

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
„Харківський політехнічний інститут”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт №5, 6
„Використання масивів при розв’язанні інженерних
задач”
з дисципліни „Інформатика”

для студентів спеціальності
7.090210 – „Двигуни внутрішнього згоряння”

Харків 2006

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
„Харківський політехнічний інститут”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт №5, 6
„Використання масивів при розв’язанні інженерних
задач”
з дисципліни „Інформатика”

для студентів спеціальності
7.090210 – „Двигуни внутрішнього згорання”

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол №3 від 15.12.05.

Харків НТУ „ХПІ” 2006

Методичні вказівки до лабораторної роботи №5,6 „Використання масивів при розв’язанні інженерних задач” з дисципліни „Інформатика” для студентів спеціальності 7.090210 – «Двигуни внутрішнього згоряння»/ Упоряд. В.О. Пильов, О.Ю. Лінков. – Харків, НТУ «ХП», 2004. – 16с.

Укладачі: В.О. ПИЛЬОВ,
О.Ю. ЛІНЬКОВ.

Рецензент О.В. Триньов

Кафедра двигунів внутрішнього згоряння

ВСТУП

Вирішення більшості розрахункових задач в двигунобудуванні пов'язано з використанням масивів даних. Тому їх знання та вміння працювати з ними, є обов'язковою умовою написання ефективних програм.

Метою лабораторної роботи №5 є поглиблене засвоєння теоретичних відомостей щодо використання масивів даних та закріплення практичних навичок у розробці програм із використанням масивів даних.

Метою лабораторної роботи №6 є поглиблене засвоєння теоретичних відомостей та закріплення практичних навичок щодо організації введення даних до програми з файлу та форматного виведення отриманих результатів розрахунків

Виконання робіт потребує попереднього вивчення таких питань теоретичної частини курсу:

1. Використання операторів управління.
2. Організація виведення даних на принтер.
3. Організація читання даних із файлу та виведення даних у файл.
4. Використання масивів.

*Масив – це обмежена послідовність даних, що розміщуються в робочій частині пам'яті програм. Після завершення роботи програми ці дані втрачаються так само як і значення простих змінних. Кількість елементів масиву фіксується при його описі, й під час виконання програми не змінюється. Для опису масиву використовується зарезервоване (ключове) слово **ARRAY**.*

Приклад опису масивів різної розмірності:

CONST

Min=10;

Max=50;

TYPE

dataP=array [1..100] of real; {одновимірний масив зі ста елементів дійсного типу}

dataR=array [1..Max] of string[8]; { одновимірний масив з 50 елементів строкового типу по 8 символів кожний}

dataS=array [1..20, 1..50] of integer; {двовимірний масив з 1000 елементів цілого типу}

VAR

P1,P2: dataP;

U: array [1..10, 1..20, 1..50] of char; {трьовимірний масив}

Mas: array [1..Min, 1..Max] of integer; {двовимірний масив}

R: dataR;

L, M, N: dataS;

Доступ до кожного окремого елемента масиву здійснюється шляхом індексування його елементів.

Слід відмітити, що над усім масивом можливо виконувати лише операції відношення (дорівнює, не дорівнює) і дії за участю оператора присвоєння. При цьому обидва масиви, над якими виконуються такі дії мусять бути ідентичні за структурою та типом складників масиву. Приклади:

for i:=1 to 100 do read (P1[i]); {введення значень кожного зі 100 елементів одновимірного масиву P1}

a:=P1[10]; {присвоєння змінній a значення десятого елемента масива P1}

P1[1]:=100.3; {присвоєння значення першому елементу масива P1}

При використанні великих за розмірами масивів більш зручним є зчитування значень елементів масиву з текстового файлу. Для організації зчитування даних з файлу потрібно:

- У блоці описання змінних описати змінну типу *text*

...

var

faile1 :text;

...

- На початку основного блоку програми зв'язати файлову змінну з ім'ям текстового файлу з якого будуть зчитуватися дані та відкрити його для читання

```
...
begin
    assign (faile1, 'isxdat.dat');
    reset (faile1);
...
```

- В операторі зчитування даних вказати ім'я файлової змінної що відповідає файлу з якого потрібно зчитати дані

```
...
read (faile1, x1, x2, xN); {x1, x2, xN – імена змінних до
яких вводяться дані}
...
```

- Закрити файл перед завершенням роботи програми

```
...
close (faile1);
...
```

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ТА ЗАГАЛЬНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ, ЩО ВИРІШУЄТЬСЯ

У задачу лабораторної роботи №5 входить розробка програми мовою програмування «Pascal» із використанням масивів даних.

У задачу лабораторної роботи №6 входить розробка програми мовою програмування «Pascal» із використанням введення даних з текстового файлу.

При підготовці до виконання та під час виконання лабораторної роботи слід дотримуватись наступного плану:

1. За вказівкою викладача вибрати індивідуальне завдання.
2. Усвідомити тему, мету, задачу та зміст індивідуального завдання, що стоять перед виконавцем.
3. Розробити графічну схему алгоритму.
4. За алгоритмом розробити текст програми, що розв'язує поставлену задачу.

5. До початку виконання лабораторної роботи підготовлену до виконання на ЕОМ блок-схему та програму затвердити у викладача.

6. Здійснити вирішення поставленої задачі за допомогою ЕОМ (по закінченні роботи текст програми повинен зберігатися на диску ЄОМ, рекомендоване ім'я файлу: LR1_ii.pas, де ii – порядковий номер прізвища студента по журналу).

7. Вивести результати розрахунку на екран та узгодити їх із викладачем.

8. Вивести отримані результати та текст програми на принтер (по закінченні роботи текст програми повинен зберігатися на диску ЕОМ).

9. За результатами лабораторної роботи підготувати звіт, який містить:

- тему та задачу лабораторної роботи;
- мету лабораторної роботи;
- задачу лабораторної роботи;
- індивідуальне завдання;
- перелік потрібних розрахункових формул;
- розробку алгоритму розв'язання задачі
 - вибір констант, змінних та масивів;
 - блок-схема алгоритму;
- текст програми;
- одержані результати (вклеєні до звіту роздруковані результати розрахунку та текст програми);
- формування архиву програм (наводиться ім'я файлу з текстом програми, що зберігається на диску ЄОМ);
- висновки.

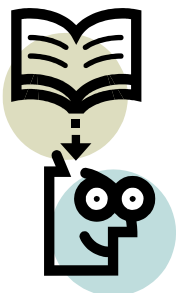
10. Захистити підготовлений звіт із лабораторної роботи у викладача.

Інженерною задачею, що вирішується в лабораторній роботі №5, є знаходження аналітичної залежності теплоємності речовини від температури, за відомими експериментальними даними.

Інженерною задачею, що вирішується в лабораторній роботі №6, є знаходження похибки розрахунку теплоємності речовини за отриманою в лабораторній роботі №5 аналітичною залежністю.

ПРИКЛАД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ З ВИКОРИСТАННЯМ МАСИВІВ

1. АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ, РОЗРАХУНКОВИХ ФОРМУЛ ТА ПОЧАТКОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКІВ



Середня енергія безладного руху молекул суттєво залежить від шуканої температури речовини. Зміна внутрішньої енергії певної маси речовини дорівнює алгебраїчній сумі змін енергії всіх атомів або молекул. Число атомів або молекул пропорційно масі тіла, тому зміна внутрішньої енергії тіла пропорційна його масі і зміні температури.

Коефіцієнт пропорційності називається питомою теплоємністю речовини.

Питома теплоємність речовини показує, яка кількість теплоти необхідна для нагрівання одиниці маси речовини на один градус.

Для речовини в ідеальному газовому стані залежно від умов, при яких здійснюється теплообмін, однакова кількість теплоти, що передана, може викликати різні зміни внутрішньої енергії речовини й, отже, температури.

У двигунобудуванні користуються молекулярною теплоємністю речовини (при постійному об'ємі – C_V , або при постійному тиску – C_P). Значення теплоємностей подаються в таблицях із кроком у 100° (табл. 1).

Таблиця 1 – Приклад експериментальних даних

Номер експерименту	$t_i, ^\circ\text{C}$	$C_i, \text{кДж}/(\text{кмоль}\cdot\text{K})$
1	0	29,07
2	100	29,27
3	200	29,68
4	300	30,27
5	400	30,95
6	500	31,56

Для практичних розрахунків виникає потреба знати теплоємність газів з кроком 1 – 10°. Для цього табличні значення

теплоємності найчастіше апроксимують за лінійним законом, в розрахунках використовують залежності вигляду:

$$?C_{\text{розр}} = a + b \cdot t_{\text{розр}}, \quad (1)$$

$$b = \left(\sum_{i=1}^k (t \cdot \mu C) - \sum_{i=1}^k t \cdot \sum_{i=1}^k \mu C / k \right) / \left(\sum_{i=1}^k t^2 - \left(\sum_{i=1}^k t \right)^2 / k \right), \quad (2)$$

$$a = \left(\sum_{i=1}^k \mu C - b \cdot \sum_{i=1}^k t \right) / k, \quad (3)$$

де $?C_{\text{розр}}$ – розрахункове значення теплоємності, кДж/(кмоль·К);

$t_{\text{розр}}$ – значення температури, при якій розраховується теплоємність, °С;

a, b – коефіцієнти, що підлягають визначенню;

t_i – рівень температури i -го експерименту, °С;

$?C_i$ – табличне (експериментально визначене) значення теплоємності в i -у експерименті, кДж/(кмоль·К);

k – кількість експериментів.

Примітка. З виразу (1) видно, що для встановлення лінійної залежності теплоємності від температури достатньо двох експериментальних точок. На практиці кількість експериментів k приймається більше за 2 з метою зменшення похибок розрахунків $?C_{\text{розр}}$ відносно $?C_i$.

Таким чином, результатом розв'язання задачі є визначення коефіцієнтів a і b залежності (1) за використанням виразів (2) і (3) та даних табл. 1.

Похибку розрахунків знаходять за залежністю

$$\delta = \frac{\mu C_i + \mu C_{розр}}{\mu C_i} \cdot 100 \% \quad (4)$$

2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ

2.1. Вибір змінних

Відповідно до задачі, що розглядається, потрібний перелік змінних та визначення їх типів подано в табл. 2.

Таблиця 2 – Змінні, що використовуються в програмі

Величина, або фізичний файл	Ім'я змінної	Тип
$\mu C_{розр}$	<i>mcr</i>	<i>real</i>
<i>a</i>	<i>a</i>	<i>real</i>
<i>b</i>	<i>b</i>	<i>real</i>
$\sum_{i=1}^k (t \cdot \mu C)$	<i>stmC</i>	<i>real</i>
$\sum_{i=1}^k t$	<i>st</i>	<i>real</i>
$\sum_{i=1}^k t^2$	<i>st2</i>	<i>real</i>
$\sum_{i=1}^k \mu C$	<i>smc</i>	<i>real</i>
δ	<i>d</i>	<i>real</i>
<i>k</i>	<i>k</i>	<i>integer</i>
<i>i</i>	<i>i</i>	<i>integer</i>
t_i	<i>t</i>	<i>array [1..9] of real</i>
μC_i	<i>mc</i>	<i>array [1..9] of real</i>
'PRN'	<i>p</i>	<i>text</i>

Наведемо пояснення до таблиці.

1. З таблиці видно, що для полегшення розробки алгоритму обрані імена змінних по-можливості співпадають з прийнятими в (1) – (3) позначеннями.

2. Ім'я файлу „PRN” в операційній системі відповідає імені принтера, що дозволяє вивести результати виконаної роботи на принтер.

2.2. Розробка блок-схеми

Для полегшення розробки графічної схеми алгоритму наведемо повний перелік дій, що передбачають вирішення поставленої задачі.

Для лабораторної роботи №5:

1. Ініціалізація програми.
2. Підключення бібліотеки `sqrt`.
3. Ініціалізація змінних з табл. 1.
4. Очищення екрану.
5. Присвоєння початкових значень змінним.
6. Розрахунок сум температур та теплоємностей.
7. Розрахунок коефіцієнтів лінійної залежності (1) за виразами (2), (3).
8. Виведення результатів.
9. Завершення виконання програми.

Зрозуміло, що пункти 1–3 відповідатимуть блоку «Початок» графічної схеми алгоритму, 4–8 основному тілу програми, а 9 – блоку „Кінець”.

Для лабораторної роботи №6:

- Пункти 1 – 7 відповідають пунктам з лабораторної роботи №5.
8. Розрахунок теплоємності за отриманою залежністю.
 9. Знаходження похибки розрахунку.
 10. Виведення результатів.
 11. Перевірка чи в усіх точках знайдено значення похибки розрахунку.
 12. Завершення виконання програми.

Зрозуміло, що пункти 1–3 відповідатимуть блоку «Початок» графічної схеми алгоритму, 4–11 основному тілу програми, а 12 – блоку „Кінець”.

На рис. 1 наведено можливий варіант блок-схеми алгоритму з використанням оператора циклу з післяумовою для лабораторної роботи №5.

На рис. 2 наведено можливий варіант блок-схеми алгоритму розрахунку похибки знаходження теплоємності.

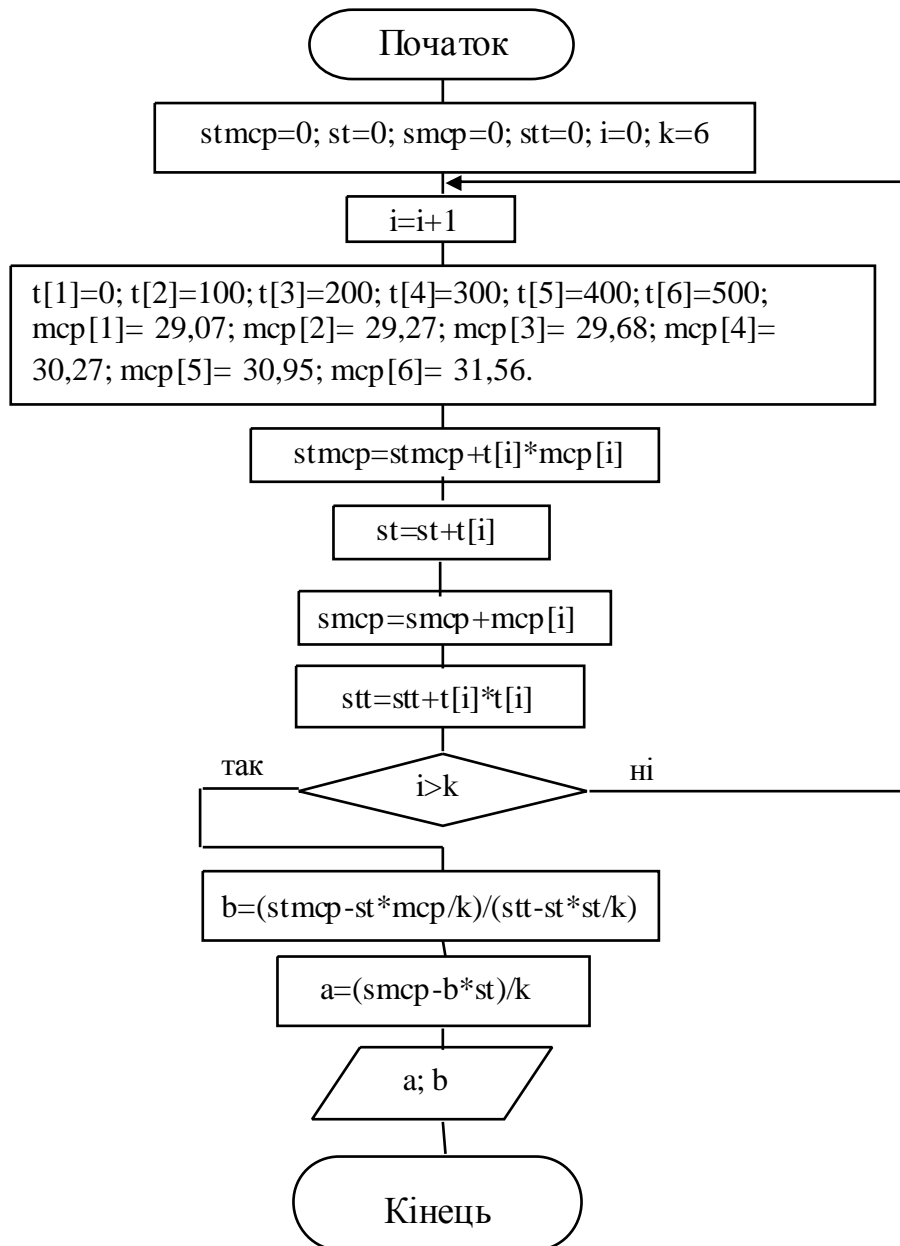


Рисунок 1 – Приклад блок-схеми програми

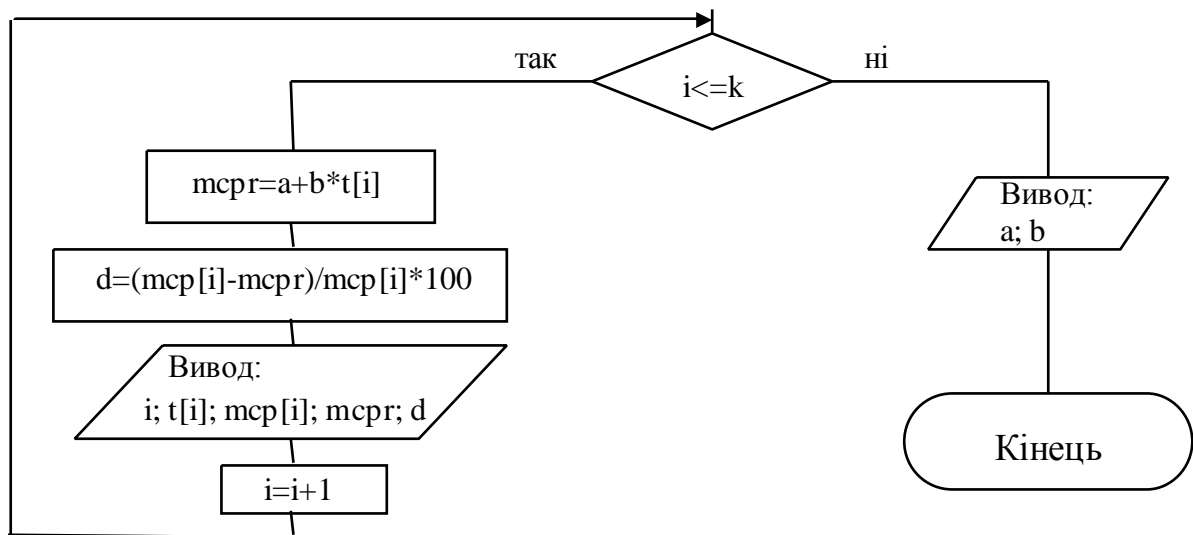


Рисунок 2 – Фрагмент блок-схеми програми знаходження похибки розрахунку теплоємності

3. НАПИСАННЯ ТЕКСТУ ПРОГРАМИ

На цьому етапі за створеною блок-схемою розробляється текст програми. Нижче (на рис. 3) наведено фрагмент тексту програми в якому, зокрема, подано опис масивів відповідно до змісту табл. 2.

```

program lr5;
uses crt;
var mcr, a, b, d, stmc, st, stt, smc: real; {описування змінних}
    k, i: integer;
    t, mc: array [1..9] of real;
    p: text;
begin
    {основний блок програми}

    writeln ('mcr=',a:6:3,'+',b:13,'*t, kDj/(mol*K)'); {виведення лінійної залежності}
    close (p); {закриття принтера}
end.
  
```

Рисунок 3 – Приклад фрагмента тексту програми

4. ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКІВ ТА АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Приблизний вид результатів розрахунків наведено на рис. 4.

```
Turbo Pascal Version 7.0 Copyright (c) 1983,92 Borland International
i   t[i]   mc[i]   mcr   d
1   0.0   29.274  29.347  -0.25
2  100.0  29.877  30.128  -0.84
3  200.0  30.815  30.910  -0.31
4  300.0  31.758  31.691   0.21
5  400.0  32.832  32.473   1.09
6  500.0  33.549  33.254   0.88
7  600.0  34.202  34.036   0.49
8  700.0  34.746  34.817  -0.21
9  800.0  35.203  35.599  -1.12
mcr=29.347+ 7.814667E-03*t, kDj/(mol*K)
```

Рисунок 4 - Результати розрахунку

Звернемо увагу на те, що значення коефіцієнта a є близьким до значення теплоємності з табл. 1 при $t=0$ К. При встановленні коефіцієнта a за (3) потрібно мати значення коефіцієнта b . Базуючись на цьому можна зробити висновок, що розрахунок виконано вірно.

Величина похибки розрахунків близька до 1%.

Виконання роботи на ЕОМ завершено.

5. ОФОРМЛЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ТА ЇЇ ЗАХИСТ

Виконана робота оформлюється в зошиті для лабораторних робіт. Оформлена робота повинна мати: назву (тему) роботи, мету індивідуальне завдання, стисле викладення основних теоретичних положень, алгоритм програми, текст програми, вклеєні результати розрахунків, що надруковані на принтері; аналіз розрахунків та висновки. Після оформлення робота захищається викладачу.

ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №5

За допомогою мови програмування «Pascal» на основі експериментальних даних та розрахункових формул (2), (3) зробити апроксимацію значень теплоємності речовини в ідеальному газовому стані за лінійним законом від температури, на основі даних, що наведені в табл. 3. Експериментальні значення

теплоємності вибираються з табл. 4. Виведення результатів здійснити на принтер.

Після написання алгоритму дії програми та тексту програми їх треба узгодити з викладачем, який дає дозвіл на виконання програми на ЕОМ.

Таблиця 3 – Похідні данні для розрахунку

Номер варіанта	Речовина	Умови теплообміну	Інтервал температур, °С
1	Повітря	При постійному тиску	0 – 500
2	Кисень	При постійному тиску	0 – 500
3	Водяна пара	При постійному тиску	0 – 500
4	Вуглекислий газ	При постійному тиску	0 – 500
5	Азот	При постійному тиску	0 – 500
6	Водень	При постійному тиску	0 – 500
7	Метан	При постійному тиску	0 – 500
8	Етан	При постійному тиску	0 – 500
9	Повітря	При постійному об'ємі	0 – 500
10	Кисень	При постійному об'ємі	0 – 500
11	Водяна пара	При постійному об'ємі	0 – 500
12	Вуглекислий газ	При постійному об'ємі	0 – 500
13	Азот	При постійному об'ємі	0 – 500
14	Водень	При постійному об'ємі	0 – 500
15	Метан	При постійному об'ємі	0 – 500
16	Етан	При постійному об'ємі	0 – 500
17	Повітря	При постійному тиску	500 – 1000
18	Кисень	При постійному тиску	500 – 1000
19	Водяна пара	При постійному тиску	500 – 1000
20	Вуглекислий газ	При постійному тиску	500 – 1000
21	Азот	При постійному тиску	500 – 1000
22	Водень	При постійному тиску	500 – 1000
23	Метан	При постійному тиску	500 – 1000
24	Етан	При постійному тиску	500 – 1000
25	Повітря	При постійному об'ємі	500 – 1000
26	Кисень	При постійному об'ємі	500 – 1000
27	Водяна пара	При постійному об'ємі	500 – 1000
28	Вуглекислий газ	При постійному об'ємі	500 – 1000
29	Азот	При постійному об'ємі	500 – 1000
30	Водень	При постійному об'ємі	500 – 1000

Таблиця 4 – Мольна теплоємність речовин в ідеально-газовому стані, кДж/(кмоль·К)

$t, \text{ } \overline{C}$

1	2	3	4	5
Метан			Етан	
0	34,738	26,423	49,53	41,215
100	39,28	30,966	62,17	53,855
200	45,029	36,714	70,872	66,558
300	50,941	42,626	86,29	77,975
400	56,622	48,307	96,636	88,32
500	61,856	53,541	105,805	97,49
600	66,62	58,305	113,868	105,553
700	70,928	62,614	120,936	112,621
800	74,747	66,432	126,755	118,44
900	78,168	69,852	131,964	123,649
1000	81,195	72,88	136,753	128,438

ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №6

За допомогою мови програмування «Pascal» на основі експериментальних даних та розрахункових формул (2), (3) зробити апроксимацію значень теплоємності речовини в ідеальному газовому стані за лінійним законом від температури (дивись лабораторну роботу №5). Визначити похибку розрахунків за апроксимованою залежністю у експериментальних точках. Результати розрахунків подати у вигляді таблиці, після чого навести залежність, за якою розраховувалась теплоємність (рис. 4). Результати вивести на принтер.

СПИСОК ДОДАТКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Меженный О.А. Turbo Pascal: учитесь программировать. – М.: Диалектика, 2003. – 78с.
2. Фаронов В.Г., Молгачева С.В. Turbo Pascal 7.0. Практика программирования. – М.: Диалектика, 2001. – 115с.
3. Климова Л.М. PASCAL 7.0. Практическое программирование. Решение типовых задач.: Учеб. пособие. – М.: КУДИЦ-Образ, 2000. – 387с.
4. Фаронов В.В. Турбо Паскаль 7.0. Начальный курс: Учеб. пособие для вузов. – М.: Филинь, 1999. – 544с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт №5, 6
„Використання масивів при розв’язанні інженерних
задач”
з дисципліни „Інформатика”

ПИЛЬОВ Володимир Олександрович
ЛІНЬКОВ Олег Юрійович

Відповідальний за випуск: А.П. Марченко

Роботу до видання рекомендував В.Г. Дяченко

В авторській редакції

План 2006р., поз. 39.

Підписано до друку . Формат 60x84^{1/16}. Папір друк №2.
Друк – ризографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 1,0.
Обл.-вид. арк. 1,2. Наклад 100 прим. Зам. № . Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №116 від 10.07.2000 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня НТУ «ХПІ». 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

