

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Технология машиностроения,  
металлорежущие станки и инструменты»

## ЛОГИСТИКА. MRP-СИСТЕМЫ

Методические указания  
к выполнению курсовой работы  
для студентов направления  
15.03.01 (150700.62) «Машиностроение»,  
направленность  
«Менеджмент высоких технологий»

Курган 2016

Кафедра: «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»

Дисциплина: «Логистика. MRP-системы» (направление 15.03.01 (150700.62)).

Составили: канд. техн. наук А.М. Михалев,  
канд. техн. наук, доцент Л.Н. Тютрина.

Утверждены на заседании кафедры «16» ноября 2015 г.

Рекомендованы методическим советом университета «19» декабря 2014 г.

## ВВЕДЕНИЕ

В курсовой работе осуществляется оперативно-календарное планирование (ОКП) на условном машиностроительном заводе, состоящем из трех цехов: первый и второй — механические, третий — сборочный. Известны состав и количество оборудования по цехам, сменность работы. На заводе обрабатывается и собирается определенная номенклатура деталей (10 наименований) и изделий (5 наименований). Заданы маршрут и трудоемкость обработки деталей по группам взаимозаменяемого оборудования, другие нормативно-справочные данные, необходимые для ОКП.

В процессе ОКП необходимо установить, в каких производственных подразделениях и когда должны выполняться производственные задания по изготовлению деталей и сборке изделий, подлежащих выпуску. Правильная организация ОКП должна обеспечить равномерное выполнение заданного плана выпуска продукции по количеству и номенклатуре с наилучшими технико-экономическими показателями.

Основой ОКП являются календарно-плановые нормативы (КПН), позволяющие произвести взаимную увязку календарных планов и согласование работы взаимосвязанных рабочих мест, участков, цехов и обеспечивающие наиболее эффективное использование оборудования, материальных и денежных ресурсов предприятия.

Расчитанные КПН и результаты распределения годовой производственной программы завода по плановым периодам используются для составления поддетальной месячной производственной программы цехам, графика запуска и выпуска партий деталей по цехам, поддетально-пооперационного календарного плана-графика.

При решении и исследовании данных задач рекомендуется использовать ПЭВМ с составлением студентами индивидуальных программ. В процессе выполнения курсовой работы студент должен практически овладеть техникой плановых расчетов и их анализа, составления моделей планирования и их решения на ПЭВМ, приобрести опыт использования нормативных, справочных и литературных данных, развить навыки самостоятельной работы, подготовиться к выполнению организационно-экономической части дипломного проекта.

По возможности все расчеты должны быть сведены в таблицы, формы которых приведены в данных методических указаниях. Графическая часть проекта содержит календарный план-график (КПГ) запуска-выпуска партий деталей и поддетально-пооперационный КПГ. По каждому разделу студентом дается краткое описание существа вопроса, примеры и результаты расчета, их анализ.

## 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходные данные по курсовой работе приведены в таблицах 1-4.

Таблица 1 – Общие исходные данные

Показатель	Обозначение	Единица измерения	Значение показателя
Резервное опережение между цехами	$T_p$	раб. дн	1 ... 3
Резервное опережение перед сборкой изделий	$T_{p. сб}$	раб. дн	3 ... 5
Длительность производственного цикла сборки изделий	$T_{ц. сб}$	раб. дн	2 ... 5
Ритм запуска-выпуска партий изделий на сборке	$R$	раб. дн	1
Межоперационное время	$t_{мо}$	ч	2 ... 8
Число смен работы	$K_{см}$	—	2
Продолжительность смены	$T_{см}$	ч	8
Коэффициент выполнения норм времени	$\gamma$	—	0,9 ... 1,4
Процент времени простоя оборудования в ремонте от номинального фонда времени	$P_{пр}$	%	5 ... 15

Таблица 2 – Исходные данные об обработке деталей по группам оборудования

Номер цеха	Номер группы взаимозаменяемого оборудования	Количество единиц оборудования в группе	Норма штучно-калькуляционного времени обработки деталей по операциям									
			$t_{шкij}$ , ч/шт									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	5	0,1	0,3	0,5	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3
	2	6	0,7	0,2	0,4	0,4	0,6	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2
	3	7	2,1	2,0	1,5	0,3	0,4	0,3	0,3	1,1	0,2	0,2
2	4	7	0,5	0,2	0,4	0,7	0,6	0,8	1,0	2,1	1,3	0,9
	5	6	0,3	0,2	0,4	0,5	0,1	1,1	0,3	1,8	1,6	2,6
	6	5	0,4	1,1	1,0	0,8	0,6	2,4	0,5	0,4	1,1	0,9
	7	7	0,4	0,5	0,2	0,2	0,2	0,6	1,5	1,2	0,2	0,5
	8	7	0,9	0,7	0,3	0,6	0,5	1,0	0,8	0,2	1,4	0,7

Таблица 3 – **Фактические остатки деталей в заделах (в процентах от нормативных заделов)**

Вид задела	Процент фактического задела для деталей									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цикловой задел в первом цехе	90	130	80	100	120	140	70	90	100	110
Оборотный задел между первым и вторым цехами	80	120	160	90	110	120	130	90	80	120
Резервный задел между первым и вторым цехами	100	80	100	120	110	140	90	90	100	110
Цикловой задел во втором цехе	120	90	110	140	130	100	110	90	80	100
Оборотный задел между вторым и третьим цехами	110	100	120	130	90	90	100	100	140	130
Резервный задел между вторым и третьим цехами	120	110	100	120	90	130	80	60	130	100
Цикловой задел в третьем цехе	80	100	110	60	120	70	140	90	100	70

Таблица 4 – **Исходные данные по изделиям (пример индивидуального задания)**

Показатель	Номера изделий				
	1	2	3	4	5
Количество изделий, выпускаемых за год $N_m$ , шт.	560	159	530	3768	490
Номера деталей, входящих в изделия	6;3;1	4;6;7	2;3;1	5;8;10	3;2;6
Применяемость деталей в изделиях $K_{im}$ , шт./изделие	1;1;2	1;1;2	2;3;1	2;1;1	1;2;1

В таблице 4 показано, что в изделие 2 входят деталь 4 в количестве 1 шт., деталь 6 в количестве 1 шт. и деталь 7 в количестве 2 шт., а в изделие 3 входит деталь 2 в количестве 2 шт., деталь 3 в количестве 3 шт. и деталь 1 в количестве 1 шт.

Индивидуальное задание (количество изделий, выпускаемых заводом за год; номера деталей, входящих в каждое изделие; применяемость (комплектность) деталей в изделиях) задается преподавателем.

Условно задается, что на каждой группе оборудования выполняется одна операция, поэтому принимается, что индекс группы оборудования

соответствует индексу операции.

Технологический процесс обработки деталей и группы оборудования, на которых выполняются операции, выбираются студентом самостоятельно.

Аналогично выбираются значения показателей, по которым в таблице 1 приведены предельные значения.

## 2 РАСЧЁТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА И ЗАГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ГОД

На основе заданной годовой производственной программы (ГППЗ) определяется расчетное количество оборудования, необходимого для ее выполнения:

$$\theta_{sl} = \lceil T_{sl} / \Phi'_{эф sl} \rceil, \quad (1)$$

где  $s = \overline{1, S}$  — индекс группы взаимозаменяемого оборудования ( $S$  — общее число групп взаимозаменяемого оборудования);  $l = \overline{1, L}$  — индекс цеха ( $L$  — общее число цехов на заводе);  $\theta_{sl}$  — количество единиц оборудования  $s$ -й группы, необходимое для выполнения ГППЗ в  $l$ -м цехе, шт.;  $T_{sl}$  — трудоемкость выполнения ГППЗ на  $s$ -й группе оборудования в  $l$ -м цехе с учетом выполнения норм времени, ч/год;  $\Phi'_{эф sl}$  — эффективный фонд времени единицы оборудования  $s$ -й группы в  $l$ -м цехе.

Здесь и далее обратные скобки говорят о том, что округление производится до ближайшего большего целого числа.

Расчет  $T_{sl}$  производится по формуле:

$$T_{sl} = \sum_{m=1}^M t_{msl} N_m, \quad (2)$$

где  $m = \overline{1, M}$  — индекс наименования изделия ( $M$  — число наименований изделий, выпускаемых заводом);  $t_{msl}$  — трудоемкость обработки  $m$ -го изделия на  $s$ -й группе взаимозаменяемого оборудования в  $l$ -м цехе с учетом выполнения норм времени, ч/изд.

Величина  $t_{msl}$  определяется как

$$t_{msl} = t'_{msl} / \gamma_{sl}, \quad (3)$$

где  $t'_{msl}$  — нормативная трудоемкость обработки  $m$ -го изделия на  $s$ -й группе взаимозаменяемого оборудования в  $l$ -м цехе, ч/изд;  $\gamma_{sl}$  — коэффициент выполнения норм времени на  $s$ -й группе оборудования в  $l$ -м цехе с учетом заданий по снижению трудоемкости обработки.

В свою очередь,

$$t'_{msl} = \sum_{i=1}^{I_{sl}} t_{шк isl} \times K_{im}, \quad (4)$$

где  $I_{sl}$  — число наименований деталей, обрабатываемых на  $s$ -й группе оборудования в  $l$ -м цехе;  $t_{шк\ isl}$  — норма штучно-калькуляционного времени обработки  $i$ -й детали на  $s$ -й группе оборудования в  $l$ -м цехе, ч/шт.;  $K_{im}$  — применяемость (комплектность)  $i$ -ой детали в  $m$ -м изделии.

*Пример.* Нормативная трудоемкость изготовления первого изделия на первой группе оборудования в первом цехе  $t'_{111}$  равна

$$t'_{111} = 0,1 \times 1 + 0,5 \times 1 + 0,1 \times 2 = 0,8 \text{ (ч/изд)},$$

где 0,1; 0,5 и 0,1 — трудоемкость обработки соответственно шестой, третьей и первой деталей на первой группе оборудования в первом цехе (таблица 2); 1, 1 и 2 — применяемость в первом изделии соответственно шестой, третьей и первой деталей (таблица 4).

Трудоемкость обработки первого изделия на первой группе оборудования в первом цехе  $t_{111}$  с учетом выполнения норм времени равна

$$t_{111} = \frac{t'_{111}}{\gamma_{11}} = \frac{0,8}{1,2} = 0,67 \text{ (ч/изд)},$$

где  $\gamma_{11} = 1,2$  — коэффициент выполнения норм времени на первой группе взаимозаменяемого оборудования в первом цехе (устанавливается по данным таблицы 1 студентом самостоятельно). Расчеты  $t_{msl}$  удобно свести в таблицу 5.

Таблица 5 — Трудоемкость изготовления изделий

Номер цеха	Номер группы оборудования	Коэффициент выполнения норм времени $\gamma_{sl}$	Номера изделий									
			1		2		3		4		5	
			$t'_{msl}$ ч/изд.	$t_{msl}$ ч/изд.	$t'_{msl}$ ч/изд.	$t_{msl}$ ч/изд.	$t'_{msl}$ ч/изд.	$t_{msl}$ ч/изд.	$t'_{msl}$ ч/изд.	$t_{msl}$ ч/изд.	$t'_{msl}$ ч/изд.	$t_{msl}$ ч/изд.
1	1	1,2	0,8	0,67	0,7	0,58	2,2	1,83	0,8	0,67	1,2	1,0
	2	1,3										
	3	1,0										
2	4	0,9										
	5	1,2										
	6	1,1										
	7	1,4										
	8	1,3										

Трудоемкость изготовления первого изделия в первом цехе с учетом выполнения норм времени ( $T_{11}$ ) определяется как:

$$T_{11} = 0,67 \times 560 + 0,58 \times 159 + 1,83 \times 530 + 0,67 \times 3768 + 1,0 \times 490 \approx 4451,9,$$

где 0,67; 0,58; 1,83; 0,67 и 1,0 — трудоемкость изготовления первого, второго, третьего, четвертого и пятого изделий на первой группе оборудования в первом цехе с учетом коэффициента выполнения норм времени (таблица 5); 560; 159; 530; 3768; 490 — выпуск этих изделий за год (из таблицы 4 индивидуального задания).

Результаты расчета  $T_{sl}$  заносятся в графу 5 таблицы 6.

Эффективный фонд времени единицы оборудования  $s$ -й группы в  $l$ -м цехе  $\Phi'_{эф sl}$  равен:

$$\Phi'_{эф sl} = \Phi_H (1 - P_{пр s}/100), \quad (5)$$

где  $\Phi_H$  — номинальный фонд времени работы единицы оборудования за год, ч/год;  $P_{пр s}$  — процент времени простоя  $s$ -й группы оборудования в ремонте, % (выбирается студентом самостоятельно с учетом таблицы 1).

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю планируемого года по формуле:

$$\Phi_H = \sum_1^{D_p} \sum_1^{K_{см}} T_{см} \quad (6)$$

или

$$\Phi_H = D_p \times K_{см} \times T_{см} - T_{пр}, \quad (7)$$

где  $D_p$  — число рабочих дней в году, раб. дн.;  $K_{см}$  — число рабочих смен в рабочем дне, см.;  $T_{см}$  — продолжительность смены, ч;  $T_{пр}$  — число часов, на которое сокращена продолжительность смены в предпраздничные дни, ч.

Номинальный фонд времени в 2014 году при двухсменной работе при расчете по формуле (6) составил

$$\Phi_H = 242 \times 2 \times 8 + 8 \times 2 \times 7 = 3984 \text{ (ч/год)},$$

где 242 — число полных рабочих дней в 2014 году; 2 — две рабочих смены в сутки; 8 — продолжительность смены, ч; 8 — число предпраздничных дней в 2002 году; 7 — продолжительность сокращенной предпраздничной рабочей смены, ч (на один час короче).

Можно произвести расчет  $\Phi_H$  по формуле (7):

$$\Phi_H = 250 \cdot 2 \cdot 8 - 8 \cdot 2 \cdot 1 = 3984 \text{ (ч/год)},$$

где 1 — число часов (один), на которое сокращена смена в предпраздничный день, ч.



Эффективный фонд времени единицы оборудования первой группы в первом цехе ( $\Phi_{\text{эф } 11}$ ) в 2014 году составит:

$$\Phi'_{\text{эф } 11} = 3984 (1 - 12/100) = 3505,9 \text{ (ч/год)},$$

где 12 — процент времени простоя оборудования в плановом ремонте (таблица 1).

Тогда для выполнения ГППЗ в первом цехе потребуется следующее количество единиц первой группы оборудования:

$$\theta_{11} = \left] \frac{4451,9}{3505,9} \right[ = 2 \text{ ед.}$$

Результаты расчета  $T_{sl}$ ,  $\Phi'_{\text{эф } sl}$  и  $\theta_{sl}$  вносятся в таблицу 6. По этим данным можно рассчитать излишнее оборудование ( $\Delta \theta_{sl}$ ) (графа 10 таблицы 6) как разницу между установленным ( $\theta'_{sl}$ ) и потребным ( $\theta_{sl}$ ) оборудованием по каждой группе:

$$\Delta \theta_{sl} = \theta'_{sl} - \theta_{sl}.$$

Определяют также коэффициент загрузки установленного оборудования:

$$\alpha'_{sl} = \frac{T_{sl}}{\Phi'_{\text{эф } sl} \theta'_{sl}}$$

и коэффициент загрузки потребного оборудования:

$$\alpha_{sl} = \frac{T_{sl}}{\Phi'_{\text{эф } sl} \theta_{sl}}.$$

*Пример.* Для первой группы оборудования в первом цехе:

$$\Delta \theta_{11} = 5 - 2 = 3 \text{ (ед.)}$$

$$\alpha'_{11} = \frac{4451,9}{3505,9 \cdot 5} = 0,25$$

$$\alpha_{11} = \frac{4451,9}{3505,9 \cdot 2} = 0,63.$$

Данные таблицы 6 позволяют оценить загрузку оборудования ГППЗ и на ее основе выработать предложения по повышению эффективности использования оборудования. Например, загрузить его дополнительной продукцией, требующей обработки только на неиспользуемом оборудовании, сдать излишнее оборудование в аренду, продать излишнее оборудование и т.д.

Эффективный фонд времени работы s-й группы оборудования в l-м цехе:

$$\Phi_{\text{эфsl}} = \Phi'_{\text{эфsl}} \theta_{sl}. \quad (8)$$

Таблица 6 — Потребное количество оборудования для выполнения ГППЗ и загрузки установленного оборудования

Номера цеха	Номер группы оборудования	Плановый простой оборудования в ремонте $P_{\text{пр}}$ , %	Эффективный фонд времени единицы оборудования $\Phi'_{\text{эфsl}}$ , ч/год	Трудоемкость ГППЗ $T_{sl}$ , ч/год	Потребное количество оборудования $\Theta_{sl}$ , шт.	Количество установленного оборудования, шт.	Эффективный фонд времени установленного оборудования $\Phi_{\text{эфsl}}$ , ч/год	Коэффициент загрузки установленного оборудования	Количество лишнего (+) и недостающего (-) оборудования, шт.	Коэффициент загрузки потребного оборудования
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	12	3505,9	4451,9	2	5	17529,5	0,25	3	0,63
	2									
	3									
2	4									
	5									
	6									
	7									
	8									

### 3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЗАВОДА ПО КВАРТАЛАМ И МЕСЯЦАМ

Годовую производственную программу завода (ГППЗ) по выпуску продукции, как правило, вначале распределяют по кварталам. Затем квартальную производственную программу выпуска продукции распределяют по месяцам. Возможно распределение ГППЗ сразу по месяцам.

При распределении ГППЗ по кварталам и месяцам необходимо соблюсти определённые внешние и внутренние требования. *Внешние* — это выполнение ГППЗ по номенклатуре и объёмам выпуска продукции, соблюдение сроков выпуска продукции по кварталам и месяцам в соответствии с договорными обязательствами, обеспечение заданного ассортимента и необходимой комплектности выпускаемой продукции, приоритет отдельных потребителей,

учёт сроков и количества поставки материалов и покупных комплектующих изделий. *Внутренние* (заводские) требования — обеспечение равномерной загрузки оборудования и использования ресурсов по плановым периодам; достижение равномерных или равномерно увеличивающихся объёмов выпуска продукции и роста производительности труда по плановым периодам; повышение серийности выпуска одноименных и конструктивно однородных изделий, обеспечение непрерывности их концентрированного выпуска в течение смежных плановых периодов; достижение равномерного или равномерно увеличивающегося выпуска массовой и серийной продукции, непрерывности изготовления изделий; учёт сроков завершения подготовки производства новых изделий и др. Естественно, производственная программа каждого планового периода может быть выполнена лишь в рамках имеющихся фондов времени оборудования, трудовых и других ресурсов.

При распределении ГППЗ стремятся в основном к стабильности хода производства, то есть к равномерному по плановым периодам выпуску продукции, получению прибыли, расходу заработной платы, использованию рабочей силы, к равномерной загрузке оборудования и т. д. Равномерность производства имеет исключительно большое значение для повышения его эффективности.

В качестве показателя оптимальности распределения ГППЗ чаще всего предлагают равномерную загрузку оборудования, выражаемую различными формальными показателями устранения абсолютных (в станкочасах) или относительных отклонений от среднеквартальной (месячной) загрузки оборудования. Правильнее будет дать стоимостную оценку равномерности распределения ГППЗ, определив потери от недогрузки и перегрузки оборудования. Однако установить последние практически трудно. Поэтому в качестве показателя оптимальности при распределении ГППЗ целесообразно взять минимум суммарных отклонений от средней загрузки (при первоначальной ликвидации перегрузки) всех групп взаимозаменяемого оборудования по всем плановым периодам с учётом весовых коэффициентов, характеризующих сложность, уникальность, стоимость оборудования и затраты на обработку. В качестве такого коэффициента лучше всего взять норматив себестоимости одного часа работы оборудования. Очевидно, этот коэффициент не позволяет определить потери от недогрузки и перегрузки оборудования, но дает возможность взвесить эти потери для различного оборудования. Более подробно данный вопрос рассмотрен в [2; 4] и на лекциях.

**В данной работе ГППЗ распределяют по планово-учетным периодам пропорционально числу рабочих дней в планово-учетных периодах (кварталах, месяцах) в планируемом году, т.е. число изделий, выпускаемых в k-м месяце  $N_{mk}$  равно:**

$$N_{mk} = \frac{N_m}{D_p} D_{pk}, \quad (9)$$

где  $m = \overline{1, M}$  — индекс наименования изделия ( $M$  — общее число наименований изделий);  $k = \overline{1, K}$  — индекс планово-учетного периода (здесь квартала, месяца);  $K$  — общее число планово-учетных периодов в году (4 квартала, 12 месяцев);  $N_m$  — количество изделий  $m$ -го наименования, планируемых к выпуску за год, шт.;  $D_{pk}$  и  $D_p$  — число рабочих дней соответственно в  $k$ -м планово-учетном периоде (квартале, месяце) — берется по производственному (рабочему) календарю планируемого года.

*Пример.* Количество изделий первого наименования выпускаемых в первом квартале 2002 года  $N_{11}$  равно:

$$N_{11} = \frac{560}{250} \cdot 59 = 132 \text{ (шт.)},$$

где 560 ( $N_1$ ) — количество изделий первого наименования, планируемых к выпуску за год (таблица 4); 250 ( $D_p$ ) — число рабочих дней в планируемом (2002) году; 59 ( $D_{p1}$ ) — число рабочих дней в первом квартале.

Расчеты по распределению ГППЗ сводятся в таблицу 7.

**Таблица 7 — Распределение производственной программы завода 2002 года по кварталам и месяцам**

Номер изделия	Количество изделий, выпускаемых за год $N_m$ , шт.	Число рабочих дней $D_{pk}$ , раб. дн.															
		I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал						
		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь				
		59	20	19	20	61	23	19	19	66	23	22	21	64	23	20	21
		Количество изделий $N_{mk}$ , шт.															
1	560	132	45	42	45	136	52	42	42	148	52	49	47	144	52	45	47
2																	
3																	
4																	
5																	

В таблице 7 необходимо проверить, чтобы сумма изделий, выпускаемых по месяцам, была равна количеству изделий, выпускаемых за квартал, а по кварталам — за год. Отклонения могут появиться из-за округлений: величина  $N_{mk}$  определяется везде в целых единицах (штуках).

## 4 РАСЧЕТ КАЛЕНДАРНО-ПЛАНОВЫХ НОРМАТИВОВ

Научно обоснованные календарно-плановые нормативы (КПН) являются основой качественного оперативно-календарного планирования, служат исходной базой для составления взаимосвязанных планов, обеспечивающих равномерную работу рабочих мест, участков, цехов и эффективное использование основных фондов, материальных и трудовых ресурсов, облегчают оперативный контроль за ходом производства и регулирование производственного процесса.

Состав КПН различен в зависимости от типа производства и других факторов. В серийном производстве, рассматриваемом в курсовом проекте, основными КПН являются размеры и ритмы партий деталей, сборочных единиц и изделий; длительность производственных циклов обработки партий деталей, сборки сборочных единиц и изделий; опережения запуска и выпуска партий деталей и сборочных единиц; размеры заделов.

### 4.1 Расчёт размеров и ритмов партий деталей

В случае, рассматриваемом в курсовом проекте, когда на предприятии выпускается несколько наименований изделий с большим числом унифицированных деталей и сборочных единиц, определяют единый оптимальный ритм партий деталей  $R_{опт}$ , который в большей степени способствует достижению равномерного выпуска продукции и равномерной работы, улучшению результатов деятельности предприятия.

Тогда

$$n_{il} = R_{опт} \cdot N_{дн\ i}, \quad (10)$$

где  $n_{il}$  — размер партии деталей  $i$ -го наименования в  $l$ -м цехе, шт.;  $R_{опт}$  — оптимальный ритм партий деталей, раб. дн.;  $N_{дн\ i}$  — среднедневная потребность деталей на сборке изделий, шт/раб. дн.;

$$N_{дн\ i} = \frac{\sum_{m=1}^M N_m \cdot K_{im}}{D_p}, \quad (11)$$

где  $D_p$  — число рабочих дней в плановом периоде, раб. дн./год (кв., мес.);  $N_m$  — число изделий  $m$ -го ( $m = \overline{1, M}$ ) наименования, выпускаемых в плановом

периоде, шт./год (кв., мес.);  $K_{im}$  — количество  $i$ -х деталей, входящих в  $m$ -е изделие, шт./изд.

**Величина  $N_{дн i}$  определяется с точностью до одного знака после запятой (с арифметическими правилами округления) на основе потребности деталей на год, квартал или месяц с учетом устойчивости номенклатуры и количества выпускаемых изделий (в курсовой работе – на год).**

*Пример.* Для детали первого наименования:

$$N_{дн 1} = \frac{560 \cdot 2 + 530 \cdot 1}{250} = 6,6 \text{ (шт./раб. дн.)},$$

где 560 ( $N_1$ ) и 530 ( $N_3$ ) — количество изделий первого и третьего наименований в ГППЗ, в которые входит деталь номер 1; 2 ( $K_{11}$ ) и 1 ( $K_{13}$ ) — количество штук детали номер 1, входящих соответственно в первое и третье изделия; 250 ( $D_p$ ) — число рабочих дней в 2015 году.

Расчетное значение  $R_{опт}$  корректируется с учетом кратности среднему числу рабочих дней в месяце и устанавливается, например, из ряда 60, 30, 20, 10, 5, 2.

**В работе задача упрощается: расчет  $R_{опт}$  не производится, ритм партии деталей для всех наименований деталей не рассчитывается, а принимается равным 5, т.е.  $R_{i1}=R_{i2}=5$  (часто в практической деятельности завода размеры и ритмы партий деталей не рассчитываются, а принимаются фактически сложившимися или устанавливаются работниками производственно-диспетчерских служб и мастерами с учетом их опыта).**

В этом случае:

$$n_{il} = R_{il} N_{дн i}, \quad (12)$$

где  $R_{il}$  — ритм запуска (выпуска) партий деталей (средний расчетный отрезок времени между запуском (выпуском) смежных партий деталей)  $i$ -го наименования в  $l$ -м цехе, раб. дн.

*Пример.* Для первой детали в первом цехе:

$$n_{11} = 5 \cdot 6,6 = 33 \text{ шт./парт.},$$

где 5 ( $R_{11}$ ) — ритм запуска (выпуска) партии деталей номер 1 в первом цехе; 6,6 ( $N_{дн 1}$ ) — среднедневная потребность деталей первого наименования на сборке изделий.

#### **4.2 Расчёт длительности производственного цикла обработки партий деталей**

Длительность производственного цикла обработки партии деталей (сборки партии сборочных единиц) определяется в рабочих днях по каждому цеху по формуле:

$$T_{цil} = \frac{\delta n_{il}}{K_{см} T_{см}} \sum_{j=1}^{J_{il}} \frac{t_{шкij}}{\gamma_{il} q_{ij}} + J_{il} t_{мо} + t_{ес il}, \quad (13)$$

где  $\delta$  — коэффициент параллельности, учитывающий одновременное выполнение операций;  $K_{см}$  — число рабочих смен в сутки;  $T_{см}$  — продолжительность смены, ч;  $J_{il}$  — количество операций обработки деталей  $i$ -го наименования в  $l$ -м цехе;  $q_{ij}$  — число рабочих мест, на которых одновременно обрабатывается партия  $i$ -х деталей на  $j$ -й операции;  $t_{мо}$  — межоперационное время, раб. дн.;  $t_{ес il}$  — длительность естественных процессов, раб. дн.;  $t_{шкij}$  — норма штучно-калькуляционного времени обработки  $i$ -й детали на  $j$ -й операции, ч;  $\gamma$  — коэффициент выполнения норм времени.

Величина  $T_{цil}$  определяется в рабочих днях, так как в дальнейшем используется для расчета опережений и сроков запуска и выпуска партии деталей, которые в свою очередь устанавливаются в рабочих днях, поэтому **все слагаемые формулы расчета  $T_{цil}$  должны быть в рабочих днях.**

Округление величины  $T_{цil}$  производится следующим образом: если расчетное значение  $T_{цil}$  имеет после запятой менее двух десятых, то округление производится до ближайшего меньшего целого числа; если равно или больше двух десятых, то до ближайшего большего целого числа.

Значение  $\delta$  колеблется от 0,3 до 1,0 и зависит от степени параллельности (совмещения) выполнения основных операций при обработке партии деталей. В курсовой работе первоначально можно предусмотреть последовательный вид движения партий деталей по операциям, то есть взять  $\delta = 1$ . Необязательно учитывать длительность естественных процессов, положив  $t_{ес il} = 0$ , а также взять  $q_{ij} = 1$ . В тех же случаях, когда получается большая величина  $T_{цil}$ , например больше 15 раб. дн., рекомендуется с целью уменьшения  $T_{цil}$  брать  $\delta < 1,0$  (применять параллельно-последовательный вид движения партий деталей по операциям) и  $q_{ij} > 1$ , то есть обрабатывать партию деталей по всем или отдельным операциям одновременно на нескольких рабочих местах (условный прием). **В дальнейшем при построении поддетально-пооперационного КПП (см. 5.4) все это надо будет учесть.**

*Пример.* Длительность производственного цикла детали номер 1 в первом цехе:

$$T_{ц11} = ] \frac{0,9 \cdot 33}{2 \cdot 8} \left( \frac{0,1}{1,2 \cdot 1} + \frac{0,7}{1,3 \cdot 1} + \frac{2,1}{1,4 \cdot 2} \right) + 3 \cdot \frac{4}{2 \cdot 8} + 0 [ = 4 \text{ (раб. дн.)},$$

где 0,9 ( $\delta_1$ ) — коэффициент параллельности при обработке партий деталей в первом цехе; 33 ( $N_{дн 1}$ ) — среднедневная потребность деталей номер 1 на сборке изделий; 2 — число смен работы, 8 — продолжительность смены.

По каждой операции определяется величина  $t_{ij}$ , для детали 1 на первой операции

$$t_{11} = \frac{0,1}{1,2 \cdot 1} = 0,08 \text{ (ч/шт.)},$$

где 0,1 ( $t_{нрт 11}$ ) — нормативная трудоемкость обработки детали номер 1 на первой операции; 1,2 ( $\gamma_{11}$ ) — коэффициент выполнения норм времени на первой группе оборудования; 1 ( $q_{11}$ ) — число рабочих мест, на которых одновременно обрабатывается партия деталей номер 1 по первой операции.

$$t_{12} = \frac{0,7}{1,3 \cdot 1} = 0,54$$

$$t_{13} = \frac{2,1}{1,4 \cdot 2} = 0,75 \text{ и т.д.}$$

В  $T_{ц 11}$  межоперационное время составляет  $3 \cdot \frac{4}{16}$  (раб. дн.), где 3 ( $J_{11}$ ) — число операций по обработке детали номер 1 в первом цехе; 4 ( $t_{мо}$ ) — межоперационное время в час (выбирается студентом самостоятельно по данным таблицы 1); 2 ( $K_{см}$ ) — число смен работы в сутки; 8 ( $T_{см}$ ) — продолжительность смены.

При расчете  $T_{ц 11}$  не учитывается длительность естественных процессов, то есть  $t_{ес 11} = 0$ .

Аналогично определяется величина  $T_{ц 12}$  по детали 1 во втором цехе:

$$T_{ц 12} = \frac{1,0 \cdot 33}{2 \cdot 8} \cdot 2,14 + 5 \cdot \frac{4}{16} + 0 = 6 \text{ (раб. дн.)}.$$

Расчет  $T_{ц i}$  можно проводить с помощью таблицы 8.

Важным этапом является анализ результатов расчета  $T_{ц i1}$  и поиск путей ее сокращения. Длительность обработки партий деталей можно произвести путем проведения следующих мероприятий (в порядке их целесообразности):

- сокращение межоперационного времени ( $t_{мо}$ ) и организации параллельности обработки партии деталей по операциям ( $\delta < 1$ ) путем совершенствования оперативно-календарного планирования на участке;

- повышение производительности труда на операциях (повышение  $\gamma$ ) за счет привлечения более квалифицированных рабочих;

- параллельная обработка партии деталей на нескольких рабочих местах ( $q > 1$ ), уменьшение размеров партии деталей ( $n$ ), но при этом увеличиваются затраты на подготовительно-заключительные работы;

- введение сверхурочных работ ( $T_{см} > 8$ ) и повышение сменности работы (введение дополнительной смены, работа в выходные дни), но при этом увеличиваются затраты на заработную плату вследствие повышенной оплаты сверхурочных работ;

- сокращение норм штучно-калькуляционного времени за счет изменения технологии обработки деталей (применение более высокопроизводительных, но и более дорогих оборудования, инструмента,



режимов резания, методов получения заготовок и т.д.), при этом также увеличиваются затраты.

Таблица 8 — Расчет длительности производственных циклов обработки партий деталей

Номера цехов	Номера групп обоработования	Коэффициент выполнения норм времени $\gamma_{j1}$	$t_{ij} = t_{шк\ ij}/(\gamma_{i1} q_{ij})$						Размерность
			Номер детали						
			1		2		..	10	
			$q_{ij}$	$t_{ij}$	$q_{ij}$	$t_{ij}$		$q_{ij}$	
1	1	1,2	1	0,08					ч/шт.
	2	1,3	1	0,54					ч/шт.
	3	1,4	2	0,75					ч/шт.
Итого $\sum_{j=1}^J t_{1j}$			1,37						ч/шт.
Коэффициент параллельности $\delta_1$			1						
Размер партии деталей $n_{i1}$			33						шт.
Длительность производственного цикла в первом цехе $T_{цi1}$			4						раб. дн.
2	4	0,9	1	0,55			...		ч/шт.
	5	1,2	1	0,25			...		ч/шт.
	6	1,1	1	0,36			...		ч/шт.
	7	1,4	1	0,29			...		ч/шт.
	8	1,3	1	0,69			...		ч/шт.
Итого			2,14				...		ч/шт.
Коэффициент параллельности $\delta_2$			1,0				...		
Размер партии деталей $n_{i1}$			33				...		шт.
Длительность производственного цикла во втором цехе $T_{цi2}$			6				...		раб. дн.

### 4.3 Расчёт заделов, опережений запуска и выпуска партий деталей

В серийном производстве различают цикловые, оборотные и резервные заделы. Цикловые относят к внутрицеховым заделам, а оборотные и резервные — к межцеховым (складским).

Величина циклового задела по детали (сборочной единице, изделию)  $i$ -го наименования в  $l$ -м цехе рассчитывается как:

$$N_{ц\ il} = T_{ц\ il} \cdot N_{дн\ i}. \quad (14)$$

*Пример.* Для детали номер 1 в первом цехе

$$N_{ц\ 11} = 4 \cdot 6,6 = 26 \text{ (шт.)}.$$

Оборотные заделы возникают между смежными звеньями производства по следующим причинам:

- из-за различного характера поступления и потребления деталей (штучного и партионного);
- из-за различных ритмов (размеров) поступающих и потребляемых деталей;
- из-за сдвига момента потребления деталей, по сравнению с моментом их поступления (при некратности ритмов (размеров) партий деталей в смежных цехах).

В серийном производстве оборотные заделы рассчитывают в основном между цехами и участками, которые появляются из-за неравенства размеров партий деталей в них. Если отношение большего размера партий деталей к меньшему в смежных цехах (как в курсовом проекте) равно целому числу, то

$$N_{об\ i,l,l+1} = \frac{n_{il} - n_{il+1}}{2} = N_{дн\ i} \left( \frac{R_{il} - R_{il+1}}{2} \right), \quad (15)$$

где  $N_{об\ i,l,l+1}$  — оборотный задел по детали  $i$ -го наименования между смежными  $l$ -м и  $l+1$ -м цехами, шт.;  $n_{il}$  и  $n_{il+1}$ ;  $R_{il}$  и  $R_{il+1}$  — размеры (в шт.) и ритмы (раб. дн.) партий деталей в смежных  $l$ -м и  $l+1$ -м цехах.

При некратных размерах партий деталей в смежных цехах

$$N_{об\ i,l,l+1} = \frac{n_{il} + n_{il+1}}{2} - dn_{il,l+1} = N_{дн\ i} \left( \frac{R_{il} + R_{il+1}}{2} \right) - dR_{il,l+1}, \quad (16)$$

где  $dn_{il,l+1}$  и  $R_{il,l+1}$  — наибольший общий делитель соответственно для размеров (в шт.) и ритмов (в раб. дн.) партий деталей  $i$ -го наименования в смежных  $l$ -м и  $l+1$ -м цехах.

**В курсовом проекте оборотный задел появляется только между вторым и третьим цехами ( $N_{об\ i,2,3}$ ) из-за неравенства размеров (ритмов) партий деталей во втором и в третьем цехах ( $R_{i2}=5$ , а  $R_{i3}=1$ ).**

Пример расчета оборотного задела:

$$N_{об\ i,2,3} = \frac{n_{i2} - n_{i3}}{2} = \frac{33 - 7}{2} = N_{дн\ i} \frac{R_{i2} - R_{i3}}{2} = 6,6 \frac{5 - 1}{2} = 13 \text{ (шт.)}.$$

Резервные заделы являются овеществленным выражением резервных опережений между цехами и рассчитываются как

$$N_{р\ i,l,l+1} = T_{р\ i,l,l+1} \cdot N_{дн\ i}. \quad (17)$$

Пример. Резервный задел по детали номер 1 между вторым и третьим цехами

$$N_{р\ 1,2,3} = 2 \cdot 6,6 = 13 \text{ шт.},$$

где 2 ( $T_{р\ 1,2,3}$ ) — резервное опережение между вторым и третьим цехами (выбирается студентами самостоятельно на основе таблицы 1); 6,6 ( $N_{дн\ 1}$ ) — среднедневная потребность детали номер 1 на сборке изделий.

К календарно-плановым нормативам относятся также опережения запуска и выпуска партий деталей.

Опережение запуска партии деталей в цехе — время от момента запуска партии деталей в данном цехе до выпуска изделий со сборки, в которые вышла данная партия деталей.

Опережение выпуска партии деталей из цеха — время от момента выпуска партии деталей из данного цеха до выпуска изделий со сборки, в которые вышла данная партия деталей. Таким образом, опережение запуска партии деталей в цехе больше опережения выпуска партии деталей из цеха на величину длительности производственного цикла обработки партии деталей в данном цехе.

Опережения запуска и выпуска определяются в рабочих днях, так как в первую очередь используются для определения и контроля сроков запуска и выпуска партий деталей по цехам и участкам.

Опережения запуска и выпуска определяются также в штуках деталей:

$$O'_{z\ i/l} = O_{z\ i/l} \cdot N_{\text{дн } i}; \quad O'_{в\ i/l} = O_{в\ i/l} \cdot N_{\text{дн } i},$$

где  $O'_{z\ i/l}$  и  $O'_{в\ i/l}$  — опережения запуска и выпуска партии деталей  $i$ -го наименования в  $l$ -м цехе в штуках, а  $O_{z\ i/l}$  и  $O_{в\ i/l}$  — в рабочих днях;  $N_{\text{дн } i}$  — среднедневная потребность деталей  $i$ -го наименования на сборке изделий, шт./раб. дн.

Опережения запуска и выпуска в штуках показывают, насколько количество защищенных и выпущенных деталей в данном цехе должно опережать количество выпущенных изделий со сборки при планировании запуска и выпуска продукции на различных стадиях производственного процесса (в цехах, на участках) нарастающим итогом с начала года.

Опережение запуска и выпуска в штуках можно определять на основе заделов. Цикловые, оборотные и резервные заделы по детали данного наименования в сумме являются овеществленным выражением опережения запуска партии деталей. Поэтому суммарные (как нормативные, так и фактические) заделы по детали от  $l$ -го цеха до последнего являются опережениями запуска и выпуска в штуках:

$$O'_{в\ i/l} = \sum_{p=l}^{L-1} (H_{ц\ ip+1}, H_{об\ ip, p+1}, H_{р\ ip, p+1}); \quad (18)$$

$$O'_{z\ i/l} = O'_{в\ i/l} + H_{ц\ il}, \quad (19)$$

где  $p$  — переменная суммирования по цехам.

Пример расчета опережений запуска и выпуска в штуках на детали номер 1 представлен на рисунке 1.

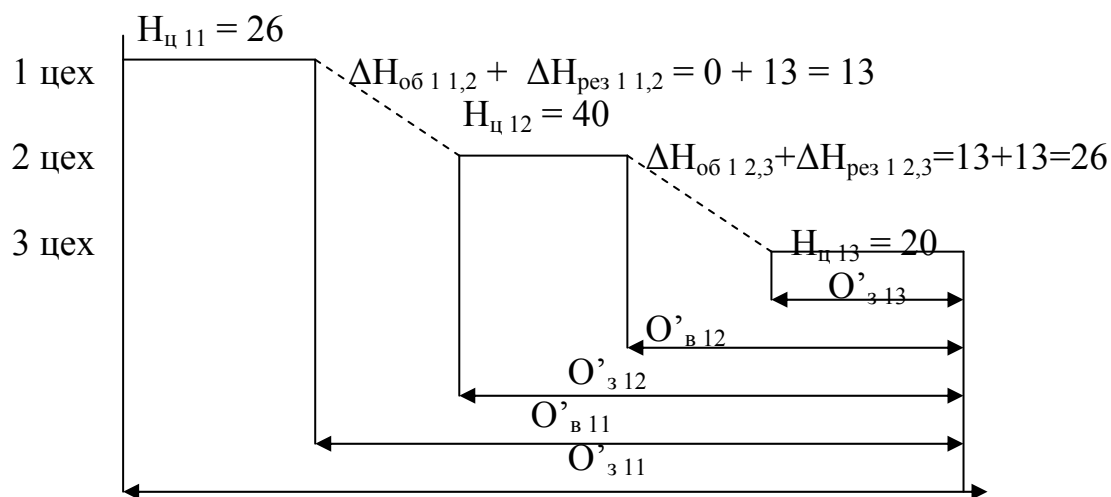


Рисунок 1 — Пример расчета опережений запуска и выпуска

Опережение запуска в штуках по детали номер 1 в первом цехе  $O'_{з11}$  определяется как:

$$O'_{з11} = H_{ц11} + H_{об1 1,2} + H_{рез1 1,2} + H_{ц12} + H_{об1 2,3} + H_{рез1 2,3} + H_{ц13} = 26 + 0 + 13 + 40 + 13 + 13 + 20 = 127 \text{ (шт.)},$$

где  $H_{ц11}$  (26),  $H_{ц12}$  (40),  $H_{ц13}$  (20) — в первом, втором, третьем цехах, шт.;  $H_{об1 1,2}$  (0),  $H_{рез1 1,2}$  (13) — оборотный и резервный заделы по детали номер 1 между первым и вторым цехами, шт.;  $H_{об1 2,3}$  и  $H_{рез1 2,3}$  — оборотный и резервный заделы по детали номер 1 между вторым и третьим цехами.

Опережение выпуска по детали номер 1 из первого цеха  $O'_{в11}$  равно:

$$O'_{в11} = 0 + 13 + 40 + 13 + 20 = 86 - 26 = 60 \text{ (шт.)}.$$

Для второго цеха

$$O'_{з12} = 40 + 13 + 13 + 20 = 86 \text{ (шт.)}$$

$$O'_{в12} = 13 + 13 + 20 = 46 \text{ (шт.)}.$$

Для третьего цеха

$$O'_{з13} = 20 \text{ (шт.)}; O'_{в13} = 0.$$

Аналогично определяются фактические опережения запуска и выпуска в штуках (таблица 9).

Фактические заделы в курсовой работе определяются в процентах (таблица 3) от нормативных: условный прием.

Например. Нормативный цикловой задел в первом цехе для первого изделия  $H_{ц11}$  определен по формуле 13 и равен 47. Фактический цикловой задел, исходя из таблицы 3, равен 90%. Тогда штучный фактический задел определяется:  $47 / 100 \cdot 90 = 42$  штуки.



## 5 СОСТАВЛЕНИЕ ПОДЕТАЛЬНОЙ МЕСЯЧНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЦЕХАМ

Расчет месячной производственной программы для цехов заключается в определении общего количества деталей (сборочных единиц, изделий), подлежащих запуску и выпуску за месяц, а также сроков запуска и выпуска партий деталей в течение месяца. Основой для ее составления служат план выпуска изделий заводом в планируемом месяце в соответствии с распределением ГППЗ по кварталам и месяцам, календарно-плановые нормативы и данные о фактических заделах (остатках) деталей на начало месяца в цехах и на складах.

Месячная производственная программа дает возможность подготовить производство к выполнению плана выпуска изделий, рассчитать потребность в необходимых материалах, инструментах и технологической оснастке, своевременно обеспечить ими цехи, принять меры к ликвидации «узких мест».

Для составления поддетального календарного плана-графика запуска-выпуска партий деталей и определения общего количества деталей, подлежащих запуску и выпуску в цехах за месяц с учетом партионности их изготовления, необходимо установить размеры первых запускаемой и выпускаемой партий, сложившихся на начало планируемого месяца в ходе производства.

### 5.1 Расчёт размеров и ритмов первых партий деталей

Размер первой запускаемой партии деталей  $n_{3il}$  в первом цехе принимается равным нормативному (расчетному) размеру  $n_i$ , то есть предполагается, что материалов (покупных полуфабрикатов) для её запуска достаточно. Для остальных цехов (второго, третьего и т.д.) в маршруте обработки детали размер первой запускаемой партии деталей:

$$n_{3il} \leq \overline{H}_{il-1,l}, \quad (20)$$

где  $\overline{H}_{il-1,l}$  — величина фактического задела между  $l-1$ -м и  $l$ -м цехами, шт. Если  $\overline{H}_{il-1,l} = 0$ , то  $n_{3il} = n_{в il-1}$  — размеру первой выпускаемой партии деталей в предыдущем  $l-1$ -м цехе.

Размер первой выпускаемой партии деталей  $n_{в il}$  зависит от величины фактического циклового задела  $\overline{H}_{ц il}$  в цехе:  $n_{в il} < \overline{H}_{ц il}$ . Если  $\overline{H}_{ц il} = 0$ , то есть на начало планируемого месяца в цехе все запущенные детали данного наименования выпущены, то  $n_{в il} = n_{3 il}$ .

*Пример.* Для детали номер 1 в первом цехе размер первой запускаемой партии деталей  $n_{3111}$  равен нормальному размеру, то есть 33 штукам. Размер первой выпускаемой партии деталей номер 1 в первом цехе  $n_{в 111}$  равен:

$$n_{в 111} = 130 - 107 = 23,$$

где 130 ( $N_{ц11}$ ) и 107 ( $\bar{H}_{ц11}$ ) — количество соответственно запускаемых и выпускаемых деталей номер 1 в первом цехе нарастающим итогом с начала года на первое января.

Обычно стремятся соблюсти условие  $n_{зil1} \leq n_{il}$  и  $n_{вil1} \leq n_{il}$ , где  $n_{il}$  — нормативный размер партии деталей, шт. В некоторых случаях допускается незначительное отклонение  $n_{вil1}$  и  $n_{зil1}$  от  $n_{il}$  в большую сторону.

При большой величине  $T_{цil}$  в цехе может находиться в обработке (цикловом заделе) одновременно несколько партий деталей соответствующего наименования, тогда  $\bar{H}_{цil} > n_{il}$ , может быть и  $\bar{H}_{il-1,l} > n_{il}$ . В этих случаях размеры первых партий деталей  $n_{вil1}$  и  $n_{зil1}$  устанавливаются отличными от  $n_{il}$ , остальные (вторая, третья и т. д.) партии деталей, находящиеся в заделе, планируются к запуску и выпуску нормативными размерами  $n_{il}$ .

Например, фактическая величина циклового задела в цехе равна 135 шт., а нормативный размер партии деталей равен 50 шт. Тогда первую партию можно выпустить размером 35 шт., а последующие (вторую и третью) — нормативным размером в 50 шт.

Если бы величина была равна 110 шт., например, то можно было бы взять размер первой выпускаемой партии деталей в 60 шт., а второй — 50 шт.

В курсовой работе возможны различные варианты размеров  $n_{зil1}$  и  $n_{вil1}$ , устанавливаемые студентами, так как сведений о фактически сложившихся размерах партий деталей в исходных данных не приводится.

Расчет месячной производственной программы проводится для одного из первых двух цехов на январь месяц. Результаты расчёта сводятся в таблицу 10.

**Таблица 10 — Месячная производственная программа для цеха 1 на январь 20 года**

Номера деталей	Календарно-плановые нормативы					Фактически на начало месяца нарастающим итогом		Размеры первых партий деталей		Месячная программа без учета партийности, шт.		Месячная программа с учетом партийности, шт.		Общее число партий деталей, выпускаемых за месяц
	$R_{il}$ , раб. дн.	$n_{il}$ , шт.	$T_{цil}$ , раб. дн.	$O'_{зil}$ , шт.	$O'_{вil}$ , шт.	запущено $N_{зil}$ , шт.	выпущено $N_{вil}$ , шт.	запускаемой $n_{зil1}$	выпускаемой $n_{вil1}$	по запуску $N_{зmi1}$	по выпуску $N_{вmi1}$	по запуску $N_{зmi1}^*$	по выпуску $N_{вmi1}^*$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	5	33	7	102	149	157	114	33	10	123	119	132	142	5
2														
.....														
9														
10														

## 5.2 Расчёт общего количества деталей, подлежащих запуску и выпуску за месяц

Количество деталей, которое необходимо запустить и выпустить в цехе за месяц для обеспечения сборки изделий и бесперебойной равномерной работы последующих цехов в соответствии с системой оперативно-производственного планирования «по заделам», применяемой в курсовом проекте, рассчитывается обратного ходу производственного процесса: вначале для последнего — сборочного (в курсовой работе — третьего) цеха, затем для второго и первого.

Количество деталей, которое должно быть «выпущено» из сборочного цеха (войти в собранные изделия) за месяц, равно:

$$N_{\text{в м i сб}} = \sum_{m=1}^M N_m \cdot K_{im}, \quad (21)$$

где  $N_m$  — количество изделий  $m$ -го наименования, которое надо выпустить со сборки в планируемом месяце, шт.;  $K_{im}$  — применяемость  $i$ -той детали в  $m$ -ном изделии.

Для любого другого цеха:

$$N_{\text{в м i l}} = N_{\text{з м i l+1}} + \Delta H_{i,l,l+1}, \quad (22)$$

где  $N_{\text{з м i l+1}}$  — количество деталей  $i$ -го наименования, которое надо запустить в планируемом месяце в следующем  $l+1$ -м цехе, шт.;  $\Delta H_{i,l,l+1} = H_{i,l,l+1} - \bar{H}_{i,l,l+1}$  — отклонение нормативной величины межцехового (среднего оборотного и резервного) задела от фактической, шт.

Количество деталей  $i$ -го наименования, которое должно быть выпущено за месяц в  $l$ -м цехе  $N_{\text{з м i l}}$  равно:

$$N_{\text{з м i l}} = N_{\text{в м i l}} + \Delta H_{\text{ц i l}}, \quad (23)$$

где  $\Delta H_{\text{ц i l}} = H_{\text{ц i l}} - \bar{H}_{\text{ц i l}}$  — отклонение нормативной величины циклового задела от фактической в  $l$ -м цехе, шт.

Расчет общего количества деталей, подлежащих запуску и выпуску за месяц (без учета партионности), удобно проводить с помощью таблицы 11.

Пример для детали номер 1:

$$N_{\text{в м 1 сб}} = (45 \cdot 2 + 42 \cdot 1) = 132 \text{ шт./мес.},$$

где 45 ( $N_{\text{м в}}$ ) и 42 ( $N_{\text{м з}}$ ) — количество изделий первого и второго наименования, которое надо выпустить с завода в январе (см. таблицу 5); 2 ( $K_{11}$ ) и 1 ( $K_{13}$ ) — применяемость детали номер 1 соответственно в первом и третьем изделиях (таблица 4).

$$N_{\text{з м 1 сб}} = 132 + (20 - 16) = 136 \text{ (шт./мес.)},$$

где 20 ( $H_{\text{ц 13}}$ ) и 16 ( $\bar{H}_{\text{ц 13}}$ ) — соответственно нормативный и фактический заделы по детали 1 в третьем (сборочном) цехе.

$$N_{\text{в м 12}} = 136 + [(13 - 14) + (13 - 16)] = 136 - 4 = 132 \text{ (шт./мес.)},$$

где 13 ( $H_{\text{об 12,3}}$ ) и 14 ( $\bar{H}_{\text{об 12,3}}$ ) — нормативный и фактический оборотный задел по детали номер 1 между вторым и третьим цехами; 13 ( $H_{\text{р 12,3}}$ ) и 16 ( $\bar{H}_{\text{р 12,3}}$ ) —



нормативный и фактический задел между вторым и третьим цехами.

$$N_{3M12} = 132 + (40 - 48) = 132 - 8 = 124 \text{ (шт./мес.)},$$

где 40 ( $N_{ц12}$ ) и 48 ( $\overline{H}_{ц12}$ ) — нормативный и фактический заделы по детали номер 1 во втором цехе.

$$N_{BM11} = 124 + (13 - 13) = 124 \text{ (шт./мес.)},$$

где 13 ( $N_{p11,2}$ ) и 14 ( $\overline{H}_{p11,2}$ ) — нормативный и фактический заделы по детали номер 1 между первым и вторым цехами.

Оборотный задел между первым и вторым цехами отсутствует.

$$N_{3M11} = 124 + (26 - 23) = 124 + 3 = 127 \text{ (шт./мес.)},$$

где 26 ( $N_{ц11}$ ) и 23 ( $\overline{H}_{ц11}$ ) — нормативный и фактический заделы по детали номер 1 в первом цехе.

**Таблица 11 — Расчёт месячной производственной программы для цеха 1 на январь 20\_\_ года (по запуску и выпуску) без учёта партионности**

Номер детали	$N_{вмi3}$ , шт.	$\Delta N_{иi3}$ , шт.	$N_{3mi3}$ , шт.	$\Delta N_{i23}$ , шт.	$N_{вмi2}$ , шт.	$\Delta N_{иi2}$ , шт.	$N_{3mi2}$ , шт.	$\Delta N_{иi2}$ , шт.	$N_{вмi1}$ , шт.	$\Delta N_{иi1}$ , шт.	$N_{3mi1}$ , шт.
1	132	4	136	-4	132	-8	124	-1	124	3	127

Но в вышеперечисленных формулах не учтено, что детали обрабатываются партиями. С учетом партионности количество деталей, подлежащих запуску и выпуску за месяц, рассчитывается как:

$$N_{3Mil}^* = \left] \frac{N_{3Mil} - n_{3il1}}{n_{il}} \right[ \cdot n_{il} + n_{3il1}; \quad (24)$$

$$N_{BMil}^* = \left] \frac{N_{BMil} - n_{Bil1} - n_{3il1}}{n_{il}} \right[ \cdot n_{il} + n_{Bil1} + n_{3il1}. \quad (25)$$

Очевидно, что  $N_{3Mil}^* \geq N_{3Mil}$ , а  $N_{BMil}^* \geq N_{BMil}$ .

Пример. Для детали номер 1 месячная программа в первом цехе по выпуску  $N_{BM11}^*$  и запуску  $N_{3M11}^*$  с учетом партионности равна:

$$N_{3M11}^* = \left] \frac{129 - 33}{33} \right[ + 33 = 3 \cdot 33 + 33 = 132 \text{ (шт./мес.)},$$

где 33 ( $n_{3111}$ ) — размер первой запускаемой партии деталей номер 1 в первом цехе (здесь совпадает с нормативным размером  $n_{11} = 33$ ). Обратные скобки означают, что округление производится до ближайшего целого числа.

$$N_{BM11}^* = \left] \frac{127 - 33 - 23}{33} \right[ + 33 + 32 = 3 \cdot 33 + 33 + 23 = 155 \text{ (шт./мес.)},$$

где 33 ( $n_{3111}$ ) и 23 ( $n_{B111}$ ) — размер первой запускаемой и первой выпускаемой партий деталей номер один в первом цехе. (Обычно  $N_{BMil}^* > N_{BMil}$ . Редкий случай, когда  $N_{BM11} = N_{BM11}^*$ ).

Расчет  $N_{3\text{Mil}}^*$  и  $N_{\text{В Mil}}$  можно производить путем суммирования партий деталей, подлежащих соответственно запуску и выпуску в течение планируемого месяца.

Тогда:

$$N_{3\text{Mil}}^* = n_{3\text{il}1} + (K_{\text{ПЗ il}} - 1) \cdot n_{\text{il}}; \quad (26)$$

$$N_{\text{В Mil}}^* = n_{\text{В il}1} + n_{3\text{il}1} + (K_{\text{ПВ il}} - 2) \cdot n_{\text{il}}, \quad (27)$$

где  $K_{\text{ПЗ il}}$  и  $K_{\text{ПВ il}}$  — число партий деталей  $i$ -го наименования, соответственно запускаемых и выпускаемых в планируемом месяце в  $l$ -м цехе (здесь предполагается, что  $n_{3\text{il}1}$  будет выпущена в планируемом месяце).

Количество запускаемых и выпускаемых партий деталей берется из таблиц 12 и 13. Одновременное сравнение их величин в указанных таблицах (должны быть одинаковые значения) служит контролем правильности расчетов.

Учет партионности изготовления деталей обеспечивает как своевременный выпуск изделий со сборки и равномерную работу последующих цехов, так и ритмичный запуск-выпуск партий деталей в данном и последующих цехах.

Значения месячной производственной программы, полученные в таблице 11, и другие результаты расчетов сводятся в таблицу 10.

### 5.3 Расчёт сроков запуска и выпуска партий деталей

Срок выпуска первой партии деталей с начала планируемого месяца (через сколько дней относительно начала планируемого месяца должна быть выпущена первая партия деталей)  $D_{\text{В il}1}$  определяется по формуле:

$$D_{\text{В il}1} = \frac{\bar{N}_{\text{В il}} - \sum_{m=1}^M N_{\text{Сб } m} \cdot K_{\text{им}} - O'_{\text{В il}}}{N_{\text{Дн } i}}, \quad (28)$$

где  $N_{\text{Сб } m}$  и  $\bar{N}_{\text{В il}}$  — количество  $m$ -х изделий и  $i$ -х деталей, выпущенных на начало планируемого месяца соответственно из сборочного и  $l$ -го цехов нарастающим итогом с начала года, шт.

Разность  $\bar{N}_{\text{В il}} - \sum_{m=1}^M N_{\text{Сб } m} \cdot \bar{K}_{\text{им}} = O'_{\text{В il}}$  есть фактическое опережение

выпуска партии деталей  $i$ -го наименования из  $l$ -го цеха в штуках, то есть определяется аналогично  $O'_{\text{В il}}$ , но все показатели  $\bar{N}_{\text{ц}}$ ,  $\bar{N}_{\text{об}}$ ,  $\bar{N}_{\text{р}}$  — фактические в штуках.

Тогда:

$$D_{\text{В il}1} = \left[ \frac{\bar{O}'_{\text{В il}} - O'_{\text{В il}}}{N_{\text{Дн } i}} \right] \cdot \quad (29)$$

$$N_{\text{дн } i}$$

Срок выпуска второй партии деталей, равной  $n_{3 \text{ il } 1}$  (или нормативному размеру  $n_{\text{il}}$ , если  $n_{3 \text{ il } 1} = 0$ ), определяется как:

$$D_{\text{в il } 2} = D_{\text{в il } 1} + \left] \frac{n_{\text{в il } 1}}{N_{\text{дн } i}} \right[. \quad (30)$$

Следующие (третья, четвертая и т. д.) партии деталей запускаются и выпускаются нормативными размерами  $n_{\text{il}}$  через ритм  $R_{\text{il}}$ , то есть:

$$D_{\text{в il } \eta} = D_{\text{в il } \eta-1} + R_{\text{il}}, \quad (31)$$

где  $\eta$  — индекс партий деталей ( $\eta = 3 \dots \bar{K}_{\text{п в}}$ ;  $\bar{K}_{\text{п в}}$  — общее число партий деталей, выпускаемых за месяц).

Сроки запуска партий деталей определяются как:

$$D_{3 \text{ il } 2} = D_{\text{в il } 2} - T_{\text{ц il}}; \quad (32)$$

$$D_{3 \text{ il } \eta} = D_{\text{в il } \eta} - T_{\text{ц il}}. \quad (33)$$

В тех случаях, когда  $0 < \bar{H}_{\text{ц il}} < H_{\text{ц il}}$ , получается, что  $n_{\text{в il } 1}$  запущена в предыдущем месяце.

Отрицательные значения дат запуска и выпуска партий деталей, в первую очередь  $D_{3 \text{ il } 1}$ ,  $D_{\text{в il } 1}$ , показывают, на сколько рабочих дней раньше начала планируемого месяца должны были быть запущены и выпущены соответствующие партии деталей ( $n_{3 \text{ il } 1}$  и  $n_{\text{в il } 1}$ , иногда и последующие). Так как они не были запущены (выпущены) своевременно, то на начало планируемого месяца они являются отстающими и должны быть поскорее выпущены. В курсовой работе студенты сами устанавливают сроки запуска и выпуска отстающих партий деталей, обычно в первые дни планируемого месяца.

Сроки запуска  $D_{3 \text{ il } \eta}$  и размеры партий деталей являются основанием для определения количества и сроков обеспечения цехов материалами, специальным инструментом и технологической оснасткой. На основе значений  $n_{\text{в il } 1}$ ,  $D_{3 \text{ il } \eta}$  и  $D_{\text{в il } \eta}$  планируют грузопотоки на предприятии.

Пример для детали номер один в первом цехе.

Фактическое опережение запуска партии деталей номер один в первом цехе в штуках  $\bar{O}'_{3 \text{ il } 1}$  по данным таблицы 9 равно:

$$\begin{aligned} \bar{O}'_{3 \text{ il } 1} &= 23 + 13 + 48 + 14 + 16 + 16 = 130 \text{ (шт.)}; \\ \bar{O}'_{\text{в il } 1} &= 48 + 16 + 14 + 13 + 16 = 130 - 23 = 107 \text{ (шт.)}. \end{aligned}$$

Дата выпуска первой выпускаемой партии деталей номер один в первом цехе:

$$D_{\text{в il } 1} = \frac{107 - 99}{6,6} = 1 \text{ (раб. дн.)}.$$

Даты выпуска последующих партий деталей номер один в первом цехе

(третьей, четвертой и т.д.), выпускаемых через нормативный ритм запуска (выпуска) партий деталей:

$$D_{в 113} = 5 + 5 = 10 \text{ (раб. дн.)};$$

$$D_{в 114} = 9 + 5 = 14 \text{ (раб. дн.)};$$

$$D_{в 115} = 14 + 5 = 20 \text{ (раб. дн.)}.$$

Запускаются партии деталей раньше на число дней, равное  $T_{ц ил}$ :

$$D_{з 111} = 1 - 4 = -3 \text{ (раб. дн.)}.$$

Таким образом, первая выпускаемая партия деталей номер один в первом цехе должна быть запущена в предыдущем месяце.

$$D_{з 112} = 5 - 4 = 1 \text{ (раб. дн.)}.$$

Таким образом, вторая партия этих деталей запускается в первый рабочий день января.

Последующие партии (третья, четвертая и т.д.) этих деталей запускаются через ритм запуска партии деталей, то есть

$$D_{з 113} = 10 - 4 = 1 + 5 = 6;$$

$$D_{з 114} = 15 - 4 = 6 + 5 = 11;$$

$$D_{з 115} = 20 - 4 = 11 + 5 = 16.$$

Результаты расчета сводятся в таблицу 12.

Таблица 12 — Сроки запуска и выпуска партий деталей в цехе ... на январь 20\_\_ г.

Номер партии	1		2		3		4		5	
	Дата запуска и выпуска партий деталей в первом цехе на январь 200... года, раб. дн									
Номер детали	$D_{в ил1}$	$D_{з ил1}$	$D_{в ил2}$	$D_{з ил2}$	$D_{в ил3}$	$D_{з ил3}$	$D_{в ил4}$	$D_{з ил4}$	$D_{в ил5}$	$D_{з ил5}$
1	1	-3	5	1	10	6	15	11	20	16
2										
.....										
10										

#### 5.4 Составление графика запуска–выпуска партий деталей

Составляют два вида календарных планов-графиков (КПГ): поддетальный и поддетально-пооперационный. В поддетальных указываются сроки начала и окончания обработки партий деталей в цехе (на участке). В поддетально-пооперационных графиках (графиках загрузки оборудования) указываются сроки запуска и выпуска партий деталей по рабочим местам.

В поддетальных КПГ сроки запуска и выпуска партий деталей в цехе устанавливаются с учетом обеспечения своевременной поставки деталей на сборку изделий и ритмичного запуска-выпуска партий деталей в последующих цехах. В принципе поддетальный КПГ можно строить по срокам запуска-

выпуска партий деталей, определяемых в разделе 5.3, при составлении месячной производственной программы цехам исходя из  $N_{днi}$  — средневневной потребности деталей на сборке, которая может иметь дробное значение. Однако более точно определяются сроки запуска-выпуска партий деталей по подетальному КПП с учетом целого количества деталей, выпускаемых за день из цеха, что более естественно.

Подетальный КПП строится по форме, приведенной в таблице 13. Планирование и учет запуска и выпуска деталей ведется нарастающим итогом с начала года. Количество деталей, фактически выпущенных  $\bar{N}_{в il}$  и запущенных  $\bar{N}_{з il}$  нарастающим итогом на начало января, равно

$$\bar{N}_{в il} = \bar{O}'_{в il} = \sum_{p=1}^L (\bar{H}_{ц ip+1} + \bar{H}_{ip, p+1}); \quad (34)$$

$$\bar{N}_{з il} = \bar{O}'_{з il} = \sum_{p=1}^L (\bar{H}_{ц ip} + \bar{H}_{ip, p+1}). \quad (35)$$

Количество же деталей, которое должно быть на этот момент времени запущено и выпущено нарастающим итогом по плану, равно в январе нормативным опережениям значений опережений запуска и выпуска в штуках, то есть:

$$N_{з il} = O'_{з il}; \quad (36)$$

$$N_{в il} = O'_{в il}. \quad (37)$$

**Соотношения (34), (35) и (36) справедливы только на начало января (года).** Запуск и выпуск деталей нарастающим итогом на конец января по плану должны составить:

$$N_{з il}^* = \bar{N}_{з il} + N_{з м il}; \quad (38)$$

$$N_{в il}^* = \bar{N}_{в il} + N_{в м il}. \quad (39)$$

Если  $N_{дн il}$  является дробной величиной, то часть дней планируемого месяца  $D'_p$  эта деталь выпускается количеством  $[N_{дн il}]$ , округленным до ближайшего меньшего целого числа, а другая часть рабочих дней месяца, равная:

$$D''_p = D_p - D'_p \quad (40)$$

количеством  $]N_{дн il}[$ , округленным до ближайшего большего целого числа.

Величины  $D'_p$  и  $D''_p$  определяются из уравнения:

$$D'_p [N_{дн il}] + (D_p - D'_p) ]N_{дн il}[ = D_p N_{дн il}. \quad (41)$$

Обычно на практике большим количеством  $]N_{дн il}[$  детали планируются к выпуску в конце месяца, но возможны и другие варианты: в любой части месяца поочередно то количеством  $[N_{дн il}]$ , то  $]N_{дн il}[$  и т. п.

*Пример.* Для детали номер один, у которой  $N_{дн 1} = 6,6$  в январе 2014 года.

$$D'_p \cdot 6 + (20 - D'_p) \cdot 7 = 20 \cdot 6,6 = (6 - 7) \cdot D'_p + 140 = 132 = - D'_p = -8.$$

Отсюда  $D'_p = 8$  раб. дн.;  $D''_p = 20 - 8 = 12$ , то есть деталь номер один в

январе 2014 года 8 рабочих дней выпускалась по 6 штук в день, а 12 рабочих дней – по 7 штук в день.

Проверка:  $6 \times 8 + 12 \times 7 = 20 \times 6,6 = 132$  (шт./мес.).

При составлении поддетального КПП используются многие данные из таблицы 10: КПП ( $n_{il}, R_{il}, T_{цil}, O'_{zil}, O'_{vi}$ ),  $N_{zil}, N_{vil}$ .

В поддетальном КПП (таблица 13) каждой детали отводится три строки:

- в первой указывается дневной выпуск деталей  $N_{днilk}$ ;
- во второй — выпуск деталей нарастающим итогом с начала года на  $k$ -й рабочий день:

$$N_{vil k} = N_{vil k-1} + N_{днilk}; \quad (42)$$

- в третьей — непосредственно график запуска-выпуска партий деталей.

В последних графах записываются  $N_{z m il}^*$  и  $N_{v m il}^*$ , определяемые по поддетальному КПП как сумма соответственно запускаемых и выпускаемых за месяц партий деталей. Их значения должны совпадать с соответствующими значениями в таблице 11, что является контролем правильности составления месячной производственной программы и поддетального КПП.

Отстающие детали по возможности стремятся запустить и выпустить в первые дни месяца. Срок выпуска очередной партии детали  $D_{vil \eta}$  — тот рабочий день, по который обеспечен выпуск деталей нарастающим итогом выпуском предыдущей партии деталей. Срок запуска партии деталей:

$$D_{zil \eta} = D_{vil \eta} - T_{цil}. \quad (43)$$

Длительность производственного цикла обработки партии деталей изображается сплошной линией. Над ней записывается дробь, в которой в числителе — размер партии деталей, а в знаменателе — количество деталей, выпущенных нарастающим итогом с начала года, определяемое как

$$N_{vil \eta} = N_{vil \eta-1} + n_{il \eta}, \quad (44)$$

где  $N_{vil \eta-1}$  — количество деталей нарастающим итогом при выпуске предыдущей  $\eta-1$ -й партии деталей.

В некоторых случаях (например, по детали 2 в таблице 13) отставание может быть ликвидировано только после выпуска нескольких партий деталей. На примере этой детали следует обратить внимание также на следующее. Вторая партия деталей этого наименования может быть запущена только в планируемом месяце. Чтобы выпустить ее своевременно через ритм, как показано штриховой линией, надо принять меры к сокращению  $T_{цil}$  (например, организовать параллельную обработку этой партии одновременно на нескольких рабочих местах при построении поддетально-пооперационного КПП). Иначе, что показано сплошной жирной линией, при выпуске второй партии деталей еще не будет ликвидировано отставание и достигнут ритмичный запуск-выпуск партий деталей.

Таблица 13 — График запуска-выпуска партий деталей в ... цехе на январь 20\_\_ г.

Месячная программа с учетом партионности	По выпуску		126				82		
	По запуску		152				100		
Рабочие дни	22	7	267	38/309		4	113		20/155
	21	7	260			3	109		
	20	7	253			4	106	20/135	
	19	7	246			3	102		
	18	7	239			4	99		
	17	7	232	38/271		3	95		
	16	7	225			4	92		
	15	6	218			3	88		
	14	6	212			4	85	20/115	
	13	6	206			3	81		
	12	6	200	38/233		4	78		
	11	6	194			3	74		
	10	6	188			4	71		
	9	6	182			3	67		
	8	6	176			3	64		
	7	6	170			3	61		
	6	6	164			3	58		
	5	6	158	38/195		3	55		
	4	6	152			3	52	20/75	
	3	6	146		12/157	3	49		
2	6	140		3		46			
1	6	134(128+6)			3	43(40+3)	22/55		
Показатели плана-графика			Выпуск за день	Выпуск нарастающим итогом с начала года	График запуска партий деталей	Выпуск за день	Выпуск нарастающим итогом с начала года	График запуска-выпуска партий деталей	
Срок выпуска первой партии деталей Dв il, раб. дн.	Принятый	3			1				
	Расчетный	3			2				
Выпуск нарастающим итогом с начала года, шт.	Фактический Nв il	145			33				
	Планируемый Nв il	128			40				
Среднедневной выпуск деталей из цеха		6,3			3,3				
Месячная программа по выпуску N <sub>вм il</sub>		122			80				
Номер детали		1			2				

Составление подетально-пооперационного КПП — многовариантная, сложная и трудоемкая задача. Многовариантность ее обуславливается двумя моментами:

1) выбором партии деталей конкретного наименования из числа всех, требующих обработки на соответствующей группе взаимозаменяемого оборудования (рабочем месте),

2) выбором из группы взаимозаменяемого оборудования рабочего места для обработки на нем рассматриваемой партии деталей.

В зависимости от целей подетально-пооперационные КПП могут составляться на различные отрезки времени: на месяц — для получения более обоснованных месячных производственных программ, а также сроков запуска и выпуска партий деталей, увязанных с загрузкой оборудования; неделю, декаду — для моделирования хода производства с целью его анализа и выявления «узких мест», а также для выполнения при устойчивом ходе производства; на сутки — при составлении сменно-суточных заданий с учетом фактического хода производства в качестве руководства для выполнения.

В курсовой работе подетально-пооперационный КПП строится для одного цеха — того же, что и подетальный КПП, на основе следующих данных:

- по цеху известны номенклатура обрабатываемых деталей, состав оборудования и сменность его работы;

- по наименованию детали заданы маршрут обработки по операциям — группам оборудования (устанавливаются студентами), календарно-плановые нормативы, сроки выпуска партий деталей исходя из подетального КПП;

- по детали операции даны норма штучно-калькуляционного времени, закрепление за группой взаимозаменяемого оборудования (за рабочим местом), длительность обработки партии деталей в сменах, определяемая по формуле

$$t_{n\ ij} = \frac{n_i \cdot t_{шк\ ij}}{\gamma_j \cdot T_{см}}. \quad (45)$$

Построение подетально-пооперационного КПП по каждой партии деталей вручную производится обратного ходу технологического процесса, начиная с последней операции, срок окончания которой берется из подетального КПП. Время контроля и транспортировки партии деталей с операции на операцию задается самими студентами, например в пределах 0...3 часа.

При построении подетально-пооперационного КПП стремятся выдержать сроки выпуска партии деталей из цеха, минимизировать простои оборудования и сократить время пролеживания партий деталей между операциями.

При совпадении сроков изготовления нескольких партий деталей на одном рабочем месте производят сдвиг на более ранний срок изготовления менее трудоемких деталей. Это, с одной стороны, обеспечивает выпуск ее к сроку, а с другой — не приводит к значительному увеличению незавершенного производства.



Если детали операция закреплена за группой взаимозаменяемого оборудования, то она включается в КПП по тому рабочему месту, которое свободно или быстрее всего освободиться, то есть где данная партия деталей может быть обработана раньше всего. Количество рабочих мест, на которых одновременно обрабатывается партия деталей, вид движения партии деталей по операциям (последовательный или параллельно-последовательный), а также размер транспортной партии деталей выбираются в процессе построения КПП, исходя из требований сокращения  $T_{ц. и}$  (особенно для отстающих партий деталей), простоев оборудования, межоперационного пролеживания партий деталей при условии обеспечения непрерывности обработки партии деталей.

Подетально-пооперационный КПП составляется по форме, приведенной в таблице 14. Над длительностью обработки партии деталей на каждом рабочем месте (операции) указывается номер детали с индексами, соответствующими номеру операции и порядковому номеру партии деталей в течение планируемого месяца. Например, А31 означает, что первая партия детали А обрабатывается на третьей операции. При этом надписи и обозначения для разных наименований деталей следует рисовать разноцветными карандашами или разными линиями.

В результате составления подетально-пооперационного КПП получается график загрузки каждого рабочего места. Он дает большие возможности для анализа. С его помощью студентам необходимо проанализировать время межоперационного пролеживания, длительность производственных циклов обработки партий деталей, получить информацию о плановых простоях каждого рабочего места, группы взаимозаменяемого оборудования в цехе, сравнить эти данные с нормативными, заданными в качестве исходных данных в таблице 1 и др.

После построения подетально-пооперационного КПП необходимо перенести полученные по нему с учетом загрузки оборудования сроки изготовления партий деталей в таблицу 14 на подетальный календарный план-график, выделив их другим цветом, и сравнить.

Таблица 14 — Подетально-пооперационный КППГ для цеха ...  
на ..... месяц 20... года

Номера станков	Наименования станков	Выполнение операций по рабочим дням и сменам																											
		1		2		3		4		5		6		7		8		22											
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	...	1	2									
1		A 11		B 21						C 31																			
2		B 11		A 21				C 21						B 31															
3		C 11				A 31				Tц A																			
		Tц B										Tц C																	

## 6 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ О ПОРЯДКЕ ВЫДАЧИ, ОФОРМЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выполнение курсовой работы начинается после выдачи студенту индивидуального задания. Сдача работы на проверку и защита происходят в сроки, установленные учебным графиком.

Для написания курсовой работы студентом используются конспекты лекций, практических занятий, литература, рекомендуемая преподавателем и настоящими методическими указаниями.

Пояснительная записка оформляется на листах белой бумаги желательного формата А4 (210x297 мм). Рекомендуется шрифт «кегель 14» через 1,5 межстрочных интервала, поля – по 20 мм.

Страницы нумеруют арабскими цифрами в правом верхнем углу. Титульный лист и содержание включают в общую нумерацию. Нумерация страниц начинается с содержания.

Каждая структурная часть текста начинается с новой страницы с заголовка, написанного прописными буквами: СОДЕРЖАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ, ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ, СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.

Текст основной части делится на разделы, подразделы и пункты. Разделы нумеруются арабскими цифрами с точкой в конце. Подразделы нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого раздела: «1.2».

Перечисления в тексте при необходимости обозначают арабскими цифрами с круглой скобкой: «1».

Заголовки разделов располагают на отдельной строке симметрично тексту, заголовки подразделов — с абзаца (15-17 мм от края поля). Заголовки разделов пишут прописными буквами, заголовки подразделов — строчными (кроме первой прописной). Переносы слов в заголовках не допускаются. Точки в конце заголовка не ставят. Подчеркивание заголовка не допускается.

В тексте не допускается:

- сокращать наименования единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц в головках и боровиках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы;

- использовать знак «-» перед отрицательными значениями величин, следует писать «минус»;

- употреблять математические знаки «>», «<», «=» и т.п., а также знаки «№» и «%» без цифр;

- применять индексы стандартов «ГОСТ Р», «ОСТ», «РСТ» без регистрационного номера.

Иллюстрации выполняют с помощью компьютера и принтера, можно карандашом, пастой, чернилами или тушью темного цвета на белой бумаге, миллиметровке или кальке. Иллюстрации могут быть расположены по тексту после первой ссылки на них или на отдельных листах так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота текста или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации должны иметь название, располагающееся над рисунком, и могут иметь поясняющие надписи под ним. Иллюстрации обозначают словом «Рис.» и нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела: «Рис. 3.1».

При ссылке на иллюстрацию указывают ее порядковый номер: «рис. 1.2».

Для снижения объема и трудоемкости исполнения работы в текстах применяют сокращения. Существуют общепринятые сокращения, например: вуз (высшее учебное заведение), ГОСТ (государственный общероссийский стандарт) и др. Применять общепринятые сокращения следует в соответствии с ГОСТ 7.12-77 «СИБИД. Сокращение русских слов и словосочетаний в библиографическом описании».

Таблицу размещают по возможности без разрыва после первого упоминания так, чтобы ее было удобно читать без поворота текста или с

поворотом по часовой стрелке. Таблицы нумеруются в пределах раздела арабскими цифрами: «Таблица 2.1». На все таблицы должны быть ссылки в тексте: «табл. 2.2».

Таблица должна иметь заголовок, расположенный ниже ее номера и начинающийся с прописной буквы. Если все показатели, приведенные в таблице, имеют одинаковую единицу измерения, то ее обозначение помещают над таблицей через запятую после заголовка. Обозначение единицы, общей для всех данных в строке или графе, указывают в соответствующей строке боковика или в заголовке графы.

Делить головки таблицы по диагонали не допускается.

При переносе таблицы на другой лист заголовок помещают только над первой частью, а головку или боковик повторяют на каждом листе. В правом верхнем углу пишут «Продолжение табл. 2.3».

Формулы выделяют из текста свободными строками, если к ним есть пояснения. Пояснение значений символов приводят под формулой, отделив ее запятой, в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Первая строка начинается со слова «где» без двоеточия, значение каждого символа следует с новой строки. Формулы нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела только при наличии ссылок на них в тексте, помещают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Ссылки на формулы указывают порядковые номера формул в скобках: «в формуле (2.1)».

Титульный лист оформляется по прилагаемой форме (Приложение А). Пояснительная записка содержит перечень ключевых слов и краткую аннотацию проекта на тему «Оперативно-календарное планирование на промышленном предприятии». Задание выдается преподавателем по установленной форме (Приложение Б).

В курсовой работе осуществляется оперативно-календарное планирование на условном машиностроительном заводе. Определяется оптимальная годовая производственная программа завода (ГППЗ), производится ее расчет и т.д.

## Список литературы

### Основная

- 1 Гаджинский А. М. – Логистика : учебник. – М. : ИВЦ «Маркетинг», 2000. – 375 с.
- 2 Логистика : учебник / под. ред. Б. А. Аникина. 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2008. – 368 с. (Серия «Высшее образование»)
- 3 Сергеев В. И. Логистика в бизнесе. – М. : Инфра-М, 2001. – 608 с.
- 4 Соколицын С. А., Дуболазов В. А. Автоматизированные системы управления машиностроительным предприятием. –Л. : ЛГУ, 1980. – 284 с.
- 5 Логистика: Тренинг и практикум : учебное пособие / Б. А. Аникин, В. М. Вайн, В. В. Водянова [и др.] ; под. ред. Б. А. Аникина, Т. А. Родкиной. – М. : Проспект, 2009. – 448 с.

#### Дополнительная

- 1 Неруш Ю. М. Логистика : учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ТК Велби; Изд-во «Проспект», 2008. – 520 с.
- 2 Гаврилов Д. А. Управление производством на базе стандарта MRP-II. – СПб. : Питер, 2002. – 320 с.
- 3 Кузин Б. И., Соколицын С. А. Организация и оперативное управление машиностроительным производством. – Л. : Машиностроение, 1988. – 507 с.
- 4 Голиков Е. А. Маркетинг и логистика : учебное пособие. – М. : Изд. дом «Дашков и К<sup>0</sup>», 1999. – 412 с.
- 5 Практикум по логистике : учебное пособие / под ред. Б. А. Аникина. – М. : Инфра-М, 2001. – 280 с.
- 6 Неруш Ю. М. Коммерческая логистика : учебник. – М. : Юнити-Дана, 2000. – 389 с.
- 7 Линдерс М. Р., Фирон Х. Е. Управление снабжением и запасами: Логистика / пер. с англ. – СПб. : ООО «Изд-во Полигон», 1999. – 768 с.
- 8 Неруш Ю. М. Логистика : учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 389 с.
- 9 Дуболазов В. А. Методические указания по дисциплине «Логистика» для заочной формы обучения. – СПб. : СПбГПУ, 2002. – 86 с.

Приложение А

Форма титульного листа для курсовой работы

---

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Курганский государственный университет»

Кафедра «Технология машиностроения,  
металлорежущие станки и инструменты»

Дисциплина: Логистика. MRP-системы

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**Тема: «Оперативно-календарное планирование  
машиностроительного предприятия»**

ВЫПОЛНИЛ:

Студент группы \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
Подпись Фамилия, И.О.

ПРОВЕРИЛ:

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
Ученое звание, ученая степень Подпись Фамилия, И.О.

Дата защиты \_\_\_\_\_

Курган 20\_\_

**Приложение Б**  
**Форма задания для курсовой работы**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

**«Курганский государственный университет»**

Кафедра «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»

**ЗАДАНИЕ № \_\_\_\_\_**

на курсовую работу по дисциплине «Логистика. MRP-системы»

Студент \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Руководитель проектирования \_\_\_\_\_

Сроки выполнения работы с « » « » 20 г. по « » « » 20 г.

Тема курсовой работы: «Оперативно-календарное планирование машиностроительного предприятия»

Вариант № \_\_\_\_\_ Исходные данные по годовой производственной программе

Показатель	Номера изделий														
	1		2		3		4		5						
Номера деталей, входящих в изделия	04	02	01	05	07	02	03	04	02	04	07	09	04	01	05
Применяемость деталей в изделиях шт./изделие	2	2	3	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	3	2
Цена изделия	12500		18200		25000		17600		28900						
Количество выпускаемых изделий в год, шт.	600		800		400		900		700						

**Содержание курсовой работы**

Исходные данные

- 1 Расчет трудоемкости выполнения годовой производственной программы
  - 1.1 Расчет фонда времени работы оборудования
  - 1.2 Определение трудоемкости выполнения годовой производственной программы
- 2 Распределение годовой производственной программы по кварталам и месяцам
- 3 Расчет календарно-плановых нормативов
  - 3.1 Расчет размеров и ритмов партий деталей
  - 3.2 Расчет длительности производственного цикла обработки партии деталей
  - 3.3 Расчет заделов, опережений запуска и выпуска партий деталей
- 4 Составление поддетальной месячной производственной программы цехам
  - 4.1 Расчет размеров и ритмов первых партий деталей
  - 4.2 Расчет общего количества деталей, подлежащих запуску и выпуску за месяц
  - 4.3 Расчет сроков запуска и выпуска партий деталей
  - 4.4 Составление поддетального плана-графика запуска-выпуска партий деталей
  - 4.5 Составление поддетально-пооперационного плана-графика запуска-выпуска партий деталей

Руководитель проектирования

(подпись, дата)

\_\_\_\_\_ (фамилия, инициалы)

*Заведующая кафедрой ТМСИ*

(подпись, дата)

\_\_\_\_\_ (фамилия, инициалы)

**С заданием и сроками  
проектирования ознакомлен**

(подпись, дата)

\_\_\_\_\_ (фамилия, инициалы)

Андрей Михайлович Михалев  
Лариса Николаевна Тютрина

## ЛОГИСТИКА. MRP-СИСТЕМЫ

Методические указания  
к выполнению курсовой работы  
для студентов направления  
15.03.01 (150700.62) «Машиностроение»,  
направленность  
«Менеджмент высоких технологий»

Редактор О.Г. Арефьева

---

Подписано в печать	Формат 60 x 84 1/16	Бумага 65г/м <sup>2</sup>
Печать цифровая	Усл.печ.л. 2,5	Уч-изд.л 2,5
Заказ	Тираж 25	Не для продажи

---

РИЦ Курганского государственного университета.  
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.  
Курганский государственный университет.