

**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА**

---

**АНАЛИТИКО-ПРИОРИТЕТНЫЕ МЕТОДЫ  
СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ ДВИЖЕНИЯ  
ОДНОРОДНЫХ ДЕТАЛЕЙ**

**Методические указания**

Составители: С. Д. Смирнов, В. П. Куренкова.

УДК 658.011.56:378

*Аналитико-приоритетные методы составления расписаний движения однородных деталей: Метод. указания / Самар. аэрокосм. ун-т; Сост. С. Д. Смирнов, В. П. Куренкова. Самара, 1994. 16 с.*

В методических указаниях моделируется задача, стоящая перед мастером производственного участка (работником ИДБ) при составлении оперативных планов обработки деталей (расписаний). Из довольно большого числа методов составления расписаний рассмотрены максимально приспособленные к использованию в производственных условиях. Лабораторная работа проводится на ЭВМ СМ-1420.

Методические указания предназначены для студентов дневного обучения по специальностям 13.01, 13.02 и для студентов всех форм обучения по специальности 07.16 в курсах «Оперативное планирование и регулирование производства» и «АСУП». Выполнены на кафедре организации производства.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С. П. Королева.

Рецензент А. И. Ладошкин

## 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Вопросы, связанные с построением наилучших календарных планов (расписаний), особенно с использованием математических методов получения решений, изучаются в рамках теории расписаний. Существенное значение при этом имеют методы составления расписаний. В настоящее время применение в производстве точных методов весьма затруднено из-за больших вычислительных сложностей. Приближенные методы можно разделить на две группы. К одной из них относятся эвристические методы, т. е. методы, имитирующие деятельность человека при составлении планов, и основанные на использовании различных приоритетов назначения. К другой относятся аналитико-приоритетные методы, использующие математические модели, позволяющие количественно оценить преимущество отдельных вариантов. В методических указаниях рассматриваются приближенные методы, относящиеся ко второй группе, и их применение к составлению расписаний движения однородных деталей.

Общая задача формулируется следующим образом: имеется производственная система, состоящая из  $m$  различных единиц оборудования ( $j=1, 2, \dots, m$ ). В эту систему поступают на обработку  $k$  наименований деталей ( $i=1, 2, \dots, k$ ). Заданы длительности проведения всех операций обработки каждой детали ( $m \times k$ ). Составить план, минимизирующий полное время занятости системы.

В рассматриваемой ситуации задача упрощается за счет того, что детали, обрабатываемые на участке, однородные, имеют одинаковый технологический маршрут и принадлежат одной конструктивно-технологической группе (общее число вариантов расписания в этом случае равно  $k!$ ). Исходными данными для решения задачи являются номенклатура и программа выпуска деталей с указанием трудоемкости каждой детали по всем операциям технологического процесса.

Детали из незавершенного производства (НЗП) имеют отметку о числе выполненных операций. Пример представления исходных данных в табл. 1 и 2. Числовые данные таблиц используются в дальнейшем в контрольном примере.

Таблица 1

Исходные данные для расписания

Шифр детали	Программа выпуска, шт.	Трудоёмкость по операциям, мин			
		2	3	4	
a <sub>1</sub>	20	8	10	4	6
a <sub>2</sub>	30	12	8	5	10
a <sub>3</sub>	15	2	10	4	1
a <sub>4</sub>	10	6	5	6	8
a <sub>5</sub>	50	1	3	2	4
a <sub>6</sub>	40	12	8	2	6
a <sub>7</sub>	30	4	10	6	5
a <sub>8</sub>	10	20	8	18	
a <sub>9</sub>	20	3	8	12	
a <sub>10</sub>	30	4	2		

Таблица 2

Данные по НЗП

Шифр детали	Программа выпуска, шт.	Выполненные операции (+)			
		1	2	3	4
a <sub>1</sub>	20	+			
a <sub>2</sub>	30	+			
a <sub>3</sub>	15		+		

Для удобства дальнейшей работы все данные сводятся в одну таблицу, которая получается из двух вышеприведенных и содержит суммарные трудоёмкости деталей по операциям обработки (табл. 3).

Данные новой таблицы рассчитываются по формуле

$$T_{ij} = t_{ij}(n_i + n_{ij})$$

где  $t_{ij}$  — трудоёмкость  $i$ -й детали на  $j$ -й операции, мин ( $i = 1, 2, \dots, 10$ ;  $j = 1, m$ );  $n_i$  — программа выпуска  $i$ -х деталей, шт.;  $n_{ij}$  — число  $i$ -х деталей, обработанных на  $j$ -й операции, шт.

Таблица 3

Сводная рабочая таблица

Операции	Суммарная трудоемкость деталей по операциям, мин									
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$
1	—	—	60	50	480	120	200	60	30	—
2	200	—	50	150	320	300	—	—	120	—
3	80	150	60	100	80	120	80	160	60	—
4	120	300	15	80	200	240	150	180	240	—

## 2. ТЕОРИЯ ВОПРОСА

При составлении расписаний должны удовлетворяться следующие условия:

— последовательность выполнения операций, задаваемая технологическим маршрутом, неизменна;

— одновременное выполнение на одном станке двух и более партий деталей не допускается;

— движение деталей по операциям последовательное.

Основным оптимизирующим расчетом в аналитико-приоритетных методах является определение очередности запуска деталей.

Общие правила определения очередности: в первую очередь запускаются детали из НЗП по мере убывания количества выполненных операций. Очередность остальных деталей определяется по общему правилу. Эти правила существенно отличаются при использовании различных методов. В лабораторной работе рассматриваются два метода.

### МЕТОД Ф. И. ПАРАМОНОВА

1. Определяются связанные пары рабочих мест, т. е. такие места, которые передают друг другу партии деталей. Для приведенного выше примера такими парами будут 1—2, 2—3, 1—3, 3—4 (см. табл. 3).

2. По каждой  $i$ -й детали рассчитывается величина  $\Delta t_i = \{t_i^I - t_i^{II}\}$  для каждой пары связанных рабочих мест и общая сумма положительных  $\Delta t_i$ ,  $\sum \Delta t_i$ , где «I» «II» означает предыдущие и последующие рабочие места в связанной паре.  $P_i$  — число связанных пар рабочих мест при обработке  $i$ -й детали.

Деталь, имеющая минимальную величину  $\sum \Delta t_i^{I-II}$ , будет запускаться в обработку первой (после НЗП). Проиллюстрируем на примере расчет величин  $\sum \Delta t_i^{I-II}$ . Рассчитанные величины заносятся в табл. 4.

Деталь первой очереди запуска —  $a_9$ .

Таблица 4

Определение детали первой очереди

Связанные пары рабочих мест	Детали						
	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$
1—2	+10	-100	+160	-180	—	—	-90
2—3	-10	+50	+240	+120	—	—	+60
1—3	—	—	—	—	+120	-100	—
3—4	-20	-100	-160	+30	-100	-80	—
$\sum \Delta t_i^{I-II}$	+10	+50	+400	+150	+120	0	+60

3. Определяем детали второй и последующей очередности. Для этого у оставшихся деталей из величин  $t_i^{I-II}$  вычитаются соответствующие отрицательные разности  $t_1^{I-II}$  детали первой очереди запуска, т. е.  $a_9$ . Результаты заносятся в табл. 5.

Деталь второй очереди запуска —  $a_4$ .

Таблица 5

Определение детали второй очереди

Связанные рабочие места	Детали						
	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$
1—2	+10	-100	+160	-180	—	—	-90
2—3	-10	+50	+240	+120	—	—	+60
1—3	—	—	—	—	+20	-100	—
3—4	-100	-180	-240	+30	-180	—	—
$\sum \Delta t_i^{I-II}$	+10	+50	+400	+120	+20	+60	—

Действуя аналогичным образом, определим очередность всех деталей. Для рассматриваемого примера итоги расчетов сведены в табл. 6. Трудоемкость в таблице для удобства дальнейших расчетов дана нарастающим итогом!

Итоговая рабочая таблица

Рабочие места	Детали									
	a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>9</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>10</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>7</sub>	a <sub>8</sub>
1	—	—	—	60	120	170	200	400	520	1000
2	—	—	200	—	250	400	520	—	820	1140
3	—	150	230	390	450	550	610	690	870	950
4	15	315	435	675	755	955	—	1135	1285	1525

4. Рассчитываются величины смещений начала работы на каждом рабочем месте относительно предыдущего —  $\Delta T^{i-j}$  и относительно первого (начала координат) —  $\Delta T^{i-1}$ .

$$\Delta T^{i-1} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0 \\ \sum_{\tau=0}^{\tau=i-1} t^{\tau} \cdot \tau \cdot \sum_{\tau=0}^{\tau=i-1} t^{\tau} \end{array} \right.$$

$$\Delta T^{i-j} = \max \{ \Delta T^{i-j} + \Delta T^{j-1} \}$$

где  $\tau$  — очередность запуска детали;  
 $\gamma$  ( $\gamma < j$ ) — номер предыдущего рабочего места из связанной пары.  
 Для рассматриваемого примера результаты расчетов сведены в табл. 7.

Таблица 7

Расчет смещений начала работы

Связанные рабочие места	Детали										$\Delta T^{i-1}$	$\Delta T^{i-j}$
	a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>9</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>10</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>7</sub>	a <sub>8</sub>		
1-2	—	—	0	60	0	0	—	0	180	180	180	180
2-3	—	—	—	0	0	0	—	130	270	270	450	450
1-3	—	—	50	0	—	—	—	0	50	—	—	50
3-4	—	135	0	0	0	—	—	0	0	135	—	585

Цикл обработки деталей  $585 + 1525 = 2110$ .

1. Для каждой детали рассчитываются три параметра:  $P_{i1}$ ,  $P_{i2}$  и  $\lambda_i$ . Если число операций обработки детали четное, то

$$P_{i1} = \sum_{j=1}^{m/2} t_{ij}, \quad P_{i2} = \sum_{j=(m/2)+1}^m t_{ij}$$

Если число операций нечетное, то

$$P_{i1} = \sum_{j=1}^{(m+1)/2} t_{ij}, \quad P_{i2} = \sum_{j=(m+1)/2}^m t_{ij}$$

Расчет  $\lambda_i$  не зависит от числа операций:

$$\lambda_i = P_{i2} - P_{i1}$$

2. Используя рассчитанные параметры, формируем четыре очереди на обработку по следующим правилам:

Правило 1:

1)  $\lambda_i \geq 0$ ,  $\min \rightarrow \max P_{i1}$ ;

2)  $\lambda_i < 0$ ,  $\max \rightarrow \min P_{i2}$ .

Правило также используется для разрешения конфликтных ситуаций для правила 2.

Правило 2:

1)  $\lambda_i \geq 0$ ,  $\max \rightarrow \min \lambda_i$ ;

Также для разрешения конфликтных ситуаций для правила 1.

Правило 3:

1)  $\lambda_i \geq 0$ ,  $\min \rightarrow \max P_{i1}$ ;

2)  $\lambda_i = 0$ ,  $\min \rightarrow \max P_{i1}$ ;

3)  $\lambda_i < 0$ ,  $\max \rightarrow \min P_{i2}$ .

Правило 4:

Детали разбиваются на подмножества, определяемые граничными значениями  $\lambda_i$ :

$$0 < \lambda_i > 0, \quad \lambda_i \geq 0, \quad \lambda_i < 0, \quad \lambda_i < 0.$$

Из каждой подгруппы в указанной очередности выбираются пары деталей, из которых первая имеет  $\max P_{i2}$ , а вторая —  $\min P_{i1}$  полного перебора. Если число наименований деталей нечетное, то оставшаяся деталь вклинивается между смежными парами деталей в диапазоне изменения значений  $\lambda_i$ , в которых лежит ее значение.

Для приведенного выше примера расчет вариантов очередности запуска приведен в табл. 8.

Таблица 8

## Расчет вариантов очередности

Детали	Операции обработки				Параметры			Вариант очередности			
	1	2	3	4	$P_1$	$P_2$	$P_3$	I	II	III	IV
a <sub>4</sub>	60	50	60	80	110	140	30	a <sub>4</sub>	a <sub>9</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>9</sub>
a <sub>5</sub>	50	150	100	200	200	300	100	a <sub>10</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>10</sub>	a <sub>4</sub>
a <sub>6</sub>	480	320	80	240	800	320	180	a <sub>5</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>5</sub>
a <sub>7</sub>	120	300	180	150	420	330	90	a <sub>9</sub>	a <sub>10</sub>	a <sub>9</sub>	a <sub>10</sub>
a <sub>8</sub>	200	—	80	180	280	260	20	a <sub>7</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>7</sub>	a <sub>7</sub>
a <sub>9</sub>	60	—	160	240	220	400	180	a <sub>6</sub>	a <sub>7</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>
a <sub>10</sub>	30	120	60	—	150	180	30	a <sub>8</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>6</sub>

3. По каждому варианту очередности просчитывается длительность цикла. Вариант, имеющий минимальный цикл, является лучшим. Циклом будет максимальная величина срока занятости каждого рабочего места обработкой, определяемая по формуле

$$T_{ij} = t_{ij} + \max\{T_{i,j-1}, T_{i-1,j}\}.$$

При ручном варианте расчетов результаты записываются в таблицу следующим образом:

$$t_{ij}/T_{ij}$$

Результаты последующих расчетов к примеру заносятся в табл. 9.

Таблица 9

## Первый вариант расписания

Детали	Операции обработки			
	1	2	3	4
a <sub>9</sub>	—	—	—	15/15
a <sub>2</sub>	—	—	150/150	300/450
a <sub>1</sub>	—	200/200	80/280	120/570
a <sub>4</sub>	60/60	50/250	60/340	80/650
a <sub>10</sub>	30/90	120/370	60/430	—
a <sub>5</sub>	50/140	150/520	100/620	200/850
a <sub>9</sub>	60/200	—	160/780	240/1090
a <sub>7</sub>	120/300	300/820	180/1000	150/1240
a <sub>6</sub>	480/800	320/1140	80/1220	240/1480
a <sub>8</sub>	200/1000	—	80/1300	180/1660

Цикл обработки деталей 1660.

Аналогичные расчеты по другим вариантам дают такие же результаты.

### 3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Перед выполнением лабораторной работы предварительно проводятся практические занятия продолжительностью не менее четырех часов для уяснения сущности методов Петрова и Парамонова. Преподаватель кратко знакомит студентов с работой. Группа разбивается на 2—3 человека, каждая из которых получает задание. Варианты заданий приводятся в приложении (табл. П1, П2). Подгруппа работает самостоятельно, но под контролем преподавателя.

Работа считается выполненной при наличии:

— результатов расчета сроков изготовления деталей по методу Петрова и Парамонова при произвольной очередности обработки деталей (не менее четырех вариантов);

— результатов расчета сроков изготовления деталей при оптимальной очередности, рассчитанной по методу Петрова и Парамонова;

— графиков обработки деталей, построенных по результатам анализа расчетов по двум методам.

Подгруппа оформляет отчет, форма которого приведена в приложении.

Последовательность выполнения лабораторной работы приведена в табл. 10.

Таблица 10

Последовательность выполнения работы

№ п/п	Содержание работ	Время, мин
1	Получение от преподавателя варианта задания	2—5
2	Изучение теории вопроса (п. 1 и 2, настоящих МУ)	15—20
3	Подготовка к работе на ЭВМ (п. 4 настоящих МУ)	5—10
4	Расчет сроков обработки деталей на ЭВМ	45—50
5	Анализ результатов расчета и построения графиков обработки деталей	15—20
6	Оформление отчета	15—20
7	Защита работы	5—10

Примечание. Работа по п. 5 выполняется в дисплейном классе ЭВМ СМ-1420, остальная — в учебной аудитории.

#### 4. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНСТРУКЦИЯ ПО РАБОТЕ НА ЭВМ

Программное обеспечение разработано на языке Бейсик в системе RSX на ЭВМ СМ-1420. Программный модуль RASPKV записан на магнитный диск ORGPR2.

Программа PASKV работает в режиме диалога. Блок-схема программы приведена (на рисунке). Исходные данные для расчета вводятся в ЭВМ по запросу. Исходные данные: количество деталей, шифр детали и программа выпуска, количество операций, трудоемкость деталей по каждой операции, уровень НЗП по деталям (табл. П1, П2).

В программе предусмотрена возможность исправления ошибок как после ввода отдельных порций данных, так и после ввода всей исходной информации. Результаты расчетов выдаются на экран дисплея и записываются в формы (табл. П3, П4).

#### ИНСТРУКЦИЯ ПО РАБОТЕ НА ЭВМ СМ-1420

Каждая подгруппа работает за дисплеем строго по инструкции под контролем преподавателя. Основные действия пользователя (подгруппы), их последовательность приведены в табл. 11.

Таблица 11

Последовательность работы за дисплеем		
Наименование этапа	Действия пользователя	Примечание
Войти в систему и указать пароль	HEL <input type="checkbox"/> 60.1 (пароль)	После ввода запрашивается пароль PASSWORD
Монтировать магнитный диск	MOU <input type="checkbox"/> BK1: ORGPR2	ORGPR2 — имя у диска
Запустить программу	RUN <input type="checkbox"/> RASPKV	Запросы программы
Закончить работу, выйти из системы	BYE	Окончание работы на ЭВМ

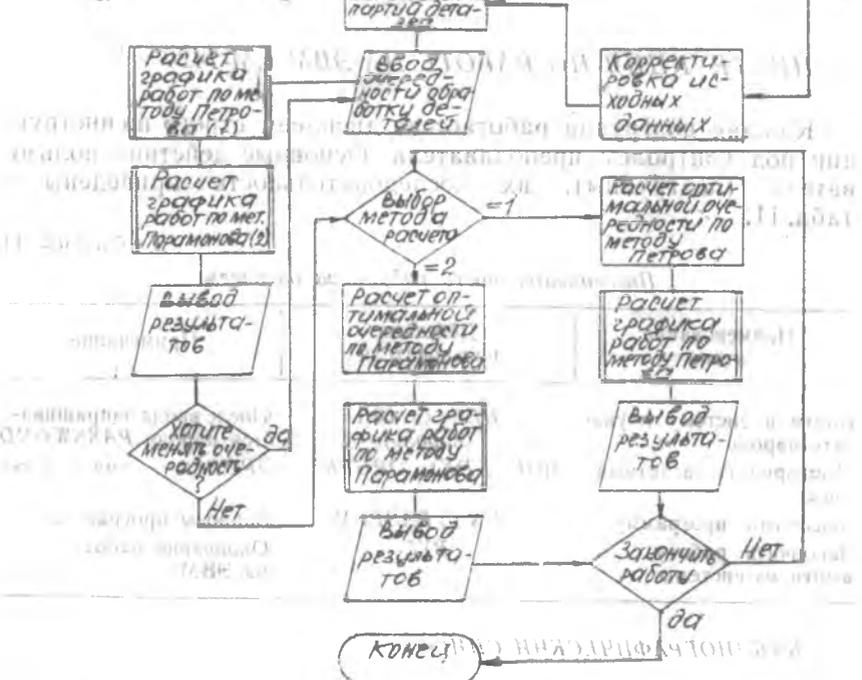
#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Парамонов Ф. И. Моделирование процессов производства. М.: «Машиностроение», 1984. 232 с.
2. Соколицын С. А. Применение математических методов в экономике и организации машиностроительного производства. Л.: «Машиностроение», 1970. 216 с.

ПРОГРАММА ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТЫ НА РАБОТНОМ МЕСТЕ

Программа обеспечивает выполнение работ на рабочем месте. Программа работает на ЭВМ. Программа работает на ЭВМ. Программа работает на ЭВМ.

Программа обеспечивает выполнение работ на рабочем месте. Программа работает на ЭВМ. Программа работает на ЭВМ. Программа работает на ЭВМ.



Программа обеспечивает выполнение работ на рабочем месте. Программа работает на ЭВМ. Программа работает на ЭВМ. Программа работает на ЭВМ.

Рис. Блок-схема программы RASPKU. Программа обеспечивает выполнение работ на рабочем месте. Программа работает на ЭВМ. Программа работает на ЭВМ. Программа работает на ЭВМ.

Группы деталей						Процесс изготовления	Группа №	Промышленность
1	2	3	4	5	6			

Дата

# ОТЧЕТ

## РАСЧЕТ СРОКОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

1. Исходные данные по варианту.
2. Результаты расчетов на ЭВМ (табл. П3, П4).
3. Графики изготовления деталей по рабочим местам.
4. Выводы.

Исполнители

(Ф., И., Ю., подпись)

## Исходные данные по вариантам

Номер варианта	Номер детали	Программа выпуска, шт.	Трудоемкость по операциям, мин.					
			1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	60	6	7	8	4	2	—
	2	50	5	10	4	9	6	—
	3	100	4	3	5	—	4	—
	4	70	7	12	10	4	7	—
	5	40	10	11	9	6	4	—
	6	90	9	12	5	8	2	—
	7	80	4	8	7	2	5	—
	8	50	11	5	9	—	8	—
	9	30	4	7	10	2	5	—
2	1	50	5	8	2	—	1	—
	2	60	4	3	5	8	6	—
	3	70	7	10	12	4	1	—
	4	80	10	11	9	4	6	—
	5	40	12	9	5	8	2	—
	6	100	13	5	14	2	7	—
	7	50	9	1	10	14	5	—
	8	30	12	10	3	2	4	—
	9	10	1	8	5	12	1	—
3	1	40	7	2	1	5	6	—
	2	55	4	7	3	1	2	—
	3	60	5	10	8	4	3	—
	4	120	3	4	2	4	1	—
	5	100	6	3	7	9	5	—
	6	70	4	5	—	3	2	—
	7	85	3	6	8	—	4	—
	8	25	10	5	4	2	3	—
	9	30	1	4	—	1	10	—
4	1	100	4	3	5	8	5	9
	2	80	8	5	3	2	1	6
	3	70	7	4	1	3	—	2
	4	65	5	2	4	10	9	3
	5	55	6	8	10	4	3	4
	6	50	10	7	6	3	—	8
	7	40	12	5	10	8	6	7
	8	80	3	4	2	5	10	6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	20	10	8	6	3	4	1
	2	30	12	3	10	8	5	2
	3	40	8	5	—	10	6	5
	4	60	6	8	—	4	8	1
5.	5	100	5	—	10	12	7	3
	6	80	4	12	4	6	2	7
	7	30	1	8	10	7	5	2
	8	70	6	10	5	8	3	—
	1	35	10	8	6	7	4	3
	2	40	6	—	1	13	7	2
	3	80	5	6	4	8	3	5
	4	10	2	1	3	5	—	4
6.	5	70	2	6	4	1	2	6
	6	60	1	4	—	2	3	1
	7	90	7	5	4	6	4	2
	8	100	2	3	5	—	7	1
	1	50	2	10	8	12	—	—
	2	60	4	—	6	5	3	—
	3	80	1	—	3	7	4	1
	4	40	7	2	5	—	5	3
7.	5	30	10	4	2	6	4	1
	6	20	12	8	3	—	1	3
	7	55	8	4	5	7	—	2
	8	100	1	2	3	5	1	—
	1	40	10	8	5	4	—	1
	2	30	6	4	2	—	1	7
	3	50	3	2	1	10	2	2
	4	100	4	7	1	5	2	6
8.	5	20	3	2	4	—	3	6
	6	30	1	5	6	7	10	2
	7	40	5	10	—	8	11	1
	8	10	7	1	9	2	5	4
	1	50	11	2	7	8	5	—
	2	100	2	—	10	1	6	—
	3	20	3	1	5	7	1	—
	4	10	4	2	7	8	2	—
9.	5	15	1	7	11	10	1	—
	6	20	3	4	—	7	8	—
	7	40	5	10	11	—	6	—
	8	55	4	1	1	3	7	—
	9	60	10	—	7	2	5	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10.	1	70	1	2	5	3	1	—
	2	80	2	7	—	4	2	—
	3	90	8	1	2	5	3	—
	4	100	2	3	7	8	5	—
	5	50	1	1	2	3	—	—
	6	90	2	3	—	7	8	—
	7	40	10	1	1	5	3	—
	8	20	7	9	1	3	1	—
	9	30	1	10	2	3	—	—
	10	10	7	9	12	—	5	—

Таблица П2

Исходные данные по НЗП

Номер варианта	Номер детали	Кол-во НЗП, шт.	Выполнение обработки по операциям					
			1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	1	10	+	+	—	+	—	—
	2	30	+	+	+	+	—	—
	5	10	+	+	—	+	—	—
	6	50	+	+	+	+	—	—
2.	1	50	+	+	+	+	+	—
	2	60	+	+	+	+	—	—
3.	7	50	+	+	+	+	—	—
	2	55	+	+	+	+	—	—
	3	60	+	+	+	—	—	—
4.	4	100	+	+	+	—	—	—
	1	100	+	+	+	—	—	—
	2	80	+	+	—	+	—	—
5.	3	70	+	+	—	+	—	—
	1	20	+	+	+	+	—	—
	2	30	+	+	+	+	—	—
	3	40	+	+	—	+	—	—
	4	60	+	+	—	+	—	—

Продолжение табл. П2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6.	2	40	+	+	+	+	+	-
	3	80	+	+	+	-	-	-
	4	10	+	+	-	-	-	-
7.	1	50	+	+	+	+	+	-
	2	60	+	+	-	-	-	-
	3	8	+	-	-	-	-	-
8.	1	40	+	+	+	+	-	-
	2	30	+	+	+	+	-	-
	3	50	+	+	+	-	-	-
	4	100	+	+	+	+	-	-
9.	1	50	+	+	+	+	-	-
	2	100	+	+	+	+	-	-
	3	20	+	+	+	+	-	-
10.	1	70	+	+	+	+	-	-
	2	80	+	+	+	+	-	-
	3	90	+	+	+	+	-	-
	4	100	+	+	+	+	-	-

Таблица П3

Сроки изготовления партий деталей (метод Петрова)

Рабочее место	Длительность обработки партий деталей. Конечные сроки занятости рабочих мест по деталям									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица П4

Сроки изготовления партий деталей (метод Парамонова)

Рабочее место	Начало и окончание обработки партий по деталям									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Постановка задачи и форма представления исходных данных	1
2	Теория вопроса	3
3	Порядок проведения лабораторной работы	8
4	Описание программного обеспечения и инструкция по работе на ЭВМ	9
	Библиографический список	9
	Приложение	11

П р и л о ж е н и е

Таблица 1. Исходные данные для расчета

№ п/п	Имя файла	Размер файла, Кбайт	Содержимое файла	
			Тип файла	Дата создания
1	1			
2	2			
3	3			
4	4			
5	5			
6	6			
7	7			
8	8			
9	9			
10	10			

Т а б л и ц а 2

Таблица 2. Исходные данные для расчета

№ п/п	Имя файла	Размер файла, Кбайт	Содержимое файла	
			Тип файла	Дата создания
1	1			
2	2			
3	3			
4	4			
5	5			
6	6			
7	7			
8	8			
9	9			
10	10			

**АНАЛИТИКО-ПРИОРИТЕТНЫЕ МЕТОДЫ  
СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ ДВИЖЕНИЯ  
ОДНОРОДНЫХ ДЕТАЛЕЙ**

Составители: Смирнов Сергей Дмитриевич,  
Куренкова Валентина Петровна

Редактор Л. Я. Чегодаева  
Техн. редактор Н. М. Каленюк  
Корректор Т. И. Щелокова

Сдано в набор 21.04.1994 г. Подписано в печать 3.06.1994 г.  
Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура литературная. Печать высокая.  
Усл. п. л. 0,93. Усл. кр.-отт. 1,05. Уч.-изд. л. 0,86.  
Тираж 200 экз. Заказ № 156. Арт. С-42мр/94.

Самарский государственный аэрокосмический  
университет имени академика С. П. Королева.  
443086. Самара, Московское шоссе, 34.

---

ИПО Самарского государственного аэрокосмического  
университета. 443001 Самара, ул. Ульяновская, 18.