2,5
	4	N ₃		3,0	1,0	4,0	4,5		3,0	0,5	3,5	2,5
	4	N ₄		3,2	1,1	4,3	4,5		3,2	0,5	3,7	2,5
4. Фрезерная	5	N ₁	6720ВФ 2	4,5	2,1	6,6	4,8	6720ВФ 2	4,5	1,6	6,1	4,8
	5	N ₂		4,5	2,2	6,7	4,8		4,8	1,6	6,4	4,8
	5	N ₃		4,8	2,2	7,0	4,8		4,8	1,6	6,4	4,8
	5	N ₄		4,8	2,3	7,1	4,8		4,8	1,6	6,4	4,8
5. Кругло-шлифовальная	5	N ₁	3М152М ВФ2-01	5,0	2,2	7,2	4,9	3М152М ВФ2-01	5,0	1,6	6,6	4,9
	5	N ₂		5,4	2,2	7,6	4,9		5,4	1,6	7,0	4,9
	5	N ₃		5,4	2,2	7,6	4,9		5,4	1,6	7,0	4,9
	5	N ₄		5,5	2,3	7,8	4,9		5,5	1,6	7,1	4,9

работы, в котором по каждой операции указывается используемое технологическое оборудование, его технико-экономические характеристики, разряд работы по операциям и нормы времени по вариантам (базовому и проектируемому), табл. 2.2. Причём в таблице описания технологического процесса изготовления деталей приводится структура нормы времени на операцию – основное (машинное) время t_o , вспомогательное (ручное или роботизированное) время t_g и время на переналадку оборудования t_n . Это затрачиваемое время необходимо при переходе от одной номенклатуры (типоразмера) деталей к другой. Для упрощения расчётов в него можно включить подготовительно-заключительное время, время, затрачиваемое на изготовление пробных деталей (как правило, 2–3 шт.), время на коррекцию ЧПУ и настройку инструмента.

Величина времени на переналадку оборудования зависит от номенклатуры изготавливаемых типоразмеров деталей и от количества партий деталей по каждому типоразмеру, запускаемых в производство в течение планового периода.

3. Расчёт календарно-плановых нормативов

3.1. Расчёт эффективного фонда времени работы оборудования

Вначале определяется календарный фонд времени $F_k = 365(366)$ дней.

Затем определяется номинальный фонд времени работы оборудования:

$$F'_n = F_k - F_n,$$

где F_n – количество выходных и праздничных дней (причём следует учитывать, что в Республике Беларусь на данный момент девять официальных праздничных дней: 1, 7 января, 8 марта, Радуница, 1, 9 мая, 3 июля, 7 ноября, 25 декабря).

В часах номинальный годовой фонд времени работы оборудования при работе в одну смену равен

$$F_n = F_n^n t_{см} + F_n^{np} t_{np},$$

где F_n^n – количество полных рабочих дней;

F_n^{np} – количество предпраздничных, сокращённых на один час дней;

$t_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ч ($t_{см} = 8$ ч);

t_{np} – продолжительность предпраздничной рабочей смены, ч ($t_{np} = 7$ ч).

Годовой эффективный фонд времени работы оборудования в часах определяется по формуле

$$F_э = F_n K_{n.o},$$

где $K_{n.o}$ – коэффициент, учитывающий время простоя оборудования в плановом ремонте (для уникальных станков и станков свыше 30-й катего-

рии сложности $K_{n.o} = 0,90$, для станков с ЧПУ $K_{n.o} = 0,80$, для обрабатывающих центров $K_{n.o} = 0,75$).

Годовой эффективный фонд времени в днях с учётом простоев оборудования в связи с плановыми ремонтами определяется по формуле

$$F'_9 = F'_n K_{n.o}.$$

3.2. Расчёт количества партий деталей и количества переналадок оборудования

Количество партий деталей зависит от номенклатуры обрабатываемых деталей (H) и от количества дней (смен) работы оборудования (F'_9), если принять, что запуск (выпуск) всех видов деталей будет осуществляться ежедневно (ежесменно). Для базового варианта $K_{см.б} = 2$. В связи с тем, что организация работы гибкого автоматизированного производства не требует большой численности рабочих-операторов и участок оснащён весьма дорогостоящим оборудованием, целесообразно осуществлять производственный процесс в три смены ($K_{см.пр} = 3$). При ежесменном запуске деталей количество партий определяется по формуле

$$n = HF'_9 K_{см.б}$$

где $K_{см}$ – число рабочих смен в сутки.

Количество переналадок оборудования на каждой операции ($n_{пер}$) будет равно количеству партий деталей:

$$n_{пер} = n.$$

3.3. Расчёт годового фонда времени, затрачиваемого на переналадку оборудования

Расчёт ведётся по формуле

$$T_n = \frac{t_n n_{пер}}{60} \text{ ч,}$$

где t_n – время на переналадку оборудования на соответствующей операции, усреднённое на партию деталей, мин;

$n_{пер}$ – количество переналадок оборудования на соответствующей операции в течение планового периода.

Расчёт фонда времени, затрачиваемого на переналадку оборудования, производится в табличной форме (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Расчёт фонда времени, затрачиваемого на переналадку оборудования

Наименование операций	Базовый вариант			Проектируемый вариант		
	$t_{н.б}$, мин	$n_{пер.б}$, шт.	$T_{н.б}$, ч	$t_{н.пр}$, мин	$n_{пер.пр}$, шт.	$T_{н.пр}$, ч
1.Токарная 1-я	4,5	1616	121,2	2,5	2424	101
2.Токарная 2-я	4,5	1616	121,2	2,5	2424	101
и т.д.	...	...	...	...	...	...

3.4. Расчёт производственной программы

Гибкие производственные участки обычно создаются для обработки деталей различных типоразмеров, которые используются для изготовления изделия. Следовательно, программы выпуска по каждому типоразмеру или равны, или кратны между собой.

Если программы по типоразмерам равны, т. е. $N_j = X_1 = X_2 = \dots = X_n$, то их величину можно определить исходя из следующего уравнения:

$$Xt_1 + Xt_2 + \dots + Xt_n + 60T_{н.пр} = 60F_9 K_{см},$$

$$X(t_1 + t_2 + \dots + t_n) = 60F_9 K_{см} - 60T_{н.пр},$$

$$N_j = X = \frac{60(F_9 K_{см} - T_{н.пр})}{t_1 + t_2 + \dots + t_n},$$

где $N_j = X$ – программа j -го типоразмера деталей на плановый (годовой) период времени, шт.;

t_1, t_2, \dots, t_n – оперативное время по каждому типоразмеру деталей ведущей группы оборудования проектируемого варианта, согласно которой определяется мощность участка по отдельной операции технологического процесса, мин.

Если программы по типоразмерам не равны, но кратны, то их величину можно определить исходя из выражения

$$2Xt_1 + 3Xt_2 + \dots + Xt_n + 60T_{н.пр} = 60F_9 K_{см},$$

$$X(2t_1 + 3t_2 + \dots + t_n) = 60F_9 K_{см} - 60T_{н.пр},$$

$$N_j = X = \frac{60(F_9 K_{см} - T_{н.пр})}{2t_1 + 3t_2 + \dots + t_n},$$

$$N_1 = 2X; N_2 = 3X; \dots; N_n = X.$$

За ведущую группу оборудования обычно принимается наиболее дорогостоящее, однако это зачастую приводит к низкой загрузке оборудования на других операциях. Поэтому, если спрос на продукцию предприятия достаточно велик, для повышения загрузки оборудования на всех операциях за ведущую

группу можно принимать оборудование на той операции, у которой суммарное оперативное время по всей номенклатуре деталей наименьшее.

3.5. Расчёт размера партии обрабатываемых деталей

Размер партии деталей j -го наименования определяется по формуле

$$P_j = \frac{N_j}{F'_9 K_{cm}} = \frac{N_j}{n_j},$$

где n_j – количество партий деталей j -го типоразмера.

При условии запуска одной партии деталей j -го наименования в смену

$$n_j = F'_9 K_{cm}.$$

3.6. Расчёт периодичности (ритмичности) чередования партий деталей

Расчёт периодичности чередования партий деталей производится по формуле

$$R_j = \frac{F'_9 K_{cm} P_j}{N_j}.$$

3.7. Расчёт необходимого количества единиц оборудования

Количество единиц оборудования определяется по формуле

$$C_{p.i} = \frac{T_{n.i} + \sum_{j=1}^H \frac{N_j t_{on.ij}}{60}}{F'_9 K_{cm} K_v},$$

где H – номенклатура обрабатываемых деталей;

N_j – программа j -го наименования деталей, шт.;

$t_{on.ij}$ – оперативное время на i -й операции j -го наименования деталей, мин;

$T_{n.i}$ – величина времени, затрачиваемого на переналадку оборудования на каждой i -й операции, ч (см. табл. 3.1);

K_v – коэффициент выполнения норм времени ($K_v = 1,0 - 1,1$).

Расчёт количества единиц оборудования по операциям технологического процесса производится в табличной форме (табл. 3.2).

В случае если коэффициент загрузки оборудования существенно ниже единицы, необходимо произвести его оптимизацию. Для достижения максимального значения коэффициента загрузки оборудования могут быть использованы различные методы, например, варьирование в указанных выше пределах коэффициента выполнения норм времени; в случае низкой трудоёмкости на отдельных операциях целесообразной является организация работы в меньшее количество смен и др. Кроме того, нельзя допускать возможности превышения единичного значения коэффициента загрузки оборудования.

Таблица 3.2

Расчёт необходимого количества единиц оборудования
и коэффициента его загрузки

Расчётные показатели	Про- грамма выпуска	Вид операций					
		токарная 1		токарная 2		и т. д.	
		Модели оборудования					
		16Б16Ф3-31		16Б16Ф3-31		и т. д.	
		Трудоёмкость работ по операциям					
		$T_{н.и} + \sum_{j=1}^H \frac{N_j t_{on.ij}}{60}$					
Базовый вариант							
Валик 16×172	19944	1329,60	121,20	1096,92	121,20	...	⋮
Валик 22×227	19944	1329,60		1096,92		...	
и т.д.	...	...		...		...
Итого		5539,32		4575,36		...	
Годовой эффективный фонд времени работы оборудования ($F_{э}K_{см}$)		3214		3214		...	
Коэффициент выполнения норм времени ($K_{в}$)		1		1		...	
Расчётное количество единиц оборудования (C_p)		1,72		1,42		...	
Принятое количество единиц оборудования ($C_{пр}$)		2		2		...	
Коэффициент загрузки оборудования ($K_{з.о}$)		0,86		0,71		...	

Таблицу продолжить по данным проектируемого варианта.

3.8. Расчёт длительности производственного цикла

Организация производственного процесса партиями предусматривает использование последовательно-параллельного вида движений предметов труда. При механизации и автоматизации производства чаще всего применяется последовательно-параллельный вид движений, т. к. он обеспечивает такое частичное совмещение времени выполнения смежных операций, что вся изготавливаемая партия деталей проходит через каждую операцию без каких-либо перерывов. Детали с операции на операцию передаются поштучно или небольшими транспортными партиями. Оборудование работает непрерывно, может – в автоматическом режиме.

Расчёт длительности производственного цикла при использовании последовательно-параллельного вида движений партий деталей производится по формуле

$$t_{ц.j} = P_j \sum_{i=1}^m \frac{t_{on.ij}}{C_{np.i}} - (P_j - 1) \sum_{i=1}^{m-1} \frac{t_{кор}}{C_{np.i}},$$

где P_j – величина партии деталей j -го наименования, шт.;

$t_{on.ij}$ – оперативное время на i -й операции j -го типоразмера деталей, мин;

$t_{кор}$ – минимальное оперативное время на каждой паре смежных операций с учётом принятого количества единиц оборудования, мин;

m – количество операций технологического процесса изготовления деталей.

Рассмотрим расчёт длительности производственного цикла по проектируемому варианту на условном примере, представленном в табл. 2.2. Исходные данные для расчёта представлены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Затраты времени на выполнение каждой операции технологического процесса по всей номенклатуре обрабатываемых деталей, мин

Наименование операции	Номенклатура деталей			
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
1. Токарная 1-я	3,5	3,5	3,5	3,7
2. Токарная 2-я	2,9	2,9	2,9	3,0
3. Токарная 3-я	3,5	3,5	3,5	3,7
4. Фрезерная	6,1	6,4	6,4	6,4
5. Круглошлифовальная	6,6	7,0	7,0	7,1

Пусть технологический процесс изготовления деталей состоит из пяти операций ($m = 5$); номенклатура обрабатываемых деталей равна 4 ($H = 4$); размер партии деталей по каждому типоразмеру составляет $P = 33$; продолжительность выполнения каждой операции приведена в табл. 3.3; количество станков на каждой операции: $C_{np.1} = C_{np.2} = C_{np.3} = 1$, $C_{np.4} = C_{np.5} = 2$.

Длительность производственного цикла по изготовлению деталей N₁, N₂, N₃, N₄ составляет

$$t_{ц.1} = 33 \left(3,5 + 2,9 + 3,5 + \frac{6,1}{2} + \frac{6,6}{2} \right) - (33 - 1) \left(2,9 + 2,9 + \frac{6,1}{2} + \frac{6,1}{2} \right) = 155,1 \text{ мин} = 2,58 \text{ ч};$$

$$t_{ц.2} = 33 \left(3,5 + 2,9 + 3,5 + \frac{6,4}{2} + \frac{7}{2} \right) - (33 - 1) \left(2,9 + 2,9 + \frac{6,4}{2} + \frac{6,4}{2} \right) = 157 \text{ мин} = 2,62 \text{ ч};$$

$$t_{y.3} = 33 \left(3,5 + 2,9 + 3,5 + \frac{6,4}{2} + \frac{7}{2} \right) - (33 - 1) \left(2,9 + 2,9 + \frac{6,4}{2} + \frac{6,4}{2} \right) =$$

$$= 157 \text{ мин} = 2,62 \text{ ч};$$

$$t_{y.4} = 33 \left(3,7 + 3,0 + 3,7 + \frac{6,4}{2} + \frac{7,1}{2} \right) - (33 - 1) \left(3,0 + 3,0 + \frac{6,4}{2} + \frac{6,4}{2} \right) =$$

$$= 168,7 \text{ мин} = 2,81 \text{ ч}.$$

Однако длительность производственного цикла всей номенклатуры изделий не будет соответствовать сумме циклов изделий N_1, N_2, N_3, N_4 . Поправку к расчёту вносит построение графика движения изделий по операциям и время на переналадку оборудования (табл. 3.4, рис. 3.1).

Таблица 3.4

Затраты времени на выполнение каждой операции технологического процесса по всей номенклатуре обрабатываемых деталей с учётом станков и партий деталей, мин

Наименование операции	Номенклатура деталей			
	N_1	N_2	N_3	N_4
1. Токарная 1-я	115,2	115,2	115,2	121,8
2. Токарная 2-я	95,4	95,4	95,4	98,7
3. Токарная 3-я	115,2	115,2	115,2	121,8
4. Фрезерная	100,4	105,3	105,3	105,3
5. Круглошлифовальная	108,6	115,2	115,2	116,8

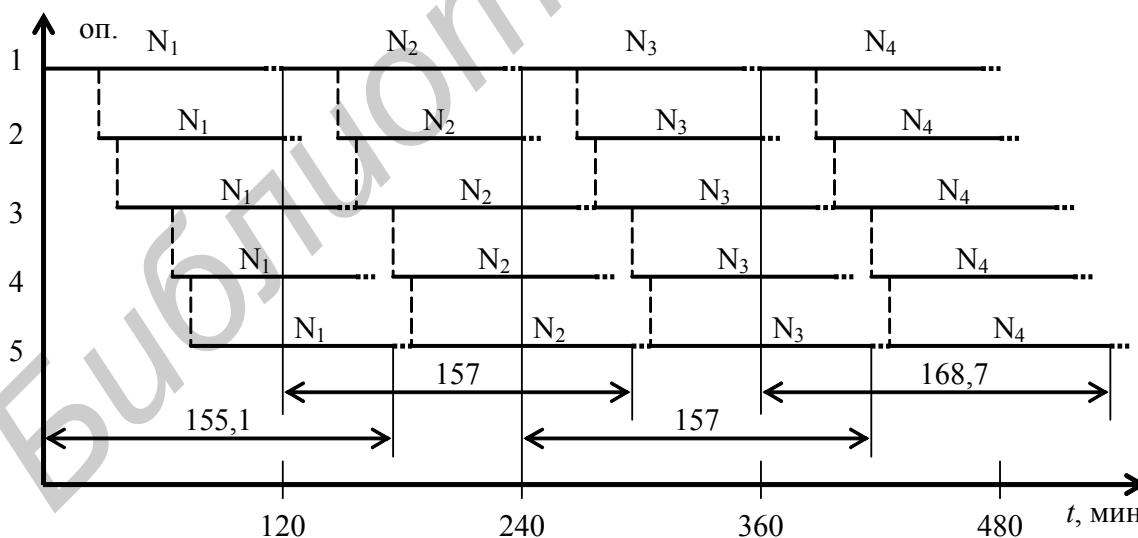


Рис. 3.1. Расчёт длительности производственного цикла обрабатываемых деталей с учётом времени на переналадку оборудования:

- — время выполнения операции $\frac{P_j t_{on.ij}}{C_{np.i}}$;
- — время на переналадку оборудования.

3.9. Расчёт незавершённого производства

Среднее количество деталей j -го типоразмера в незавершённом производстве определяется по формуле

$$H_{cp} = \frac{N_j t_{ц.j}}{F_э K_{см}},$$

где N_j – годовая программа запуска изделия j -го наименования (типоразмера).

3.10. Расчёт необходимого количества транспортных средств

Внутри цехов заготовки, детали, сборочные единицы в процессе изготовления перевозятся между кладовыми (складами) и участками, с одного участка на другой, а на участках – между рабочими местами (технологическим оборудованием). Для этого широко используется транспортное оборудование различного типа, в частности, ручные тележки, электрокары, транспортёры различных типов, робоэлектрокары, промышленные роботы, манипуляторы и другие транспортные средства.

Одним из основных факторов при выборе транспортного средства является грузоподъёмность, для определения достаточности которой необходимо учитывать размеры партий и вес обрабатываемых деталей (прил. 3).

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

$$K_{эк} = \frac{K_m \sum_{j=1}^H N_j Q_j}{60qK_{ис}F_эK_{см}} \left(\frac{2L_{cp}}{V_{cp}} + t_з + t_p \right),$$

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.);

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

V_{cp} – средняя скорость движения транспортного средства, м/мин

($V_{cp} = 50 - 100$ м/мин);

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

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

3.11. Расчёт необходимого количества промышленных роботов

Расчёт необходимого количества промышленных роботов для обслуживания станков с ЧПУ производится для всего оборудования проектируемого варианта, исключая следующие виды: роботизированные комплексы, гибкие производственные модули, обрабатывающие центры, а также оборудование, конструктивно содержащее в себе промышленные роботы. Чтобы определить необходимое количество промышленных роботов для обслуживания станков с ЧПУ, необходимо сначала определить, сколько таких станков может обслужить один промышленный робот:

$$C_{об} = \frac{\sum_{j=1}^H t_{o.ij}}{\sum_{j=1}^H t_{e.ij}} + 1,$$

где H – номенклатура обрабатываемых деталей на данном оборудовании;

$t_{o.ij}$ – основное (машинное) время, затрачиваемое при обработке единицы j -го типоразмера детали, мин;

$t_{e.ij}$ – вспомогательное время, затрачиваемое непосредственно промышленным роботом при обслуживании оборудования, мин.

Вспомогательное время включает время на выбор детали (заготовки) из общей их совокупности, время перемещения детали в рабочую зону, время соединения детали с рабочим органом станка, время закрепления детали в рабочем органе станка, время удаления готовой детали из рабочей зоны, время возврата промышленного робота в исходное положение.

Если получается дробное число станков, то заменить его целым можно за счёт изменения скорости передвижения промышленного робота. В результате исключаются простои станков и промышленных роботов. После определения количества станков, обслуживаемых одним промышленным роботом, и исходя из необходимого количества станков с ЧПУ для выполнения производственной программы (см. табл. 3.2) определяется необходимое количество промышленных роботов для обеспечения гибкого автоматизированного производства. Расчёт ведётся по формуле

$$K_{np} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{np.i}}{C_{об}},$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления деталей на данном оборудовании;

$C_{пр.i}$ – принятое количество единиц оборудования.

После того как было определено, сколько станков будет обслуживать каждый промышленный робот, необходимо выбрать модель (марку) с учётом его грузоподъёмности и веса обрабатываемых деталей, а также цены (прил. 4). Если промышленный робот будет обслуживать пять и более станков, то выбирается модель промышленного робота, работающего в прямоугольной системе координат, если менее пяти станков – в цилиндрической системе координат.

4. Планировка и расчёт производственной площади участка, выбор типа здания

4.1. Планировка производственного участка

Планировка участка обычно сочетается с выбором средств межоперационного транспорта. Она должна отвечать принципу прямоточности, т. е. предусматривать возможность передачи деталей между станками по кратчайшему расстоянию с наименьшими затратами времени и наименьшим использованием производственной площади. Этому требованию, как правило, удовлетворяет расстановка оборудования на участке в последовательности операций технологического процесса.

При планировке следует: предусмотреть удобные подходы к станкам (оборудованию) для проведения ремонта и обслуживания; выделить необходимые площади для размещения магазина-накопителя деталей (МД) и подходы к ним; предусмотреть площади для размещения устройств ЧПУ, устройств управления ПР (УУР), магазинов хранения инструментов (МИ) и приспособлений (МП); предусмотреть места для проведения контроля качества продукции (КК). Эта дополнительная площадь определяется с помощью коэффициента $K_{дн}$ (прил. 7).

Расстановка оборудования зависит от характера обрабатываемых деталей, вида используемого оборудования, вида транспортных средств, уровня механизации и автоматизации транспортировки объектов производства, степени и характера участия человека в производственном процессе, постоянства и разнообразия номенклатуры обрабатываемых деталей и других факторов.

Планировка участка зависит от вида организации транспортной сети, т. е. схемы грузопотоков. Существуют три основные схемы: прямоточно-возвратная, с замкнутой трассой и с разветвлённой трассой. В соответствии с этим и выбирается форма компоновки оборудования, в частности, прямоугольная, круговая, П-образная, Г-образная, V-образная и др.

При формировании участков с прямоугольной формой компоновки технологического оборудования оно располагается вдоль прямоточно-возвратной трассы в одну или несколько линий (линейная компоновка), а транспортные

средства перемещаются по напольным или подвесным направляющим трассы. Предположим, что в качестве транспортного средства используется подвижной ПР, тогда компоновка участка выглядит так, как это показано на рис. 4.1. Если участок не роботизирован, то по указанной трассе могут перемещаться с грузом электрокары, ручные тележки, могут применяться мостовые краны (детали тяжёлые) и осуществляться ручная передача деталей (детали мелкие и лёгкие) с одного рабочего места на другое, но форма компоновки остаётся прямоугольной.

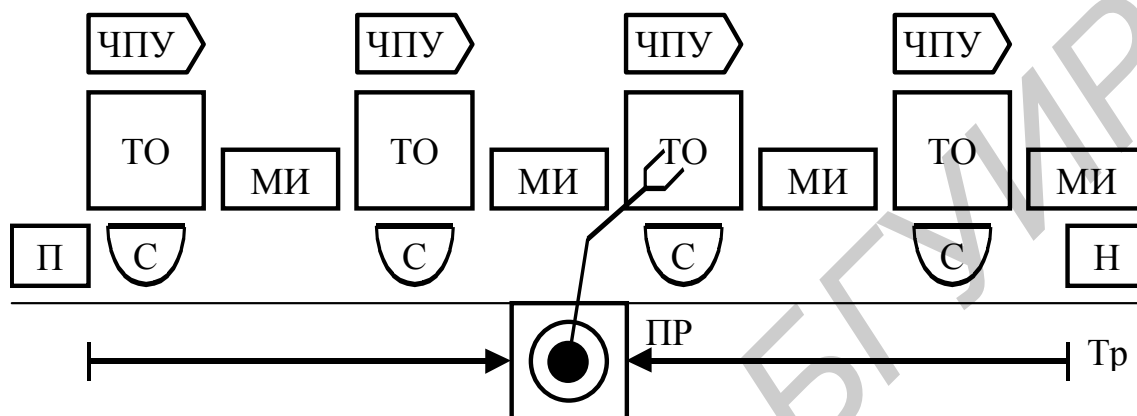


Рис. 4.1. Линейная компоновочная схема расположения оборудования, обслуживаемого промышленным роботом:

ПР – подвижной промышленный робот; ТО – технологическое оборудование; ЧПУ – устройство числового программного управления; МИ – магазин инструмента; П – питатель заготовками; С – стол для деталей; Н – накопитель деталей; Тр – трасса промышленного робота

При формировании участков с круговой формой компоновки технологического оборудования оно располагается по окружности, в центре которой устанавливается промышленный робот для выполнения вспомогательных технологических операций, если участок роботизирован; а если участок не роботизирован, то в центре находится рабочий-многостаночник, который выполняет ручные операции (рис. 4.2).

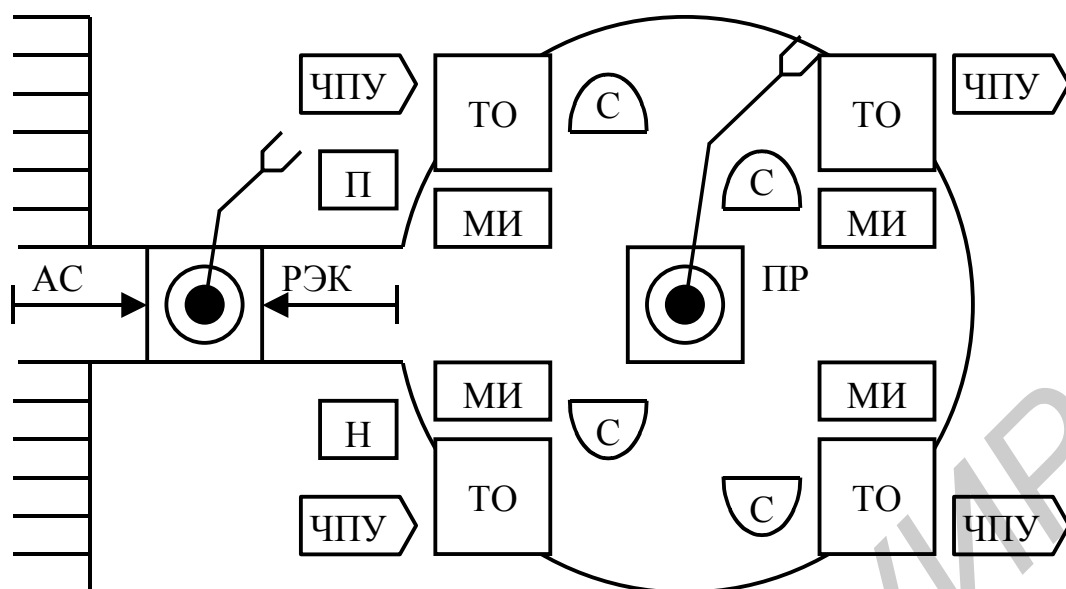


Рис. 4.2. Круговая компоновочная схема расположения оборудования, обслуживаемого промышленным роботом:

ПР – подвижной промышленный робот; обслуживающий оборудование в цилиндрической системе координат; ТО – технологическое оборудование; ЧПУ – устройство числового программного управления; МИ – магазин инструмента; П – питатель заготовками; С – стол для деталей; АС – автоматизированный склад; РЭК – робоэлектрокар; Н – накопитель деталей

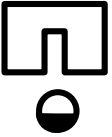
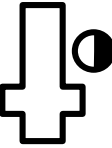
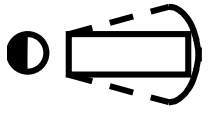

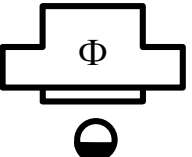
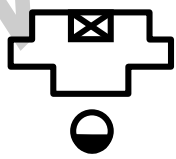
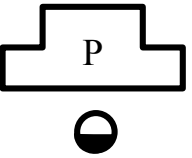
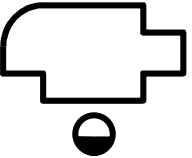
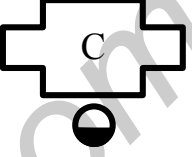

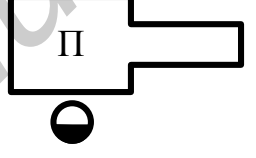

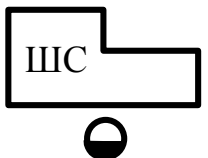
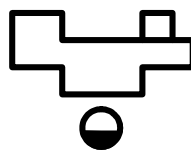
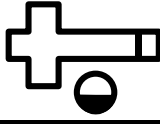
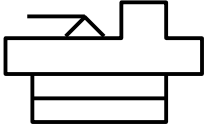
П-образные и Г-образные формы компоновки технологического оборудования используются для сокращения продолжительности участков прямоугольной формы, если они превышают длину пролёта цеха (участка), и более компактного расположения оборудования, особенно в случае использования многостаночного обслуживания, многооперационных технологических процессов изготовления деталей и схем замкнутых трасс транспортной сети.

Для механической обработки деталей могут использоваться и линейно-круговые компоновки оборудования участков.

При разработке планировки участка используются условные обозначения (табл. 4.1).

Условные обозначения

Объект	Условное обозначение	Объект	Условное обозначение
Строительные элементы		Колонна металлическая	
Капитальная стена		Колонна железобетонная	
Сплошная перегородка		Люк	
Остеклённая перегородка		Тоннель, канал (с отметкой уровня пола)	
Перегорodka с сеткой		Технологическое оборудование	
Металлическая перегородка на каркасе		Токарно-револьверный станок	
Ворота, дверь двупольная		Токарный многорезцовый автомат	
Граница цеха, участка		Токарный полуавтомат вертикальный	
Проезд		Вертикально-сверлильный станок	

Объект	Условное обозначение	Объект	Условное обозначение
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	
Шлицешлифовальный станок		Токарно-винторезный станок	
Горизонтально-фрезерный станок		Обрабатывающий центр	

Объект	Условное обозначение	Объект	Условное обозначение
Средства измерительные для межоперационного выходного контроля изделий электронной техники		Контрольный стол	
Технологическое оборудование, существующее в цехе, непереставляемое		Резервное место под оборудование	

Рассмотрим планировку производственного участка на условном примере. Пусть технологический процесс изготовления деталей состоит из шести операций ($m = 6$); количество станков на каждой операции: $C_{np.1} = 1$ – автомат отрезной с ЧПУ, $C_{np.2} = C_{np.3} = C_{np.4} = 1$ – роботизированные токарные станки, $C_{np.5} = 2$ – фрезерные станки с ЧПУ, $C_{np.6} = 2$ – шлифовальные станки с ЧПУ; один робозлектрокар и один подвижной промышленный робот, обслуживающий оборудование в цилиндрической системе координат.

Планировка гибкого производственного участка приведена на рис. 4.3.

4.2. Расчёт производственной площади участка

После проведения планировки исходя из характеристики оборудования (прил. 3–7) необходимо произвести расчёт производственной площади участка по базовому и проектируемому вариантам. Расчёт производится в табличной форме (табл. 4.2). После определения производственной площади определяется вспомогательная площадь, занимаемая настройщиками инструмента, сборщиками приспособлений, кладовыми, бытовыми и административными помещениями. При определении производственной площади транспортных средств необходимо учитывать площадь трассы. При определении производственной площади подвижного промышленного робота следует учитывать как габаритные размеры транспортного средства, так и площадь, необходимую для его перемещения (если участок роботизирован, то следует учитывать площадь трассы).

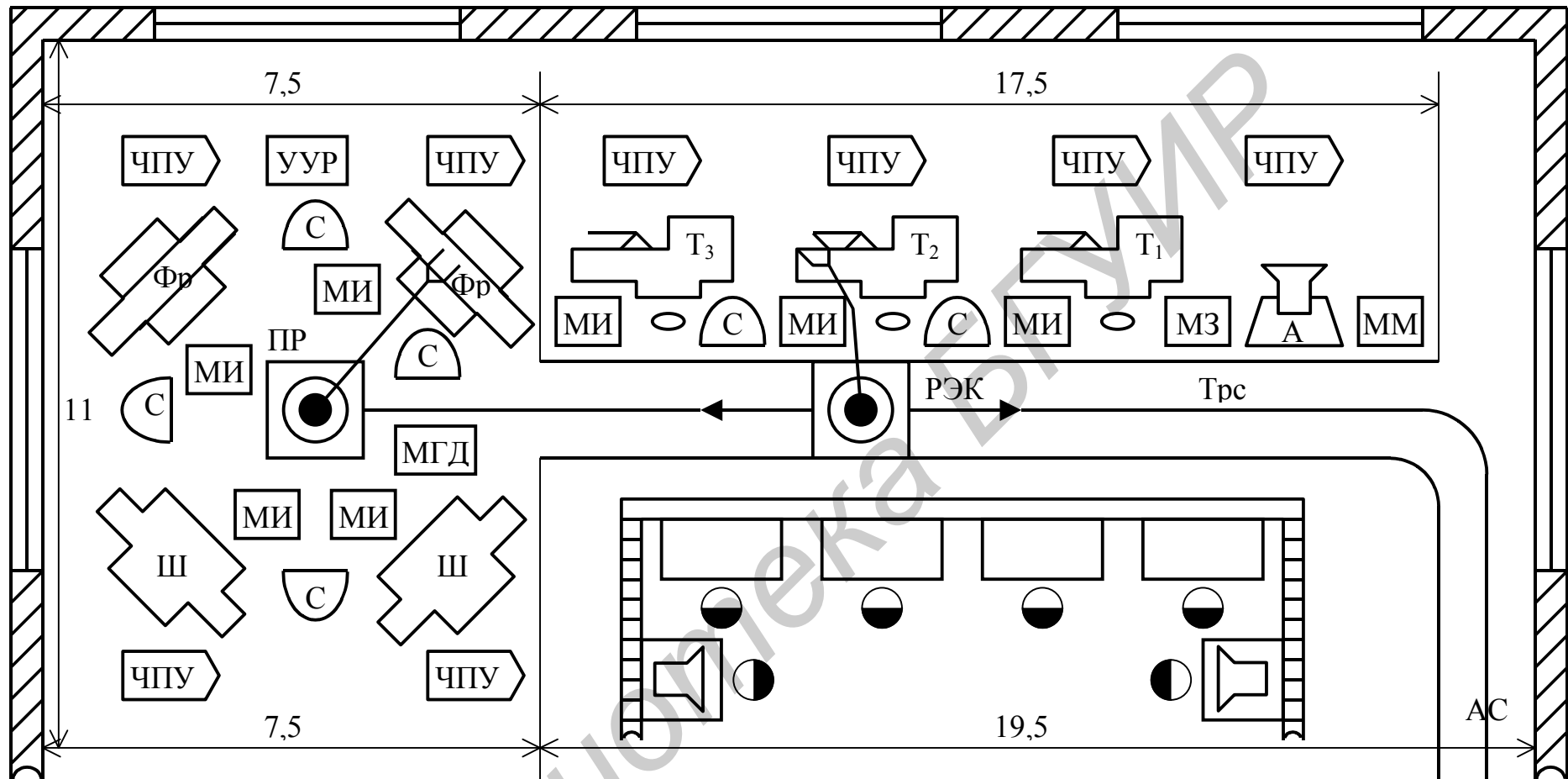


Рис 4.3. Планировка гибкого производственного участка:

А – автомат отрезной с ЧПУ; T_1, T_2, T_3 – роботизированные токарные станки с ЧПУ; Фр – фрезерный станок с ЧПУ; Ш – шлифовальный станок с ЧПУ; Трс – трасса для робоэлектрокара; РЭК – робоэлектрокар; ПР – подвижной промышленный робот, обслуживающий оборудование в цилиндрической системе координат; ММ – магазин материалов, поступающих из автоматизированного склада; МЗ – магазин заготовок; С – стол для деталей; МГД – магазин готовых деталей; МИ – магазин инструмента; УУР – устройство управления промышленным роботом; ЧПУ – устройство числового программного управления станками; АС – автоматизированный склад

Расчёт производственной площади участка

Наименование оборудования	Модель (марка)	Габаритные размеры, мм	Кол-во единиц	$K_{оп}$	Произв. площадь участка, м ²
Базовый вариант					
1. Станок токарный с ЧПУ	16Б16Ф3-31	2900×2400	6	2,5	104,40
2. Станок фрезерный с ЧПУ	6720ВФ2	1550×1650	3	3,5	26,85
3. Полуавтомат круглошлифовальный	3М152М Ф2-01	2780×1470	3	3,0	36,78
4. Электрокар	ЭП201	1500×2150	1	–	74,00
Итого			13		242,03
Проектируемый вариант					
1. Роботизированный токарный комплекс	16Б16Т1-03	5000×3000	3	2,0	90,00
2. Станок фрезерный с ЧПУ	6720ВФ2	1550×1650	2	3,5	17,90
3. Полуавтомат круглошлифовальный	3М152М Ф2-01	2780×1470	2	3,0	24,52
4. Промышленный робот	БРИГ-10Б	940×1500	1	–	62,00
5. Робозлектрокар	С4057.26	1650×2350	1	–	
Итого			9		194,42

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 могут быть одноэтажные и многоэтажные.

Преимущественно здания для цехов механической обработки строят одноэтажные, т. к. при этом производстве применяется 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 механических цехов принимается равной 9, 12, 15, 18, 24 м. Длина пролёта зависит от производственной и вспомогательной площадей.

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

Стены зданий могут быть панельными высотой 1,2 и 1,8 м или кирпичными для 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. От высоты зависит стоимость 1 м² площади цеха.

5. Расчёт мощности, потребляемой оборудованием

Расчёт установленной мощности ($P_{уст}$), потребляемой всеми видами оборудования, производится в табличной форме (табл. 5.1).

Расчёт установленной мощности, потребляемой оборудованием

Наименование оборудования	Модель (марка)	Кол-во единиц	Установленная мощность, кВт	
			единицы	принятого
Базовый вариант				
1. Станок токарный с ЧПУ	16Б16Ф3-31	6	11,0	66,0
2. Станок фрезерный с ЧПУ	6720ВФ2	3	4,5	13,5
3. Полуавтомат круглошлифовальный	3М152М Ф2-01	3	15,0	45,0
4. Электрокар	ЭП201	1	3,5	3,5
Итого		13		128,0
Проектируемый вариант				
1. Роботизированный токарный комплекс	16Б16Т1-03	3	11,0	33,0
2. Станок фрезерный с ЧПУ	6720ВФ2	2	4,5	9,0
3. Полуавтомат круглошлифовальный	3М152М Ф2-01	2	15,0	30,0
4. Промышленный робот	БРИГ-10Б	1	5,0	5,0
5. Робозлектрокар	С4057.26	1	5,0	5,0
Итого		9		82,0

6. Расчёт численности производственного персонала

6.1. Расчёт численности операторов, осуществляющих наблюдение за работой технологического оборудования

Расчёт численности операторов производится исходя из трудоёмкости годового объёма работы, эффективного фонда времени работы рабочего, коэффициентов, учитывающих затраты времени рабочего на обслуживание рабочего места и наблюдение за работой оборудования и многостаночного обслуживания.

Расчёт численности операторов по базовому варианту ведётся по формуле

$$C_{on.i} = \frac{\sum_{j=1}^H N_j t_{on.ij} (1 + \alpha + \beta)}{60 F_9^p K_6 H_{об}}$$

где α – коэффициент, учитывающий затраты времени оператора на обслуживание рабочего места ($\alpha = 0,06 - 0,07$);

β – коэффициент, учитывающий затраты времени оператора на отдых и личные надобности ($\beta = 0,025 - 0,04$);

H – номенклатура обрабатываемых деталей;

$H_{об}$ – норма обслуживания (число станков, обслуживаемых одним оператором, исходя из технологии);

$K_е$ – коэффициент выполнения норм выработки оператором (обычно принимается за единицу);

F_9^P – годовой эффективный фонд времени работы одного рабочего-оператора; определяется по формуле

$$F_9^P = F_n K_{np}.$$

Здесь K_{np} – коэффициент, учитывающий все плановые невыходы рабочего на работу (очередной отпуск, декретный отпуск, выполнение государственных обязанностей, болезни и др.); он зависит от продолжительности очередного отпуска, при продолжительности отпуска 24 дня $K_{np} = 0,87$.

Для проверки правильности расчёта

$$Ч'_{on.i} = K_{cm} C_{np.i} K_{cn},$$

где $C_{np.i}$ – принятое количество единиц оборудования на i -й операции;

K_{cn} – коэффициент, учитывающий списочную численность рабочих-операторов ($K_{cn} = 1,1$).

В случае если при расчёте численности операторов по базовому варианту при $H_{об} = 1$ $Ч'_{on.i} > Ч_{on.i}$, количество операторов принимается равным $Ч'_{on.i}$.

Расчёт списочной численности операторов по проектируемому варианту ведётся по формуле

$$Ч_{on} = \frac{K_{cn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^H N_j t_{on.ij} (\lambda + \alpha + \beta)}{60 F_9^P K_е},$$

где λ – коэффициент, учитывающий затраты времени оператора на наблюдение за работой оборудования ($\lambda = 0,05 - 0,15$);

m – количество операций технологического процесса изготовления деталей.

6.2. Расчёт численности наладчиков оборудования

Затраты времени наладчиков оборудования складываются из затрат времени на наладку оборудования, ежедневного времени на проверку работы модуля по тестопрограммам и профилактики. Следовательно, численность наладчиков определяется по формуле

$$Ч_n = \frac{\sum_{i=1}^m t_{н.и} n_{пер} C_{пр.и} + 60 T_{мс} F'_н K_{н.о}}{60 F_э^p K_э} = \frac{\sum_{i=1}^m T'_{н.и} C_{пр.и} + T_{мс} F'_э}{F_э^p K_э},$$

где $T_{н.и}$ – суммарное время на переналадку оборудования на каждой i -й операции при переходе от одной партии деталей к другой, мин;

$n_{пер}$ – количество переналадок оборудования в год на каждой i -й операции;

$T_{мс}$ – время, затрачиваемое на тестопрограммы и профилактику, ч ($T_{мс} = 1 - 1,5$ ч/день);

$F'_н$ – номинальный фонд времени, дней;

$K_{н.о}$ – коэффициент, учитывающий простои оборудования в плановых ремонтах;

$T'_{н.и}$ – фонд времени, затрачиваемый на переналадку оборудования на i -й операции, ч (см. табл. 3.1);

$F_э^p$ – эффективный фонд времени работы наладчика, ч.

6.3. Расчёт численности рабочих по настройке инструмента

Численность рабочих-настройщиков инструмента определяется по формуле исходя из годового времени настройки инструмента вне станка.

$$Ч_{н.и} = \frac{t_{н.и} h n_{пер}}{F_э^p K_э},$$

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.

6.4. Расчёт численности сборщиков приспособлений

Расчёт численности сборщиков приспособлений производится исходя из затрат времени на сборку приспособлений в течение планового периода (года).

$$Ч_{сб} = \frac{t_{сб} h n_{пер}}{F_э^p K_э},$$

где $t_{сб}$ – среднее время сборки-разборки одного приспособления, ч
 ($t_{сб} = 1 - 2,5$ ч);

h – количество приспособлений на одну партию деталей (h равно количеству операций), шт.

6.5. Расчёт численности транспортных рабочих

Численность транспортных рабочих определяется по формуле

$$Ч'_{тр} = K_{см} C_{пр} K_{сн},$$

где $C_{пр}$ – принятое количество единиц транспортного оборудования;

$K_{сн}$ – коэффициент, учитывающий списочную численность транспортных рабочих ($K_{сн} = 1,1$).

При роботизации транспортных операций количество операторов по обслуживанию робоэлектрокаров принимается исходя из пяти-семи робоэлектрокаров на одного оператора. В случае если количество робоэлектрокаров не превышает двух, целесообразно функции по обслуживанию транспортных средств переложить на рабочих-операторов, не выделяя отдельно персонал по обслуживанию робоэлектрокаров.

6.6. Расчёт численности ремонтного персонала и персонала по межремонтному обслуживанию

Для установления численности ремонтных рабочих соответствующих профессий (слесарей, станочников и прочих рабочих) необходимо определить трудоёмкость по видам работ согласно нормам времени на одну ремонтную единицу (табл. 6.1).

Таблица 6.1

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 ($T_{рем}^{сл}$) по вариантам производится по формуле

$$T_{рем}^{сл} = \frac{n_k t_k + n_c t_c + n_m t_m + n_o t_o}{t_{м.ц}} \cdot \sum_{i=1}^k R_{м.и} C_{нр.и},$$

где n_k, n_c, n_m, n_o – соответственно число капитальных, средних, текущих ремонтов и осмотров (для базового варианта принять $n_k = 1, n_c = 1, n_m = 4, n_o = 6$; для проектируемого – $n_k = 1, n_c = 2, n_m = 6, n_o = 9$);

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 по осмотрам, норма-ч;

$t_{м.ц}$ – длительность межремонтного цикла, лет (для базового варианта принять $t_{м.ц} = 6$ лет, для проектируемого $t_{м.ц} = 9$ лет);

$R_{м.и}$ – категория ремонтной сложности i -го вида оборудования (механической части), соответственно по вариантам;

$C_{нр.и}$ – принятое количество единиц оборудования i -го наименования, соответственно по вариантам, шт.;

k – количество видов оборудования.

Расчёт электрослесарных работ ($T_{рем}^{э.сл}$) производится по формуле исходя из норм времени и единиц ремонтной сложности ($R_{э.и}$) по электрической части.

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

где $R_{э.и}$ – категория ремонтной сложности i -го вида оборудования (электрической части) соответственно вариантам.

Расчёт трудоёмкости по станочным работам ($T_{рем}^{см}$) производится по формуле

$$T_{рем}^{см} = \frac{n_k t_k^{м.см} + n_c t_c^{м.см} + n_m t_m^{м.см} + n_o t_o^{м.см}}{t_{м.ц}} \cdot \sum_{i=1}^K R_{м.и} C_{нр.и} +$$

$$+ \frac{n_k t_k^{э.см} + n_c t_c^{э.см} + n_m t_m^{э.см} + n_o t_o^{э.см}}{t_{м.ц}} \cdot \sum_{i=1}^K R_{э.и} C_{нр.и}.$$

Расчёт трудоёмкости прочих рабочих ($T_{рем}^{нр}$) производится по формуле

$$T_{рем}^{нр} = \frac{n_k t_k^{м.нр} + n_c t_c^{м.нр} + n_m t_m^{м.нр} + n_o t_o^{м.нр}}{t_{м.ц}} \cdot \sum_{i=1}^K R_{м.и} C_{нр.и} +$$

$$+ \frac{n_k t_k^{э.нр} + n_c t_c^{э.нр} + n_m t_m^{э.нр} + n_o t_o^{э.нр}}{t_{м.ц}} \cdot \sum_{i=1}^K R_{э.и} C_{нр.и}.$$

Среднегодовая трудоёмкость слесарных работ по межремонтному обслуживанию определяется по формуле

$$T_{обсл}^{сл} = \frac{F_{\text{э}}^P}{H_{об}^{сл}} \cdot \sum_{i=1}^k K_{см.i} R_{м.i} C_{пр.i},$$

где $H_{об}^{сл}$ – норма обслуживания ремонтных единиц при выполнении слесарных работ ($H_{об}^{сл} = 500$) на одного рабочего в смену.

Среднегодовая трудоёмкость электрослесарных работ по межремонтному обслуживанию определяется по формуле

$$T_{обсл}^{э.сл} = \frac{F_{\text{э}}^P}{H_{об}^{э.сл}} \cdot \sum_{i=1}^k K_{см.i} R_{э.i} C_{пр.i},$$

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

Среднегодовая трудоёмкость станочных и прочих работ по межремонтному обслуживанию определяется по формуле

$$T_{обсл} = \frac{F_{\text{э}}^P}{H_{об}} \cdot \sum_{i=1}^k (R_{м.i} + R_{э.i}) K_{см.i} C_{пр.i},$$

где $H_{об}$ – норма обслуживания ремонтных единиц при выполнении станочных ($H_{об}^{ст} = 1650$) и прочих ($H_{об}^{пр} = 1000$) работ на одного рабочего в смену.

Расчёт численности слесарей, электрослесарей, станочников и прочих рабочих, необходимых для выполнения ремонтных работ, производится по формулам (округление до целого значения на данном этапе расчёта не производится):

$$\varphi_{рем}^{сл} = \frac{T_{рем}^{сл}}{F_{\text{э}}^P K_{\text{в}}}; \varphi_{рем}^{э.сл} = \frac{T_{рем}^{э.сл}}{F_{\text{э}}^P K_{\text{в}}}; \varphi_{рем}^{ст} = \frac{T_{рем}^{ст}}{F_{\text{э}}^P K_{\text{в}}}; \varphi_{рем}^{пр} = \frac{T_{рем}^{пр}}{F_{\text{э}}^P K_{\text{в}}},$$

где $T_{рем}^{сл}$, $T_{рем}^{э.сл}$, $T_{рем}^{ст}$, $T_{рем}^{пр}$ – трудоёмкость слесарных, электрослесарных, станочных и прочих работ, норма-ч;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент выполнения норм времени ($K_{\text{в}} = 1,1 - 1,2$).

Расчёт численности слесарей, электрослесарей, станочников и прочих рабочих по обслуживанию оборудования производится по формулам (округление до целого значения на данном этапе расчёта не производится):

$$\varphi_{обсл}^{сл} = \frac{T_{обсл}^{сл}}{F_{\text{э}}^P K_{\text{в}}}; \varphi_{обсл}^{э.сл} = \frac{T_{обсл}^{э.сл}}{F_{\text{э}}^P K_{\text{в}}}; \varphi_{обсл}^{ст} = \frac{T_{обсл}^{ст}}{F_{\text{э}}^P K_{\text{в}}}; \varphi_{обсл}^{пр} = \frac{T_{обсл}^{пр}}{F_{\text{э}}^P K_{\text{в}}}.$$

Общее количество слесарей, электрослесарей, станочников и прочих рабочих, необходимых для выполнения ремонтных работ и межремонтного обслуживания по вариантам определяется по формулам:

$$Ч^{сл} = Ч_{рем}^{сл} + Ч_{обсл}^{сл}; \quad Ч^{э.сл} = Ч_{рем}^{э.сл} + Ч_{обсл}^{э.сл}; \quad Ч^{ст} = Ч_{рем}^{ст} + Ч_{обсл}^{ст}; \quad Ч^{пр} = Ч_{рем}^{пр} + Ч_{обсл}^{пр}.$$

Общее количество ремонтных рабочих и рабочих, необходимых для межремонтного обслуживания, по вариантам определяется по формуле

$$Ч_{р.о} = Ч^{сл} + Ч^{э.сл} + Ч^{ст} + Ч^{пр}.$$

6.7. Расчёт общей численности рабочих

Общая численность рабочих определяется по формуле

$$Ч_p = Ч_{оп} + Ч_n + Ч_{н.и} + Ч_{сб} + Ч_{тр} + Ч_{р.о}.$$

Библиотека БГУИР

7. Расчёт капитальных вложений

7.1. Расчёт затрат на строительство здания, занимаемого производственным участком

Стоимость здания, занимаемого производственным участком (производственного и вспомогательного назначения), определяется исходя из общей площади, затрат на 1 м² и типа здания. Затраты на 1 м² здания приведены в прил. 8. Расчёт производится в табличной форме (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Расчёт стоимости здания, занимаемого участком, а также амортизационных отчислений

Элементы расчёта	Стоимость 1 м ² , у. е.	Площадь, м ²	Стоимость здания, у. е.	Норма аморт., %	Сумма аморт., у. е.
Базовый вариант					
1. Производственная площадь	170	242	41146	2,7	1111
2. Вспомогательная площадь (37 % от производственной)	250	90	22388	3,1	694
Итого		332	63534		1805
Проектируемый вариант					
1. Производственная площадь	170	194	33052	2,7	892
2. Вспомогательная площадь	250	72	17984	3,1	558
Итого		266	51036		1450

7.2. Расчёт затрат на технологическое оборудование и транспортные средства

Расчёт затрат на технологическое оборудование производится исходя из оптовой цены единицы оборудования и количества единиц оборудования данной модели.

Цены на оборудование, промышленные роботы и транспортные средства принимаются по прейскурантам. К прейскурантной цене добавляются затраты на упаковку, транспортировку и монтаж (УТМ). Они определяются в процентах от стоимости оборудования (10–15 %). Расчёт амортизационных отчислений производится исходя из балансовой (первоначальной) стоимости и норм амортизации по каждому виду оборудования (см. прил. 3–6).

Для определения затрат на технологическое оборудование составляется спецификация (табл. 7.2).

7.3. Расчёт затрат на энергетическое оборудование

Затраты на силовое энергетическое оборудование (электрогенераторы, электрические кабели, электрические трансформаторы 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. 5.1).

7.4. 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. 7.2).

7.5. 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. 7.2).

7.6. Расчёт затрат на комплект программ управления

Затраты на разработку комплекта программ управления рассчитываются по формуле

$$K_{n.y} = C_m \sum_{j=1}^H t_{np.j} m_j,$$

где C_m – среднечасовая тарифная ставка оператора-программиста, у. е./ч

($C_m = 2,192$ у. е./ч);

H – номенклатура обрабатываемых деталей;

$t_{np.j}$ – затраты времени на составление программы на j -ю деталь на одной операции, ч ($t_{np.j} = 8 - 10$ ч);

m – количество операций технологического процесса изготовления j -й детали.

Расчёт затрат на технологическое оборудование, промышленные роботы и транспортные средства,
а также амортизационных отчислений

Наименование оборудования	Модель (марка)	Кол-во единиц	Оптовая цена		Затраты на УТМ, у. е.	Балансо- вая стои- мость, у. е.	Норма аморти- зации, %	Сумма амортиза- ции, у. е.
			едини- цы	при- нятого				
Базовый вариант								
1. Станок токарный с ЧПУ	16Б16Ф3-31	6	49942	299652	44948	344600	12,2	42041
2. Станок фрезерный с ЧПУ	6720ВФ2	3	18542	55626	8344	63970	12,2	7804
3. Полуавтомат круглошлифовальный	3М152М Ф2-01	3	27457	82371	12356	94727	16,1	15251
4. Электрокар	ЭП201	1	3800	3800	570	4370	14,5	634
Итого		13		441449	66218	507667		65730
Проектируемый вариант								
1. Роботизированный токарный комплекс	16Б16Т1-03	3	49680	149040	22356	171396	14,2	24338
2. Станок фрезерный с ЧПУ	6720ВФ2	2	18542	37084	5563	42647	12,2	5203
3. Полуавтомат круглошлифовальный	3М152М Ф2-01	2	27457	54914	8237	63151	16,1	10167
4. Промышленный робот	Бриг-10Б	1	12700	12700	1905	14605	12,5	1826
5. Робозлектрокар	С4057.26	1	44500	44500	6675	51175	15,2	7779
Итого		9		298238	44736	342974		49313

7.7. 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 балансовой стоимости технологического оборудования, а на хозяйственный инвентарь – принимаются в размере 15,4 у. е. на одного работающего.

7.8. Расчёт предпроизводственных затрат

Предпроизводственные затраты включают расходы на НИОКР и проектные работы по привязке модуля к условиям заказчика. В курсовой работе их определить сложно. Для укрупнённых расчётов положим, что величина этих затрат составляет 3–5 % от оптовой цены технологического оборудования (см. табл. 7.2).

7.9. Расчёт величины оборотных средств в незавершённом производстве

Величина оборотных средств в незавершённом производстве определяется по формуле

$$O_{o.c} = K_n K_{пер} \sum_{j=1}^N H_{cp.j} C_{ц.j},$$

где $C_{ц.j}$ – цеховая себестоимость единицы j -го изделия, у. е. (см. табл. 8.4);

$H_{cp.j}$ – величина незавершённого производства j -го наименования деталей, шт.;

K_n – коэффициент нарастания затрат ($K_n = 0,5 - 0,7$);

$K_{пер}$ – коэффициент перевода рабочих дней в году в календарные дни ($K_{пер} = 1,4$ для двухсменной работы, $K_{пер} = 1,35$ для трёхсменной работы);

N – номенклатура обрабатываемых деталей.

7.10. Расчёт общей величины капитальных вложений

Все затраты, связанные с капитальными вложениями, сводятся в таблицу (табл. 7.3).

Таблица 7.3

Расчёт капитальных вложений и амортизационных отчислений

Наименование статьи затрат	Усл. обозначение	Базовый вариант			Проектируемый вариант		
		сумма затрат, у. е.	норма аморти., %	сумма аморти., у. е.	сумма затрат, у. е.	норма аморти., %	сумма аморти., у. е.
1. Здание, занимаемое участком	$K_{зд}$	63534	Табл. 7.1	1805	51036	Табл. 7.1	1450
2. Технологическое оборудование и транспортные средства	$K_{об}$	507666	Табл. 7.2	65730	342974	Табл. 7.2	49313
3. Энергетическое оборудование	$K_э$	5760	8,2	472	3690	8,2	303
4. Дорогостоящая оснастка, УСПО и инструмент	$K_{ос}$	50767	4,5	2284	34297	4,5	1543
5. Измерительные и регулирующие приборы	$K_{из}$	6622	11,5	761	4474	11,5	514
6. Программы управления	$K_{п.у}$	169	–	–	169	–	–
7. Производственный и хозяйственный инвентарь	$K_{ин}$	10600	18,5	1961	7183	18,5	1329
8. Предпроизводственные затраты	$K_{пр}$	17658	–	–	11930	–	–
9. Оборотные средства	$O_{о.с}$	262	–	–	114	–	–
Итого		663038		73013	455867		54452

8. Расчёт себестоимости выпускаемой продукции

8.1. Расчёт затрат на основные материалы

Затраты на основные материалы за вычетом реализуемых отходов составляют по базовому и проектируемому вариантам одинаковую сумму. Расчёт затрат на основные материалы (P_m) производится (см. прил. 2) в табличной форме (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Расчёт затрат на основные материалы

Расчётный показатель	Единица измерения	Номенклатура деталей		
		N ₁	N ₂	...
1. Программа выпуска	шт.	19944	19944	...
2. Наименование материала	–	Ст. 45	Ст. 45	...
3. Норма расхода на деталь	кг	0,8	1,5	...
4. Чистый вес детали	кг	0,6	1,1	...
5. Отходы на деталь (стр.3 – стр.4)	кг	0,2	0,4	...
6. Расход материала на программу (стр.1×стр.3)	кг	15955	29916	...
7. Отходы на программу (стр.1×стр.5)	кг	3989	7978	...
8. Оптовая цена килограмма материала	у. е.	0,1	0,1	...
9. Оптовая цена килограмма отходов	у. е.	0,025	0,025	...
10. Затраты на материалы на программу с учётом транспортно-заготовительных расходов (стр.6×стр.8×1,05)	у. е.	1675	3141	...
11. Стоимость реализуемых отходов (стр.7×стр.9)	у. е.	100	199	...
12. Затраты на материалы за вычетом реализуемых отходов (стр.10 – стр.11)	у. е.	1576	2942	...
13. Затраты на 1 деталь (стр.12/стр.1)	у. е.	0,079	0,148	...

8.2. Расчёт основной заработной платы производственных рабочих

Поскольку рабочим, работающим на станках с ЧПУ и в условиях гибкого автоматизированного производства, сложно изменять режим работы оборудования, они находятся на повременной форме оплаты труда. Расчёт основной заработной платы производственных рабочих-операторов по базовому варианту производится по сдельной форме оплаты труда, а всех остальных категорий рабочих – по повременной.

Расчёт основной заработной платы основных производственных рабочих-операторов по базовому варианту производится по формуле

$$P_{з.о.о} = \sum_{j=1}^H \sum_{i=1}^m \frac{t_{ум.ij} N_j}{60} \cdot C_{m.ij} K_{прем},$$

где N_j – программа j -го наименования деталей, шт.;

$C_{m.ij}$ – часовая тарифная ставка рабочего при обработке на i -й операции j -го типоразмера деталей, у. е./чел.-ч (см. прил. 9);

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

H – номенклатура обрабатываемых деталей;

m – количество операций технологического процесса изготовления деталей;

$t_{ум.ij}$ – штучное время на i -й операции j -го типоразмера деталей, мин, определяется по формуле

$$t_{ум.ij} = t_{он.ij} + t_{ом.ij} + t_{отд.ij},$$

Здесь $t_{он.ij}$ – оперативное время на i -й операции j -го типоразмера деталей, мин;

$t_{ом.ij}$ – время обслуживания рабочего места на i -й операции j -го типоразмера деталей, мин (составляет 10 – 12 % от оперативного времени);

$t_{отд.ij}$ – время на отдых и личные надобности на i -й операции j -го типоразмера деталей, мин (составляет 2,5 – 3,5 % от оперативного времени).

Расчёт основной заработной платы основных производственных рабочих-операторов рекомендуется производить в табличной форме (табл. 8.2).

Таблица 8.2

Расчёт основной заработной платы основных производственных рабочих по базовому варианту

Наименование операции	Разряд работы	Тарифная ставка, у. е.	Расчёт трудоёмкости			Сумма зарплаты, у. е.
			$t_{ум.ij}$, мин	N_j , шт.	$\frac{t_{ум.ij} N_j}{60}$	
Базовый вариант						
Валик 16×172						
1. Токарная 1-я	3	1,711	4,6	19944	1515,74	2593,44
2. Токарная 2-я	4	1,990	3,8	19944	1250,49	2488,47
3. Токарная 3-я	4	1,990	4,6	19944	1515,74	3016,33
4. Фрезерная	5	2,192	7,5	19944	2500,98	5482,14
5. Шлифовальная	5	2,192	8,2	19944	2728,34	5980,28
Итого			28,7		9511,29	19560,66
Коэффициент, учитывающий премии по премиальным системам						1,2
Итого						23473,08
Валик 22×227						
...
Итого					39257,77	96970,40

Расчёт основной заработной платы других категорий производственных рабочих по базовому варианту производится по формуле

$$P_{з.о.д} = \sum_{i=1}^n Ч_{р.і} C_{т.і} F_{э}^p K_{прем},$$

где $Ч_{р.і}$ – численность рабочих i -го разряда, чел.;

$C_{т.і}$ – часовая тарифная ставка рабочего i -го разряда, у.е./чел-ч.;

$F_{э}^p$ – годовой эффективный фонд времени работы одного рабочего, ч;

$K_{прем}$ – коэффициент, учитывающий премии по премиальным системам

$$(K_{прем} = 1,2 - 1,4);$$

n – число разрядов рабочих.

По проектируемому варианту по этой же формуле производится расчёт основной заработной платы всех производственных рабочих.

Основная заработная плата всех рабочих по базовому варианту составляет сумму

$$P_{з.о.б} = P_{з.о.о} + P_{з.о.д}.$$

Расчёт основной заработной платы вспомогательных производственных рабочих по базовому варианту, а также всех рабочих по проектируемому варианту производится в табличной форме (табл. 8.3).

Таблица 8.3

Расчёт основной заработной платы производственных рабочих

Наименование производственного персонала	Усл. обозн.	Численность рабочих, чел.	Разряд работы	Тарифная ставка, у. е.	Сумма зарплаты, у. е.
Базовый вариант					
1. Наладчики оборудования	$Ч_n$	1	5	2,060	2,060
2. Рабочие по настройке инструмента	$Ч_{н.и}$	3	4	1,869	5,607
3. Сборщики приспособлений	$Ч_{сб}$	5	4	1,869	9,345
4. Транспортные рабочие	$Ч_{тр}$	2	5	2,060	4,120
5. Слесари по ремонту	$Ч_{сл}$	2	5	2,060	4,120
6. Электрослесари	$Ч_{э.сл}$	1	5	2,060	2,060
7. Станочники	$Ч_{ст}$	2	6	2,262	4,524
8. Прочие ремонтные рабочие	$Ч_{пр}$	2	3	1,607	3,214
Итого		18			35,050
Годовой эффективный фонд времени работы одного рабочего, ч					1747
Коэффициент, учитывающий премии по премиальным системам					1,2
Итого	$P_{з.о.д}$				73478,82
Проектируемый вариант					
1. Рабочие-операторы	$Ч_{оп}$	3	4	1,869	5,607
2. Наладчики оборудования	$Ч_n$	1	5	2,060	2,060
3. Рабочие по настройке инструмента	$Ч_{н.и}$	4	4	1,869	7,476
4. Сборщики приспособлений	$Ч_{сб}$	7	4	1,869	13,083
5. Транспорт. рабочие	$Ч_{тр}$	–	–	–	–
6. Слесари по ремонту	$Ч_{сл}$	2	5	2,060	4,120
7. Электрослесари	$Ч_{э.сл}$	1	5	2,060	2,060
8. Станочники	$Ч_{ст}$	2	6	2,262	4,524
9. Прочие ремонтные рабочие	$Ч_{пр}$	2	3	1,607	3,214
Итого		22			42,144
Годовой эффективный фонд времени работы одного рабочего, ч					1747
Коэффициент, учитывающий премии по премиальным системам					1,2
Итого	$P_{з.о.пр}$				88350,68

При выполнении курсовой работы рекомендуется принимать следующие разряды работ вспомогательных рабочих:

- наладчиков оборудования – V–VI разряда;
- настройщиков инструмента – IV–VI разряда;
- сборщиков приспособлений – IV–V разряда;
- транспортных рабочих – III–V 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.

Разряд работ рабочих-операторов проектируемого варианта устанавливается как среднеарифметический от разрядов работ по операциям технологического процесса.

8.3. Расчёт дополнительной заработной платы производственных рабочих

Дополнительная заработная плата включает выплаты, предусмотренные законодательством о труде и положениями по оплате труда на предприятии. Сюда входят выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных и дополнительных отпусков, оплата учебных отпусков, оплата льготных часов подросткам, оплата перерывов в работе кормящим матерям, выполнение государственных обязанностей, единовременные вознаграждения за выслугу лет и пр.

Расчёт дополнительной заработной платы определяется по формуле

$$P_{з.д} = P_{з.о} H_{д.з},$$

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

8.4. Расчёт обязательных страховых взносов в фонд социальной защиты населения Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь

Расчёт обязательных страховых взносов в фонд социальной защиты населения Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь производится по формуле

$$P_{с.з} = (P_{з.о} + P_{з.д}) H_{с.з},$$

где $H_{с.з}$ – процент обязательных страховых взносов в фонд социальной защиты населения Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь ($H_{с.з} = 34 \%$)*.

* Налоги, рассчитываемые от фонда заработной платы, необходимо брать в соответствии с законодательством Республики Беларусь на момент расчёта курсовой работы

8.5. Расчёт страховых взносов по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

Расчёт страховых взносов по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний производится по формуле

$$P_{c.в} = (P_{з.о} + P_{з.д})H_{c.в},$$

где $H_{c.в}$ – процент страховых взносов по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний ($H_{c.в} = 0,6\%$)*.

8.6. Расчёт налога на недвижимость

Налогом на недвижимость облагается остаточная стоимость основных фондов. С учётом особенностей данной курсовой работы расчёт налога производится по формуле

$$P_{нд} = (K_{зд} + K_{об} + K_{э} + K_{ос} + K_{из} + K_{ин})H_{нд},$$

где $H_{нд}$ – процент налога на недвижимость ($H_{нд} = 1\%$);

$K_{зд}$ – стоимость здания, занимаемого участком;

$K_{об}$ – затраты на технологическое оборудование и транспортные средства;

$K_{э}$ – затраты на энергетическое оборудование;

$K_{ос}$ – затраты на дорогостоящую оснастку, УСПО и инструмент;

$K_{из}$ – затраты на измерительные и регулирующие приборы;

$K_{ин}$ – затраты на производственный и хозяйственный инвентарь.

8.7. Расчёт затрат на потребляемую силовую электроэнергию

Затраты на силовую электроэнергию, потребляемую технологическим оборудованием и транспортными средствами, определяется по формуле

$$P_{э} = F_{э} \Pi_{э} K_{э.в} K_{э.м} \frac{J}{\eta} \sum_{i=1}^k W_{y.i} K_{см.i} K_{з.о.i},$$

где $F_{э}$ – годовой эффективный фонд времени работы оборудования в одну смену, ч;

$\Pi_{э}$ – тариф за 1 кВт·ч электроэнергии, у. е. ($\Pi_{э} = 0,035$ у. е.);

$K_{э.в}$ – коэффициент, учитывающий использование энергии по времени ($K_{э.в} = 0,6$);

$K_{э.м}$ – коэффициент, учитывающий использование энергии по мощности ($K_{э.м} = 0,4$);

* См. с. 41

- J – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети ($J = 1,15$);
 η – коэффициент полезного действия оборудования ($\eta = 0,75$);
 $W_{y.i}$ – установленная мощность электродвигателей i -го вида оборудования, кВт (см. табл. 5.1);
 $K_{см.i}$ – число рабочих смен в сутки i -го вида оборудования;
 $K_{з.о.i}$ – коэффициент загрузки i -го вида оборудования;
 k – количество видов оборудования.

8.8. Расчёт затрат на амортизацию основных фондов

Затраты на амортизацию основных фондов см. в табл. 7.3.

8.9. Расчёт затрат на ремонт и техническое обслуживание оборудования и транспортных средств

Годовые расходы на ремонт (включая капитальный) и техническое обслуживание оборудования определяются по формуле

$$P_p = H_{э.ос.уз} (K_э + K_{ос} + K_{уз}) + \sum_{i=1}^k (H_m R_{m.i} + H_э R_{э.i}) \mu C_{np.i},$$

где $H_{э.ос.уз}$ – процент затрат на ремонт и техническое обслуживание энергетического оборудования, дорогостоящей оснастки, измерительного инструмента и приборов ($H_{э.ос.уз} = 4 - 5 \%$);

$K_э$ – затраты на энергетическое оборудование;

$K_{ос}$ – затраты на дорогостоящую оснастку, УСПО и инструмент;

$K_{уз}$ – затраты на измерительные и регулирующие приборы;

$H_m, H_э$ – нормативы затрат на одну единицу ремонтной сложности оборудования, соответственно механической, электрической (включая гидравлическую) частей, у. е. ($H_m = 26,3$ у. е., $H_э = 6,82$ у. е.);

$R_{m.i}, R_{э.i}$ – категория ремонтной сложности i -го вида оборудования, соответственно механической, электрической частей;

μ – коэффициент, характеризующий класс точности станков ($\mu = 1,1 - 1,2$);

$C_{np.i}$ – принятое количество единиц i -го вида оборудования;

k – количество видов оборудования;

8.10. Расчёт затрат на содержание площади, занимаемой участком

При укрупнённых расчётах затраты на содержание производственной и вспомогательной площади участка определяются исходя из норматива на содержание 1 м^2 площади ($H_{пл} = 7,3$ у. е./ м^2).

8.11. Расчёт затрат на ремонт и обслуживание ЧПУ

Годовые затраты на ремонт и обслуживание ЧПУ определяются исходя из средних статистических затрат на одно ЧПУ. Например, на ЧПУ «Электроника НЦ80-31» затраты составляют около 1080 у. е., ЧПУ «Электроника НЦ80-01Д» – 1637 у. е., ЧПУ 2Н22 – 730 у. е.

8.12. Расчёт затрат на возмещение износа малоценного инструмента и инвентаря

Затраты на возмещение быстроизнашивающегося и малоценного инвентаря и инструмента принимаются в размере 10 % от балансовой стоимости оборудования (см. табл. 7.2).

8.13. Расчёт себестоимости обработки деталей годового выпуска и калькуляция себестоимости единицы продукции

Все затраты, связанные с обработкой деталей годового выпуска, сводятся в табл. 8.4, графа 3. Калькуляция себестоимости единицы продукции по каждому j -му наименованию изделия производится в графах 4, 5, ..., n .

Расчёт затрат на основные материалы за вычетом реализуемых отходов принимается из табл. 8.1, строка 13. Все остальные статьи затрат распределяются пропорционально трудоёмкости изготовления продукции.

Общая трудоёмкость изготовления продукции по вариантам определяется по формулам

$$T_{об.б} = K_o \sum_{j=1}^H N_j \sum_{i=1}^m t_{on.ij}; \quad T_{об.пр} = \sum_{j=1}^H N_j \sum_{i=1}^m t_{on.ij},$$

где N_j – программа j -го наименования деталей, шт.;

H – номенклатура обрабатываемых деталей;

$t_{on.ij}$ – оперативное время на i -й операции j -го наименования деталей, мин;

m – количество операций технологического процесса изготовления деталей;

K_o – коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочих мест и время на отдых и личные надобности (учитывается только для базового варианта).

Расчёт затрат по каждому j -му изделию k -й статьи затрат (P_{jk}) производится по формуле

$$P_{jk} = \frac{P_k}{T_{об}} K_o \sum_{i=1}^m t_{on.ij},$$

где P_k – суммарные затраты по k -й статье затрат, у. е.

Например,

$$T_{об.б} = 1,14[19944(4 + 3,3 + 4 + 6,6 + 7,2) + 19944(4 + 3,3 + 4 + 6,7 + 7,6) + 19944(4 + 3,3 + 4 + 7 + 7,6) + 19944(4,3 + 3,5 + 4,3 + 7,1 + 7,8)] = 2355466,176 \text{ мин} = 39257,77 \text{ ч.}$$

$$P_{N_1.з.о} = \frac{170449}{39257,77} \cdot 1,14 \cdot \frac{4 + 3,3 + 4 + 6,6 + 7,2}{60} = 2,071.$$

Аналогично расчёт производится по всем k -м статьям затрат каждого j -го изделия базового и проектируемого вариантов.

Таблица 8.4

Калькуляция себестоимости выпускаемой продукции.
Базовый вариант

Наименование статьи затрат	Усл. обозн.	Сумма годовых затрат, у. е.	В том числе по деталям, у. е.		
			N ₁	N ₂	...
1. Основные материалы за вычетом отходов	P_m	16803	0,079	0,148	...
2. Основная заработная плата производственных рабочих	$P_{з.о}$	170449	2,071	2,112	...
3. Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$P_{з.д}$	34090	0,414	0,422	...
4. Обязательные страховые взносы в фонд социальной защиты населения Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь	$P_{с.з}$	69543	0,845	0,862	...
5. Страховые взносы по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	$P_{с.в}$	1227	0,015	0,015	...
6. Налог на недвижимость	$P_{нд}$	6449	0,078	0,080	...
7. Затраты на потребляемую электроэнергию	$P_э$	4565	0,055	0,057	...
8. Амортизация основных фондов	P_a	73014	0,887	0,905	...
9. Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования	P_p	11821	0,144	0,146	...
10. Затраты на содержание площади участка	$P_{с.у}$	2421	0,029	0,030	...
11. Затраты на ремонт ЧПУ	$P_{чпу}$	12960	0,157	0,161	...
12. Затраты на возмещение износа малоценного инструмента и инвентаря	$P_{ин}$	50767	0,617	0,629	...
Итого	C	454109	5,391	5,567	...

Калькуляцию себестоимости выпускаемой продукции по проектируемому варианту свести в аналогичную таблицу.

9. Расчёт величины годового экономического эффекта

9.1. Расчёт суммы приведенных затрат

Расчёт суммы приведенных затрат производится по формуле

$$Z = C + E_n K,$$

где C – себестоимость годового выпуска продукции, у. е. (см. табл. 8.4);

E_n – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,15$);

K – капитальные вложения, у. е. (см. табл. 7.3).

9.2. Расчёт величины годового экономического эффекта

Годовой экономический эффект при равных объёмах выпуска продукции определяется как разность сумм приведенных затрат:

$$\mathcal{E} = Z_{\text{б}} - Z_{\text{пр}},$$

где $Z_{\text{б}}$ и $Z_{\text{пр}}$ – суммы приведенных затрат, соответственно по базовому и проектируемому вариантам, у. е.

Положительное значение разности приведенных затрат говорит об экономической целесообразности внедрения системы автоматизированного производства.

9.3. Расчёт срока окупаемости дополнительных капитальных вложений

Расчёт срока окупаемости дополнительных капитальных вложений производится по формуле

$$T = \frac{K_{\text{пр}} - K_{\text{б}}}{C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}},$$

где $K_{\text{б}}$ и $K_{\text{пр}}$ – капитальные вложения продукции соответственно по базовому и проектируемому вариантам, у. е.;

$C_{\text{б}}$ и $C_{\text{пр}}$ – себестоимость годового выпуска продукции соответственно по базовому и проектируемому вариантам, у. е.

Если капитальные вложения по базовому варианту больше, чем по проектируемому, тогда вместо срока окупаемости приводится расчёт экономии по капиталовложениям:

$$\mathcal{E}_k = K_{\text{б}} - K_{\text{пр}}.$$

Если себестоимость годового выпуска продукции по проектируемому варианту больше, чем по базовому, тогда расчёт срока окупаемости дополнительных капитальных вложений не производится.

10. Основные технико-экономические показатели работы участка

После всего расчёта календарно-плановых нормативов и технико-экономического обоснования гибкого производственного участка механической обработки деталей приводятся основные технико-экономические показатели работы участка, которые сводятся в таблицу (табл. 10.1).

Таблица 10.1
Основные технико-экономические показатели работы участка

Показатели	Един. измерения	Источник (стр.)	Величина показателя	
			базовый вариант	проект. вариант
1. Объём выпуска продукции, в том числе:				
N_1	шт.			
N_2	шт.			
...
2. Размер партии деталей, в том числе:				
P_1	шт.			
P_2	шт.			
...
3. Длительность производственного цикла, в том числе:				
$t_{ц.1}$	ч			
$t_{ц.2}$	ч			
...
4. Численность работающих	чел.			
5. Объём капитальных вложений	у. е.			
6. Себестоимость обработки деталей	у. е.			
7. Годовой экономический эффект	у. е.			
8. Срок окупаемости	лет			

11. Выводы

В выводах необходимо обосновать целесообразность внедрения гибкого автоматизированного участка, базируясь на тех основных технико-экономических показателях, которые приведены в табл. 10.1. При этом следует учитывать современные социально-экономические условия.

Литература

1. Блехерман, М. Х. Гибкие производственные системы. Организационно-экономические аспекты / М. Х. Блехерман. – М. : Экономика, 1988. – 222 с.
2. Войчинский, А. М. Гибкие автоматизированные производства / А. М. Войчинский, Н. И. Диденко, В. П. Лузин. – М. : Радио и связь, 1987. – 272 с.
3. Гибкие автоматизированные производства в отраслях промышленности. Кн.7 / под ред. И. М. Макарова. – М. : Высш. шк., 1986. – 176 с.
4. Горюшкин, А. А. Организация производства и управление предприятием : метод. пособие по выполнению курсовой работы для студ. всех спец. и форм обуч. БГУИР. В 2 ч. Ч. 1 : Комплексная автоматизация производства / А. А. Горюшкин, Л. Ч. Наливайко, Н. И. Новицкий ; под ред. Н. И. Новицкого. – Минск : БГУИР, 2003. – 76 с.
5. Организация и планирование производства : лаб. практикум / Н. И. Новицкий [и др.] ; под ред. Н. И. Новицкого. – Минск : Новое знание, 2008. – 230 с.
6. Новицкий, Н. И. Организация и планирование производства : практикум / Н. И. Новицкий. – Минск : Новое знание, 2004. – 256 с.
7. Новицкий, Н. И. 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 [и др.] ; под ред. Н. И. Новицкого. – Минск : БГУИР, 2003. – 114 с.
8. Новицкий, Н. И. Организация производства на предприятиях : учеб.-метод. пособие / Н. И. Новицкий. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 392 с.
9. Новицкий, Н. И. Организация, планирование и управление производством : учеб.-метод. пособие / Н. И. Новицкий, В. П. Пашуто ; под ред. Н. И. Новицкого. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 576 с.
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. Основы построения САПР гибких производств. Кн. 8 / под ред. И. М. Макарова. – М. : Высш. шк., 1986. – 176 с.
13. Проблемы создания гибких автоматизированных производств / под ред. И. М. Макарова, К. В. Фролова, П. Н. Белянина. – М. : Наука, 1987. – 254 с.

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-экономическое обоснование гибкого автоматизированного
участка механической обработки деталей»

Студент
группы 722401

И. И. Иванов

Руководитель:
преподаватель

А. А. Горюшкин

Минск 2011

Исходные данные по обрабатываемым материалам и технологическим процессам по комплектам деталей

Комплект деталей №1

Перечень и наименование деталей, условное обозначение, вид заготовки, марка, норма расхода, оптовая цена материала и реализуемых отходов представлены в табл. 2.1. Технологический процесс изготовления деталей по вариантам, вид используемого оборудования и нормы времени на выполнение операций и переналадку оборудования представлены в табл. 2.2. Наименование оборудования, используемого в технологическом процессе, модель или марка, габариты, мощность, оптовая цена, норма амортизации и категории ремонтной сложности – см. прил. 5–6.

Таблица 2.1

Исходные данные

Обозначение детали	Наименование детали	Вид заготовки	Материал (марка)	Норма расхода, кг	Чистый вес детали, кг	Оптовая цена за килограмм материала, у. е.	Оптовая цена за килограмм отходов, у. е.
6 ^B	Валик 32×263	Прокат	Ст. 45	3,3	2,7	0,10	0,025
20	Шлицевый конец	Поковка	Ст. 45х	4,0	3,1	0,12	0,027
20 ^A	Шлицевый конец	Поковка	Ст. 45х	4,3	3,5	0,12	0,027
20 ^B	Шлицевый конец	Поковка	Ст. 45х	4,5	3,7	0,12	0,027

Таблица 2.2

Технологические процессы изготовления деталей и модели оборудования

Наименование операции	Разряд раб.	№ детали	Базовый вариант				Проектируемый вариант					
			Модель (марка)	Затраты времени, мин				Модель (марка)	Затраты времени, мин			
				t_o	t_g	t_{on}	t_n		t_o	t_g	t_{on}	t_n
1. Фрезерная	3	6 ^B	65A60Ф	0,63	0,21	0,84	5,0	65A80П	0,40	0,10	0,50	3,0
	2	20	4-11	0,60	0,20	0,80	5,0	МФ4	0,40	0,10	0,50	3,0
	2	20 ^A		0,75	0,25	1,00	5,0		0,50	0,10	0,60	3,0
	2	20 ^B		1,05	0,35	1,40	5,0		1,00	0,20	1,20	3,0
4	6 ^B	1A751Ф		1,60	0,53	2,13	5,0		16B16T1	1,50	0,20	1,70	3,0
2. Токарная	3	20	3	1,50	0,50	2,00	5,0	С1РМ1	1,30	0,20	1,50	3,0
	3	20 ^A		1,80	0,60	2,40	5,0		1,40	0,20	1,60	3,0
	3	20 ^B		2,70	0,90	3,60	5,0		2,20	0,30	2,50	3,0
	4	6 ^B		3У12ВФ	1,80	0,60	2,40		5,0	3М152М	1,50	0,20	1,70	3,0
3. Круглошлифовальная	4	20	11	1,60	0,50	2,10	5,0	Ф2-01	1,30	0,20	1,50	3,0
	4	20 ^A		2,10	0,70	2,80	5,0		1,60	0,30	1,90	3,0
	4	20 ^B		3,40	1,10	4,50	5,0		3,00	0,30	3,30	3,0
	5	6 ^B		345А-01	3,60	1,20	4,80		5,0	М345АР-	3,00	0,60
4. Шлифовальная	4	20	345А-01	3,10	1,00	4,10	5,0	01Б	2,60	0,50	3,10	3,0
	4	20 ^A		4,00	1,30	5,30	5,0		3,45	0,55	4,00	3,0
	4	20 ^B		4,50	1,50	6,00	5,0		4,00	0,60	4,60	3,0

Комплект деталей №2

Перечень и наименование деталей, условное обозначение, вид заготовки, марка, норма расхода, оптовая цена материала и реализуемых отходов представлены в табл. 2.3. Технологический процесс изготовления деталей по вариантам, вид используемого оборудования и нормы времени на выполнение операций и переналадку оборудования представлены в табл. 2.4. Наименование оборудования, используемого в технологическом процессе, модель или марка, габариты, мощность, оптовая цена, норма амортизации и категории ремонтной сложности – см. прил. 5–6.

Таблица 2.3

Исходные данные

Обозначение детали	Наименование детали	Вид заготовки	Материал (марка)	Норма расхода, кг	Чистый вес детали, кг	Оптовая цена за килограмм материала, у. е.	Оптовая цена за килограмм отходов, у. е.
1 ^A	Пиноль Ø – 65	Прокат	Ст. 45	10,0	6,0	0,1	0,025
4 ^A	Винт поперечной подачи – 976	Прокат	Ст. 45	7,0	6,0	0,1	0,025
4 ^B	Винт поперечной подачи – 1283	Прокат	Ст. 45	12,6	10,1	0,1	0,025
5 ^B	Валик шлицевый 35×485	Прокат	Ст. 45	8,0	6,1	0,1	0,025

Таблица 2.4

Технологические процессы изготовления деталей и модели оборудования

Наименование операции	Разряд раб.	№ детали	Базовый вариант				Проектируемый вариант					
			Модель (марка)	Затраты времени, мин				Модель (марка)	Затраты времени, мин			
				t_o	t_g	t_{on}	t_n		t_o	t_g	t_{on}	t_n
1. Отрезная	2	1 ^A	8Б72К	3,00	1,00	4,00	5,0	8Г662Ф 2М с ПР «БРИГ-10Б» ¹	2,00	0,30	2,30	3,0
	2	4 ^A		2,00	1,00	3,00	5,0		1,40	0,30	1,70	3,0
	2	4 ^B		2,00	1,00	3,00	5,0		1,40	0,30	1,70	3,0
	2	5 ^B		2,50	1,00	3,50	5,0		1,70	0,30	2,00	3,0
2. Токарная	3	1 ^A	16Б16Ф 3-31	110,0	37,0	147,0	10,0	16Б16Т1-03	80,0	20,0	100,0	5,0
	3	4 ^A		105,5	34,5	140,0	10,0		80,0	15,0	95,0	5,0
	3	4 ^B		130,0	43,0	173,0	10,0		100,0	17,0	117,0	5,0
	3	5 ^B		40,5	13,5	54,0	10,0		30,0	10,0	40,0	5,0
3. Фрезерная	3	1 ^A	6720ВФ 2	12,5	4,0	16,5	5,0	6720ВФ 2 с ПР «БРИГ-10Б» ¹	12,0	2,0	14,0	5,0
	4	4 ^A		8,5	3,0	11,5	5,0		6,5	1,5	8,0	5,0
	4	4 ^B		9,5	3,1	12,6	5,0		9,0	1,0	10,0	5,0
	4	5 ^B		75,5	25,0	100,5	5,0		55,0	10,0	65,0	5,0
4. Круглошлифовальная	4	1 ^A	3М152М Ф2-01	22,5	7,5	30,0	5,0	3М152М Ф2-01 с ПР «БРИГ-10Б» ¹	20,0	4,0	24,0	5,0
	4	4 ^A		36,5	12,5	49,0	5,0		26,0	9,0	35,0	5,0
	4	4 ^B		42,5	14,5	57,0	5,0		32,5	9,5	42,0	5,0
	4	5 ^B		24,0	8,0	32,0	5,0		24,0	4,0	28,0	5,0
5. Шлицешлифовальная	5	5 ^B	345А-01	24,0	8,0	32,0	0,0	М345АР-01Б	24,0	4,0	28,0	0,0

¹ При расчётах основные технико-экономические характеристики данного оборудования необходимо суммировать с характеристиками указанного встроенного промышленного робота.

Комплект деталей №3

Перечень и наименование деталей, условное обозначение, вид заготовки, марка, норма расхода, оптовая цена материала и реализуемых отходов представлены в табл. 2.5. Технологический процесс изготовления деталей по вариантам, вид используемого оборудования и нормы времени на выполнение операций и переналадку оборудования представлены в табл. 2.6. Наименование оборудования, используемого в технологическом процессе, модель или марка, габариты, мощность, оптовая цена, норма амортизации и категории ремонтной сложности – см. прил. 5–6.

Таблица 2.5

Исходные данные

Обозначение детали	Наименование детали	Вид заготовки	Материал (марка)	Норма расхода, кг	Чистый вес детали, кг	Оптовая цена за килограмм материала, у. е.	Оптовая цена за килограмм отходов, у. е.
1	Шестерня №88 КШ	Поковка	Ст. 45	2,00	1,25	0,1	0,025
2	Шестерня №89 КШ	Поковка	Ст. 45	2,50	1,65	0,1	0,025
3	Шестерня №90 КШ	Поковка	Ст. 45	3,40	2,00	0,1	0,025

Технологические процессы изготовления деталей и модели оборудования

Наименование операции	Разряд раб.	№ детали	Базовый вариант				Проектируемый вариант					
			Модель (марка)	Затраты времени, мин				Модель (марка)	Затраты времени, мин			
				t_o	t_g	t_{on}	t_n		t_o	t_g	t_{on}	t_n
1. Зенкеровать	3	1	2Г175Б	0,51	0,20	0,71	10,0	ОЦ1И21	0,30	0,10	0,40	5,0
	3	2		0,65	0,25	0,90	10,0		0,40	0,10	0,50	5,0
	3	3		0,80	0,30	1,10	10,0		0,60	0,10	0,70	5,0
2. Протянуть шлицевое отверстие	3	1	7Б56У	0,55	0,21	0,76	10,0	М7Б545 МФ4-10	0,40	0,10	0,50	5,0
	3	2		0,70	0,25	0,95	10,0		0,65	0,10	0,75	5,0
	3	3		0,90	0,30	1,20	10,0		0,75	0,10	0,85	5,0
3. Обточить, предварительно подрезать торцы венца и ступицы	3	1	1А120	1,50	0,50	2,00	15,0	16Б16Т1 С1РМ1	1,20	0,20	1,40	5,0
	3	2		1,90	0,60	2,50	15,0		1,50	0,20	1,70	5,0
	3	3		2,30	0,70	3,00	15,0		2,00	0,30	2,30	5,0
4. Обточить, окончательно подрезать торцы венца и ступицы	4	1	1А120	1,40	0,50	1,90	15,0	16Б16Т1 С1РМ1	1,10	0,20	1,30	5,0
	4	2		1,50	0,50	2,00	15,0		1,20	0,20	1,40	5,0
	4	3		1,65	0,55	2,20	15,0		1,30	0,20	1,50	5,0
5. Фрезеровать зубья	4	1	53А30	3,80	0,70	4,50	10,0	6740ВФ 20	3,00	0,35	3,35	5,0
	4	2		4,20	0,80	5,00	10,0		3,50	0,35	3,85	5,0
	4	3		4,70	0,80	5,50	10,0		4,00	0,35	4,35	5,0

Комплект деталей №4

Перечень и наименование деталей, условное обозначение, вид заготовки, марка, норма расхода, оптовая цена материала и реализуемых отходов представлены в табл. 2.7. Технологический процесс изготовления деталей по вариантам, вид используемого оборудования и нормы времени на выполнение операций и переналадку оборудования представлены в табл. 2.8. Наименование оборудования, используемого в технологическом процессе, модель или марка, габариты, мощность, оптовая цена, норма амортизации и категории ремонтной сложности – см. прил. 5–6.

Таблица 2.7

Исходные данные

Обозначение детали	Наименование детали	Вид заготовки	Материал (марка)	Норма расхода, кг	Чистый вес детали, кг	Оптовая цена за килограмм материала, у. е.	Оптовая цена за килограмм отходов, у. е.
1	Винт 6АВ	Прокат	Сталь легированная	0,40	0,30	0,1	0,019
2	Винт 8АВ	Прокат	Сталь легированная	0,50	0,40	0,1	0,019
3	Винт 10В	Прокат	Сталь легированная	0,60	0,45	0,1	0,019

Технологические процессы изготовления деталей и модели оборудования

Наименование операции	Разряд раб.	№ детали	Базовый вариант				Проектируемый вариант					
			Модель (марка)	Затраты времени, мин				Модель (марка)	Затраты времени, мин			
				t_o	t_g	t_{on}	t_n		t_o	t_g	t_{on}	t_n
1. Точить под резьбу, нарезать канавки	3	1	1К62Д	1,00	0,25	1,25	5,0	16К40Ф 101	0,70	0,10	0,80	2,5
	3	2		1,28	0,32	1,60	5,0		0,90	0,10	1,00	2,5
	3	3		1,52	0,38	1,90	5,0		1,10	0,10	1,20	2,5
2. Фрезеровать шпоночный паз	3	1	6Р81Ш	0,50	0,20	0,70	10,0	6Б444Ф 3	0,40	0,10	0,50	5,0
	3	2		0,60	0,20	0,80	10,0		0,45	0,10	0,55	5,0
	3	3		0,65	0,25	0,90	10,0		0,50	0,10	0,60	5,0
3. Нарезать резьбу	3	1	1К62Д	2,00	0,50	2,50	5,0	16К40Ф 101	1,80	0,20	2,00	2,5
	3	2		2,20	0,50	2,70	5,0		2,00	0,20	2,20	2,5
	3	3		2,35	0,55	2,90	5,0		2,10	0,20	2,30	2,5
4. Подрезать торец	3	1	1К62Д	0,30	0,10	0,40	5,0	16К40Ф 101	0,20	0,05	0,25	2,5
	3	2		0,40	0,10	0,50	5,0		0,30	0,05	0,35	2,5
	3	3		0,50	0,10	0,60	5,0		0,40	0,05	0,45	2,5
5. Шлифование шейки	3	1	3У10А	2,80	0,60	3,40	10,0	3У12АФ 11	2,30	0,20	2,50	3,5
	3	2		3,50	0,60	4,10	10,0		3,00	0,20	3,20	3,5
	3	3		3,85	0,65	4,50	10,0		3,20	0,20	3,40	3,5

Комплект деталей №5

Перечень и наименование деталей, условное обозначение, вид заготовки, марка, норма расхода, оптовая цена материала и реализуемых отходов представлены в табл. 2.9. Технологический процесс изготовления деталей по вариантам, вид используемого оборудования и нормы времени на выполнение операций и переналадку оборудования представлены в табл. 2.10. Наименование оборудования, используемого в технологическом процессе, модель или марка, габариты, мощность, оптовая цена, норма амортизации и категории ремонтной сложности – см. прил. 5–6.

Таблица 2.9

Исходные данные

Обозначение детали	Наименование детали	Вид заготовки	Материал (марка)	Норма расхода, кг	Чистый вес детали, кг	Оптовая цена за килограмм материала, у. е.	Оптовая цена за килограмм отходов, у. е.
1	Корпус 13 АК	Литьё	Ст. 45	35,00	30,20	0,1	0,025
2	Корпус 15 АК	Литьё	Ст. 45	42,00	34,75	0,1	0,025
3	Корпус 18 АК	Литьё	Ст. 45	55,00	45,25	0,1	0,025

Таблица 2.10

Технологические процессы изготовления деталей и модели оборудования

Наименование операции	Разряд раб.	№ детали	Базовый вариант				Проектируемый вариант					
			Модель (марка)	Затраты времени, мин				Модель (марка)	Затраты времени, мин			
				t_o	t_g	t_{on}	t_n		t_o	t_g	t_{on}	t_n
1. Фрезеровать нижнюю плоскость	3	1	6606	4,0	1,1	5,1	15,0	6М610М Ф4-20	3,5	0,5	4,0	5,0
	3	2		4,8	1,5	6,3	15,0		4,0	0,7	4,7	5,0
	3	3		8,8	2,5	11,3	15,0		8,0	1,2	9,2	5,0
2. Предварительная расточка отверстия; подрезка торцов	3	1	1К62Д	6,5	2,6	9,1	10,0	6М610М Ф4-20	5,0	1,2	6,2	5,0
	3	2		7,0	3,1	10,1	10,0		6,0	1,5	7,5	5,0
	3	3		5,5	2,0	7,5	10,0		4,5	1,0	5,5	5,0
3. Окончательная расточка отверстия	3	1	2620В	7,0	2,7	9,7	10,0	6М610М Ф4-20	6,0	1,3	7,3	5,0
	3	2		8,0	3,4	11,4	10,0		7,0	1,7	8,7	5,0
	3	3		8,5	3,5	12,0	10,0		7,2	1,7	8,9	5,0
4. Сверление трёх отверстий и нарезка резьбы	4	1	2А576	6,6	2,0	8,6	10,0	6М610М Ф4-20	5,2	1,0	6,2	5,0
	4	2		6,8	2,5	9,3	10,0		5,3	1,2	6,5	5,0
	4	3		7,0	2,8	9,8	10,0		6,0	1,3	7,3	5,0
5. Протяжка шпоночного паза	4	1	7545	3,0	1,2	4,2	15,0	М7Б545 МФ4-10	2,5	0,6	3,1	5,0
	4	2		3,4	1,4	4,8	15,0		2,7	0,7	3,4	5,0
	4	3		3,8	1,4	5,2	15,0		2,7	0,7	3,4	5,0

Комплект деталей №6

Перечень и наименование деталей, условное обозначение, вид заготовки, марка, норма расхода, оптовая цена материала и реализуемых отходов представлены в табл. 2.11. Технологический процесс изготовления деталей по вариантам, вид используемого оборудования и нормы времени на выполнение операций и переналадку оборудования представлены в табл. 2.12. Наименование оборудования, используемого в технологическом процессе, модель или марка, габариты, мощность, оптовая цена, норма амортизации и категории ремонтной сложности – см. прил. 5–6.

Таблица 2.11

Исходные данные

Обозначение детали	Наименование детали	Вид заготовки	Материал (марка)	Норма расхода, кг	Чистый вес детали, кг	Оптовая цена за килограмм материала, у. е.	Оптовая цена за килограмм отходов, у. е.
3 ^Б	Винт продольной подачи – 473	Прокат	Ст. 45	3,0	2,6	0,1	0,025
4	Винт поперечной подачи – 675	Прокат	Ст. 45	3,8	3,0	0,1	0,025
5 ^А	Валик шлицевый 25×378	Прокат	Ст. 45	3,5	2,9	0,1	0,025
6 ^Б	Валик 30×226	Прокат	Ст. 45	2,9	2,1	0,1	0,025

Технологические процессы изготовления деталей и модели оборудования

Наименование операции	Разряд раб.	№ детали	Базовый вариант				Проектируемый вариант					
			Модель (марка)	Затраты времени, мин				Модель (марка)	Затраты времени, мин			
				t_o	t_g	t_{on}	t_n		t_o	t_g	t_{on}	t_n
1. Отрезная	2	3 ^b	8Б72К	1,5	0,5	2,0	3,0	8Г662Ф	1,1	0,3	1,4	2,0
	2	4		1,9	0,6	2,5	3,0	2М с ПР	1,4	0,3	1,7	2,0
	2	5 ^A		1,9	0,6	2,5	3,0	«БРИГ-10Б» ¹	1,4	0,3	1,7	2,0
	2	6 ^b		2,3	0,7	3,0	3,0	«БРИГ-10Б» ¹	1,9	0,3	2,2	2,0
2. Токарная	4	3 ^b	16В05А Ф30	78,0	26,0	104,0	10,0	16Б16Т1	50,0	10,0	60,0	5,0
	3	4		102,0	34,0	136,0	10,0	С1РМ1	42,0	20,0	62,0	5,0
	3	5 ^A		36,0	12,0	48,0	10,0		30,0	8,0	38,0	5,0
	3	6 ^b		24,5	8,5	33,0	10,0		21,5	4,5	26,0	5,0
3. Фрезерная	3	3 ^b	65А60Ф 4-11	9,0	3,0	12,0	5,0	65А60Ф4	9,0	2,0	11,0	5,0
	3	4		7,0	2,0	9,0	5,0	-11 с ПР	7,0	1,0	8,0	5,0
	3	5 ^A		66,0	22,0	88,0	5,0	«БРИГ-10Б» ¹	56,0	10,0	66,0	5,0
	3	6 ^b		12,0	4,0	16,0	5,0	«БРИГ-10Б» ¹	12,0	2,0	14,0	5,0
4. Кругло-шлифовальная	4	3 ^b	3М152М ВФ2-01	17,0	6,0	23,0	4,0	3М152М	17,0	3,0	20,0	4,0
	4	4		33,0	11,0	44,0	4,0	ВФ2-01	23,0	5,0	28,0	4,0
	4	5 ^A		21,0	7,0	28,0	4,0	с ПР	21,0	3,0	24,0	4,0
	4	6 ^b		17,0	6,0	23,0	4,0	«БРИГ-10Б» ¹	17,0	3,0	20,0	4,0
5. Шлице-шлифовальная	5	5 ^A	345А-01	21,0	7,0	28,0	0,0	М345АР-01Б	21,0	3,0	24,0	0,0

¹ При расчётах основные технико-экономические характеристики данного оборудования необходимо суммировать с характеристиками указанного встроенного промышленного робота.

Комплект деталей №7

Перечень и наименование деталей, условное обозначение, вид заготовки, марка, норма расхода, оптовая цена материала и реализуемых отходов представлены в табл. 2.13. Технологический процесс изготовления деталей по вариантам, вид используемого оборудования и нормы времени на выполнение операций и переналадку оборудования представлены в табл. 2.14. Наименование оборудования, используемого в технологическом процессе, модель или марка, габариты, мощность, оптовая цена, норма амортизации и категории ремонтной сложности – см. прил. 5–6.

Таблица 2.13

Исходные данные

Обозначение детали	Наименование детали	Вид заготовки	Материал (марка)	Норма расхода, кг	Чистый вес детали, кг	Оптовая цена за килограмм материала, у. е.	Оптовая цена за килограмм отходов, у. е.
1	Пиноль Ø – 38	Прокат	Ст. 45	2,4	1,5	0,1	0,025
2	Винт продольной подачи – 272	Прокат	Ст. 45	1,2	1,0	0,1	0,025
3	Винт поперечной подачи – 675	Прокат	Ст. 45	3,8	3,0	0,1	0,025
4	Валик шлицевый 20×260	Прокат	Ст. 45	1,3	1,1	0,1	0,025

Технологические процессы изготовления деталей и модели оборудования

Наименование операции	Разряд раб.	№ детали	Базовый вариант				Проектируемый вариант					
			Модель (марка)	Затраты времени, мин				Модель (марка)	Затраты времени, мин			
				t_o	t_g	t_{on}	t_n		t_o	t_g	t_{on}	t_n
1. Отрезная	2	1	8Г662Ф	1,50	0,50	2,00	3,0	8Г662Ф	1,50	0,25	1,75	3,0
	2	2	2	1,20	0,40	1,60	3,0	2М с ПР	1,20	0,20	1,40	3,0
	2	3		2,30	0,70	3,00	3,0	«БРИГ-10Б» ¹	2,30	0,35	2,65	3,0
	2	4		1,30	0,45	1,75	3,0	1,30	0,20	1,50	3,0	
2	4	1,30		0,45	1,75	3,0	1,30	0,20	1,50	3,0		
2. Токарная	3	1	1М63М	87,0	29,0	116,0	10,0	16Б16Т1	20,0	10,0	30,0	5,0
	4	2	Ф101	72,0	24,0	96,0	10,0	С1РМ1	30,0	10,0	40,0	5,0
	3	3		90,0	30,0	120,0	10,0		40,0	10,0	50,0	5,0
	3	4		32,0	11,0	43,0	10,0		17,0	6,0	23,0	5,0
3	4	32,0		11,0	43,0	10,0	17,0		6,0	23,0	5,0	
3. Фрезерная	3	1	6720ПФ	12,0	4,0	16,0	4,0	6740ВФ	9,0	2,0	11,0	4,0
	3	2	3	9,0	3,0	12,0	4,0	20 с ПР	6,0	1,0	7,0	4,0
	3	3		6,0	2,0	8,0	4,0	«БРИГ-2М/5» ¹	4,0	1,0	5,0	4,0
	3	4		52,0	17,0	69,0	4,0	32,0	8,0	40,0	4,0	
3	4	52,0		17,0	69,0	4,0	32,0	8,0	40,0	4,0		
4. Круглошлифовальная	4	1	3У12АФ	17,0	5,0	22,0	4,0	3У12АФ	15,0	2,0	17,0	4,0
	4	2	11	15,0	4,0	19,0	4,0	11 с ПР	22,0	5,0	27,0	4,0
	4	3		32,0	11,0	43,0	4,0	«БРИГ-2М/5» ¹	32,0	5,5	37,5	4,0
	4	4		15,0	4,0	19,0	4,0	15,0	2,0	17,0	4,0	
4	4	15,0		4,0	19,0	4,0	15,0	2,0	17,0	4,0		
5. Шлицешлифовальная	5	4	345А-01	14,5	4,0	18,5	0,0	М345АР-01Б	14,0	2,0	16,0	0,0

¹ При расчётах основные технико-экономические характеристики данного оборудования необходимо суммировать с характеристиками указанного встроенного промышленного робота

Комплект деталей №8

Перечень и наименование деталей, условное обозначение, вид заготовки, марка, норма расхода, оптовая цена материала и реализуемых отходов представлены в табл. 2.15. Технологический процесс изготовления деталей по вариантам, вид используемого оборудования и нормы времени на выполнение операций и переналадку оборудования представлены в табл. 2.16. Наименование оборудования, используемого в технологическом процессе, модель или марка, габариты, мощность, оптовая цена, норма амортизации и категории ремонтной сложности – см. прил. 5–6.

Таблица 2.15

Исходные данные

Обозначение детали	Наименование детали	Вид заготовки	Материал (марка)	Норма расхода, кг	Чистый вес детали, кг	Оптовая цена за килограмм материала, у. е.	Оптовая цена за килограмм отходов, у. е.
1	Ось 111-341-1713	Прокат	Ст. 20-Т-В ГОСТ 1051-73	0,072	0,032	0,14	0,026
2	Ось 111-341-1714	Прокат	Ст. 20-Т-В ГОСТ 1051-73	0,043	0,023	0,14	0,026
3	Ось 111-341-1737	Прокат	Ст. А12 ГОСТ 1414-75	0,024	0,014	0,12	0,023
4	Ось 111-341-1739	Прокат	Ст. А12 ГОСТ 1414-75	0,025	0,015	0,12	0,023

Технологические процессы изготовления деталей и модели оборудования

Наименование операции	Разряд раб.	№ детали	Базовый вариант				Проектируемый вариант					
			Модель (марка)	Затраты времени, мин				Модель (марка)	Затраты времени, мин			
				t_o	t_g	t_{on}	t_n		t_o	t_g	t_{on}	t_n
1. Автоматно-токарная	4	1	1Г140П	0,58	0,10	0,68	10,0	1М63М Ф101	0,50	0,05	0,55	5,0
	4	2		0,50	0,16	0,66	10,0		0,40	0,05	0,45	5,0
	4	3		0,94	0,16	1,10	10,0		0,60	0,05	0,65	5,0
	4	4		0,94	0,10	1,04	10,0		0,60	0,05	0,65	5,0
2. Обдирочно-шлифовальная	1	1	3У10В	0,06	0,02	0,08	5,0	3У12ВФ 11	0,05	0,02	0,07	2,5
	1	2		0,06	0,02	0,08	5,0		0,05	0,02	0,07	2,5
	2	3		0,13	0,04	0,17	5,0		0,10	0,02	0,12	2,5
	2	4		0,13	0,04	0,17	5,0		0,10	0,02	0,12	2,5
3. Вертикально-сверлильная	3	1	2А125	0,62	0,22	0,84	5,0	2560ПМ Ф4	0,50	0,15	0,65	3,0
	3	2		0,62	0,22	0,84	5,0		0,50	0,15	0,65	3,0
	3	3		0,68	0,40	1,08	5,0		0,55	0,25	0,80	3,0
	3	4		0,62	0,33	0,95	5,0		0,55	0,25	0,80	3,0
4. Бесцентрово-шлифовальная	3	1	3М182	0,50	0,20	0,70	7,0	3У12ВФ 11	0,45	0,15	0,60	3,5
	4	2		0,45	0,20	0,65	7,0		0,45	0,15	0,60	3,5
	5	3		0,25	0,10	0,35	7,0		0,25	0,05	0,30	3,5
	5	4		0,56	0,14	0,70	7,0		0,50	0,10	0,60	3,5
5. Резьбонарезная	4	1	1К62Д	0,50	0,10	0,60	7,0	1М63М Ф101	0,45	0,05	0,50	3,5
	4	2		0,45	0,10	0,55	7,0		0,45	0,05	0,50	3,5
	3	3		0,40	0,10	0,50	7,0		0,40	0,05	0,45	3,5
	3	4		0,52	0,13	0,65	7,0		0,45	0,05	0,50	3,5

Комплект деталей №9

Перечень и наименование деталей, условное обозначение, вид заготовки, марка, норма расхода, оптовая цена материала и реализуемых отходов представлены в табл. 2.17. Технологический процесс изготовления деталей по вариантам, вид используемого оборудования и нормы времени на выполнение операций и переналадку оборудования представлены в табл. 2.18. Наименование оборудования, используемого в технологическом процессе, модель или марка, габариты, мощность, оптовая цена, норма амортизации и категории ремонтной сложности – см. прил. 5–6.

Таблица 2.17

Исходные данные

Обозначение детали	Наименование детали	Вид заготовки	Материал (марка)	Норма расхода, кг	Чистый вес детали, кг	Оптовая цена за килограмм материала, у. е.	Оптовая цена за килограмм отходов, у. е.
1	Гайка 3.115-14128	Прокат ГОСТ 2524-70	Ст. 10	0,135	0,067	0,130	0,025
2	Гайка 3.115-12025	Прокат ГОСТ 8733-87	Ст. 20-В	0,277	0,110	0,135	0,025
3	Гайка 3.115-14532	Прокат ГОСТ 8733-87	Ст. 20-В	0,234	0,098	0,135	0,025
4	Гайка 111-342-1753	Прокат ГОСТ 1051-73	Ст. 20-Т-В	0,070	0,030	0,140	0,026
5	Гайка 111-341-1701	Прокат ГОСТ 1414-75	Ст. А12-В	0,080	0,035	0,150	0,026

Технологические процессы изготовления деталей и модели оборудования

Наименование операции	Разряд раб.	№ детали	Базовый вариант				Проектируемый вариант					
			Модель (марка)	Затраты времени, мин				Модель (марка)	Затраты времени, мин			
				t_o	t_g	t_{on}	t_n		t_o	t_g	t_{on}	t_n
1. Заготовительная	2	1	8Б72К	0,0030	0,0005	0,0035	2,0	8Г662Ф 2М	0,0020	0,0002	0,0022	1,0
	2	2		0,0020	0,0005	0,0025	2,0		0,0015	0,0002	0,0017	1,0
	2	3		0,0020	0,0005	0,0025	2,0		0,0015	0,0002	0,0017	1,0
	1	4		0,0010	0,0005	0,0015	2,0		0,0007	0,0002	0,0009	1,0
	1	5		0,0010	0,0005	0,0015	2,0		0,0007	0,0002	0,0009	1,0
2. Токарная	4	1	1К62Д	0,55	0,10	0,65	4,0	ОЦ1И21	0,50	0,05	0,55	2,0
	4	2		0,69	0,11	0,80	4,0		0,60	0,05	0,65	2,0
	4	3		0,64	0,11	0,75	4,0		0,60	0,05	0,65	2,0
	4	4		0,64	0,11	0,75	4,0		0,60	0,05	0,65	2,0
	4	5		0,64	0,11	0,75	4,0		0,60	0,05	0,65	2,0
3. Сверлильная	3	1	2А135	0,159	0,011	0,170	3,0	ОЦ1И21	0,120	0,005	0,125	1,0
	4	2		0,157	0,011	0,168	3,0		0,120	0,005	0,125	1,0
	4	3		0,125	0,011	0,136	3,0		0,120	0,005	0,125	1,0
	3	4		0,120	0,011	0,131	3,0		0,120	0,005	0,125	1,0
	3	5		0,120	0,011	0,131	3,0		0,120	0,005	0,125	1,0
4. Резьбонарезная	3	1	2А135	0,390	0,010	0,400	3,0	ОЦ1И21	0,300	0,005	0,305	1,5
	3	2		0,420	0,015	0,435	3,0		0,320	0,007	0,327	1,5
	3	3		0,450	0,015	0,465	3,0		0,320	0,007	0,327	1,5
	3	4		0,450	0,015	0,465	3,0		0,320	0,007	0,327	1,5
	3	5		0,400	0,010	0,410	3,0		0,300	0,005	0,305	1,5

Основные технико-экономические характеристики транспортных средств

Наименование и модель	Краткая характеристика	Грузоподъемность, кг	Габариты, мм	Мощность, кВт	Оптовая цена, у. е.	Норма амортизации, %	Категория ремонтной сложности	
							механ.	электр.
Тележка-контейнер СМТ 327	Напольный электрокар. Предназначен для перевозки грузов в цехах (на склад и обратно)	400	1200×1800	3,5	2400	12,5	4,0	3,5
Тележка самоходная СМТ 302	Напольный электрокар. Предназначен для перевозки заготовок и деталей в цехе	300	1200×1800	3,5	2500	12,5	4,5	3,5
Электрокар ЭП201	Напольный электрокар. Предназначен для перевозки грузов в цех (участок) и обратно на склад	500	1500×2150	3,5	3800	15,2	5,0	4,5
Робозлектрокар С4057.26	Напольный транспортный робозлектрокар. Работает в прямоугольной сист. координат. В ГПС выполняет транспортные и погрузочно-разгрузочные операции	500	1650×2350	5,0	44500	15,2	7,0	12,5
РШ-0,5-5,35-5-0,3×0,6	Напольный робот-штабелёр, работает в прямоугольной сист. координат. В ГАП исполняет подъёмно-транспортные операции в транспортно-накопительной системе	500	800×600	15,5	58200	12,5	23,5	19,0

Основные технико-экономические характеристики промышленных роботов

Наименование и модель	Краткая характеристика	Грузоподъемность, кг	Габариты, мм	Мощность, кВт	Оптовая цена, у. е.	Норма амортизации, %	Категория ремонтной сложности	
							механ.	электр.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПР «БРИГ-2М/5»	Напольный ПР, работает в цилиндрической системе координат. Имеет две руки. Выполняет вспомогательные технологические операции (захват, транспортировку, установку и снятие деталей и заготовок на металлорежущем оборудовании)	10	980×1280	5,0	13650	12,5	11,0	12,3
ПР «БРИГ-10Б»	Те же характеристики, что и ПР «БРИГ-2И/5». Имеет одну руку	10	940×1500	5,0	12700	12,5	11,0	13,5
ПР СМ40Ф2.80.01	Напольный ПР, работает в угловой и цилиндрической системе координат. Имеет одну руку. Выполняет все вспомогательные технологические операции на металлорежущем оборудовании	40	1250×4000	7,5	15500	12,5	12,0	15,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПР МП 313-317. 155-4001	Напольный ПР, работает в цилиндрической системе координат. Имеет две руки. Выполняет вспомогательные операции при обработке деталей на токарных и токарно-гидрокопировальных полуавтоматах	10	430×1100	5,0	13680	12,5	11,0	13,0
ПРМ МПУС-10 872.04- 00.00.000-00	Напольный ПР, работает в цилиндрической системе координат. Имеет одну руку. Выполняет все вспомогательные технологические операции на металлорежущем оборудовании	10	1400×700	5,0	15460	12,5	13,0	14,5
ПМР-0,5- 254К	Встраиваемый мини-робот, работает в прямоугольной плоской системе координат. Имеет одну руку. Выполняет захват, перемещение, установку и снятие заготовок при автоматизации технологических процессов на металлорежущем оборудовании	1	540×920	5,0	7800	12,5	9,0	11,0
ПРП-5	Напольный ПР, работает в цилиндрической системе координат. Имеет две руки. Выполняет вспомогательные операции технологического процесса при обслуживании станков с ЧПУ	10	1500×1500	5,0	14280	12,5	11	15,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПМР-0,5-254КПВ	Встраиваемый в оборудование мини-робот, работает в цилиндрической системе координат. Имеет одну руку. Выполняет захват, перемещение, установки заготовки, детали, узла при сборке, другие операции	1	500×920	1,5	9550	12,5	7,5	11,0
ПР «Ритм-05.02»	Напольный ПР, работает в прямоугольной системе координат. Имеет две руки. Выполняет все вспомогательные технологические операции на металлорежущем оборудовании и при холодной штамповке	1	500×860	1,5	12700	12,5	8,5	12,0
ПР «Циклон-5.01»	Напольный ПР, работает в прямоугольной системе координат. Имеет две руки. Предназначен для механизации и автоматизации технологических операций, а также межстаночного транспортирования деталей и заготовок и транспортирования готовых деталей на склад	10	1390×1040	7,0	22190	14,5	14,5	15,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПМР-0,5	Мини-робот промышленный. Работает в цилиндрической системе координат. Предназначен для автоматизации технологических операций механической обработки, сборки, штамповки, контроля упаковки. Встраивается в оборудование	1		3,5	4820	12,5	4,5	9,5
ПРИ	Промышленный робот. Работает в цилиндрической системе координат. Предназначен для автоматизации процесса подачи или удаления деталей. Встраивается в оборудование	5		2,5	2630	12,5	3,0	5,5

Основные технико-экономические характеристики производственного оборудования

Наименование оборудования	Марка (модель)	Габариты, мм	Мощность кВт	Опт. цена, у. е.	Н. а. ² , %	Категория рем. сл.	
						мех.	эл.
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Токарно-винторезные станки	16Б16Т	2335×852	13,0	2960	16,2	12,0	8,0
	16Д20П	2880×1270	11,0	6400	14,2	12,0	8,0
	16К20	3195×1190	11,0	7680	14,2	12,0	9,0
	1А616П	2135×1225	10,0	4425	16,2	7,5	8,0
	1К62	2812×1168	10,0	3320	14,0	11,0	8,5
	1К62Д	2850×1250	11,5	5900	12,5	14,5	12,5
	1М63М	3655×1590	18,5	6000	14,2	13,0	10,5
	1М65	6140×2200	22,0	9020	12,2	16,5	13,0
2. Токарно-копировальные много-резцовые полуавтоматы	1А120	2130×1360	7,5	3230	11,2	12,0	7,0
	1Д316П	1530×100	2,2	3575	10,7	14,0	7,0
	1Е310П	1680×590	2,5	3230	11,2	11,0	8,0
	1Е316П	1530×100	3,0	3916	10,7	15,0	8,0
3. Полуавтоматы токарно-револьверные	1А124М	2750×2420	12,5	8440	14,2	14,5	17,5
	1А136М1	2800×2400	13,0	9270	14,2	14,0	17,0
	1М42Б	2570×2500	13,0	9100	14,2	17,5	12,5
4. Универсальные токарные станки	1А616	2135×1225	15,0	2570	15,0	6,0	2,5
	1Е61М	2190×930	11,0	861	15,0	8,0	12,5
	С193Н	1240×550	12,5	1650	14,9	4,6	4,0
5. Автоматы токарные многошпиндельные	1Б265Н-6К	3270×2600	30,0	41900	14,9	40,0	30,0
	1Б265Н-8К	3275×2540	30,0	43620	14,9	50,0	30,0
	1Б290Н-6К	3275×2450	30,0	42250	14,9	41,0	31,0
	1Б290Н-8К	3480×2500	30,0	43280	14,9	47,0	31,0
6. Полуавтоматы многошпиндельные	1Б265НП-6К	3270×2600	30,0	43110	14,2	47,0	30,0
	1Б265НП-8К	3250×2540	30,0	43620	14,2	50,0	30,0
	1Б290НП-6К	3275×2450	30,0	42250	14,2	41,0	31,0
	1Б290НП-8К	3480×2500	30,0	43280	14,2	47,0	31,0
7. Автоматы токарно-револьверные одношпиндельные	1Г140П	2160×1000	7,1	9870	14,2	17,5	17,0
	1Д112	2570×1720	5,5	2800	12,1	8,0	8,5
	1Д112АКС	2600×1800	6,5	3320	12,1	9,5	10,0
	1Д118АКС	2520×1750	7,5	5440	12,1	15,0	17,0
	1Е125	2720×2100	11,0	4800	14,0	15,5	13,0

² Здесь и далее: н. а. – норма амортизации.

1	2	3	4	5	6	7	8
8. Горизонтально-расточные станки	2620В	5700×3600	10,2	20744	14,2	28,0	47,0
	2620Г	5300×3600	10,2	18190	14,2	18,5	42,0
	2А620-1	6070×3970	11,0	32140	14,2	48,0	58,0
9. Отделочно-расточные горизонтальные станки	2706А	2700×1400	4,0	20620	14,9	36,5	31,5
	2706С	2700×1400	4,0	24850	14,9	17,5	32,0
10. Настольно-сверлильные станки	2А106П	600×350	5,0	620	10,7	8,5	10,5
	2М112	770×370	4,0	140	10,7	3,7	3,5
	НС12А	710×360	3,5	630	10,7	6,5	8,0
11. Вертикально-сверлильные станки	2А125	900×825	2,5	1480	10,9	4,0	2,0
	2А135	1240×838	3,5	1770	10,9	4,5	5,5
	2А85Т	1100×980	4,5	2734	10,9	2,2	2,5
	2Г175Б	2650×1120	4,5	3740	10,9	6,0	16,0
	2Н125	1130×1200	4,0	2220	10,9	3,9	4,7
12. Радиально-сверлильные станки	2А53	2250×910	7,0	3550	10,7	8,5	9,0
	2А576	2790×1850	7,5	16500	10,7	17,5	15,5
	2Н55	475×200	5,0	7120	10,7	10,5	17,5
13. Отделочно-расточные вертикальные станки	2Е78Л	1250×1260	2,2	4540	14,9	9,0	6,0
	2Е78П	1750×1560	2,2	6368	14,9	10,5	10,5
	2Е78ПН	1250×1270	2,2	4850	14,9	9,5	7,0
14. Шлифовально-полировальные станки	2Л-63М	1850×1650	8,5	7125	14,2	12,5	11,0
	3863М	1550×100	2,5	4852	14,2	6,5	9,5
	3Б853	1630×820	3,0	4093	14,2	8,5	5,0
	МШ-355М	2977×1637	3,5	11520	12,9	17,5	20,5
15. Координатно-шлифовальные станки	3283	320×560	4,5	21220	15,0	36,0	34,0
	3В282	250×450	4,5	10900	15,0	12,0	24,0
16. Обдирочно-шлифовальные станки	3334	1600×1150	5,0	2880	16,7	5,0	4,5
	3А332	1500×1100	4,5	2425	16,7	4,5	3,5
	3Е375	1450×1100	3,5	2090	16,7	3,0	3,9
17. Шлицешлифовальные станки	3453А	2150×1270	9,5	7110	12,5	24,0	15,5
	345А	1800×1200	4,5	3800	12,5	12,0	10,5
	345А-01	1800×1200	4,5	4250	12,5	12,5	11,0

1	2	3	4	5	6	7	8
18. Универсально-заточные станки	3640	700×300	3,5	1670	14,2	3,0	2,5
	3692	700×350	4,5	2110	14,2	4,0	2,5
	3E642	1745×1940	3,0	6665	14,2	10,0	10,0
	3E642E	1830×1940	3,0	6670	14,2	12,0	10,0
	40LN	540×500	4,5	11780	14,2	4,0	1,5
19. Круглошлифовальные станки	3A110B	1880×2025	2,2	10800	16,1	8,5	21,0
	3M151E	2940×3355	10,0	4130	16,4	17,5	16,0
	3Y10A	1360×1715	2,5	12130	16,1	19,5	21,0
	3Y10B	1360×1715	2,1	9190	16,4	15,5	21,0
20. Внутришлифовальные станки	3A227	2500×1470	2,5	15780	16,7	18,5	17,5
	3A227B	2500×1490	2,5	15430	16,7	15,5	16,0
	3K225A	2295×1775	2,5	5540	16,4	16,5	13,5
	3K227A	2885×1900	4,5	7170	16,7	19,5	16,0
21. Плоскошлифовальные станки	3B71M	2600×1550	7,0	3800	16,4	18,0	25,5
	3Г71	1870×1550	4,0	5300	16,1	10,5	12,0
	3E711-01	1680×1770	10,0	6880	16,1	11,5	9,0
	3E711ВФ3-1	2000×1770	10,0	6270	16,1	17,5	16,5
	ВРН-ГА	1650×2400	4,5	6960	16,1	11,0	9,0
22. Хонинговальные станки	3Г833	3010×1600	12,0	4030	12,1	4,8	8,5
	3E820	3010×1500	11,0	11070	12,1	9,5	27,0
	3E822-2	3010×1650	12,5	19560	12,1	19,5	45,0
	3K833	3010×1600	12,5	5910	12,1	7,5	12,0
23. Круглошлифовальные полуавтоматы	3E183ШВ	2940×2150	18,5	24560	14,4	30,0	51,0
	5A828	2170×2400	3,4	23950	16,1	32,0	47,0
	XШ2-16	3110×2175	20,0	14860	16,7	27,5	21,5
24. Бесцентрово-шлифовальные станки	3M182	2230×1455	2,5	16750	16,1	17,0	28,0
	3M184	2945×1885	13,0	9090	16,4	16,0	14,0
	3Ш184	3300×2700	30,0	8946	16,7	18,0	11,5
	3Ш184И	3300×2700	30,0	9550	16,7	18,0	13,5
25. Полуавтоматы зубодолбежные	5111	1635×1090	1,1	7580	12,2	11,0	15,0
	5122	2000×1450	3,2	7880	12,2	13,5	12,5
26. Полуавтоматы зубофрезерные горизонтальные	5303В	810×750	1,5	7120	12,2	10,5	13,0
	5303П	810×750	1,1	6670	12,2	9,0	13,0
	5В373П	1975×1550	11,5	16980	14,2	29,0	27,0
	5С237	1990×1255	1,5	10640	14,2	16,5	12,0

1	2	3	4	5	6	7	8
27. Полуавтоматы зубофрезерные универсальные	5304П	1215×1195	1,5	8180	12,2	10,0	17,0
	53А30	2300×1500	4,2	13490	12,2	25,0	19,5
	5563	1825×1125	3,0	7130	12,2	11,5	12,0
28. Полуавтоматы зубофрезерные вертикальные	5343	7600×2890	42,0	40930	14,2	74,0	61,0
	5А342П	6910×2990	15,0	28506	14,2	47,0	47,0
	5К301П	2185×1370	11,5	7420	14,9	15,0	9,5
29. Полуавтоматы зубошевинговальные	5701	1450×870	1,9	6974	16,2	9,5	14,0
	5702В	1920×1500	3,2	10910	16,2	19,5	17,0
	5П722	1540×1480	5,5	12130	16,2	21,5	19,5
30. Резьбошлифовальные станки	5821	1600×1400	3,5	11675	16,1	14,0	24,5
	5822	1630×1480	3,5	21970	16,1	25,0	22,5
	5А828	1300×1110	4,5	25170	16,1	37,0	46,0
	5К821В	1795×1910	3,0	16982	16,1	20,0	36,0
31. Полуавтоматы зубошлифовальные	5853	3340×2165	1,7	23654	16,1	57,0	21,0
	5А841	2850×2315	1,5	20620	16,1	37,0	31,0
	5В830	1950×2000	3,0	11670	16,1	17,0	21,5
32. Полуавтоматы зуборезные	5Б231	2300×1850	7,5	19850	12,2	17,5	15,0
	5С23П	2040×1255	1,5	18790	12,2	17,0	12,0
33. Продольно-фрезерные станки	6306	6000×2750	15,5	37407	12,2	25,0	11,0
	6605	2750×2100	12,5	18285	12,2	32,0	45,0
	6606	3100×2300	17,5	18200	12,2	46,0	61,0
	6Г608	3140×2650	15,0	34935	12,2	34,0	42,0
	6Г610	3275×2700	17,0	18899	12,2	48,0	63,0
34. Вертикально-фрезерные станки	654	1600×630	8,5	27634	14,9	17,5	20,5
	6М10	1720×1785	9,0	7730	14,9	13,5	9,0
	6М13К	1620×410	7,5	5408	14,9	13,0	8,0
	6М13П	1600×400	8,5	5740	14,9	13,0	7,5
35. Шпоночно-фрезерные станки	692А	2125×1990	13,5	3916	12,2	8,0	15,0
	6997	3120×2900	15,0	6725	12,2	15,5	21,0
	ДФ87	1700×1200	12,5	4597	14,9	10,0	17,0
36. Копировально-фрезерные станки	6А463	1200×1320	7,5	1418	14,9	4,5	8,0
	6Н12К	1250×1000	7,5	1200	14,9	11,0	2,0

1	2	3	4	5	6	7	8
37. Горизонтально-фрезерные станки	6М82Ш	2625×2445	11,5	4005	14,2	13,5	11,0
	6Р81Ш	1900×980	11,5	1601	14,2	12,5	7,5
	6Р82М	930×840	7,5	1823	10,7	9,5	11,0
	6Т-80	2150×1990	11,5	3400	14,2	7,5	10,0
38. Универсально-фрезерные станки	6М83Ш	1600×400	11,0	2340	14,9	13,5	14,0
	6Р82Ш	2470×1950	8,0	2400	14,2	16,5	12,0
	ОФ-55	1150×1100	7,5	2155	14,2	13,5	5,5
	FNK-25	1110×425	12,5	4800	10,7	13,0	5,0
	FP2	1400×1545	12,5	2750	14,9	15,0	4,0
39. Консольно-фрезерные станки	6Н81Г	2060×1940	12,5	4170	12,2	14,0	10,5
	6Р12П	2260×1745	11,5	4520	12,2	10,0	8,5
40. Продольно-строгальные станки	7110	7950×3700	75,0	18800	12,5	28,0	34,0
	7210	7950×4000	75,0	20620	12,5	30,0	38,0
	7Б220	16500× ×7100	125,0	58220	12,5	54,0	138,
41. Поперечно-строгальные станки	7303	1770×900	3,0	2670	12,5	12,5	10,0
	7307Д	2790×1235	5,5	5460	12,5	12,5	6,0
42. Протяжные горизонтальные полуавтоматы	7545	4200×2350	35,0	15950	10,1	24,0	22,0
	7Б56У	5200×2135	30,0	10917	10,1	15,5	21,0
	7Б57	9400×2500	40,0	12430	10,1	19,0	22,0
43. Протяжные вертикальные полуавтоматы	7633	3950×2100	37,5	16375	10,1	24,0	30,0
	7Б64	2875×1350	11,0	9704	10,0	17,5	15,0
	7Б67	4000×2060	40,0	16680	10,1	24,5	31,0
44. Отрезные станки и полуавтоматы	8А531	1085×815	1,1	2420	10,1	4,0	4,5
	8Б66	750×500	2,5	4850	10,1	8,0	8,5
	8Б72К	1500×745	1,5	2420	10,1	3,5	5,0
	8Г662Ф2	2150×1150	3,2	10310	10,1	16,0	18,0
	8Г681	4015×3165	18,5	10375	10,1	17,5	37,0
	Б5224	1200×850	11,0	4857	10,1	7,5	4,5
	НА3222Ф	2150×1500	7,5	8571	10,1	12,5	8,0
45. Верстаки	НДР-1064	1200×700	–	360	7,7	–	–
	НДР-1508	1200×700	–	450	7,7	–	–
46. Рабочие места	НЭ-1444	1200×1000	–	410	7,7	–	–

Основные технико-экономические характеристики станков с числовым программным управлением

Наименование оборудования	Марка (модель)	Габариты, мм	Мощность кВт	Опт. цена, у. е.	Н. а., %	Категория рем. сл.	
						мех.	эл.
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Токарный комплекс	16Б16Т1	3950×1370	11,0	37970	14,2	8,5	38,0
2. Роботизированный токарный комплекс	16Б16Т1-03	5000×3000	11,0	48680	14,2	18,5	38,0
3. Модуль гибкий производственный токарный	16Б16Т1С1РМ1	2710×1870	11,0	54650	14,2	17,5	68,0
4. Токарные станки	16Б16Т1С2	3950×1370	11,0	39600	12,2	18,5	38,0
	16Б16Ф3-31	2900×2400	11,0	49942	12,2	13,5	43,0
	1А660Ф3	7180×4950	65,0	222800	14,2	50,0	80,0
5. Станок токарный центровой	16В05АФ30	1770×1420	5,5	46680	12,2	14,0	25,0
6. Модули производственные гибкие, многоцелевые	16К20РФ3РМ232	7970×5690	21,5	55600	12,2	27,0	64,0
	16К20Ф3РМ132	7400×4080	18,5	51400	12,2	19,5	47,0
	16К30Ф323	5290×3470	30,0	14220	12,2	20,0	63,0
	1П756ДФ3РМ11	6300×3900	30,0	114650	14,2	19,5	66,0
7. Станки токарно-винторезные	16К40Ф101	5780×1850	18,5	17628	14,2	17,5	27,0
	1А66002Ф2	4591×4350	25,0	93140	14,2	55,0	80,0
	1М63МФ101	3893×1590	18,5	15740	12,2	8,5	25,0
	1М63МФ30	4680×2340	22,0	49450	14,2	48,5	65,0
8. Полуавтоматы токарные	1716ПФ3	3280×1650	11,0	59770	14,2	19,5	37,5
	1732ПФ30	4100×3950	60,0	100140	14,2	45,0	72,5
	1А751Ф3	4330×4330	45,0	83540	13,2	32,0	47,5
9. Токарно-карусельный станок	1А512МФ3	6500×4860	55,0	99620	14,2	47,5	67,0

1	2	3	4	5	6	7	8
10. Станки сверлильно-фрезерно-расточные	2560ПМФ4	6360×4500	19,0	233420	14,9	95,0	100,0
	6М610МФ4-20	5900×4300	20,0	204100	14,9	100,0	99,0
11. Станок горизонтально-расточный	2П637МФ4	3750×4540	17,0	229480	16,1	97,0	75,0
12. Станок шлифовальный	32К830Ф10	1719×1585	11,0	28057	16,1	19,5	27,5
13. Станок плоскошлифовальный	3Л725АФ10	6200×3700	22,0	42850	16,1	23,0	52,0
14. Полуавтоматы кругло-шлифовальные	3М152МФ2-01	2780×1470	15,0	27457	16,1	15,5	28,0
	3У12АФ11	3040×2300	5,5	26942	16,1	17,5	23,0
15. Полуавтомат круглошлифовальный, универсальный	3У12ВФ11	3250×2850	12,5	210400	16,1	24,5	37,0
16. Станки вертикально-фрезерные	65А60Ф4-11	3620×4785	20,0	86028	12,2	32,5	61,0
	65А60ПМФ4	3620×4785	21,0	103800	12,2	25,0	56,0
	65А80ПМФ4	3620×4785	20,0	104228	12,2	27,0	56,0
	6Т13Ф20-1	2900×3560	11,0	10200	12,2	21,5	38,0
17. Станок фрезерный универсальный	6720ВФ2	1550×1650	4,5	18542	12,2	23,0	38,5
18. Станки фрезерные широкоуниверсальные	6720ПФ3	1900×1820	4,5	25570	12,2	13,5	19,0
	6740ВФ20	2930×1950	5,5	41900	12,2	27,0	42,5
19. Горизонтально-фрезерный станок для обработки деталей штампов	6Б443Ф3	3870×2500	18,5	85940	14,9	35,0	58,0

1	2	3	4	5	6	7	8
20. Станок горизонтально-фрезерный	6Б444Ф3	4790×3850	20,0	119885	12,2	58,0	58,0
21. Автомат отрезной круглопильный	8Г662Ф2М	1750×1500	3,5	5820	10,5	16,5	18,0
22. Полуавтомат заточный	В3202Ф2	1585×1385	5,5	16940	16,1	15,5	25,0
23. Станок специальный многооперационный	ВМ501ПМ Ф4	2095×3000	26,0	71650	14,9	26,0	42,0
24. Автомат продольного точения	ЛА155Ф30	3270×2950	20,5	40885	12,2	21,0	42,5
25. Шлицешл. станок	М345АР- 01Б	2150×1275	10,0	9650	12,5	24,0	15,5
26. Протяжной горизонтальный полуавтомат	М7Б545МФ 4-10	5720×2970	40,0	12500	13,5	19,5	27,5
27. Полуавтомат зубошлифовальный	МШ-361	2903×2315	3,5	42600	16,1	25,5	48,0
28. Центр обрабатывающ. (фрез., сверл., расточка, зенкеровка, нанесение резьбы)	ОЦ1И21	4770×2300	14,5	119800	12,2	42,5	73,0
29. Центр обрабатывающ., многоцелевой	ОЦ1И22	4770×2300	14,5	120570	12,2	45,0	75,0
30. Модуль гибкий производственный для обработки тел вращения	РФ-01МТ	3000×2000	15,5	60970	14,9	25,5	38,5

Приложение 7

Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, занимаемую металлорежущим оборудованием

Площадь, занимаемая станком по габаритам, м ²	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

Приложение 8

Укрупнённые показатели стоимости строительства новых объектов предприятий, нормы амортизации

Наименование объекта	Общая стоимость 1 м ² 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

Приложение 9

Часовые тарифные ставки для рабочих производственных объединений и предприятий машиностроения

Разряды работы	Часовые тарифные ставки для повременщиков, у. е.	Часовые тарифные ставки для сдельщиков, у. е.
I	1,190	1,267
II	1,381	1,470
III	1,607	1,711
IV	1,869	1,990
V	2,060	2,192
VI	2,262	2,408

Содержание

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	5
1. Введение	5
2. Краткое описание объектов производства и технологических процессов	5
3. Расчёт календарно-плановых нормативов	7
4. Планировка и расчёт производственной площади участка, выбор типа здания	16
5. Расчёт мощности, потребляемой оборудованием	24
6. Расчёт численности производственного персонала	25
7. Расчёт капитальных вложений	32
8. Расчёт себестоимости выпускаемой продукции	37
9. Расчёт величины годового экономического эффекта	46
10. Основные технико-экономические показатели работы участка	47
11. Выводы	47
ЛИТЕРАТУРА	48
Приложение 1. Образец оформления титульного листа курсовой работы	49
Приложение 2. Исходные данные по обрабатываемым материалам и технологическим процессам по комплектам деталей . . .	50
Приложение 3. Основные технико-экономические характеристики транспортных средств	68
Приложение 4. Основные технико-экономические характеристики промышленных роботов	69
Приложение 5. Основные технико-экономические характеристики производственного оборудования	73
Приложение 6. Основные технико-экономические характеристики станков с числовым программным управлением	78
Приложение 7. Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, занимаемую металлорежущим оборудованием	81
Приложение 8. Укрупнённые показатели стоимости строительства новых объектов предприятий, нормы амортизации	81
Приложение 9. Часовые тарифные ставки для рабочих производственных объединений и предприятий машиностроения	81

Учебное издание

Горюшкин Александр Алексеевич
Горностай Людмила Чеславовна
Новицкий Николай Илларионович

Организация производства и управление предприятием

Комплексная автоматизация производства

Методическое пособие по выполнению курсовой работы

Редактор И. П. Острикова
Корректор Е. Н. Батурчик

Подписано в печать 02.06.2011.	Формат 60x84 1/16.	Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».	Отпечатано на ризографе.	Усл. печ. л. 5,0.
Уч.-изд. л. 5,0.	Тираж 200 экз.	Заказ 872.

Издание и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки, 6