

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Донбасская государственная машиностроительная академия

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим и самостоятельным работам
по дисциплине
«ОСНОВЫ САПР»
(для студентов специальности 7.090206)
/часть 2/

Утверждено на заседании ка-
федры «Машины и технологии
обработки металлов давлени-
ем»

Протокол № 1
от 3 сентября 2012 г.

Краматорск 2012

УДК 621.73.043

Методические указания к практическим и самостоятельным работам по дисциплине «*Основы САПР*», для студентов специальности 7.090206/ Сост.: В.Е. Устинов, П.А.Бочанов, Е.А. Ерёмкин – Краматорск: ДГМА, 2012. - 40с.

В методических указаниях приводятся краткие теоретические сведения о языке *Turbo Pascal* и работе в среде *Turbo Pascal*. По каждому виду работ приведены краткие теоретические сведения, даны примеры выполнения работ в среде MathCAD и на алгоритмическом языке *Turbo Pascal*, а также рекомендации по составлению отчета о проделанной лабораторной работе.

Составители:	В.Е.Устинов, ст.преп., П.А.Бочанов, асп., Е.А.Еремкин, асп.
--------------	---

Отв. за выпуск	В.Г.Середа, доц.
----------------	------------------

Редактор	И.И.Дьякова
----------	-------------

Содержание

Практическая работа № 7. Организация диалогового ввода информации, проверки ее достоверности и корректировки	4
Практическая работа № 8. Автоматизация выбора технологических параметров и параметров оборудования по таблицам	7
Практическая работа № 9. Решение задачи оптимального проектирования простой конструкции	21
Практическая работа № 10. Формирование файлов последовательного доступа и работа с ними	29
Практическая работа № 11. Формирование информационного файла и автоматизация выбора изделия из него	33
Список рекомендуемой литературы	39

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема. Организация диалогового ввода информации, проверки ее достоверности и корректировки

Цель: изучить и практически отработать на компьютере основные приемы диалогового ввода исходных данных, проверки их достоверности и корректировки.

Теоретические сведения

Пусть необходимо ввести значения элементов матрицы A (3×4). Обозначим через I номер строки, а через J номер элемента в строке, т.е. номер столбца. В процессе ввода могут быть допущены ошибки, обнаруженные при выводе матрицы на экран, поэтому в программе надо организовать корректировку элементов матрицы.

Примеры выполнения задания

Пример 7.1. Организовать в режиме диалога ввод значений элементов матрицы $E(5 \times 3)$, проверку их достоверности и замену элементов.

```
PROGRAM LR7.1;
CONST N=5;M=3;
TYPE MATR=ARRAY[1..N,1..M] OF INTEGER;
VAR E:MATR;
      I,J,K,T,Y,A:INTEGER;
BEGIN
  WRITELN('ВВЕСТИ МАТРИЦУ ПО СТРОКАМ');
  FOR I:=1 TO N DO
    FOR J:=1 TO M DO
      READ(E[I,J]);
  WRITELN('* КОНТР.ВЫВОД МАТРИЦЫ *');
  FOR I:=1 TO N DO
    BEGIN
      FOR J:=1 TO M DO
        WRITE(E[I,J]:4);
```

```

        WRITELN
END;
WRITELN(' * КОРРЕКТИРОВКА МАТРИЦЫ * ');
WRITELN(' ЕСЛИ ОШИБКИ НЕТ НАБРАТЬ 0 ');
READLN(K);
WHILE K>0 DO
BEGIN
    WRITELN(' ВВОД № КОРРЕКТИР.ЭЛ-ТА ');
    READLN(T,Y);
    WRITE(' ПРАВИЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭЛ-ТА ');
    READLN(A);
    FOR I:=1 TO N DO
    FOR J:=1 TO M DO
    IF (I=T) AND (J=Y) THEN
    E[I,J]:=A;
    WRITELN(' ВВЕСТИ 0 ЕСЛИ ЗАКОНЧИТЬ
КОРРЕКТИРОВКУ ');
    READLN(K);
END;
WRITELN(' * КОНТР.ВЫВОД МАТРИЦЫ * ');
FOR I:=1 TO N DO
BEGIN
    FOR J:=1 TO M DO
    WRITE(E[I,J]:4);
    WRITELN
END;
END.

```

Задание к лабораторной работе

Организовать в режиме диалога ввод значений элементов матрицы, проверку их достоверности и замену элементов с номерами, указанными в табл.1.

Таблица 1

Вариант	Матрица
1	A(5×3)

Продолжение таблицы 1

2	B(4×5)
3	C(5×4)
4	E(1×1)
5	A(4×5)
6	B(5×4)
7	C(5×3)
8	E(4×5)
9	A(5×4)
10	B(6×3)
11	C(4×5)
12	E(6×3)
13	A(5×4)
14	B(3×5)
15	C(5×4)
16	E(4×5)
17	A(3×5)
18	B(5×4)
19	C(4×5)
20	E(5×3)
21	A(5×4)
22	B(4×5)
23	C(3×6)
24	E(6×3)

Порядок выполнения работы

- 1 Изучите типовые приемы диалогового ввода информации, проверки ее достоверности и корректировки. Изучите цель, задачи и теоретические сведения к лабораторной работе.
- 2 Организуйте ввод и контрольный вывод матрицы
- 3 Проверьте достоверность матрицы

- 4 Произведите корректировку.
- 5 Оформите отчет о проделанной работе.

8 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

Тема. Автоматизация выбора технологических параметров и параметров оборудования по таблицам

Цель: углубленное изучение и отработка на компьютере типовых алгоритмов автоматизации выбора технологических параметров и параметров оборудования по таблицам.

Примеры выполнения задания

Пример 8.1. По диаметру поковки для втулки выбрать молот.

```

program primer;
uses crt;
const
m:array [1..6,1..6] of real=
((0.5,10,150,20,100,1.02),
 (0.75,25,200,30,120,1.02),
 (1.0,50,300,40,160,1.02),
 (2.0,130,400,45,200,1.02),
 (3.15,280,500,60,300,1.03),
 (5,520,600,70,400,1.03));
var
c:real;
i,j,r:integer;
begin
clrscr;
writeln('_____');
writeln(' |           |      Параметры поковки      | ');
writeln(' |           | _____| Дзэг.мах |           | ');

```

```

writeln(' | МПЧ, т. | Мпок.мах | Dмах.мм | Lмах.мм |
Asar.мах |   Ky.   | ');
writeln(' |   | Нпок.кг |   | Lмах.мм | мм |   | ');
writeln('_____');
  FOR i:=1 TO 6 DO
    begin
      write(' | ');
      FOR j:=1 TO 6 DO
        write(m[i,j]:8:2, ' ');
        WRITELN;
      end;
    writeln('_____');
    textcolor(10{+blink});
    writeln('Введите диаметр поковки для втулки');
    readln(c); i:=1;
    while c>m[i,5] do
      begin
        r:=i;
        i:=i+1
      end;
      r:=r+1;
    writeln('r=', r);
    writeln('МПЧ ', m[r,1]:4:2);
    Writeln('М поковки мах ', m[r,2]:4:2);
    Writeln('D мах ', m[r,3]:4:2);
    writeln('L мах ', m[r,4]:4:2);
    Writeln('D заготовки мах ', m[r,5]:4:2);
    Writeln('Ky ', m[r,6]:4:2);
  end.

```

Пример 8.2. Выбрать паровоздушный молот и его параметры по расчетной энергии удара: $E_{расч.} = 95 \text{ кДж}$, используя массивы.

Ввод исходных массивов и исходных данных

ORIGIN := 1 Eras := 95

$$\text{Mod} := \begin{pmatrix} \text{"Model 1340"} \\ \text{"Model 1343"} \\ \text{"Model 1345"} \\ \text{"Model 1346"} \end{pmatrix} \quad \text{MPT} := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3.15 \\ 5 \end{pmatrix} \quad \text{Eud} := \begin{pmatrix} 25 \\ 50 \\ 80 \\ 125 \end{pmatrix} \quad \text{n} := \begin{pmatrix} 63 \\ 50 \\ 50 \\ 40 \end{pmatrix}$$

Определение номера строки заданного условия

$$\text{nfakt} := \left| \begin{array}{l} \text{for } i \in 1..3 \\ y \leftarrow i + 1 \text{ if } \text{Eud}_i < \text{Eras} \leq \text{Eud}_{i+1} \\ y \end{array} \right|$$

Вывод соответствующих данных

Mod_{nfakt} = "Model 1346" MPT_{nfakt} = 5 Eud_{nfakt} = 125 n_{nfakt} = 40

Пример 8.3. Выбрать паровоздушный молот и его параметры по расчетной энергии удара: Ерасч. = 95кДж,используя матрицу.

Ввод исходной матрицы и исходных данных

ORIGIN := 1 Eras := 95

$$\text{M} := \begin{pmatrix} \text{"M1340"} & 1 & 25 & 63 \\ \text{"M1343"} & 2 & 50 & 50 \\ \text{"M1345"} & 3.15 & 80 & 50 \\ \text{"M1346"} & 5 & 125 & 40 \end{pmatrix}$$

Определение номера строки заданного условия

$$\text{nfakt} := \left| \begin{array}{l} \text{for } i \in 1..3 \\ y \leftarrow i + 1 \text{ if } \text{M}_{i,3} < \text{Eras} \leq \text{M}_{i+1,3} \\ y \end{array} \right|$$

$$j := 1..4$$

Вывод соответствующих данных

$$M_{\text{nfakt},j} =$$

"M1346"
5
125
40

Задание к лабораторной работе

Работу необходимо выполнить двумя способами, применяя:

1 Одномерные массивы и операторы **FOR ... NEXT** или **WHILE ... WEND**.

2 Двумерные массивы и операторы **FOR ... NEXT** или **WHILE ... WEND**.

Исходную таблицу вывести на печать с обозначениями переменных для 2-х способов, используя массивы. Варианты заданий см. в таблицах 2 - 26.

1 Выбрать по таблице марку стали и её параметры по расчетному $\sigma_B = 350$ МПа.

Таблица 2 - Вариант № 1

Марка стали	σ_B	σ_T	Относительное удлинение δ , %.
Ст2кп	312	216	33
Ст2пс	334	226	32
Ст3кп	363	236	27
Ст3пс	481	245	23
Ст3гпс	491	206	26
Ст4кп	510	255	25
Ст4сп	560	226	22

2 Выбрать стальную квадратную заготовку и её параметры по $a_{\text{расч}} = 72$ мм.

Таблица 3 - Вариант № 2

Сторона квадрата, мм	Предельные отклонения по сторонам квадрата, мм	Радиус закруглений R, мм	Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1м, кг
40	±1,2	7	15,58	12,23
45	±1,2	7	19,83	15,56
50	±1,2	7	24,58	19,29
55	±1,6	9	29,55	23,20
60	±1,6	9	35,30	27,71
65	±1,6	9	41,55	32,92
70	±1,6	9	48,30	37,92
75	±2	12	55,01	43,18
80	±2	12	62,76	49,27

3 Определить параметры поковки, заготовки и МПЧ если $M_{\text{пок.расч.}} = 150$ кг для поковки диска.

Таблица 4 - Вариант № 3

МПЧ, т	Параметры поковки				Параметры заготовки		Предельные размеры осаженой заготовки	
	M max, кг	D max, мм	H max, мм	H min, мм	M _{заг.} max, кг	D _{заг.} max, мм	H _{пр} min, мм	D _{пр} min, мм
5,0	15	150	200	20	16	100	-	150
0,75	25	200	250	30	27	120	-	200
1,0	55	300	300	40	58	180	-	300
2,0	110	425	300	45	118	200	-	425
3,15	240	525	350	60	255	300	60	525
5,0	450	700	400	70	480	400	70	700

4 Выбрать номинальное усилие ножниц и их параметры по расчетному усилию $P_{\text{нож}} = 1,4 \text{ МН}$.

Таблица 5 - Вариант № 4

Номинальное усилие ножниц P_n , МН	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10
D круга, мм	40	50	63	80	100	125	160	200
A квадрата, мм	35	45	55	70	90	110	140	180
B полосы, мм	120	160	200	250	300	350	400	450
$L_{орт} \min$, мм	25	30	5	65	80	100	125	160
$L_{орт} \max$, мм	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500
n, ход/мин	45	40	36	30	25	20	16	12

5 Определить параметры полого слитка Мсл = 42т.

Таблица 6 - Вариант № 5

Масса слитка, т.	Размеры слитка, мм						
	A	B	c	d	I	m	l
25... 23,5	1215	1300	1100	420... 500	120	2645	3235
30... 27,5	1315	1405	1200	450... 540	130	2765	3370
37,5... 35,2	1435	1530	1300	490... 590	140	2960	3610
43,2... 40,3	1485	1585	1370	510... 615	150	3165	3835
55,5... 52,1	1625	1730	1530	550... 670	155	3270	3915
62,5... 59	1765	1870	1670	600... 720	160	3455	4300
75... 70	1824	1940	1740	620... 750	165	3615	4945

6 Определить по таблице марку стали и её компоненты по содержанию углерода, углерод – 0,18 %.

Таблица 7 - Вариант № 6

Марка стали	Углерод, %	Марганец	Кремний
БстКП	0,06...0,12	0,25...0,50	$\leq 0,05$
Бс3КП	0,14...0,22	0,30...0,60	$\leq 0,07$
Бст4ПС	0,18...0,27	0,4...0,7	0,05...0,17
Бст5ПС	0,28...0,37	0,5...0,8	0,05...0,17
Бст6ПС	0,38...0,49	0,5...0,55	1,15...0,35

7 Выбрать параметры камерной нагревательной печи по МПЧ молота, МПЧ_{расч.} = 0,9т.; S_{пода} = 0,95м².

Таблица 8 - Вариант № 7

Размеры рабочего пространства, мм.			Площадь пода, м ²	max. расход газа, м ³	МПЧ молота, т.	Реком. площади пода печи для молотов, м ²
В	L	Н				
696	696	580	0,5	22	0,15...0,5	0,5...0,95
812	580	630	0,5	22	0,15...0,5	0,5...0,95
812	812	630	0,65	31	0,15...0,5	0,5...0,95
812	1160	630	0,95	50	0,15...0,5	0,5...0,95
1044	580	800	0,6	27	0,75...1,0	0,95...1,95
928	696	800	0,7	38	0,75...1,0	0,95...1,95
1160	812	930	0,95	50	0,75...1,0	0,95...1,95
1044	928	800	1,0	50	1,0	1,4...1,95
1160	1160	930	1,45	75	1,0	1,4...1,95
1392	1044	1050	1,4	75	1,0	1,4...1,95
1392	1392	1050	1,95	95	2,0	2,5...3,2
1624	1160	1400	1,9	95	2,0	2,5...3,2
1624	1624	1400	2,5	110	2,0	2,5...3,2

8 Определить размеры припуска и отверстия под захват для деталей без центрального бокового отверстия: $t=920^\circ$; $M_{дет.}=5000\text{кг}$.

Таблица 9 - Вариант № 8

Температура термической обработки			D	D1	D2	L
850... 870	900... 950	1100... 1500				
Масса детали в кг не более						
4500	3850	1950	170	230	100	210
5650	4850	2400	190	260	110	225
6600	5700	2800	210	280	120	230
8150	7000	3500	230	310	130	240
10500	9000	4500	250	320	140	250
12300	10600	5300	290	380	160	280
32000	28000	14000	440	490	240	420
58500	50000	25000	550	550	280	500
109000	93500	47000	700	700	320	580

9 Определить параметры поковки, заготовки и МПЧ если $M_{СЛ.РАСЧ} = 300\text{ кг}$; $M_{ЗАГ} = 1200\text{ кг}$.

Таблица 10 - Вариант № 9

МПЧ, т	Параметры поковки				Параметры заготовки		
	Мсл max, кг	Дсл. max, мм	Дсл. min, мм	L max, мм	Мзаг. max, кг	Дзаг max, мм	Раз- ность диа- метров ΔD , мм
5,0	15	100	15	1500	16	120	10
0,75	25	130	20	1500	27	160	10
1,0	180	150	60	6100	200	200	20
2,0	445	205	100	6500	570	250	20
3,0	730	250	100	7000	1000	300	30
5,0	1500	325	125	7500	2000	400	30

10 Определить размеры припуска и отверстия под захват для деталей с центральным отверстием $t=1120$; $M_{дет.}=2600$ кг.

Таблица 11 - Вариант № 10

Температура термической обработки			D	D1	L1	a	r
850... 870	900... 950	1100... 1500					
Масса детали в кг не более							
4500	3850	1950	170	230	260	50	50
5650	4850	2400	190	260	275	65	55
6600	5700	2800	210	280	290	-	60
8150	7000	3500	230	310	300	-	65
10500	9000	4500	250	320	310	-	70
11700	10000	5000	270	350	320	-	75
12300	10600	5300	290	380	340	-	80

11 Выбрать МПЧ молота и параметры поковки и заготовки, если МПЧрасч. = 0,85 т. дляковки колец.

Таблица 12 - Вариант № 11

МПЧ, т.	Параметры поковки						Dзаг., Азаг, Мм
	M max, кг	D max, мм	H max, мм	H min, мм	S, мм	Dmax- S, мм	
5,0	15	250	90	25	20	200	100
0,75	25	350	130	35	20	200	120
1,0	55	500	150	45	25	400	160
2,0	110	630	160	50	30	530	200
3,15	240	100	250	70	40	900	300
5,0	450	1150	350	80	50	1000	400

12 Выбрать МПЧ молота и параметры поковки по Dзаг.max.расч. = 170мм. Дляковки втулок.

Таблица 13 - Вариант № 12

МПЧ, т	Параметры поковки			Дзаг., Азаг, мм	Ку
	Мпок.мах. Нп.кг.	D max, мм	L max, мм		
5,0	10	150	20	100	1,02
0,75	25	200	30	120	1,02
1,0	50	300	40	160	1,02
2,0	130	400	45	200	1,02
3,15	280	500	60	300	1,03
5,0	520	600	70	400	1,03

13 Выбрать параметры стойки для раскатки на прессах, Рпресса = 45МН.

Таблица 14 - Вариант № 13

Усилия пресса, МН	Размеры, мм		
	Н	В	Л
25	1700	710	1800
32	2000	800	2120
50	2500	900	2650
100	3500	1150	3500

14 По таблице выбрать слиток и его параметры, если М_{сл.расч} = 2400 кг.

Таблица 15 - Вариант № 14

Масса								
Слитка, кг	Тела, %	Поддон, %	Прибыль, %	Тела			Сбиллитир. слитка	
				С1	С	Н	D	L
1250	77,5	5,10	17,40	435	355	1000	360	1000
1500	79,5	3,50	17,00	435	355	1280	260	1540
2500	75,9	3,68	20,40	529	474	1200	470	1350
3000	77,8	3,50	18,70	570	518	1280	520	1360
6000	77,8	4,35	17,85	890	818	1725	820	1820

15 Выбрать пресс и параметры вырезных бойков если Дзаг. = 850мм, а усилие пресса Ррасч. = 25МН.

Таблица 16 - Вариант № 15

Усилие пресса, МН	Дзаг, мм	B, мм	Rcp, мм	R1, мм	R2, мм
8	200...400	200	100	50	20
8	250...500	250	125	60	25
8	300...600	300	150	70	30
12	300...600	300	150	70	30
12	350...700	350	175	90	34
12	400...800	400	200	100	40
20	350...700	350	175	90	34
20	450...900	400	200	100	40
20	500...1000	500	250	120	50
30	400...800	400	200	100	40
30	500...1000	500	250	120	50
30	600...1200	600	300	150	60

16 По таблице выбрать слиток и его параметры если
 $M_{\text{СЛ,РАСЧ}} = 16,5 \text{ т.}$

Таблица 17 - Вариант № 16

Масса слитка	8,1... 10,1	9,5... 12,3	12,1... 15,6	15,6... 19,5	19,5... 24,6	24,1... 31,1
Высота слитка min	1350	1410	1530	1640	1780	1920
max	1690	1830	1980	2140	2300	2490
Диаметр слитка, мм верха С1	920	980	1053	1145	1230	1335
низа С	860	920	988	1075	1155	1255

17 Определить максимальное отклонение размеров
заготовки по длине при резке на ножницах для $A_{\text{ЗАГ}} = 80\text{мм}$, $L_{\text{ЗАГ}} = 800\text{мм}$.

Таблица 18 - Вариант № 17

Диаметр или сторо- на заготов- ки, мм	Длина отрезаемой заготовки			
	До300	330...600	600...1000	Св.1000
До 25	До 0,8	0,8...1,0	1,0...1,5	1,5...2,0
25...40	0,8...1,0	1,0...1,5	1,0...1,5	2,0...2,5
40...70	1,0...1,5	1,5...2,0	1,5...2,0	2,5...3,0
70...100	1,5...2,0	2,0...2,5	2,0...2,5	3,0...3,5
100...150	2,0...2,5	2,5...3,0	2,5...3,0	3,5...4,0
150...200	2,5...3,0	3,0...3,5	3,0...3,5	4,0...4,5

18 Определить параметры удлиненного слитка
Мсл.расч. = 6000кг.

Таблица 19 – Вариант № 18

Масса слитка т.	Размеры слитка, мм									Кон. %	Масса	
	a	b	c	e	M	L	H	Dcp	H/Dcp		Прибыль	
2950	416	446	314	145	205	2297	1920	462	4,16	4,8	330	11,3
3500	530	431	330	180	235	2465	2050	480	4,26	4,78	430	12,3
5800	650	539	441	260	260	2735	2215	594	3,73	5,0	710	12,2
6800	670	539	441	260	225	2955	2470	610	4,04	5,0	695	10,2
10500	784	627	520	240	262	3395	2890	705	4,10	5,43	1050	10,0
12600	894	712	570	225	400	3625	3000	760	3,90	5,0	1640	13

19 Выбрать паровоздушный молот и его параметры
по расчетной энергии удара: Ерасч. = 95 кДж.

Таблица 20 – Вариант № 19

Модель	МПЧ, т.	Е, кДж	n, уд/мин	L, мм	Нсв, мм	Габаритные размеры Вз-Lз
М1340	1,0	25	63	1800	450	410...230
М1343	2,0	50	50	2300	530	530...290
М1345	3,15	80	50	2700	630	600...330
М1346	5,0	125	40	3200	710	710...400

20 По таблице выбрать массу слитка и его параметры, если высота тела слитка $H=4300$ мм.

Таблица 21 - Вариант № 20

Масса				Размеры, мм.				
Слитка, кг.	Тела %	Поддон %	Прибыль %	Тела			Обкатанного слитка	
				C1	C	H	D	L
104000	78,3	2,7	19,0	1900	1756	3995	1760	4150
120000	78,64	3,26	18,1	1984	1852	4155	1855	4350
132000	78	2,96	19,04	2100	1964	4220	1960	4220
145000	78,44	2,69	18,87	2100	1964	4440	1960	4650
170000	79,1	2,3	18,6	2226	2070	4700	2080	4900

21 Выбрать усилие пресса и параметры плоского бойка, если $V_{расч.} = (0,4 \div 0,5)$; $D_{расч.} = 480$ мм.

Таблица 22 - Вариант № 21

Усилие пресса, МН	B, мм	L, мм	R, мм
12,5	280...330	900...1200	20
20	360...420	1300...1500	25
32	450...520	1500...1700	30
50	550...700	1900...2100	35
60	600...750	2100...2300	40
100	800...900	2900...3100	80
150	1000...1150	3200...3500	100

22 По таблице выбрать массу слитка и его параметры если максимальная высота слитка $H_{расч.сл.} = 3300$ мм.

Таблица 23 - Вариант № 22

Масса слитка, т	38,6... 49,1	46,3... 58,8	68,8... 85,8	82,6... 102,1	98,3... 120,4	116,4... 141,4
H _{min.сл.}	2300	2450	2850	3030	3230	3440
H _{max.сл.}	2920	3110	3550	3745	3953	4130
D _{всл.}	1565	1650	1880	2000	2120	2240
D _{нсл.}	1470	1552	1769	1980	1991	2102

23 По таблице выбрать слиток и его параметры если, Мсл.расч. = 50000.

Таблица 24 - Вариант № 23

Масса				Размеры, мм				
Слитка, кг	Тела, %	Поддон, %	Прибыль, %	Тела			Обкатанного слитка	
				C1	C	H	D	L
30000	78	3,35	18,65	1266	1166	2566	1070	2700
34000	79	2,94	18,06	1328	1224	2610	1220	2850
39000	78,5	3,75	17,75	1400	1264	2731	1290	2900
45000	78,4	3,25	18,35	1508	1388	2688	1390	2880
57000	79,2	2,8	18	1508	1388	3061	1390	3350
57000	78	3,34	18,68	1602	1478	3105	1480	3200
63000	78,4	3,0	18,6	1602	1478	3360	1480	3550

24 Определить припуск П2 в мм на разрезку условной детали в направлении перпендикулярном к оси: Dд = 700 мм; Sд = 60 мм.

Таблица 25 - Вариант №24

Наруж. диаметр детали, мм	Толщина стенки Sд, мм					
	20... 30	31... 50	51... 75	76... 105	106... 140	141... 175
До 150	5	6	-	-	-	-
151...250	6	8	8	-	-	-
251...350	8	8	8	-	-	-
351...500	8	8	8	10	12	16
501...750	12	12	12	14	16	20
751...950	12	12	12	14	16	20
951...1250	12	12	12	14	20	22

25 Выбрать усилие пресса и параметры нижней плиты, если сгр. = 4500мм.

Таблица 26 - Вариант № 25

Усилие пресса, МН	D	A	Dcp	D1	H	h	срр.
12,5	320	500	1100	1000	250	125	1950
20	400	700	1600	1400	360	180	2800
32	500	900	2000	1800	500	250	3540
50	630	1050	2500	2250	700	350	4400
60	700	1300	2800	2550	700	350	4900
80	850	1400	3000	2750	700	350	5300
100	900	1500	3200	2950	700	350	5600

Порядок выполнения работы

- 1 Изучите типовые приемы автоматизации выбора технологических параметров и параметров оборудования по таблицам.
- 2 Изучите и отработайте на компьютере типовые алгоритмы автоматизации выбора технологических параметров и параметров оборудования по таблицам.
- 3 Оформите отчет о проделанной работе.

9 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Тема. Решение задачи оптимального проектирования простой конструкции

Цель: научиться решать задачи оптимального проектирования простой конструкции с помощью компьютера в режиме диалога.

Теоретические сведения

Постановка задачи оптимального проектирования

Пусть требуется спроектировать контейнер в форме прямоугольного параллелепипеда (рис.1) объемом $V = 1\text{м}^3$, причем желательно израсходовать на его изготовление как можно меньше материала.

При постоянной толщине стенок последнее условие означает, что площадь полной поверхности контейнера должна быть минимальной. Если обозначить через $X1$, $X2$, $X3$, длины ребер контейнера, то задача сведется к минимизации функции

$$S = 2(X1 X2 + X2 X3 + X1 X3) \quad (1)$$

Эта функция является целевой, а условие $V = 1$ – ограничением-равенством, которое позволит исключить один параметр:

$$V = X1 X2 X3 = 1, X3 = 1/X1 X2.$$

Тогда целевая функция (1) будет иметь только два параметра:

$$S = 2(X1 X2 + 1/X1 + 1/X2). \quad (2)$$

В результате решения задачи минимизации будут найдены значения проектируемых параметров $X1$, $X2$, а затем и $X3$ (рис.1).

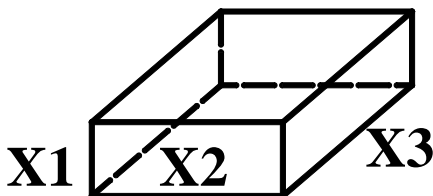


Рисунок 1 - Проектируемый контейнер

Можно поставить дополнительное условие, например, чтобы контейнер имел длину не менее **1.5 м**. Это условие запишется в виде ограничения неравенства на один из параметров, например:

$$X1 \geq 1.5 \text{ или } X1 - 1.5 \geq 0 \quad (3)$$

Таким образом, мы получим следующую условную задачу оптимизации.

Минимизируя функцию (2) и учитывая ограничения неравенство (3), найти оптимальные значения параметров $X1$, $X2$, причем из постановки задачи следует, что $X2 \geq 0$.

Выбор метода оптимизации

Для решения данной задачи необходимо выбрать метод оптимизации. Исходя из вида целевой функции и условия задачи, здесь целесообразно использовать метод покоординатного спуска (метод Гаусса-Зейделя), сущность которого состоит в следующем.

По каждому из параметров оптимизации X_1 и X_2 , начиная с произвольного начального значения, выполняется поиск оптимума вдоль одной из координат. После достижения целевой функцией минимума при определении значений одного из параметров это значение фиксируется и оптимизация выполняется по следующему параметру.

Таким образом, метод покоординатного спуска сводит задачу о нахождении минимального значения функций нескольких переменных к многократному решению задач оптимизации по каждому проектному параметру.

Пример выполнения задания оптимального проектирования

Данную задачу можно решить приближенно в режиме, не используя метода оптимизации, вводя просто очередные задания управляющих параметров, стремясь достичь как можно меньшего значения целевой функции S . Решение задачи этим способом весьма трудоемко. Качество проектирования зависит от квалификации конструктора и требует много времени для проектирования. При этом получение оптимума не гарантировано.

Поэтому, используя изложенный ранее метод и алгоритм оптимизации, разработана программа автоматизированного проектирования «**КОНТЕЙНЕР**», которая позволяет выполнять проектирование в ручном и автоматическом режимах.

После запуска программы на экране появляется сообщение:

Меню

1 – Ручной

2-Автоматический

3-Выход

Введите режим работы:

После запуска программы по коду №1 следует диалог в виде:

Ручной режим

Введите координаты начальной точки поиска оптимума

значение =4

значение =4

x[1] = 4.000

x[2] = 4.000

F=33.000

Введите координаты начальной точки поиска оптимума

значение =3

значение =3

x[1] = 3.000

x[2] = 3.000

F=19.333

Введите координаты начальной точки поиска оптимума

значение =2

значение =1.5

x[1] = 2.000

x[2] = 1.500

F= 8.333

Достигли вы оптимума ? Да-1 Нет-0 :

Автоматическое проектирование выполняется после директивы по коду №2 с диалогом по схеме:

Автоматический режим

Введите координаты начальной точки поиска оптимума

значение =4


```

    значение =4
Введите ограничение по переменной x1
=1.5
Начальный шаг =1
Коэффициент изменения шага =0.5
Точность поиска оптимума =0.001
Этап1 Шаг 1.000
Одномерный поиск по координате 1
Одномерный поиск по координате 2
x[1] = 2.500
x[2] = 3.000
F=16.467
x[1] = 2.500
x[2] = 2.000
F=11.800
x[1] = 2.500
x[2] = 1.000
F= 7.800
Конец этапа 1
Для поиска по следующему этапу нажмите
"ВВОД"

```

После достижения заданной точности получаем результат оптимизации:

```

x[1] =1.500977
x[2] =0.816406
F= 6.233
Оптимизация прекращена ввиду достиже-
ния заданной точности
оптимальное x[1] =1.500977
оптимальное x[2] =0.816406
оптимальное F=6.233042
Количество расчетных вариантов =16

```

Изменяя начальное значение шага *НО* и коэффициент изменения *R* можно добиться уменьшения числа расчетных вариантов. Итак, в результате оптимизации получаем:

$$X1 \text{ ОПТ} = 1.5 \text{ м}, X2 \text{ ОПТ} = 0.816 \text{ м};$$

$$X3 = 1/(1.5 * 0.816) = 0.816 \text{ м}.$$

Выполним проверку по исходной формуле (1). Имеем:

$$S = 2 * (1.5 * 0.816 + 0.816 * 0.816 + 1.5 * 0.816) = 6.228 \text{ м}^2,$$

что незначительно отличается от расчетной площади 6.233 м^2 .

Задание к лабораторной работе

Спроектировать контейнер в форме прямой призмы, две грани которой представляют собой равнобокие трапеции, а остальные – прямоугольники (рис.2а,б), емкостью $V \text{ м}^3$ таким образом, чтобы площадь его поверхности имела наименьшее значение.

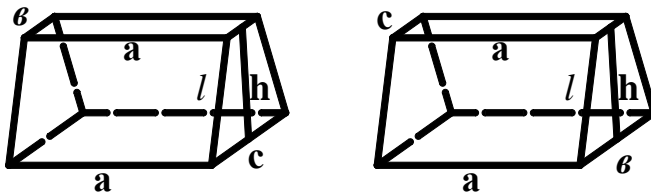


Рисунок 2 - Проектируемый контейнер

Дополнительно условия приведены в табл. 27.

Таблица 27

Вар.	Поверхность контейнера	Объем V	Ограничения на размеры	Рисунок
1	Полная	1	$h \geq 0,8$; $c/b = 2$	6, а
2	Без нижней грани	1	$h \geq 0,9$; $c/b = 2$	6, а
3	Без верхней грани	1	$h \geq 1,0$; $c/b = 3$	8,а
4	Без правой стенки	1	$h \geq 0,9$; $b/c = 3$	8,б
5	Без передней стенки	1	$h \geq 0,8$; $b/c = 2$	8,б

Продолжение таблицы 27

6	Полная	1	$h \geq 1,1; c/b = 2$	8,а
7	Без нижней грани	2	$h \geq 1,2; c/b = 3$	6, а
8	Без верхней грани	2	$h \geq 1,3; b/c = 3$	8,б
9	Без правой стенки	2	$h \geq 0,8; c/b = 2$	8,а
10	Без передней стенки	2	$h \geq 1,1; b/c = 2$	8,б
11	Полная	2	$h \geq 1,4; c/b = 3$	8,а
12	Без нижней грани	2	$h \geq 1,5; b/c = 3$	6,б
13	Без верхней грани	3	$h \geq 1,2; b/c = 2$	8,б
14	Без правой стенки	3	$h \geq 1,3; b/c = 2$	8,б
15	Без передней стенки	3	$h \geq 1,4; c/b = 3$	8,а
16	Полная	3	$h \geq 1,5; b/c = 3$	8,б
17	Без нижней грани	3	$h \geq 1,6; b/c = 2$	6,б
18	Без верхней грани	3	$h \geq 1,7; b/c = 2$	8,б
19	Без правой стенки	4	$h \geq 1,5; c/b = 3$	8,а
20	Без передней стенки	4	$h \geq 1,4; c/b = 3$	8,а
21	Полная	4	$h \geq 1,6; c/b = 2$	8,а
22	Без нижней грани	4	$h \geq 1,7; b/c = 2$	6,б
23	Без верхней грани	4	$h \geq 1,8; c/b = 3$	8,а
24	Без правой стенки	4	$h \geq 1,9; b/c = 3$	6, б

Порядок выполнения работы

- 1 Составьте целевую функцию и ограничения по указанному варианту.
- 2 После вызова программы «**КОНТЕЙНЕР**» дополните указанные строки операторами, задающими вид целевой функции и ограничений *ms1*, *ms2*, *s*:

```
program konteyner;  
uses crt;  
label 1;  
const v=1; d=0.00001;  
var kod:integer;  
function ms1(x1:real):real;  
begin  
    ms1:=x1-1.5;  
end;  
function ms2(x2:real):real;  
begin  
    ms2:=x2;  
end;  
function s(x1:real; x2:real):real;  
begin  
    {Целевая функция}  
    s:=2*(x1*x2+1/x1+1/x2);  
end;
```

- 3 Выполните поиск оптимума с точностью до 1мм ($E = 0.001$) в ручном режиме (код задания 1).
- 4 Отметьте число шагов ручного поиска оптимума и определите значение расчетных параметров.
- 5 Перейдите к автоматизированному проектированию для этого используйте код задания 2.
- 6 В качестве начальной точки поиска оптимума задайте значения координат точки, не противоречащие условию задачи. Примите начальное значение шага $HO = 1$, коэффициент изменения шага 0.5 и точность 0.001 .

- 7 Выполните поиск оптимума, отметьте количество расчетных вариантов, автоматизирования поиска оптимума и значения расчетных параметров.
- 8 Измените **НО** и **R** таким образом, чтобы количество расчетных вариантов уменьшилось. Значения **НО** и **R** и количества расчетных вариантов представить в таблице.
- 9 С учетом полученного оптимального решения рассчитайте размеры контейнера **a, в, с, h, l**.
- 10 Выполните проверку путем расчета площади поверхности контейнера по исходной формуле.
- 11 Оформите отчет о проделанной работе, в отчет включите расчет целевой функции и ограничений, решение задачи для различных исходных данных.

10 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Тема. Формирование файлов последовательного доступа и работа с ними

Цель: изучить организацию файлов последовательного доступа, получить практические навыки работы с файлами последовательного доступа.

Теоретические сведения

1 Файлы

Под файлом понимается либо именованная область внешней памяти ПК либо логическое устройство – потенциальный источник или приемник информации.

Файловый тип или переменную файлового типа задать одним из трех способов:

<имя> = FILE OF <тип>

<имя> = TEXT;

<имя> = FILE;

Здесь **<имя>** – имя файлового типа; **FILE OF** – зарезервированные слова; **TEXT** – имя стандартного типа

текстовых файлов; **<тип>** – любой тип *Pascal*, кроме файлов.

Например:

```
TYPE
    PRODUCT = RECORD
        NAME :STRING;
    END;
TEXT80 = FILE OF STRING [80]
VAR
    F1 = FILE OF CHAR;
    F2 = TEXT;
F1 = FILE;
F1 = FILE OF PRODUCT;
```

В зависимости от способа объявления можно выделить три вида файлов:

- типизированные файлы (задаются предложением **FILE OF...**);
- текстовые файлы (определяются типом **TEXT**);
- нетипизированные файлы (определяются типом **FILE**);

2 Доступ к файлам, инициация

Файловая переменная связывается с именем файла в результате обращения к стандартной процедуре **ASSIGN**:

```
ASSIGN (<ф.п.>, <имя файла>);
```

Здесь **<ф.п.>** – файловая переменная; **<имя файла>** - имя файла с указанием пути к нему.

Для чтения файл иницируется с помощью стандартной процедуры:

```
RESET (<ф.п.>)
```

Здесь **<ф.п.>** – файловая переменная, связанная ранее процедурой **ASSIGN** с уже существующим файлом.

Стандартная процедура:

```
REWRITE (<ф.п.>)
```

Иницирует запись информации в файл, связанный ранее с файловой переменной **<Ф.П.>**.

3 Процедуры и функции для работы с файлами

Процедура **READ** – обеспечивает чтение компонентов из файла.

READ (<ф.п.>, <сп. ввода>)

Процедура **WRITE** – обеспечивает чтение компонентов из файла.

WRITE (<ф.п.>, <сп. вывода>)

Здесь **<сп. ввода>**, **<сп. вывода>** – списки ввода и вывода соответственно, содержащие одну или более переменных.

Функция **EOF (<ф.п.>) : BOOLEAN** – логическая функция, тестирующая конец файла.

Задание к лабораторной работе

Вычислить таблицу значений функции по исходным данным, представленным в таблице 1. Сформировать файл последовательного доступа, в который записать значения функции и аргумента и вывести эти значения из файла в виде таблицы.

Пример 10.1. Составить программу вычисления значений функции.

$$: z = \begin{cases} \arcsin(x + y), & \text{если } x + y < 1; \\ \frac{3(x - y)}{x^2 + y^5}, & \text{если } x + y \geq 1, \end{cases}$$

где **$x=0.5y+\cos(y)$** , **y** изменяется в интервале от **0.1** до **0.8** с шагом **0.05**, сформировать файл последовательного доступа, в который записать значения функции и аргумента и вывести эти значения из файла в виде таблицы.

```
PROGRAM LR10.1;  
USES CRT;  
TYPE
```

```

ZAP=RECORD
MATRIKS: ARRAY[1..3] OF REAL
END;
VAR
ZF:FILE OF REAL;
G:ZAP;
HY,X,Y,Z,X1:REAL;
BEGIN CLRSCR;
HY:=0.05;
Y:=0.1;
X:=0.5*Y+COS(Y);
ASSIGN(ZF,'D:\MTO3\ZF');
REWRITE(ZF);
WHILE Y<=0.8 DO
BEGIN
IF (X+Y)<1 THEN
Z:=ARCTAN((X+Y)/SQRT(1-SQR(X+Y)))
ELSE
BEGIN
Z:=3*(X-
Y)/(SQR(X)+EXP(5*LN(X)));
G.MATRIKS[1]:=X;
G.MATRIKS[2]:=Y;
G.MATRIKS[3]:=Z;
Y:=Y+HY;
X:=0.5*Y+COS(Y);
END;
WRITE(ZF,G.MATRIKS[1],G.MATRIKS[2],G.MATRIKS[3]);
END;
RESET(ZF);
WRITELN('**ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ**');
WRITELN('-----');
WRITELN('# X # Y # Z #');
WRITELN('-----');
WHILE NOT EOF (ZF) DO

```



```

      BEGIN
READ( ZF,G.MATRIKS[1],G.MATRIKS[2],G.MATRIK
S[3]);
WRITELN('# ',G.MATRIKS[1]:7:2,' #
',G.MATRIKS[2]:7:2,' #
',G.MATRIKS[3]:7:2,'      #');
      END;
      WRITELN('-----')
END.

```

Порядок выполнения работы

- 1 Повторите основные операторы работы с файлами языка *Pascal*.
- 2 Ознакомьтесь с примерами формирования файлов и работы с ними.
- 3 Составьте алгоритм и программу на языке *Pascal* по указанному варианту задания (таблица 1).
- 4 Отладьте программу.
- 5 Оформите отчет о проделанной работе.

11 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Тема. Формирование информационного файла и автоматизация выбора изделия из него

Цель: изучить организацию информационного файла последовательного доступа; получить навыки автоматизированного выбора изделия из файла.

Теоретические сведения

В процессе проектирования машин и агрегатов проектировщику часто приходится решать задачи выбора покупных или других изделий по их техническим характеристикам из каталога данных (например, двигателей, насосов и др.). Такая проектная процедура может быть автоматизирована.

Пусть требуется выбрать по каталогу (табл.28)

Таблица 28

№	Момент на валу M, НМ	Скорость вращения N, об/мин.
1	90	1030
2	20	1050
3	15	920
4	50	950
5	10	560
6	40	910
7	80	1090
8	60	980

электродвигатель к проектируемому механизму по заданной скорости вращения и диаграмме циклической нагрузки, представленной на рис.3.

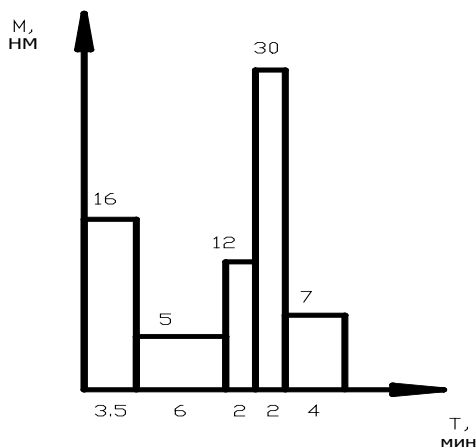


Рисунок 3 - Диаграмма циклической нагрузки

Для выбора электродвигателя необходимо предварительно определить эквивалентный момент нагрузки

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k M_i^2 t_i}{\sum_{i=1}^k t_i}},$$

где M_i, t_i – соответственно момент и время действия нагрузки на участке диаграммы;

k – количество участков диаграммы.

Двигатель j с номинальным моментом M_{Hi} и номинальной скоростью вращения N_{Hi} считается пригодным, если выполняются два условия

$$M_{Hi} \geq M_{эKB}; 0.9 \leq N_{Hi} / N \leq 1.1.$$

Из всего множества потенциально пригодных двигателей выбирается с наименьшими параметрами M_{Hi}, N_{Hi} .

Для формирования файла каталожных данных и автоматизации выбора электродвигателя по диаграмме циклической нагрузки механизма разработана программа «ДВИГАТЕЛЬ».

После запуска программы «ДВИГАТЕЛЬ» следует диалог в виде:

БУДЕТ ЛИ СОЗДАН ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФАЙЛ ?
НЕТ-1, ДА-2

2

ВВЕДИТЕ ЧИСЛО ДВИГАТЕЛЕЙ

8

ЗАПИСЬ ДАННЫХ

90 1030

20 1050

и т.д.

60 980

ВВЕДИТЕ КОЛИЧЕСТВО УЧАСТКОВ ДИАГРАММЫ

5

ВВЕДИТЕ СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ МЕХАНИЗМА

1000

ВВОД ДИАГРАММЫ НАГРУЗКИ

НА УЧАСТКЕ 1 МОМЕНТ, ВРЕМЯ

28 6

НА УЧАСТКЕ 2 МОМЕНТ, ВРЕМЯ

и т.д.

НА УЧАСТКЕ 5 МОМЕНТ, ВРЕМЯ
25 2

В результате решения получим следующий результат
ЭКВИВАЛЕНТНЫЙ МОМЕНТ ДВИГАТЕЛЯ 31.384
ВЫБРАН ДВИГАТЕЛЬ С НОМИНАЛЬНЫМ МОМЕНТОМ
40
СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ 910
ВВЕСТИ D=1 ЕСЛИ ПРОДОЛЖИТЬ

Может быть получен следующий результат:
ДВИГАТЕЛЬ НЕ ВЫБРАН

Вам необходимо ослабить требования к выбору двигателя. Для этого измените строку:

```
IF ((G.M[2]/NN)>1.1) OR  
((G.M[2]/NN)<0.9) THEN GOTO B1;
```

Или введите новые каталожные данные. При выполнении программы по коду – 1, выполнение программы начинается с ввода количества участков диаграммы, т.е. если подразумевается использование ранее созданного информационного файла, содержащего каталожные данные двигателей.

Задания к лабораторной работе

Выбрать по каталогу (см.табл.28) электродвигатель к

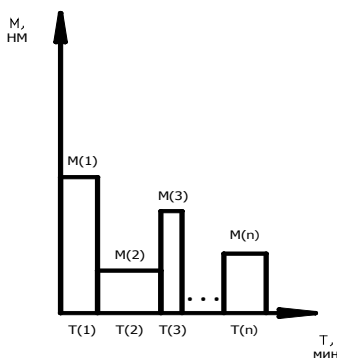


Рисунок 4 - Диаграмма циклической нагрузки проектируемого механизма

проектируемому механизму по заданной скорости вращения механизма (**1000 об/мин.**) и диаграмме циклической нагрузки, представленной на рис.4.

Количество участков диаграммы n , моменты $M(i)$ и время действия нагрузки $T(i)$ на участках диаграммы приведены в табл. 29.

Таблица 29

Вариант	n	$M(i)$	$T(i)$
1	5	28,36,44,19,25	6,8,4,7,2
2	6	15,19,8,7,10,13	3,2,1,4,6,3,
3	5	31,18,25,44,15	4,8,2,7,6
4	6	26,15,42,37,20,32	4,7,4,3,6,2,
5	5	10,12,17,15,8	4,2,5,3,2
6	6	58,66,75,40,32,51	6,7,5,4,2,3
7	5	67,89,72,56,44	8,9,7,6,5
8	6	15,20,35,44,22,18	8,5,3,2,4,7
9	5	10,38,47,50,12	4,2,4,1,10
10	6	7,10,13,15,20,13	1,4,3,2,2,5
11	5	12,17,15,20,13	5,3,2,4,1
12	6	46,55,77,62,50,66	7,4,5,2,1,3
13	5	86,72,63,50,66	6,3,2,7,4
14	6	16,26,38,24,42,14	3,4,6,8,10,3
15	5	14,21,25,12,7	3,2,4,5,2
16	6	38,21,66,70,36,60	3,4,6,8,10,7
17	5	21,40,31,22,15	5,8,4,6,8
18	6	24,36,15,42,18,15	4,5,3,2,4,1
19	5	22,15,13,19,21	4,3,1,7,6,
20	6	19,25,8,12,10,17	3,1,2,7,5,4
21	5	64,86,70,96,50	5,8,6,7,10
22	6	49,58,92,74,60,85	7,8,3,4,5,2
23	5	87,64,56,78,59	5,4,3,2,8
24	6	11,17,22,14,19,25	3,4,5,6,2,1

Порядок выполнения работы

- 1 Изучите алгоритм выбора электродвигателя.
- 2 После запуска программы «ДВИГАТЕЛЬ» создайте информационный файл с каталожными данными таблица 39.
- 3 Введите диаграмму циклической нагрузки проектируемого механизма.
- 4 Оформите отчет о проделанной работе с комментариями о полученном результате.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Новичков В.С, Панфилова Н.И., Пылькин А.Н. Паскаль: Учебное пособие. - М.: Высш. школа, 1900. - 223 с.
- 2 Васюкова, Н.Д., Тюляева В.В. Практикум по основам программирования. Язык Паскаль. - М.: Высш. школа, 1991.-160 с.
- 3 Белецкий Я. Турбо Паскаль с графикой для персональных компьютеров. - М.: Машиностроение, 1991. - 320 с.
- 4 Алексеев В.Е., Ваулин А.С., Петрова Г.Б, Вычислительная техника и программирование: Практикум по программированию. – М.: Высш. школа, 1991. - 324 с.
- 5 Абрамов Г.В., Трифонов Н.П., Трифонова Г.Н. Введение в язык Паскаль. – М.: Наука, 1988. - 320 с.
- 6 Семашко Г.Л., Салтыков А.И. Программирование на языке Паскаль. - М.: Наука, 1988. - 128 с.
- 7 Абрамов С.А. Зима Е.В. Начала программирования на языке Паскаль. - М.: Наука,1987. - 112 с.
- 8 Перминов О.Н. Язык программирования Паскаль. - М.: Радио и связь, 1989. - 128 с.
- 9 Вальвачев А.Н., Крисевич В.С. Программирование на языке Паскаль для персональных ЭВМ ЕС. - Минск: Вышэйш. шк., 1989. - 223 с.
- 10 Сердюченко В.Я. Розробка алгоритмів та програмування мовою TURBO-PASCAL - Харків: Парітет, 1995. - 352 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по дисциплине

«ОСНОВЫ САПР»

(для студентов специальности 7.090206)

/часть 2/

Составители:

В.Е.Устинов, ст.преп.,
П.А.Бочанов, асп.,
Е.А.Еремкин, асп.

Редактор

И.И.Дьякова

Подписано в печать

Формат 60х84/1/16.

Офсетная печать. Усл.- печ.л.

Уч.- изд.л.

Тираж 50 экз. Заказ

ДГМА. 84313, Краматорск, ул.Шкадинова, 72