МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Б.И. Алибеков

Лабораторный практикум по Web-программированию на PHP

Махачкала
Издательство ДГУ
2018

Алибеков Б.И.
Лабораторный практикум по Web-программированию на PHP. – Махачкала: Издательство ДГУ, 2018. – 274 с.

Рецензенты:

Мамаев Э.А. – зав. кафедрой «Логистика и управление транспортными системами» ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», д. тех. н., профессор;

Саркаров Т.Э. – зав. кафедрой УиИТСиВТ, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», д. тех. н., профессор

Издается по решению научно-методического совета ДГУ.

© Издательство ДГУ, 2018

Введение

Дисциплины «Проектирование и разработка проблемно-ориентированных приложений («Основы Web-программирования» и «Прикладные Интернет-технологии»)» знакомят студентов с компьютерными телекоммуникациями и возможными подходами к разработке гипертекстовых документов, предназначенных для публикации в глобальной компьютерной сети Internet. Курс закрепляет навыки работы с текстом и графикой, программирования и проектирования и разработки информационных систем, являясь, таким образом, прямым продолжением курсов «Информатика и программирование», «Информационные технологии», «Объектно-ориентированное программирование», «Базы данных», «Информационные системы», «Проектирование информационных систем» и многих других.

Лабораторный практикум по Web-программированию на PHP готовит студентов к эффективному использованию современной вычислительной техники в процессе решения различных задач.

Учебное пособие составлено в соответствии с рабочими программами по курсам «Основы Web-программирования» и «Прикладные Интернет-технологии» для студентов второго курса по специальности 02.03.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии, а также четвертого курса по специальности 01.03.02 – Прикладная математика и информатика факультета математики и компьютерных наук ДГУ. Задание состоит из двадцати одного раздела, которые охватывают основные темы вычислительной математики, физики и техники. При этом студентам предлагается 30 вариантов каждого раздела. Задачи подобраны из различных задачников (Волков Б.И. Математический практикум для физиков – М.: Изд-во Московского университета, 1981. – 103 с., Светозарова Г.И., Сигитов Е.В., Козловский А.В. Практикум по программированию на алгоритмических языках. – М.: Наука, 1980. – 318 с., Воробьева Г.Н., Данилова А.Н. Практикум по численным методам. – М.: Высшая школа, 1979. – 184 с., Пильщиков В.Н. Сборник упражнений по языку Паскаль. – М.: Наука, 1989. – 155 с.). Приводятся решения одной задачи из каждого варианта

с подробными комментариями. Номер варианта студент определяет по порядковому номеру своей фамилии в групповом журнале. Основные функции PHP могут быть использованы при выполнении лабораторных работ по информатике студентами других специальностей. Программисты при осуществлении ответственных вычислений вряд ли станут рассматривать язык составления сценариев для Web в качестве приемлемого. Несмотря на это, язык PHP предлагает великолепный набор функций, которые полностью обеспечивают решение большинства математических задач, возникающих в процессе выполнения сценариев для Web. Кроме того, язык PHP предоставляет некоторые более расширенные возможности: арифметика чисел произвольной точности, средства библиотек хэширования и криптографических библиотек. Многие из наиболее фундаментальных математических функций, применяемых в языке PHP, являются просто оболочками вокруг аналогов этих функций на языке C.

Основные функции PHP

Арифметические операции	
Операция	*Описание*
+	Возвращает сумму значений двух своих операндов
-	Если имеются два операнда, то значение правого операнда вычитается из значения левого. Если имеется только правый операнд, то операция возвращает значение этого операнда с обратным знаком
*	Возвращает произведение значений двух своих операндов
/	Возвращает результат деления с плавающей точкой значения левого операнда на значение правого операнда
%	Возвращает остаток от целочисленного деления значения левого операнда на абсолютное значение правого операнда
++	Операция инкремента применяется для добав-

	ления единицы к значению той переменной, на которую распространяется эта операция
--	Операция декремента вычитает единицу из значения такой переменной.
Простые математические функции PHP	
Функция	*Описание*
floor()	Принимает единственный фактический параметр (как правило, число с плавающей точкой двойной точности) и возвращает наибольшее целое число, которое меньше этого фактического параметра или равно ему (округление в меньшую сторону)
ceil()	Имя этой функции представляет собой сокращение от слова *ceiling* (потолок). Функция принимает единственный фактический параметр (как правило, число с плавающей точкой двойной точности) и возвращает наименьшее целое число, которое больше этого фактического параметра или равно ему (округление в большую сторону)
round()	Принимает единственный фактический параметр (как правило, число с плавающей точкой двойной точности) и возвращает ближайшее целое число
abs()	Модуль числа. Если единственный числовой фактический параметр имеет отрицательное значение, то функция возвращает соответствующее положительное число; если фактический параметр является положительным, то функция возвращает сам фактический параметр
min()	Принимает любое количество числовых фактических параметров (но не менее одного) и возвращает наименьшее из всех значений фактических параметров
max()	Принимает любое количество числовых фактических параметров (но не менее одного) и

	возвращает наибольшее из всех значений фактических параметров
rand(), mt_rand()).	С каждым из этих генераторов связаны по три функции одинакового назначения: функция задания начального значения (*srand()* и *mt_srand()*), сама функция получения случайного числа и функция, осуществляющая выборку наибольшего целого числа, которое может быть возвращено генератором ((*getrandmax()* и *mt_getrandmax()*)). Функции *getrandmax()* и *mt_getrandmax()* возвращают значение наибольшего числа, которое может быть возвращено функцией *rand()* или *mt_rand()*, на платформах Windows это значение ограничено величиной 32768.

Например, результаты следующего кода PHP

```
$round=round(4.6);$ceil=ceil(4.2);$floor=floor(4.8);
$r=min(5,abs(-5),max(round(4.6),ceil(4.2),floor(4.8)));
echo "$r=r, $round=round, $ceil=ceil,$floor=floor";
```

будут

5=r, 5=round, 5=ceil,4=floor

Результат следующего кода PHP

```
$r1=mt_srand((double)microtime()*1000000);
echo"<br />\n$r1=r1"; будет=r1
```

В этом операторе $r1=mt_srand((double)microtime()*1000000); задается начальное значение генератора, равное количеству микросекунд, истекших к данному времени с момента отсчета последней целой секунды.

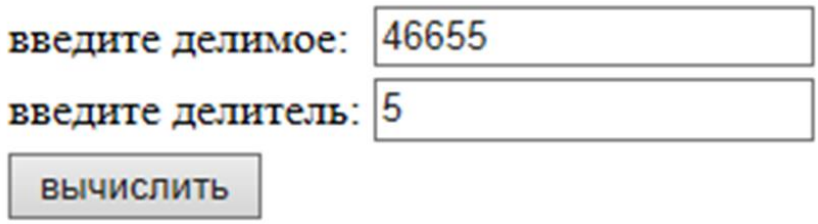
Математические константы PHP			
Константа	*Описание*	*Константа*	*Описание*
M_PI	π	M_PI_2	π/2
M_PI_4	π / 4	M_1_PI	1/π
M_2_PI	2 / π	M_2_SQRTPI	2/sqrt(π)
M_E	e	M_SQRT2	sqrt(2)
M_SQRT1_2	1 / sqrt(2)	M_LOG2E	$\log_2(e)$

M_LOG10E	lg(e)	M_LN2	$\log_e(2)$
M_LN10	$\log_e(10)$		

abivvda07012017.html

```
<html >
<head>
<title>форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform"
action="abivvda07012017.php?id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td> введите делимое: </td>
<td><input type="text" name="x" /> </td>
</tr>
<tr>
<td>введите делитель: </td>
<td><input type="text" name="y"/></td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value
="вычислить"/></td>
</tr
</table>
</form>
</body>
</html>
```

Ответ: abivvda07012017.html



abivvda07012017.php

```
<?php
function base36($value, $base)
```

```
{
 $baseChars = array('0', '1', '2', '3', '4', '5',
 '6', '7', '8', '9', 'a', 'b',
 'c', 'd', 'e', 'f', 'g', 'h',
 'i', 'j', 'k', 'l', 'm', 'n',
 'o', 'p', 'q', 'r', 's', 't',
 'u', 'v', 'w', 'x', 'y', 'z'
);
 $remainder = 0;
 $newval = "";

while ( $value > 0 )
 {
 $remainder = $value % $base;
 $value = ( ($value – $remainder)/ $base );
 $newval .= $baseChars[$remainder];
 }
return strrev($newval);
 }
$x=$_POST["x"];$y=$_POST["y"];
echo "<br>x=$x,y=$y, The string for $x, for instance, is". base36($x, $y);
?>
```

Ответ: abivvda07012017.php

x = 46655, *y* = 5, The string for 46655, for instance, is 2443110

Преобразование систем счисления

По умолчанию в языке PHP для прямого и обратного преобразования числовых значений из внешнего представления во внутреннее применяется основание системы счисления 10. Кроме того, можно сообщить интерпретатору PHP, что во внешнем представлении используются восьмеричные числа, заданные по основанию 8 (для этого перед числом необходимо ввести ведущий 0), или шестнадцатеричные числа, заданные по основанию 16 (для этого перед числом необходимо ввести префикс 0x).

Функции преобразования систем счисления	
Функция	*Описание*
BinDec()	Принимает единственный строковый параметр, представляющий собой двоичное целое число (число по основанию 2), и возвращает строковое представление этого числа по основанию системы счисления 10
DecBin()	Аналогична *BinDec()*, но преобразует из основания системы счисления 10 в основание системы счисления 2
OctDec()	Аналогична *BinDec()*, но преобразует из основания системы счисления 8 в основание системы счисления 10
DecOct()	Аналогична *BinDec()*, но преобразует из основания системы счисления 10 в основание системы счисления 8
HexDec()	Аналогична *BinDec()*, но преобразует из основания системы счисления 16 в основание системы счисления 10
DecHex()	Аналогична *BinDec()*, но преобразует из основания системы счисления 10 в основание системы счисления 16
base_convert()	Принимает строковый параметр (представляющий целое число, которое подлежит преобразованию) и два целочисленных параметра (исходное и желаемое основание). Возвращает строку, представляющую преобразованное число. В этой строке цифры старше, чем 9 (от 10 до 35), представлены символами *a-z*. И исходное, и желаемое основание должно находиться в пределах 2–36
Экспоненциальные функции	
Функция	*Описание*
pow()	Принимает два числовых параметра и возвращает первый параметр, возведенный в степень, равную второму параметру. Значение выраже-

	ния *pow($x, $y)* равно x^y
exp()	Принимает единственный параметр и возводит число *e* в степень, равную этому показателю степени. Значение выражения *exp($x)* равно e^x
log()	Функция натурального логарифма *(ln).* Принимает единственный параметр и возвращает его логарифм по основанию *e*
log10()	Принимает единственный параметр и возвращает его десятичный логарифм *(lg)*
Тригонометрические функции	
Функция	*Описание*
pi()	Не принимает параметров и возвращает приближенное значение числа π (3,1415926535898). Может использоваться как взаимозаменяемая с константой *M_PI*
sin()	Принимает числовой параметр в радианах и возвращает синус параметра в виде числа с плавающей точкой двойной точности
cos()	Принимает числовой параметр в радианах и возвращает косинус параметра в виде числа с плавающей точкой двойной точности
tan()	Принимает числовой параметр в радианах и возвращает тангенс параметра в виде числа с плавающей точкой двойной точности
acos()	Принимает числовой параметр и возвращает арккосинус параметра в радианах. Входные данные должны находиться в пределах от –1 до 1 (получение функцией входных данных, выходящих за пределы этого диапазона, приводит к получению результата NAN. Результаты находятся в диапазоне от 0 до π
atan()	Принимает числовой параметр и возвращает арктангенс параметра в радианах. Результаты находятся в диапазоне от –π/2 до π/2

Математические функции с произвольной точностью (функции BC)	
Функция	*Описание*
bcadd()	Принимает два строковых параметра, представляющих числа, и необязательный целочисленный параметр с обозначением масштабного множителя. Возвращает сумму первых двух параметров в виде строки с количеством десятичных позиций в результате, определяемом параметром с обозначением масштабного множителя. Если параметр с обозначением масштабного множителя не задан, то используется заданный по умолчанию масштабный множитель
bcsub()	Аналогична *bcadd()* за исключением того, что возвращает результат вычитания второго параметра от первого
bcmui()	Аналогична *bcadd()* за исключением того, что возвращает результат умножения своих параметров
bcdiv()	Аналогична *bcadd()* за исключением того, что возвращает результат деления первого параметра на второй
bcmod()	Возвращает модуль (остаток) от деления первого параметра на второй. Поскольку возвращаемое значение относится к целочисленному типу, функция не принимает параметр с обозначением масштабного множителя
bcpow()	Возводит первый параметр в степень, указанную вторым параметром. Количество десятичных позиций в результате определяется масштабным множителем, если он задан
bcsqrt()	Возвращает квадратный корень параметра с количеством десятичных позиций, которое определяется значением необязательного масштабного множителя
bcscale()	Устанавливает заданный по умолчанию масштабный множитель для последующих вызовов функции BC

Ниже приведен пример использования функции с произвольной точностью для точного выполнения целочислен-

ных арифметических операций и использования тригонометрических функций в PHP. Выполнение следующего кода:

vichbolch032016.php

```
<?php
for ($x = 1; $x< 25; $x++)
{
echo "$x<sup>$x</sup> = ".bcpow($x, $x).'<br>';
}
```

Ниже показан пример составления таблицы вычисления тригонометрических функций для "стандартных" углов:

```
function display_trigonometry($func_array, $input_array)
{
// Заголовок функции
echo '<table border="1"><tr><th>Значение/функция</th>';
foreach($func_array as $func)
{
echo "<th>$func</th>";
}
echo '</tr><tr>';
// Вывести остальную часть таблицы
foreach($input_array as $input)
{
echo '<th>'.sprintf("%.4f",$input).'</th>';
foreach($func_array as $func)
{
echo '<td>';
printf("%4.4f", $func($input));
echo '</td>';
}
echo '</tr><tr>';
}
echo '</tr></table>';
}
display_trigonometry(array('sin', 'cos', 'tan'),
array(0, M_PI / 6, M_PI / 3, M_PI / 2, M_PI));
```

Пример использования тригонометрических функций в PHP.

Получение очень больших (но не бесконечных) значений тангенса обусловлено тем, что теоретически знаменатели должны быть равными нулю, но в действительности немного отличаются от нуля из-за ошибок округления.

?>

Ответ: vichbolch032016.php

$1^{1} = 1$
$2^{2} = 4$
$3^{3} = 27$
$4^{4} = 256$
$5^{5} = 3125$
$6^{6} = 46656$
$7^{7} = 823543$
$8^{8} = 16777216$
$9^{9} = 387420489$
$10^{10} = 10000000000$
$11^{11} = 285311670611$
$12^{12} = 8916100448256$
$13^{13} = 302875106592253$
$14^{14} = 11112006825558016$
$15^{15} = 437893890380859375$
$16^{16} = 18446744073709551616$
$17^{17} = 827240261886336764177$
$18^{18} = 39346408075296537575424$
$19^{19} = 1978419655660313589123979$
$20^{20} = 104857600000000000000000000$
$21^{21} = 5842587018385982521381124421$
$22^{22} = 341427877364219557396646723584$
$23^{23} = 20880467999847912034355032910567$
$24^{24} = 1333735776850284124449081472843776$

Значение/функция	sin	cos	tan
0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
0.5236	0.5000	0.8660	0.5774
1.0472	0.8660	0.5000	1.7321
1.5708	1.0000	0.0000	16331778728383844.0000
3.1416	0.0000	-1.0000	-0.0000

Операция над строками	
Функция	*Описание*
strpos($str, $search)	Возвращает позицию подстроки или символа *$search* в строке *$str* или значение *false*, если строка *$str* не содержит подстроки *$search*:
mb_strpos($input, $search)	*$input* = 'Мама мыла раму'; *$search* = 'мы'; *$position = strpos($input, $search)*; // 9 Неожиданно, но результатом функции будет число 9. Хотя мы видим, что истинная позиция подстроки 'мы' в исходной строке равна 5. Все дело в том, что некоторые строковые функции не всегда корректно обрабатывают кириллические символы, и для них лучше использовать другую функцию – mb_strpos(): *$position = mb_strpos($input, $search);* // 5
strrpos()	Функция *strpos($str, $search)* возвращает позицию подстроки или символа *$search* в строке *$str* или значение *false*, если строка *$str* не содержит подстроки *$search*
trim($str)	Удаляет из строки начальные и конечные пробелы, а также управляющие символы *'\n', '\r', '\t'*
$input = strtolower($input)	Для перевода строки в нижний регистр используется функция *strtolower*
$input = mb_strtolower($input);	Для перевода в нижний регистр строки с кириллическими символами можно использовать функцию *mb_strtolower*
$num = strlen($input);	Возвращает длину строки, т. е. количество символов в строке *$input*
$num = mb_strlen($input);	Функция *strlen()* также некорректно работает с кириллицей, поэтому в этом случае лучше применять функцию

	mb_strlen()
substr($str, $start [, $length])	Данная функция обрезает строку *$str*, начиная с символа в позиции *$start*, до конца строки. С помощью дополнительного необязательного параметра *$length* можно задать количество вырезаемых символов.
str_replace($old, $new, $input)	Так как данная функция некорректно работает с кириллицей, то вместо нее следует применять функцию *mb_substr()*, которая действует аналогично. Эта функция заменяет в строке $input все вхождения подстроки *$old* на подстроку *$new* с учетом регистра

Сайты можно разделить на статические и динамические. При этом верстальщик должен учитывать, что теперь он начинает изучать веб-программирование: принципы работы с сайтом будут различаться. Одна из первых проблем, с которой сталкивается начинающий в PHP, – работа со строками, их чтение и обработка.Многие функции плохо работают с кириллическими символами. Для кириллических строк используются те же функции, но с префиксом *mb_* (например, *mb_strpos()*). Прежде чем использовать аналоги, в *php.ini* необходимо раскомментировать строку *extension=php_mbstring.dll*, просто убрав точку с запятой.

Служебные символы

Допустим, строка определена с помощью двойных кавычек (*$string* = "Вот так"). Тогда можно совершенно спокойно использовать управляющие последовательности:

\n совершает перевод строки;

\r возвращает каретку;

\" экранирует двойные кавычки:

echo "Строка с \"двойными"\ кавычками"; //Строка с "двойными" кавычками

\$ экранирует доллар;

\\ экранирует обратную косую черту.

PHP. Работа с файлами

Работа с файлами разделяется на 3 этапа:

1) открытие файла,
2) манипуляции с данными,
3) закрытие файла.

PHP. Работа с файлами	
Функция	*Описание*
fopen()	Функция *fopen()* открывает файл в среде PHP. Обязательными параметрами этой функции являются имя файла и режим файла *$fp = fopen('counter.txt', 'r')*
Выделяют следующие виды режимов файлов:	
r	открытие файла только для чтения
r+	открытие файла одновременно на чтение и запись
w	создание нового пустого файла. Если на момент вызова уже существует такой файл, то он уничтожается
w+	аналогичен *r+*, только если на момент вызова такой файл существует, его содержимое удаляется
a	открывает существующий файл в режиме записи, при этом указатель сдвигается на последний байт файла (на конец файла)
a+	открывает файл в режиме чтения и записи, при этом указатель сдвигается на последний байт файла (на конец файла). Содержимое файла не удаляется
Манипуляции с данными файла	
fwrite()	Функции *fwrite()* записывает данные в файл при помощи. Эта функция принимает 2 обязательных параметра и 1 необязательный. В качестве обязательных параметров выступают дескриптор файла и режим файла
fgets()	Функция *fgets()* построчно считывает из файла. В данной функции значение 999 определяет ко-

	личество символов, которые будут считываться до тех пор, пока указатель не достигнет конца файла (EOF)
readfile()	Функцию *readfile()* принимает 1 обязательный параметр, открывает файл, отображает его содержимое в окне браузера, а затем закрывает файл
fpassthru()	Функцию *fpassthru()* принимает 1 обязательный параметр и отображает его содержимое в окне браузера. Перед использованием этой функции необходимо открыть файл в режиме чтения. По окончании считывания файла функция автоматически закрывает файл (при этом дескриптор файла становится недействительным)
file()	Очень часто встречаются ситуации, когда содержимое сайта необходимо считать в массив. Эту возможность предусматривает использование функции *file()*. При вызове этой функции каждая строка файла сохраняется в отдельном элементе указанного массива. Не следует применять функцию *file()* к двоичным файлам (*binary-safe*), т. к. она не является безопасной в плане считывания двоичных файлов, если при этом где-то встретится символ конца файла (EOF), то она не гарантирует вам чтение всего двоичного файла.
fclose()	Функция *fclose()* закрывает файл и принимает 1 обязательный параметр.
file_exists()	Функция *file_exists* не производит проверку файлов на удаленном веб-сервере. Для правильной работы функции файл со скриптом должен находиться на том сервере, где и проверяемый файл.
filesize()	Функция *filesize()* определяет размер файла.
tmpfile()	Функция *tmpfile()* создает временный файл.
count()	Функция *count()* определяет количество строк в файле.

filetype()	Функция *filetype()* определяет тип файла, который принимает единственный параметр
stat()	Функцией *stat()* определяют все параметры файла.
ftruncate()	Функция *ftruncate()* очищает файл.
filectime()	Функция *filectime()* определяет дату последнего изменения файла.
После вызова строка может содержать одно из следующих значений:	
Функция	*Описание*
file	обычный файл
dir	каталог
ink	символическая ссылка
fifo	канал
block	блочно-ориентированное устройство
char	символьно-ориентированное устройство
unknown	неизвестный тип файла

Работа с массивами в PHP	
Функция	*Описание*
array()	Функция *array()* создает массив.
count():	Функция *count()* опредеяет длину (размер) индексируемого массива.
for или foreach:	Перебор элементов. Перебрать все элементы автомассива можно с помощью конструкции *for* или foreach:for($i = 0; $i < count($products);$i++): echo $products[$i]; echo " ";endfor; foreach($products as $product): echo $product; echo " ";endforeach;
unset($products[3])	Удалить элемент в массиве можно следующим образом: unset($products[3])
array_search	поиск значения в массиве
Операции с каталогами	

Функция	*Описание*

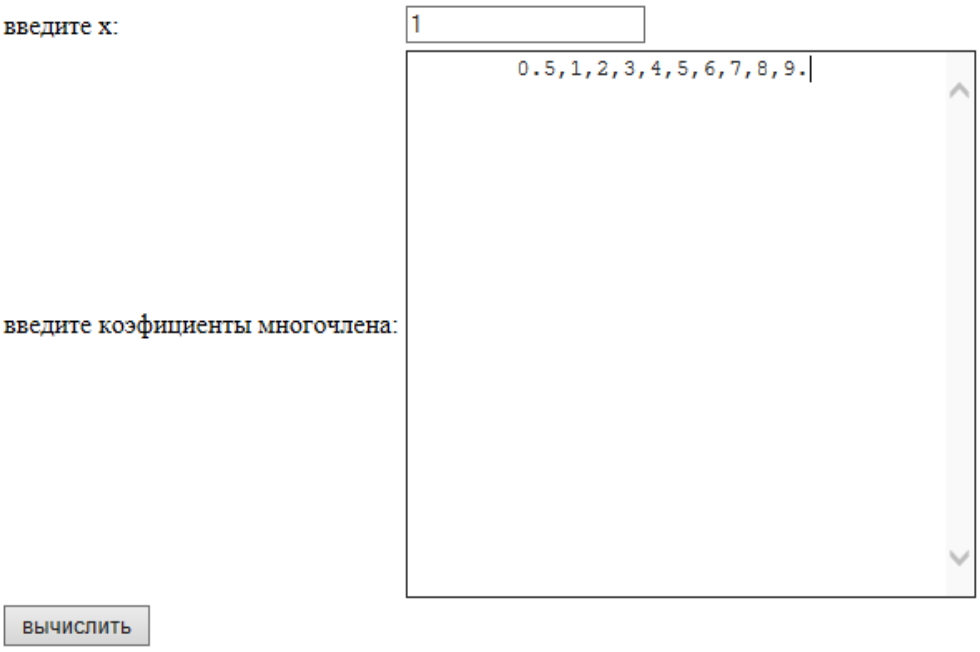
mkdir()	if(mkdir("newdir"))
	echo "Каталог создан";
	else
	echo "Ошибка при создании каталога";

rmdir()	Функция *rmdir()* удаляет каталог. Ее использование аналогично *mkdir()*
getcwd()	Функция *getcwd()* получает абсолютный путь к текущему каталогу в виде строки: $path = getcwd(); echo $path; // C:\localhost
opendir() closedir()	Функция *opendir()* открывает определенный каталог для считывания из него информации о файлах и каталогах. При успешном открытии каталога функция возвращает дескриптор открытого каталога. После окончания работы с каталогом его надо закрыть функцией *closedir().*
readdir()	Функция *readdir()* считывает имя отдельного файла в открытом каталоге.
За описанием сопутствующих функций, таких, как *dirname(), is_dir(), mkdir() и rmdir()*, обратитесь к главе Файловая система.	
chdir	Изменяет каталог
chroot	Изменяет корневой каталог
closedir	Освобождает дескриптор каталога
dir	Возвращает экземпляр класса Directory
getcwd	Получает имя текущего рабочего каталога
opendir	Открывает дескриптор каталога
readdir	Получает элемент каталога по его дескриптору
rewinddir	Сбрасывает дескриптор каталога
scandir	Получает список файлов и каталогов, расположенных по указанному пути

lek2_17pol.html

```
<html>
<head>
<title>Форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action="lek2_17pol.php?id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td>введите x: </td>
<td><input type="text" name="x"/> </td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">введите коэфициенты многочлена: </td>
<td> <textarea name="mas" cols="40" rows="20"/> </textarea> </td>
</tr
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value ="вычислить"/> </td>
</tr
</table> </form> </body> </html>
```

Ответ: lek2_17pol.html



lek2_17pol.php

```
<?php
print_r($_POST);
echo"<br />";
echo $_POST["x"];
echo"<br />";
echo"<br />";
echo $_POST["mas"];
echo"<br />";
print_r($_GET);
echo"<br />";
print_r($_REQUEST);
echo"<br />";
echo $_REQUEST["x"];
echo"<br />";
echo $_REQUEST["mas"];
echo"<br />";
function pol($mass,$x)
{$s=0;
for($n=0;$n<count($mass);$n++)
{
$s=$s*$x+$mass[$n];
}
return $s;
}
$x=$_POST["x"];$ss=$_POST["mas"];
$arr = array();
$num = strlen($ss);
$m="";
for($n=0;$n<$num;$n++)
{
$c = substr($ss,$n, 1);
if ($c==",")
{
$arr[]=$m;$m="";
}
else
```

```
{
$m.=$c;
}
}
echo"<br />";
print_r($arr);
echo"<br />";
$p=pol($arr,$x);
$m=count($arr)-1;
echo"<br />P($x,$m)=$p";
$fp = fopen('pol03122016.txt', 'r'); // Текстовый режим
$arrf = array();
while (!feof($fp))
{
$ss = fgets($fp, 999);
$num = strlen($ss);
$m="";
for($n=0;$n<$num;$n++)
{
$c = substr($ss,$n, 1);
if ($c==",")
{
$arrf[]=$m;$m="";
}
else
{
$m.=$c;
}
}
echo"<br />";

echo $ss."<br />";
}
print_r($arrf);
echo"<br />";
$x=$arrf[0];
$arrff = array();
for($n=1;$n<count($arrf);$n++)
```

```
        {
        $arrff[] = $arrf[$n];
        }
        print_r($arrff);
        echo"<br />";
        $p=pol($arrff,$x);
        $m=count($arrff)-1;
        echo"<br />P($x,$m)=$p";
        ?>
```

Ответ: lek2_17pol.php

Array ([x] => 1 [mas] => 0.5,1,2,3,4,5,6,7,8,9. [send] =>вычислить)
1
0.5,1,2,3,4,5,6,7,8,9.
Array ([id] => 15)
Array ([id] => 15 [x] => 1 [mas] => 0.5,1,2,3,4,5,6,7,8,9. [send] =>вычислить)
1
0.5,1,2,3,4,5,6,7,8,9.
Array ([0] => 0.5 [1] => 1 [2] => 2 [3] => 3 [4] => 4 [5] => 5 [6] => 6 [7] => 7 [8] => 8)
P(1,8)=36.5
1.5,2.7,23,-3,4,7.8,9.33,8.88,6,
1.5,2.7,23,-3,4,7.8,9.33,8.88,6,
1.5,2.7,23,-3,4,7.8,9.33,8.88,6,
1.5,2.7,23,-3,4,7.8,9.33,8.88,6,
Array ([0] => 1.5 [1] => 2.7 [2] => 23 [3] => -3 [4] => 4 [5] => 7.8 [6] => 9.33 [7] => 8.88 [8] => 6 [9] => 1.5 [10] => 2.7 [11] => 23 [12] => -3 [13] => 4 [14] => 7.8 [15] => 9.33 [16] => 8.88 [17] => 6 [18] => 1.5 [19] => 2.7 [20] => 23 [21] => -3 [22] => 4 [23] => 7.8 [24] => 9.33 [25] => 8.88 [26] => 6 [27] => 1.5 [28] => 2.7 [29] => 23 [30] => -3 [31] => 4 [32] => 7.8 [33] => 9.33 [34] => 8.88 [35] => 6)
Array ([0] => 2.7 [1] => 23 [2] => -3 [3] => 4 [4] => 7.8 [5] => 9.33 [6] => 8.88 [7] => 6 [8] => 1.5 [9] => 2.7 [10] => 23 [11] => -3 [12] => 4 [13] => 7.8 [14] => 9.33 [15] => 8.88 [16] => 6 [17] => 1.5 [18] => 2.7 [19] => 23 [20] => -3 [21] => 4 [22] => 7.8 [23] => 9.33 [24] => 8.88 [25] => 6 [26] => 1.5 [27] => 2.7 [28]

=> 23 [29] => -3 [30] => 4 [31] => 7.8 [32] => 9.33 [33] => 8.88 [34] => 6)
P(1.5,34)=21770996.122741

Содержимое в файле pol03122016.txt

1.5,2.7,23,-3,4,7.8,9.33,8.88,6,
1.5,2.7,23,-3,4,7.8,9.33,8.88,6,
1.5,2.7,23,-3,4,7.8,9.33,8.88,6,
1.5,2.7,23,-3,4,7.8,9.33,8.88,6,

stroki03122016a.php

```
<?php
```

Такая функция должна быть в арсенале разработчика: она получает оригинальную строку, начало и конец, а возвращает текст, который содержится между *$start* и *$end*.

```
function GetBetween($content,$start,$end){
$r = explode($start, $content);
if (isset($r[1])){
 $r = explode($end, $r[1]);
return $r[0];
 }
return";
}
$a="abcdefrk";$b="ab";$c="rk";
$s=GetBetween($a,$b,$c);
echo $s;
```

Если строка содержится в другой строке и вам нужно найти ее, то задача решается просто:

```
function contains($str, $content, $ignorecase=true){
if ($ignorecase){
 $str = strtolower($str);
 $content = strtolower($content);
 }
return strpos($content,$str) ? true: false;
}
$a="abcdefrk";$b="ab";$c="rk";
$c=true;
$s=contains($a,$b,$c=true);
```

```
echo $s."<br/>"."12";
echo $a;
```

Функция *strpos($str, $search)* возвращает позицию подстроки или символа *$search* в строке *$str* или значение *false*, если строка *$str* не содержит подстроки *$search*:

```
$input = 'This is the end';
$search = 'is';
$position = strpos($input, $search); // 2
if($position!==false)
{
echo "Позиция подстроки '$search' в строке '$input': $position";
}
```

Теперь применим функцию на другом примере:

```
$input = 'Мама мыла раму';
$search = 'мы';
$position = strpos($input, $search); // 9
echo "<br/>".$position."<br/>"."12";
```

Неожиданно, но результатом функции будет число 9. Хотя мы видим, что истинная позиция подстроки 'мы' в исходной строке равна 5.

```
$position = mb_strpos($input, $search); // 5
echo "<br/>".$position."<br/>"."13";
```

Функция *strrpos()* во многом аналогична функции *strpos()*, только ищет позицию не первого, а последнего вхождения подстроки в строку:

```
$input = 'This is the end';
$search = 'is';
$position = strrpos($input, $search); // 5
echo "<br/>".$position."<br/>"."14";
```

Но опять же данная функция не совсем корректно работает с кириллическими символами, поэтому нам надо использовать ее аналог – mb_strrpos():

```
$position = mb_strrpos($input, $search);
echo "<br/>".$position."<br/>"."15";
```

Функция *trim($str)* удаляет из строки начальные и конечные пробелы, а также управляющие символы *'\n', '\r', '\t'*:

```
$input = 'Мама мыла раму';
```

```
$input = trim($input);
echo "<br/>".$input."<br/>"."16";
```

Для перевода в нижний регистр строки с кириллическими символами можно использовать функцию *mb_strtolower*:

```
$input = 'The World is Mine';
$s = strtolower($input);
```

Для перевода строки в верхний регистр примеяются функции *strtoupper()/mb_ strtoupper()*, которые работают аналогично.

```
echo "<br/>".$s."<br/>"."17";
$input = 'THE WORLD IS MINE';
$s = mb_strtoupper($input);
echo "<br/>".$s."<br/>"."18";
```

Функция *strlen()* возвращает длину строки, т. е. количество символов в ней:

```
$input = 'Hello world';
$num = strlen($input); echo"<br/>";
echo $num;echo "<br/>19";echo"<br/>";
```

Функция *strlen()* также некорректно работает с кириллицей, поэтому в этом случае лучше применять функцию *mb_strlen()*:

```
$input = 'Мама мыла раму';
$num = mb_strlen($input);
echo $num;echo"<br/>";echo "<br/>20";
```

Применяя функцию *substr($str, $start [, $length])*, можно получить из одной строки ее определенную часть. Данная функция обрезает строку *$str*, начиная с символа в позиции *//$start*, до конца строки. С помощью дополнительного необязательного параметра *//$length* можно задать количество вырезаемых символов.

```
$input = 'The world is mine!';
$subinput1 = substr($input, 2);
$subinput2 = substr($input, 2, 6);
$subinput3 = substr($input, 2, 1);
echo $subinput1;
echo "<br />";
echo"<br/>";echo "<br/>21b";
```

echo"
";echo $subinput2;echo"
";echo $subinput3; echo"
";echo "
21a";

Так как данная функция некорректно работает с кириллицей, то вместо нее следует применять функцию *mb_substr()*, которая действует аналогично:

```
$input = 'Мама мыла раму';
$subinput1 = mb_substr($input, 2);
$subinput2 = mb_substr($input, 2, 6);
echo"<br/>";echo "<br/>22";
echo"<br/>";echo $subinput2;
?>
```

Ответ: stroki03122016a.php

```
cdef
12abcdefrk Позиция подстроки 'is' в строке 'This is the end': 2
9
12
9
13
5
14
5
15
Мама мыла раму
16
the world is mine
17
THE WORLD IS MINE
18
11
19
26
20e world is mine!

21b
eworl
e

21a
```

22
ама

stroki03122016.php

<?php

Такая функция должна быть в арсенале разработчика: она получает оригинальную строку, начало и конец, а возвращает текст, который содержится между *$start* и *$end*.

```
function GetBetween($content,$start,$end){
 $r = explode($start, $content);
if (isset($r[1])){
 $r = explode($end, $r[1]);
return $r[0];
 }
return '';
}
$a="abcdefrk";$b="ab";$c="rk";
$s=GetBetween($a,$b,$c);
echo $s;
$fh = fopen("contacts.csv", "r");
while($line = fgetcsv($fh, 1000, ","))
{
echo "Contact: {$line[1]}";
}
```

Если строка содержится в другой строке и вам нужно найти ее, то задача решается просто:

```
function contains($str, $content, $ignorecase=true){
if ($ignorecase){
 $str = strtolower($str);
 $content = strtolower($content);
 }
return strpos($content,$str) ? true : false;
}
$a="abcdefrk";$b="ab";$c="rk";
$s=contains($a,$b,$c=true);
echo $s;
?>
```

Ответ: stroki03122016.php

cdef

Лабораторная работа 1. *Решение алгебраических и трансцентдентных уравнений*

Найти корни уравнения вида

$$f(x) = 0 \qquad (1)$$

точно удается лишь в частных случаях. Поэтому разработаны методы численного решения уравнений (1), которые позволяют отыскать приближенные значения корней этого уравнения. При этом приходится решать две задачи:

1) отделение корней;

2) вычисление корней с заданной точностью.

Для выделения областей, содержащих один и только один корень, можно воспользоваться, например, графическим способом.

Для решения второй задачи существуют многочисленные методы, из которых мы рассмотрим лишь три: метод итераций, метод Ньютона и метод половинного деления.

1. *Метод итераций*

Уравнение $f(x) = 0$ представим в форме $x = \varphi(x)$.

Например, можно выделить из уравнения $f(x) = 0$ x, остальные члены перенести в правую часть. Или умножить левую и правую части $f(x) = 0$ на произвольную константу $\lambda \neq 0$ и прибавить к левой и правой частям x, т. е. представить $f(x) = 0$ в виде $x = x + \lambda f(x)$.

Выбираем на отрезке [a,b] произвольную точку C_0 (нулевое приближение) и примем в качестве следующего приближения $C_1 = \varphi(C_0)$, далее $C_2 = \varphi(C_1)$, и вообще пусть C_n получается из C_{n-1} по формуле

$$C_n = \varphi(C_{n-1}). \qquad (2)$$

Этот процесс последовательного нахождения C_n (n = 1, 2, 3, ...) по формуле (2) называется методом итераций. Число итераций n определяется из условия

$$|f(C_{n-1})| > \varepsilon \geq |f(C_n)|,$$

где ε – заданная точность, C_0 – определяется по формуле

$$C_0 = \frac{a+b}{2}$$

2. *Метод Ньютона*

Пусть уравнение $f(x)=0$ имеет один корень на отрезке $[a,b]$, пусть $f(x)$ и $f'(x)$ определены, непрерывны и сохраняют постоянные знаки на отрезке $[a,b]$.

Формула для последовательного приближения к корню имеет вид: $C_n = C_{m-1} - \frac{f(C_{n-1})}{f'(C_{n-1})}$.

Процесс вычисления $C_n = C_{m-1} - \frac{f(C_{n-1})}{f'(C_{n-1})}$ приближений прекратим при выполнении условия

$$|f(C_{n-1})| > \varepsilon \geq |f(C_n)|.$$

Начальное приближение C_0 определим по формуле

$$C_0 = \begin{cases} a, \text{ если } f(a) * f''(a) > 0 \\ b, \text{ если } f(a) * f''(a) < 0. \end{cases}$$

3. Метод половинного деления.

Пусть дано уравнение $f(x)=0$, где функция $f(x)$ непрерывна на отрезке [a,b] и $f(a)f(b)<0$.

Для нахождения корня уравнения (1), принадлежащего отрезку [a,b], делим отрезом попалам, т. е. выбираем начальное приближение равным $C_0 = \frac{a+b}{2}$. Если $|f(C_0)| > \varepsilon$, то C_0 является приближенным корнем уравнения. Если $|f(C_0)| > \varepsilon$, то выбираем тот из отрезков $[a,C_0]$ или $[C_0,b]$, на концах которого функция $f(x)$ имеет противоположные знаки. Полученный отрезок снова делим попалам и проводим то же рассмотрение и т. д.

Следующее приближение находим по формуле

$$C_n = \frac{a_n + b_n}{2}, \text{ где } a_0 = a,\ b_0 = b;$$

$$a_{n+1} = \begin{cases} C_n, \text{ если } f(a_n) * f(C_n) > 0 \\ a_n, \text{ если } f(a_n) * f(C_n) < 0. \end{cases}$$

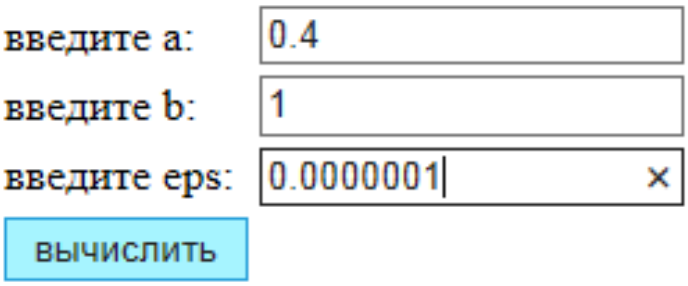
$$b_{n+1} = \begin{cases} b_n, \text{ если } f(b_n) * f(C_n) < 0 \\ C_n, \text{ если } f(b_n) * f(C_n) > 0. \end{cases}$$

Процесс вычисления приближений прекратим при выполнении условия $|f(C_{n-1})| > \varepsilon \geq |f(C_n)|$.

Abilr117122016.html

```
<html >
<head>
<title>форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action="abilr117122016. php? id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td>введите a: </td>
<td><input type="text" name="a"/> </td>
</tr>
<tr>
<td>введите b: </td>
<td><input type="text" name="b"/> </td>
</tr>
<tr>
<td>введите eps: </td>
<td><input type="text" name="eps"/> </td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value ="вычислить"/> </td>
</tr
</table>
</form>
</body>
</html>
```

Ответ: abilr117122016.html



Abilr117122016.php

```
<?php
function f($x)
{
return $x+sqrt($x)+exp(log($x)/3)-2.5;
}
function f1($x)
{
return 1+0.5/sqrt($x)+exp(-2*log($x)/3);
}
function f2($x)
{
return -(1/(4*$x*sqrt($x))+2*exp(-5*log($x)/3)/9);
}
echo"<br />";
$a=$_POST["a"];$b=$_POST["b"];$eps=$_POST["eps"];
$ak=$a;$bk=$b;$ck=($ak+$bk)/2;
while (abs(f($ck))>$eps)
{
$ck=($ak+$bk)/2;
if(f($ak)*f($ck)>0)
{$ak=$ck;}
else
{$bk=$ck;}
}
$s=f($ck);
echo " <br />Корень на отрезке [$a, $b] <br /> f($ck)=$s";
$s=f1($ck);
echo " <br /> Первая производная <br /> f1($ck)=$s";
$s=f2($ck);
echo " <br />. Вторая производная <br /> f2($ck)=$s";
```

```
echo "<br/>";
print_r($_POST); echo "<br/>";
?>
```

Ответ: abilr117122016.php

Корень на отрезке [0.4, 1]

f(0.73761923313141)=-2.6167036537572E-8

Первая производная

f1(0.73761923313141)=2.8071070698714

Вторая производная

f2(0.73761923313141)=-0.76366603063641

Array([a] => 0.4 [b] => 1 [eps] => 0.0000001 [send] =>вычислить)

Задания к работе

1. Проверить условие сходимости и записать расчетные формулы для нахождения корня уравнения (табл. 1) с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$ (интервал существования корня и метод численного решения для каждого варианта в табл. 1).

2. Составить блок-схему алгоритма.

3. Выбрать начальное приближение корня из указанного отрезка.

4. Составить программу решения задачи. В программе предусмотреть подсчет и вывод на печать числа итераций, за которое удается найти значение корня с заданной точностью.

5. Отладить и выполнить программу на машине, получить значение корня с заданной точностью и сравнить его с приведенным в табл. 1.

Таблица 1. Задания к лабораторной работе 1

№	Уравнение	Отрезок, содержащий корень	Метод численного решения	Приближенное значение корня
1	$3\sin\sqrt{x} + 0{,}35x - 3{,}8 = 0$	[2; 3]	итераций	2,2985
2	$0{,}25x^3 + x - 1{,}2502 = 0$	[0; 2]	Ньютона	1,0001
3	$x + \sqrt{x} + \sqrt[3]{x} - 2{,}5 = 0$	[0,4; 1]	половинного деления	0,7376

4	$x - \frac{1}{3 + \sin 3{,}6x} = 0$	[0; 0,85]	итераций	0,2624
5	$0{,}1x^2 - x\ln x = 0$	[1; 2]	Ньютона	1,1183
6	$tgx - \frac{1}{3}tg^3x + \frac{1}{5}tg^5x - \frac{1}{3} = 0$	[0; 0,8]	половинного деления	0,3333
7	$\arccos x - \sqrt{1 - 0{,}3x^3} = 0$	[0; 1]	интераций	0,5629
8	$3x - 4\ln x - 5 = 0$	[2; 4]	Ньютона	3,2300
9	$\cos\frac{2}{x} - 2\sin\frac{1}{x} + \frac{1}{x} = 0$	[1; 2]	половинного деления	1,8756
10	$\sqrt{1 - 0{,}4x^2} - \arcsin x = 0$	[0; 1]	итераций	0,7672
11	$e^x - e^{-x} - 2 = 0$	[0; 1]	Ньютона	0,8814
12	$\sin(\ln x) - \cos(\ln x) = 2\ln x = 0$	[1; 3]	половинного деления	1,3749
13	$x - 2 + \sin\frac{1}{x} = 0$	[1,2; 2]	итераций	1,3077
14	$e^x + \ln x - 10^x = 0$	[3; 4]	Ньютона	3,5265
15	$\cos x - e^{-\frac{x^2}{2}} + x - 1 = 0$	[1; 2]	половинного деления	1,0804
16	$1 - x + \sin x - \ln(1 + x) = 0$	[0; 1,5]	итераций	1,1474
17	$3x - 14 + e^x - e^{-x} = 0$	[1; 3]	Ньютона	2,0692
18	$\sqrt{1 - x} - tgx = 0$	[0; 1]	половинного деления	0,5768
19	$x + \cos(x^{0{,}25} = 2) = 0$	[0,5; 1]	итераций	0,9892
20	$3\ln^2 x + 6\ln x - 5 = 0$	[1; 3]	Ньютона	1,8832
21	$\sin x^2 + \cos x^2 - 10x = 0$	[0; 1]	половинного деления	0,1010
22	$x^2 - \ln(1 + x) - 3 = 0$	[2; 3]	интераций	2,0267
23	$2x\sin x - \cos x = 0$	[0,4; 1]	Ньютона	0,6533
24	$e^x + \sqrt{1 + e^{2x}} - 2 = 0$	[-1; 0]	половинного деления	-0,2877
25	$\ln x - x + 1{,}8 = 0$	[2; 3]	итераций	2,8459
26	$xtgx - \frac{1}{3} = 0$	[0,2; 1]	Ньютона	0,5472
27	$tg\frac{x}{2} - ctg\frac{x}{2} + x = 0$	[1; 2]	половинного деления	1,0769
28	$0{,}4 + arctg\sqrt{x} - x = 0$	[1; 2]	итераций	1,2388

29	$\sqrt{1-x}-\cos\sqrt{1-x}=0$	[0; 1]	Ньютона	0,4538
30	$0{,}6*3^{x}-2{,}3[-3=0$	[2; 3]	половинного деления	2,4200

Лабораторная работа 2. *Вычисление определенных интегралов*

Часто в научно-технических задачах возникает необходимость вычисления определенного интеграла или значений первообразной функции. Умея вычислить первообразную функцию

$$F(x)=\int_a^x f(t)dt+F(a),$$

мы можем вычислить определенный интеграл

$$\int_a^b f(t)dt=F(b)-F(a).$$

и наоборот. Но, как правило, выразить первообразную функцию через элементарные функции не удается. Поэтому приходится прибегать к приближенному интегрированию. Для решения этой задачи существует много численных методов, из которых мы рассмотрим два: метод трапеций и метод Симпсона.

Метод трапеций

Разобъем отрезок интегрирования $[a,b]$ на n равных частей длиной $h=\dfrac{b-a}{n}$. В точках разбиения $x_0=a$, $x_1=a+h$,... $x_i=a+ih$..., $x_n=b$. Вычислим ординаты $y_0=f(x_0)$, $y_1=f(x_1)$, ..., $y_i=f(x_i)$).

Тогда приближенные значения интеграла методом трапеций вычисляется по формуле

$$\int_a^b f(x)dx=\frac{b-a}{2n}\left[f(x_0)+2f(x_1)+2f(x_2)+...+2f(x_{n-1})+f(x_n)\right]=\frac{b-a}{2n}\left[f(x_0)+f(x_0)+2\sum_{i=1}^{n-1}f(x_i)\right]=$$

$$=\frac{b-a}{2n}\left[f(a)+f(b)+2\sum_{i=1}^{n-1}f(x_i)\right]=\frac{b-a}{n}\left[\frac{f(a)+f(b)}{2}+\sum_{i=1}^{n-1}f(x_i)\right].$$

Метод Симпсона

Разобьем отрезок интегрирования $[a,b]$ на $2n$ равных частей длиной $h=\frac{b-a}{2n}$. Пусть точкам разбиения $x_0=a$, $x_1=a+h$, ... $x_i=a+ih$..., $x_{2n}=b$, соответствуют значения подынтегральной функции

$$y_0=f(x_0),\ y_1=f(x_1),...,\ y_{2n}=f(b).$$

Тогда формула Симпсона имеет вид:

$$\int_a^b f(x)dx=\frac{b-a}{6n}\left[\ (f(a)+4f(x_1)+2f(x_2)+...+4f(x_{2n-1})+f(b)\ \right].$$

Интеграл функции

$$\frac{\ln x}{x\sqrt{1+\ln x}}$$

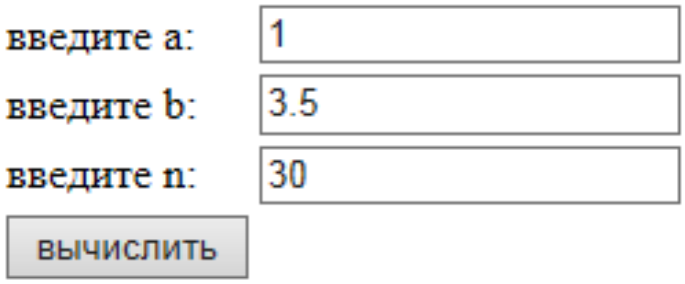
по методу Симпсона вычисляется по следующей программе:

abilr216122016.html

```
<html >
<head>
<title>форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action
="abilr216122016.php?id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td> введите a: </td>
<td> <input type="text" name="a"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите b: </td>
<td> <input type="text" name="b"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите n: </td>
<td><input type="text" name="n"/> </td>
</tr>
```

```
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value ="вычислить"/>
</td>
</tr
</table>
</form>
</body>
</html>
```

Ответ: abilr216122016.html



abilr216122016.php

```
<?php
function f($x)
{
return log($x)/($x*sqrt(1+log($x)));
}
echo"<br />";
$a=$_POST["a"];$b=$_POST["b"];$n=$_POST["n"];
$h=($b-$a)/(2*$n);$k=4;$s=f($a)+f($b);
for($i=1;$i<2*$n;$i++)
{$s+=$k*f($a+$h*$i);$k=6-$k;
}
$s*=($b-$a)/(6*$n);
echo " <br /> Интеграл по формуле Симпсона <br />
S($a,$b,$n)=$s";
echo "<br/>";
print_r($_POST);echo "<br/>";
?>
```

Ответ: abilr216122016.php

Интеграл по формуле Симпсона

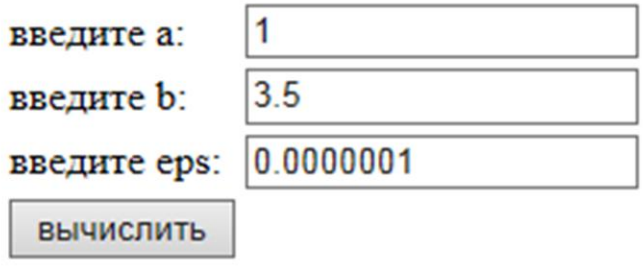
S(1,3.5,30)=0.58563732495808

Array ([a] => 1 [b] => 3.5 [n] => 30 [send] => вычислить)

abilr2a17122016. Html

```
html >
<head>
<title>форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action="abilr2a17122016.php?id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td> введите a: </td>
<td><input type="text" name="a"/></td>
</tr>
<tr>
<td> введите b: </td>
<td><input type="text" name="b"/></td>
</tr>
<tr>
<td> введите eps: </td>
<td><input type="text" name="eps"/></td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value ="вычислить"/></td>
</tr
</table>
</form>
</body>
</html>
```

Ответ: abilr2a17122016. Html



abilr2a17122016.php

```
<?php
function f($x)
{
return log($x)/($x*sqrt(1+log($x)));
}
function fis($a,$b,$n)
{
$h=($b-$a)/(2*$n);$k=4;
$s=f($a)+f($b);
for($i=1;$i<2*$n;$i++)
{
$s+=$k*f($a+$h*$i);$k=6-$k;
}
$s*=($b-$a)/(6*$n);
return $s;
}
echo"<br />";
$aa=$_POST["a"];$bb=$_POST["b"];$eps=$_POST["eps"];
$nn=10;$ss=fis($aa,$bb,$nn);
$ss1=10*$ss;
while (abs($ss-$ss1)>$eps)
{
$ss1=$ss; $nn*=2;$ss=fis($aa,$bb,$nn);
}
echo " <br /> Интеграл по формуле Симпсона <br /> Sis($aa,$bb,$nn)=$ss";
echo "<br/>";
print_r($_POST);echo "<br/>";
?>
```

Ответ: abilr2a17122016.php

Интеграл по формуле Симпсона

Sis(1,3.5,0.0000001)=0.58563763792274

Array ([a] => 1 [b] => 3.5 [eps] => 0.0000001 [send] =>вычислить)

Задания к работе

1. Записать расчетные формулы для решения задачи.

2. Составить блок-схему алгоритма и программу для вычисления определенного интеграла указанным в варианте методом (табл. 2), разбивая отрезок интегрирования $[a,b]$ на указанное число (n) частей. Предусмотреть в программе вычисление точного значения определенного интеграла через первообразную.

3. Составить блок-схему и программу вычисления значений первообразной. Предусмотреть в программе печать точных значений первообразной с тем же шагом и вычерчиванием графиков точного и приближенного значений первообразной.

4. Отладить обе программы.

Таблица 2. Задания к лабораторной работе 2

№	Подынтегральная функция	Промежуток интегр. $[a,b]$	Метод численного решения определ. интегр.	Кол-во частей разб.	Точное значение первообразной $\int_a^x f(x)dx$
1	$\frac{\ln x}{x\sqrt{1+\ln x}}$	[1; 3,5]	Симпсона	30	$\frac{2}{3}(\ln x+1)^{3/2}-2(\ln x+1)^{1/2}+\frac{4}{3}$
2	tg^2x+ctg^2x	$\left[\frac{\pi}{6};\frac{\pi}{3}\right]$	трапеций	54	$tgx-ctgx-2x-tg\frac{\pi}{6}+ctg\frac{\pi}{6}+\frac{\pi}{3}$
3	$\frac{1}{x\ln x}$	[2; 3]	Симпсона	36	2,3026 (ln ln x – ln ln 2)
4	$\frac{\ln^2 x}{x}$	[1; 4]	трапеций	52	1/3 $\ln^3$x
5	$\sqrt{e^x-1}$	[0; ln2]	Симпсона	104	$2\sqrt{e^x-1}-2arctg\sqrt{e^x-1}$
6	$xe^x\sin x$	[0; 1]	трапеций	48	$\frac{xe^x(\sin x-\cos x)+e^x\cos x-1}{2}$

7	$xshx$	[0; 2]	Симп-сона	48	$\frac{x(e^x+e^{-x})}{2}-\frac{e^x-e^{-x}}{2}$
8	$\frac{1}{\sqrt{9+x^2}}$	[0; 2]	трапе-ций	208	$\ln(x+\sqrt{x^2+9})-\ln 3$
9	$\frac{1}{x^2}\sin\frac{1}{x}$	[1; 2,5]	Симп-сона	44	$\cos\frac{1}{x}-\cos 1$
10	$xarctgx$	[0, $\sqrt{3}$]	трапе-ций	48	$\frac{x^2}{2}arctgx-\frac{x}{2}+\frac{1}{2}arctgx$
11	$\arcsin\sqrt{\frac{x}{1+x}}$	[0; 3]	Симп-сона	36	$x\arcsin\sqrt{\frac{x}{1+x}}-\sqrt{x}+arctg\sqrt{x}$
12	$x^x(1+\ln x)$	[1; 3]	трапе-ций	40	x^x-1
13	$\frac{1}{\sqrt{1+3x+2x^2}}$	[0; 1]	Симп-сона	44	$\frac{1}{\sqrt{2}}\ln\frac{x+0,75+\sqrt{(x+0,75)^2-0,0625}}{0,75+\sqrt{0,5}}$
14	$\frac{\sqrt{x^2-0,16}}{x}$	1, 2]	трапе-ций	160	$\sqrt{x^2-0,16}-0,4\arccos\frac{0,4}{x}-$ $-\sqrt{0,84}+0,4\arccos 0,4$
15	2^{3x}	[0; 1]	Симп-сона	240	$\frac{1}{2\ln 2}(2^{3x}-1)$
16	$\frac{xarctgx}{\sqrt{1+x^2}}$	[0; 1]	трапе-ций	22	$\sqrt{1+x^2}arctgx-\ln(x+\sqrt{1+x^2})$
17	$\frac{e^{3x}+1}{e^x+1}$	[0; 2]	Симп-сона	48	$\frac{e^{2x}}{2}-e^x+x+0,5$
18	$\sin^2 x$	$\left[0;\frac{\pi}{2}\right]$	трапе-ций	22	$\frac{x}{2}-\frac{1}{4}\sin 2x$
19	$x^2\sqrt{4-x^2}$	[0; 1,9999]	Симп-сона	96	$2\arcsin\frac{x}{2}-\frac{1}{2}\sin(4\arcsin\frac{x}{2})$
20	$e^x\cos^2 x$	[0; π]	трапе-ций	60	$\frac{e^x}{2}\left(1+\frac{2\sin 2x+\cos 2x}{5}\right)-0,6$
21	$(x\ln x)^2$	[1; e]	Симп-сона	52	$\frac{x^2}{27}(9\ln^2 x-6\ln x+2)-\frac{2}{27}$
22	$\arcsin\sqrt{\frac{x}{1+x}}$	[0; 3]	трапе-ций	176	$x\arcsin\sqrt{\frac{x}{1+x}}-\sqrt{x}+arctg\sqrt{x}$
23	$\frac{x^2-1}{(x^2+1)\sqrt{x^4+1}}$	[0; 1]	Симп-сона	36	$-\frac{\sqrt{2}}{2}\arcsin\left(\frac{\sin(2arctgx)}{\sqrt{2}}\right)$

24	$\sin x \ln(tgx)$	[1; 1,5]	трапеций	52	$\ln\left(tg\frac{x}{2}\right) - (\cos x)(\ln(tgx)) - $ $- \ln tg0{,}5 + (\cos 1)\ln tg1$
25	$\frac{e^x(1+\sin x)}{1+\cos x}$	[0; 1,5]	Симпсона	132	$e^x tg\frac{x}{2}$
26	$\frac{1}{(x+1)\sqrt{x^2+1}}$	$\left[0; \frac{3}{4}\right]$	трапеций	40	$\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\ln\frac{1+\sqrt{2}}{2} - \ln\frac{1-x+\sqrt{2(x^2+1)}}{2(x+1)}\right)$
27	$\frac{1}{(3\sin x + 2\cos x)^2}$	[0; 1]	Симпсона	78	$\frac{3}{26} - \frac{3\cos x - 2\sin x}{13(2\cos x + 3\sin x)}$
28	$\left(\frac{\ln x}{x}\right)^3$	[1; 2]	трапеций	40	$-\frac{(\ln x)^3 + 3(\ln x)^2/2 + 3(\ln x)/2 + 3/4}{2x^2} + $ $+\frac{3}{8}$
29	$\cdot\frac{x^3}{3+x}$	[1; 2]	Симпсона	72	$9x - \frac{3x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - 27\ln(3+x) - $ $-\frac{47}{6} + 27\ln 4$
30	$\frac{x}{x^4 + 3x^2 + 2}$	[1; 2]	трапеций	36	$\frac{1}{2}\ln\frac{x^2+1}{x^2+2} - \frac{1}{2}\ln\frac{2}{3}$

Лабораторная работа 3. *Вычисление конечных сумм*

Работа содержит задачи, которые сводятся к нахождению суммы некоторого количества слагаемых

$$S = \sum_{k=1}^{n} U_k(x)$$

при различных значениях параметра суммирования x. Каждое слагаемое суммы зависит от переменной x и номера n, определяющего место этого слагаемого в сумме.

Обычно формула общего члена суммы принадлежит к одному из следующих трех типов:

1. а) $U_k(x) = \frac{x^k}{k!}$ б) $U_k(x) = (-1)^k \frac{x^{2k-1}}{(2k+1)!}$

в) $U_k(x) = \frac{x^{2k}}{(2k)!}$.

2. а) $U_k(x) = \frac{\cos kx}{k}$; б) $U_k(x) = \frac{\sin(2k-1)x}{2k-1}$;

в) $U_k(x) = \dfrac{\cos 2kx}{4k^2 - 1}$;

3. а) $U_k(x) = \dfrac{x^{4k+1}}{4k+1}$; б) $U_k(x) = (-1)^k \dfrac{\cos kx}{k^2}$;

в) $U_k(x) = \dfrac{k^2+1}{k!}\left(\dfrac{x}{2}\right)^k$.

В случае 1*а*, 1*б*, 1*в* для вычисления члена суммы целесообразно использовать рекурентные соотношения, т. е. выражать последующий член суммы через предыдущий:

1. а) $U_0(x) = 1$; $U_k(x) = \dfrac{U_{k-1}(x)x}{k}$, $k = 1,2,3,\ldots, n.$

б) $U_0(x) = x$; $U_k(x) = -\dfrac{U_{k-1}(x)x^2}{2k(2k+1)}$, $k = 1,2,3, \ldots, n.$

в) $U_0(x) = 1$; $U_k(x) = \dfrac{U_{k-1}(x)x^2}{2k(2k-1)}$, $k = 1,2,3,\ldots, n.$, $k=1,2, \ldots, n$

В случае 2*а*, 2*б* и 2*в* применение рекурентных соотношений нецелесообразно. Вычисления будут наиболее эффективными, если каждый член суммы вычислять по общей формуле.

В случае 3*а*, 3*б* и 3*в* член суммы целесообразно представить в виде двух сомножителей:

3. а) $U_k(x) = a_k \vartheta_k(x)$,

где $a_k = \dfrac{1}{4k+1}$, $\vartheta_k(x) = x^{4k+1}, k = 1,2,3,\ldots, n.$

б) $U_k(x) = a_k \vartheta_k(x)$, где $a_k = (-1)^k$, $\vartheta_k(x) = \dfrac{\cos kx}{k^2}, k = 1,2,3,\ldots, n.$

в) $U_k(x) = a_k \vartheta_k(x)$,

где $a_k = k^k + 1$, $\vartheta_k(x) = \dfrac{x}{2k!}, k = 1,2,3,\ldots, n.$ $a_k=(k^2+1)$; $\vartheta_k(x)=1/k!(x/2)^k$,

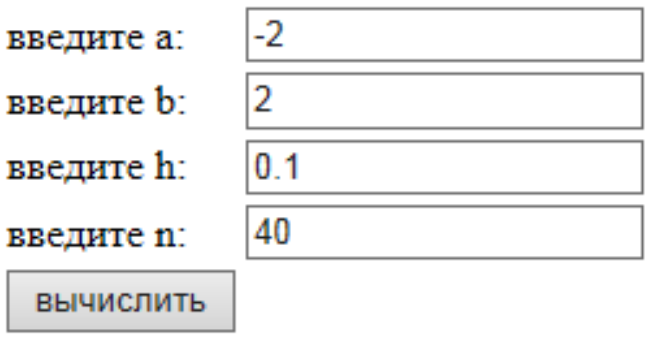
один из которых: 3*а* $U_k(x)$, 3*б* a_k, 3*в* $\vartheta_k(x)$ вычисляется по рекурентному соотношению, а другой: 3*а* a_k,. 3*б* $\vartheta_k(x)$., 3*в* a_k ,. вычисляется непосредственно.

abilr316122016.html

<html >

<head>

```
<title>форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action="abilr116122016.php?
id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td> введите a: </td>
<td><input type="text" name="a"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите b: </td>
<td><input type="text" name="b"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите h: </td>
<td><input type="text" name="h"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите n: </td>
<td><input type="text" name="n"/> </td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value="вычислить"/>
</td>
</tr
</table>
</form>
</body>
</html>
```
Ответ: abilr316122016.html



Abilr316122016.php

```
<?php
echo"<br />";
$a=$_POST["a"];$b=$_POST["b"];$h=$_POST["h"];$n=$_
POST["n"];
$ss=" <br /> Таблица sin(x) <br />";$x=$a;
while ($x<=$b)
{
$r=$x*$x;$s=0;$u=$x;
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
$s+=$u;$u=-$u*$r/((2*$i+2)*(2*$i+3));
}
$ss.="<br />"."ss(".$x.")=".$s;
$s=sin($x);
$ss.=" "."sin(".$x.")=".$s;
$x+=$h;
}
echo "<br/>";
print_r($_POST);echo "<br/>";echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr316122016.php

Array ([a] => -2 [b] => 2 [h] => 0.1 [n] => 40 [send] => вычислить)

Таблица sin(x)

ss(-2)=-0.90929742682568	sin(-2)=-0.90929742682568
ss(-1.9)=-0.94630008768741	sin(-1.9)=-0.94630008768741
ss(-1.8)=-0.9738476308782	sin(-1.8)=-0.9738476308782
ss(-1.7)=-0.99166481045247	sin(-1.7)=-0.99166481045247

ss(-1.6)=-0.99957360304151 sin(-1.6)=-0.99957360304151
ss(-1.5)=-0.99749498660405 sin(-1.5)=-0.99749498660405
ss(-1.4)=-0.98544972998846 sin(-1.4)=-0.98544972998846
ss(-1.3)=-0.96355818541719 sin(-1.3)=-0.96355818541719
ss(-1.2)=-0.93203908596723 sin(-1.2)=-0.93203908596723
ss(-1.1)=-0.89120736006143 sin(-1.1)=-0.89120736006143
ss(-1)=-0.8414709848079 sin(-1)=-0.8414709848079
ss(-0.9)=-0.78332690962748 sin(-0.9)=-0.78332690962748
ss(-0.8)=-0.71735609089952 sin(-0.8)=-0.71735609089952
ss(-0.7)=-0.64421768723769 sin(-0.7)=-0.64421768723769
ss(-0.6)=-0.56464247339503 sin(-0.6)=-0.56464247339503
ss(-0.5)=-0.4794255386042 sin(-0.5)=-0.4794255386042
ss(-0.4)=-0.38941834230865 sin(-0.4)=-0.38941834230865
ss(-0.3)=-0.29552020666134 sin(-0.3)=-0.29552020666134
ss(-0.2)=-0.19866933079506 sin(-0.2)=-0.19866933079506
ss(-0.099999999999999)=-0.099833416646828
sin(-0.099999999999999)=-0.099833416646828
ss(6.3837823915947E-16)=6.3837823915947E-16
sin(6.3837823915947E-16)=6.3837823915947E-16
ss(0.1)=0.099833416646829 sin(0.1)=0.099833416646829
ss(0.2)=0.19866933079506 sin(0.2)=0.19866933079506
ss(0.3)=0.29552020666134 sin(0.3)=0.29552020666134
ss(0.4)=0.38941834230865 sin(0.4)=0.38941834230865
ss(0.5)=0.4794255386042 sin(0.5)=0.4794255386042
ss(0.6)=0.56464247339504 sin(0.6)=0.56464247339504
ss(0.7)=0.64421768723769 sin(0.7)=0.64421768723769
ss(0.8)=0.71735609089952 sin(0.8)=0.71735609089952
ss(0.9)=0.78332690962748 sin(0.9)=0.78332690962748
ss(1)=0.8414709848079 sin(1)=0.8414709848079
ss(1.1)=0.89120736006144 sin(1.1)=0.89120736006144
ss(1.2)=0.93203908596723 sin(1.2)=0.93203908596723
ss(1.3)=0.96355818541719 sin(1.3)=0.96355818541719
ss(1.4)=0.98544972998846 sin(1.4)=0.98544972998846
ss(1.5)=0.99749498660405 sin(1.5)=0.99749498660405
ss(1.6)=0.9995736030415 sin(1.6)=0.99957360304151
ss(1.7)=0.99166481045247 sin(1.7)=0.99166481045247
ss(1.8)=0.97384763087819 sin(1.8)=0.97384763087819
ss(1.9)=0.94630008768741 sin(1.9)=0.94630008768741

Задания к работе

1. Записать расчетные формулы для вычисления слагаемого и суммы.

2. Составить блок схему алгоритма для вычисления заданной суммы в указанном диапазоне изменения параметра *x* с заданным шагом. Для получения шага диапазон изменения *x* разделить на 10.

3. Составить программу решения задачи. В программе предусмотреть вычисление суммы соответствующего функционального ряда *y* по прbведенной в табл. 3 формуле.

4. Отладить программу.

Таблица 3. Задания к лабораторной работе 3

№	Сумма	Диапазон изменения аргумента	n	Функция
1	$S = 1 + \frac{\ln 3}{1!}x + \frac{\ln^2 3}{2!}x^2 + \ldots + \frac{\ln^n 3}{n!}x^n$	$0{,}1 \le x \le 1$	10	$y = 3^x$
2	$S = \cos x + \frac{\cos 2x}{2} + \ldots + \frac{\cos nx}{n}$	$\frac{\pi}{5} \le x \le \frac{9\pi}{5}$	40	$y = -\ln\left\|2\sin\frac{x}{2}\right\|$
3	$S = x - \frac{x^2}{3!} + \ldots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}$	$0{,}1 \le x \le 1$	10	$y = \sin x$
4	$S = \sin x - \frac{\sin 2x}{2} + \ldots + (-1)^{n+1}\frac{\sin nx}{n}$	$\frac{\pi}{5} \le x \le \frac{4\pi}{5}$	40	$y = \frac{x}{2}$
5	$S = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \ldots + \frac{x^n}{n!}$	$1 \le x \le 2$	15	$y = e^x$
6	$S = 1 + \frac{\cos\frac{\pi}{4}}{1!}x + \ldots + \frac{\cos n\frac{\pi}{4}}{n!}x^n$	$0{,}1 \le x \le 1$	25	$y = e^{x\cos\frac{\pi}{4}} \cdot \cos\left(x\sin\frac{\pi}{4}\right)$
7	$S = 1 - \frac{x^2}{2!} + \ldots + (-1)^n \frac{x^{2n}}{(2n)!}$	$0{,}1 \le x \le 1$	10	$y = \cos x$
8	$S = x\sin\frac{\pi}{4} + x^2\sin 2\frac{\pi}{4} + \ldots + x^n \sin n\frac{\pi}{4}$	$0{,}1 \le x \le 0{,}8$	30	$y = \frac{x\sin\frac{\pi}{4}}{1 - 2x\cos\frac{\pi}{4} + x^2}$

9	$S = x + \frac{x^5}{5} + \ldots + \frac{x^{4n+1}}{4n+1}$	$0{,}1 \le x \le 0{,}8$	20	$y = \frac{1}{4}\ln\frac{1+x}{1-x} + \frac{1}{2}arctgx$
10	$S = 1 + \frac{\cos x}{1!} + \ldots + \frac{\cos nx}{n!}$	$0{,}1 \le x \le 1$	10	$y = e^{\cos x} \cdot \cos(\sin x)$
11	$S = 1 + 3x^2 + \ldots + \frac{2n+1}{n!}x^{2n}$	$0{,}1 \le x \le 1$	35	$y = \left(1 + 2x^2\right)e^{x^2}$
12	$S = \frac{x\cos\frac{\pi}{3}}{1} + \frac{x^2\cos 2\frac{\pi}{3}}{2} + \ldots + \frac{x^n\cos n\frac{\pi}{3}}{n}$	$0{,}1 \le x \le 0{,}8$	10	$y = -\frac{1}{2}\ln\left(1 - 2x\cos\frac{\pi}{3} + x^2\right)$
13	$S = \frac{x-1}{x+1} + \frac{1}{3}\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^3 + \ldots + \frac{1}{2n+1}\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^{2n+1}$	$0{,}2 \le x \le 1$	20	$y = \frac{1}{2}\ln x$
14	$S = -\cos x + \frac{\cos 2x}{2^2} + \ldots + (-1)^n\frac{\cos nx}{n^2}$	$\frac{\pi}{5} \le x \le \pi$	30	$y = \frac{1}{4}\left(x^2 - \frac{\pi^2}{3}\right)$
15	$S = \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{15} + \ldots + (-1)^{n+1}\frac{x^{2n+1}}{4n^2-1}$	$0{,}1 \le x \le 1$	40	$y = \frac{1+x^2}{2}arctgx - \frac{x}{2}$
16	$S = \sin x + \frac{\sin 3x}{3} + \ldots + \frac{\sin(2n-1)x}{2n-1}$	$\frac{\pi}{10} \le x \le \frac{9\pi}{10}$	10	$y = \frac{\pi}{4}$
17	$S = 1 + \frac{x^2}{2!} + \ldots + \frac{x^{2n}}{(2n)!}$	$0{,}1 \le x \le 1$	50	$y = \frac{e^x + e^x}{2}$
18	$S = \frac{\cos 2x}{3} + \frac{\cos 4x}{15} + \ldots + \frac{\cos 2nx}{4n^2-1}$	$0{,}1 \le x \le 0{,}8$	20	$y = \frac{1}{2} - \frac{\pi}{4}\lvert\sin x\rvert$
19	$S = 1 + \frac{2x}{1!} + \ldots + \frac{(2x)^n}{n!}$	$0{,}1 \le x \le 1$	30	$y = e^{2x}$
20	$S = 1 + 2\frac{x}{2} + \ldots + \frac{n^2+1}{n!}\left(\frac{x}{2}\right)^n$	$0{,}1 \le x \le 1$	40	$y = \left(\frac{x^2}{4} + \frac{x}{2} + 1\right)e^{\frac{x}{2}}$
21	$S = x - \frac{x^3}{3} + \ldots + (-1)^n\frac{x^{2n+1}}{2n+1}$	$0{,}1 \le x \le 0{,}5$	35	$y = arctgx$
22	$S = 1 - \frac{3}{2}x^2 + \ldots + (-1)^n\frac{2n^2+1}{(2n)!}x^{2n}$	$0{,}1 \le x \le 1$	15	$y = \left(1 - \frac{x^2}{2}\right)\cos x - \frac{x}{2}\sin x$

23	$S = -\frac{(2x)^2}{2} + \frac{(2x)^4}{24} + \ldots + (-1)^n \frac{(2x)^{2n}}{(2n)!}$	$0{,}1 \le x \le 1$	40	$y = 2(\cos^2 x - 1)$
24	$S = -(1+x)^2 + \frac{(1+x)^4}{2} + \ldots + (-1)^n \frac{(1+x)^{2n}}{n}$	$-2 \le x \le -0{,}1$		$y = \ln \frac{1}{2 + 2x + x^2}$
25	$S = x + \frac{x^3}{3!} + \ldots + \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}$	$0{,}1 \le x \le 1$	20	$y = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$
26	$S = \frac{x}{3!} + \frac{4x^2}{5!} + \ldots + \frac{n^2}{(2n+1)!} x^n$	$0{,}2 \le x \le 0{,}8$	20	$y = \frac{1}{4}\left(\frac{x+1}{\sqrt{x}} sh\sqrt{x} - ch\sqrt{x}\right)$
27	$S = x\cos\frac{\pi}{4} + x^2 \cos 2\frac{\pi}{4} + \ldots + x^n \cos n\frac{\pi}{4}$	$0{,}1 \le x \le 0{,}8$	40	$y = \frac{x\cos\frac{\pi}{4} - x^2}{1 - 2x\cos\frac{\pi}{4} + x^2}$
28	$S = 3x + 8x^2 + \ldots + \lvert n(n+2)x^n$	$0{,}1 \le x \le 0{,}8$	40	$y = \frac{x(3-x)}{(1-x)^3}$
29	$S = \cos x + \frac{\cos 3x}{3^2} + \ldots + \frac{\cos(2n-1)x}{(2n-1)^2}$	$\frac{\pi}{5} \le x \le \pi$	40	$y = \frac{\pi^2}{8} - \frac{\pi}{4}\lvert x \rvert$
30	$S = \frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{12} + \ldots + (-1)^{n+1} \frac{x^{2n}}{2n(2n-1)}$	$0{,}1 \le x \le 0{,}8$	10	$y = x arctgx - \ln\sqrt{1+x^2}$

Лабораторная работа 3а. *Вычисление бесконечных сумм*

Работа содержит задачи, которые сводятся к нахождению суммы некоторого количества слагаемых

$$S = \sum_{k=1}^{\infty} U_k(x)$$

при различных значениях параметра суммирования *x*. Каждое слагаемое суммы зависит от переменной *x* и номера *n*, определяющего место этого слагаемого в сумме.

Обычно формула общего члена суммы принадлежит к одному из следующих трех типов:

1. а) $U_k(x) = \dfrac{x^k}{k!}$ б) $U_k(x) = (-1)^k \dfrac{x^{2k-1}}{(2k+1)!}$

в) $U_k(x) = \dfrac{x^{2k}}{(2k)!}$.

2. а) $U_k(x) = \dfrac{\cos kx}{k}$; б) $U_k(x) = \dfrac{\sin(2k-1)x}{2k-1}$;

в) $U_k(x) = \dfrac{\cos 2kx}{4k^2-1}$;

3. а) $U_k(x) = \dfrac{x^{4k+1}}{4k+1}$; б) $U_k(x) = (-1)^k \dfrac{\cos kx}{k^2}$;

в) $U_k(x) = \dfrac{k^2+1}{k!}\left(\dfrac{x}{2}\right)^k$.

В случае 1*а*, 1*б*, 1*в* для вычисления члена суммы целесообразно использовать рекурентные соотношения, т. е. выражать последующий член суммы через предыдущий:

1. а) $U_0(x) = 1$; $U_k(x) = \dfrac{U_{k-1}(x)x}{k}$, $k = 1,2,3,...,n.$

б) $U_0(x) = x$; $U_k(x) = -\dfrac{U_{k-1}(x)x^2}{2k(2k+1)}$, $k = 1,2,3,...,n.$

в) $U_0(x) = 1$; $U_k(x) = \dfrac{U_{k-1}(x)x^2}{2k(2k-1)}$, $k = 1,2,3,...,n.$

$U_k(x)=(U_{k-1}(x)*x^2)/((2k-1)(2k))$, $k=1,2, ..., n$

В случае 2*а*, 2*б* и 2*в* применение рекурентных соотношений нецелесообразно. Вычисления будут наиболее эффективными, если каждый член суммы вычислять по общей формуле.

В случае 3*а*, 3*б* и 3*в* член суммы целесообразно представить в виде двух сомножителей:

2. а) $U_k(x) = a_k \vartheta_k(x)$,

где $a_k = \dfrac{1}{4k+1}$, $\vartheta_k(x) = x^{4k+1}, k = 1,2,3,...,n.$

б) $U_k(x) = a_k \vartheta_k(x)$,

где $a_k = (-1)^k$, $\vartheta_k(x) = \dfrac{\cos kx}{k^2}, k = 1,2,3,...,n.$

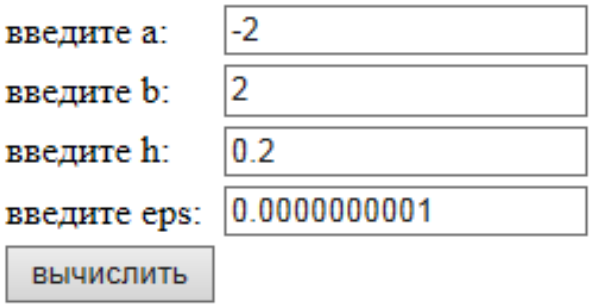
в) $U_k(x) = a_k \vartheta_k(x)$, где $a_k = k^k + 1,\ \vartheta_k(x) = \frac{x}{2k!}, k = 1,2,3,...,n.$ один из которых: 3*а* $U_k(x)$, 3*б* a_k,. 3в $\vartheta_k(x)$ вычисляется по рекурентному соотношению, а другой: 3*а* a_k,. 3*б* $\vartheta_k(x)$; 3*в* a_k. вычисляется непосредственно.

Abilr3a16122016.html

```
<html >
<head>
<title>форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action="abilr216122016.php?id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td> введите a: </td>
<td><input type="text" name="a"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите b: </td>
<td><input type="text" name="b"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите h: </td>
<td><input type="text" name="h"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите eps: </td>
<td><input type="text" name="eps"/> </td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value ="вычислить" />
</td>
</tr
</table>
</form>
```

```
</body>
</html>
```

Ответ: abil3a216122016.html



Abilr3a16122016.php

```
<?php
echo"<br />";
$a=$_POST["a"];$b=$_POST["b"];$h=$_POST["h"];
$eps=$_POST["eps"];
$ss=" <br /> Таблица sin(x) <br />";
$x=$a;
while ($x<=$b)
{
$r=$x*$x;$s=0;$u=$x;$i=0;

while(abs($u)>=$eps)
{
$s+=$u;$u=-$u*$r/((2*$i+2)*(2*$i+3));$i++;
}
$ss.="<br />"."ss(".$x.")=".$s;
$s=sin($x);
$ss.=" "."sin(".$x.")=".$s;
$x+=$h;
}
echo "<br/>";
print_r($_POST);echo "<br/>";echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr3a16122016.php

Array ([a] => -2 [b] => 2 [h] => 0.2 [eps] => 0.0000000001 [send] => вычислить)

Таблица sin(x)

ss(-2)=-0.90929742682995	sin(-2)=-0.90929742682568
ss(-1.8)=-0.97384763081732	sin(-1.8)=-0.9738476308782
ss(-1.6)=-0.99957360303327	sin(-1.6)=-0.99957360304151
ss(-1.4)=-0.98544972998761	sin(-1.4)=-0.98544972998846
ss(-1.2)=-0.93203908597895	sin(-1.2)=-0.93203908596723
ss(-1)=-0.84147098480866	sin(-1)=-0.8414709848079
ss(-0.8)=-0.71735609089072	sin(-0.8)=-0.71735609089952
ss(-0.6)=-0.56464247348571	sin(-0.6)=-0.56464247339504
ss(-0.4)=-0.3894183423097	sin(-0.4)=-0.38941834230865
ss(-0.2)=-0.19866933079365	sin(-0.2)=-0.19866933079506
ss(-2.7755575615629E-16)=0	sin(-2.7755575615629E-16)=-2.7755575615629E-16
ss(0.2)=0.19866933079365	sin(0.2)=0.19866933079506
ss(0.4)=0.3894183423097	sin(0.4)=0.38941834230865
ss(0.6)=0.56464247348571	sin(0.6)=0.56464247339504
ss(0.8)=0.71735609089072	sin(0.8)=0.71735609089952
ss(1)=0.84147098480866	sin(1)=0.8414709848079
ss(1.2)=0.93203908597895	sin(1.2)=0.93203908596723
ss(1.4)=0.98544972998761	sin(1.4)=0.98544972998846
ss(1.6)=0.99957360303327	sin(1.6)=0.99957360304151
ss(1.8)=0.97384763081732	sin(1.8)=0.9738476308782
ss(2)=0.90929742682995	sin(2)=0.90929742682568

Задания к работе

1. Записать расчетные формулы для вычисления слагаемого и суммы.

2. Составить блок-схему алгоритма для вычисления заданной суммы в указанном диапазоне изменения параметра *x* с заданным шагом. Для получения шага диапазон изменения *x* разделить на 10.

3. Составить программу решения задачи. В программе предусмотреть вычисление суммы соответствующего функционального ряда *y* по проведенной в табл. 3а формуле.

4. Отладить программу.

Таблица 3а. Задания к лабораторной работе 3а

	Сумма	Диапазон изменения аргумента	n	Функция
1	$S = 1 + \frac{\ln 3}{1!}x + \frac{\ln^2 3}{2!}x^2 + ... + \frac{\ln^n 3}{n!}x^n + ...$	$0{,}1 \le x \le 1$	10	$y = 3^x$
2	$S = \cos x + \frac{\cos 2x}{2} + ... + \frac{\cos nx}{n} + ...$	$\frac{\pi}{5} \le x \le \frac{9\pi}{5}$	40	$y = -\ln\left\|2\sin\frac{x}{2}\right\|$
3	$S = x - \frac{x^2}{3!} + ... + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} + ...$	$0{,}1 \le x \le 1$	10	$y = \sin x$
4	$S = \sin x - \frac{\sin 2x}{2} + ... + (-1)^{n+1}\frac{\sin nx}{n} + ...$	$\frac{\pi}{5} \le x \le \frac{4\pi}{5}$	40	$y = \frac{x}{2}$
5	$S = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + ... + \frac{x^n}{n!} + ...$	$1 \le x \le 2$	15	$y = e^x$
6	$S = 1 + \frac{\cos\frac{\pi}{4}}{1!}x + ... + \frac{\cos n\frac{\pi}{4}}{n!}x^n + ...$	$0{,}1 \le x \le 1$	25	$y = e^{x\cos\frac{\pi}{4}} \cdot \cos\left(x\sin\frac{\pi}{4}\right)$
7	$S = 1 - \frac{x^2}{2!} + ... + (-1)^n \frac{x^{2n}}{(2n)!} + ...$	$0{,}1 \le x \le 1$	10	$y = \cos x$
8	$S = x\sin\frac{\pi}{4} + x^2\sin 2\frac{\pi}{4} + ... + x^n \sin n\frac{\pi}{4} + ...$	$0{,}1 \le x \le 0{,}8$	30	$y = \frac{x\sin\frac{\pi}{4}}{1 - 2x\cos\frac{\pi}{4} + x^2}$
9	$S = x + \frac{x^5}{5} + ... + \frac{x^{4n+1}}{4n+1} + ...$	$0{,}1 \le x \le 0{,}8$	20	$y = \frac{1}{4}\ln\frac{1+x}{1-x} + \frac{1}{2}arctgx$
10	$S = 1 + \frac{\cos x}{1!} + ... + \frac{\cos nx}{n!} + ...$	$0{,}1 \le x \le 1$	10	$y = e^{\cos x} \cdot \cos(\sin x)$
11	$S = 1 + 3x^2 + ... + \frac{2n+1}{n!}x^{2n} + ...$	$0{,}1 \le x \le 1$	35	$y = \left(1 + 2x^2\right)e^{x^2}$
12	$S = \frac{x\cos\frac{\pi}{3}}{1} + \frac{x^2\cos 2\frac{\pi}{3}}{2} + ... + \frac{x^n \cos n\frac{\pi}{3}}{n} + ...$	$0{,}1 \le x \le 0{,}8$	10	$y = -\frac{1}{2}\ln\left(1 - 2x\cos\frac{\pi}{3} + x^2\right)$
13	$S = \frac{x-1}{x+1} + \frac{1}{3}\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^3 + ... + \frac{1}{2n+1}\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^{2n+1} + ...$	$0{,}2 \le x \le 1$	20	$y = \frac{1}{2}\ln x$
14	$S = -\cos x + \frac{\cos 2x}{2^2} + ... + (-1)^n \frac{\cos nx}{n^2} + ...$	$\frac{\pi}{5} \le x \le \pi$	30	$y = \frac{1}{4}\left(x^2 - \frac{\pi^2}{3}\right)$

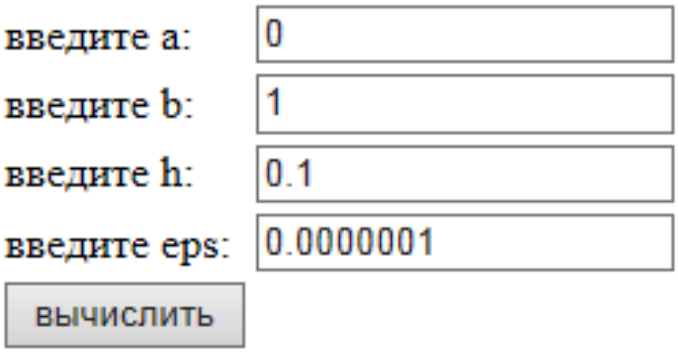
15	$S=\frac{x^3}{3}-\frac{x^5}{15}+\ldots+(-1)^{n+1}\frac{x^{2n+1}}{4n^2-1}+\ldots$	$0{,}1\le x\le 1$	40	$y=\frac{1+x^2}{2}arctgx-\frac{x}{2}$
16	$S=\sin x+\frac{\sin 3x}{3}+\ldots+\frac{\sin(2n-1)x}{2n-1}+\ldots$	$\frac{\pi}{10}\le x\le\frac{9\pi}{10}$	10	$y=\frac{\pi}{4}$
17	$S=1+\frac{x^2}{2!}+\ldots+\frac{x^{2n}}{(2n)!}+\ldots$	$0{,}1\le x\le 1$	50	$y=\frac{e^x+e^x}{2}$
18	$S=\frac{\cos 2x}{3}+\frac{\cos 4x}{15}+\ldots+\frac{\cos 2nx}{4n^2-1}+\ldots$	$0{,}1\le x\le 0{,}8$	20	$y=\frac{1}{2}-\frac{\pi}{4}\lvert\sin x\rvert$
19	$S=1+\frac{2x}{1!}+\ldots+\frac{(2x)^n}{n!}+\ldots$	$0{,}1\le x\le 1$	30	$y=e^{2x}$
20	$S=1+2\frac{x}{2}+\ldots+\frac{n^2+1}{n!}\left(\frac{x}{2}\right)^n+\ldots$	$0{,}1\le x\le 1$	40	$y=\left(\frac{x^2}{4}+\frac{x}{2}+1\right)e^{\frac{x}{2}}$
21	$S=x-\frac{x^3}{3}+\ldots+(-1)^n\frac{x^{2n+1}}{2n+1}+\ldots$	$0{,}1\le x\le 0{,}5$	35	$y=arctgx$
22	$S=1-\frac{3}{2}x^2+\ldots+(-1)^n\frac{2n^2+1}{(2n)!}x^{2n}+\ldots$	$0{,}1\le x\le 1$	15	$y=\left(1-\frac{x^2}{2}\right)\cos x-\frac{x}{2}\sin x$
23	$S=-\frac{(2x)^2}{2}+\frac{(2x)^4}{24}+\ldots+(-1)^n\frac{(2x)^{2n}}{(2n)!}+\ldots$	$0{,}1\le x\le 1$	40	$y=2(\cos^2 x-1)$
24	$S=-(1+x)^2+\frac{(1+x)^4}{2}+\ldots+(-1)^n\frac{(1+x)^{2n}}{n}+\ldots$	$-2\le x\le -0{,}1$		$y=\ln\frac{1}{2+2x+x^2}$
25	$S=x+\frac{x^3}{3!}+\ldots+\frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}+\ldots$	$0{,}1\le x\le 1$	20	$y=\frac{e^x-e^{-x}}{2}$
26	$S=\frac{x}{3!}+\frac{4x^2}{5!}+\ldots+\frac{n^2}{(2n+1)!}x^n+\ldots$	$0{,}2\le x\le 0{,}8$	20	$y=\frac{1}{4}\left(\frac{x+1}{\sqrt{x}}sh\sqrt{x}-ch\sqrt{x}\right)$
27	$S=x\cos\frac{\pi}{4}+x^2\cos 2\frac{\pi}{4}+\ldots+x^n\cos n\frac{\pi}{4}+\ldots$	$0{,}1\le x\le 0{,}8$	40	$y=\frac{x\cos\frac{\pi}{4}-x^2}{1-2x\cos\frac{\pi}{4}+x^2}$
28	$S=3x+8x^2+\ldots+\lvert n(n+2)x^n+\ldots$	$0{,}1\le x\le 0{,}8$	40	$y=\frac{x(3-x)}{(1-x)^3}$
29	$S=\cos x+\frac{\cos 3x}{3^2}+\ldots+\frac{\cos(2n-1)x}{(2n-1)^2}+\ldots$	$\frac{\pi}{5}\le x\le\pi$	40	$y=\frac{\pi^2}{8}-\frac{\pi}{4}\lvert x\rvert$
30	$S=\frac{x^2}{2}-\frac{x^4}{12}+\ldots+(-1)^{n+1}\frac{x^{2n}}{2n(2n-1)}+\ldots$	$0{,}1\le x\le 0{,}8$	10	$y=x\,arctgx-\ln\sqrt{1+x^2}$

Лабораторная работа 4. *Вычисление бесконечных сумм и определенных интегралов*

abilr418122016.html

```
<html >
<head>
<title>форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action="abilr117122016.php?id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td> введите a: </td>
<td><input type="text" name="a"/></td>
</tr>
<tr>
<td> введите b: </td>
<td><input type="text" name="b"/></td>
</tr>
<tr>
<td> введите eps: </td>
<td><input type="text" name="eps"/></td>
</tr>
<tr>
<td> введите h: </td>
<td><input type="text" name="h"/></td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value ="вычислить"/></td>
</tr>
</table>
</form>
</body>
</html>
```

Ответ: abilr418122016.html



abilr418122016.php

```
<?php
echo"<br />";
$a=$_POST["a"];$b=$_POST["b"];$h=$_POST["h"];
$eps=$_POST["eps"];
$ss=" <br /> функция Бесселя J0(x) <br />";
$x=$a;
while ($x<=$b)
{
$r=$x*$x/4;$s=0;$u=1;$i=0;

while(abs($u)>=$eps)
{
$s+=$u;$u=-$u*$r/(($i+1)*($i+1));$i++;
}
$ss.="<br />"."J0(".$x.")=".$s;
$x+=$h;
}
echo "<br/>";
print_r($_POST);
echo "<br/>";echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr418122016.php

Array ([a] => 0 [b] => 1 [h] => 0.1 [eps] => 0.0000001 [send] => вычислить)
функция Бесселя J0(x)
J0(0)=1
J0(0.1)=0.9975015625
J0(0.2)=0.990025

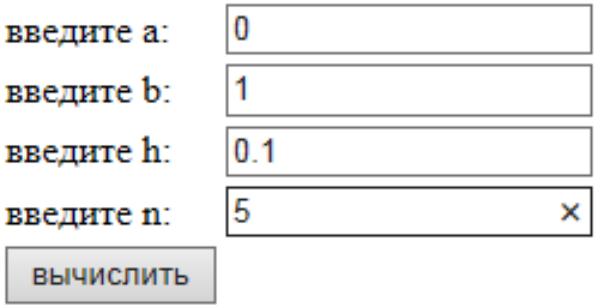
J0(0.3)=0.97762624609375
J0(0.4)=0.96039822222222
J0(0.5)=0.93846978081597
J0(0.6)=0.91200486390625
J0(0.7)=0.88120089051656
J0(0.8)=0.84628736
J0(0.9)=0.80752382163635
J0(1)=0.76519775390625

abilr4b17042017.html

```
<html >
<head>
<title>форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action="abilr4b17042017.php?
id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td> введите a: </td>
<td><input type="text" name="a"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите b: </td>
<td><input type="text" name="b"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите eps: </td>
<td><input type="text" name="eps"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите h: </td>
<td><input type="text" name="h"/> </td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value ="вычислить"/>
</td>
</tr>
```

```
</table>
</form>
</body>
</html>
```

Ответ: abilr4b17042017.html



abilr4b17042017.php

```
<?php
echo"<br />";
$a=$_POST["a"];$b=$_POST["b"];$h=$_POST["h"];$n=$_
POST["n"];
$ss="          <br />  Значения полинома Лежандра  Pn(x)
для заданных n=1 (1) 5 в заданных точках x   <br />";
        for($nn=1;$nn<=$n;$nn++)
        {
        switch ($nn)
{
case "1":
$x=$a;
while ($x<=$b)
        {
        $s=$x;
        $ss.="<br />"."Pn(".$nn.",".$x.")=".$s;
        $x+=$h;
   }
break;
case "2":
$x=$a;
while ($x<=$b)
        {
        $s=1.5*$x*$x-0.5;
```

```
        $ss.="<br />"."Pn(".$nn.",".$x.")=".$s;
        $x+=$h;
    }
break;
case "3":
$x=$a;
while ($x<=$b)
        {
        $s=(2.5*$x*$x-1.5)*$x;
        $ss.="<br />"."Pn(".$nn.",".$x.")=".$s;
        $x+=$h;
    }
break;
case "4":
$x=$a;
while ($x<=$b)
        {
        $s=((70*$x*$x-60)*$x*$x+6)/16;
        $ss.="<br />"."Pn(".$nn.",".$x.")=".$s;
        $x+=$h;
    }
break;
case "5":
$x=$a;
while ($x<=$b)
        {
        $s=((63*$x*$x-70)*$x*$x+15)*$x/8;
        $ss.="<br />"."Pn(".$nn.",".$x.")=".$s;
        $x+=$h;
    }
break;
}
}
echo "<br/>";
print_r($_POST);echo "<br/>";echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr4b17042017.php

Значения полинома Лежандра Pn(x) для заданных n = 1 (1) 5 в заданных точках x

Pn(1,0)=0
Pn(1,0.1)=0.1
Pn(1,0.2)=0.2
Pn(1,0.3)=0.3
Pn(1,0.4)=0.4
Pn(1,0.5)=0.5
Pn(1,0.6)=0.6
Pn(1,0.7)=0.7
Pn(1,0.8)=0.8
Pn(1,0.9)=0.9
Pn(1,1)=1
Pn(2,0)=-0.5
Pn(2,0.1)=-0.485
Pn(2,0.2)=-0.44
Pn(2,0.3)=-0.365
Pn(2,0.4)=-0.26
Pn(2,0.5)=-0.125
Pn(2,0.6)=0.04
Pn(2,0.7)=0.235
Pn(2,0.8)=0.46
Pn(2,0.9)=0.715
Pn(2,1)=1
Pn(3,0)=-0
Pn(3,0.1)=-0.1475
Pn(3,0.2)=-0.28
Pn(3,0.3)=-0.3825
Pn(3,0.4)=-0.44
Pn(3,0.5)=-0.4375
Pn(3,0.6)=-0.36
Pn(3,0.7)=-0.1925
Pn(3,0.8)=0.08
Pn(3,0.9)=0.4725
Pn(3,1)=1
Pn(4,0)=0.375
Pn(4,0.1)=0.3379375
Pn(4,0.2)=0.232
Pn(4,0.3)=0.0729375
Pn(4,0.4)=-0.113
Pn(4,0.5)=-0.2890625
Pn(4,0.6)=-0.408

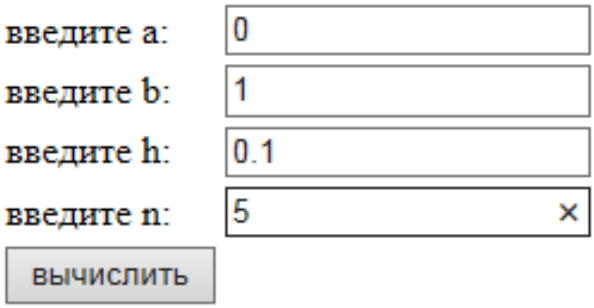
Pn(4,0.7)=-0.4120625
Pn(4,0.8)=-0.233
Pn(4,0.9)=0.2079375
Pn(4,1)=1
Pn(5,0)=0
Pn(5,0.1)=0.17882875
Pn(5,0.2)=0.30752
Pn(5,0.3)=0.34538625
Pn(5,0.4)=0.27064
Pn(5,0.5)=0.08984375
Pn(5,0.6)=-0.15264
Pn(5,0.7)=-0.36519875
Pn(5,0.8)=-0.39952
Pn(5,0.9)=-0.04114125
Pn(5,1)=1

abilr4a18122016.html

```
<html >
<head>
<title>форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action="abilr4a18122016.php?
id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td> введите a: </td>
<td><input type="text" name="a"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите b: </td>
<td><input type="text" name="b"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите eps: </td>
<td><input type="text" name="eps"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите h: </td>
<td><input type="text" name="h"/> </td>
```

```
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value ="вычислить"/>
</td>
</tr>
</table>
</form>
</body>
</html>
```

Ответ: abilr4a18122016.html



abilr4a18122016.php

```
<?php
function fak($m)
{
if($m<2)
{return 1;}
else
{return $m*fak($m-1);}
}
echo"<br />";
$a=$_POST["a"];$b=$_POST["b"];$h=$_POST["h"];
$n=$_POST["n"];
$ss=" <br /> Значения полинома Лежандра Pn(x) для заданных n = 1 (1) 5 в заданных точках x <br />";

for($nn=1;$nn<=$n;$nn++)
{
$x=$a;
while ($x<=$b)
{
```

```
$s=0;$u=1;$r=1/exp($nn*log(2));
//if($x>0)
{
for($i=0;$i<=$nn/2;$i++)
{
$s+=$u*fak(2*($nn-$i))*pow($x,$nn-
2*$i)/(fak($i)*fak($nn-$i)*fak($nn-2*$i));
$u=-$u;
}
$s*=$r;
}
$ss.="<br />"."Pn(".$nn.",".$x.")=".$s;
$x+=$h;
}
}
echo "<br/>";
print_r($_POST);echo "<br/>";echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr4a18122016.php

Array ([a] => 0 [b] => 1 [h] => 0.1 [n] => 5 [send] => вычислить)

Значения полинома Лежандра Pn(x) для заданных n = 1 (1) 5 в заданных точках x

Pn(1,0)=0
Pn(1,0.1)=0.1
Pn(1,0.2)=0.2
Pn(1,0.3)=0.3
Pn(1,0.4)=0.4
Pn(1,0.5)=0.5
Pn(1,0.6)=0.6
Pn(1,0.7)=0.7
Pn(1,0.8)=0.8
Pn(1,0.9)=0.9
Pn(1,1)=1
Pn(2,0)=-0.5
Pn(2,0.1)=-0.485
Pn(2,0.2)=-0.44
Pn(2,0.3)=-0.365
Pn(2,0.4)=-0.26

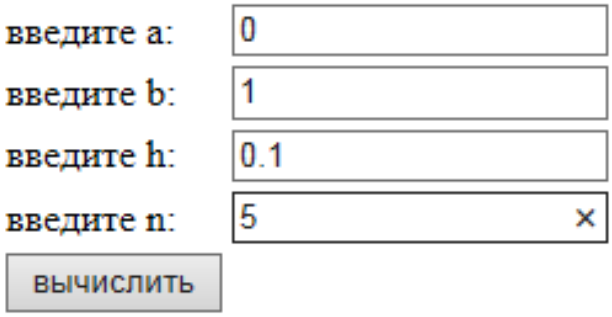
Pn(2,0.5)=-0.125
Pn(2,0.6)=0.04
Pn(2,0.7)=0.235
Pn(2,0.8)=0.46
Pn(2,0.9)=0.715
Pn(2,1)=1
Pn(3,0)=0
Pn(3,0.1)=-0.1475
Pn(3,0.2)=-0.28
Pn(3,0.3)=-0.3825
Pn(3,0.4)=-0.44
Pn(3,0.5)=-0.4375
Pn(3,0.6)=-0.36
Pn(3,0.7)=-0.1925
Pn(3,0.8)=0.08
Pn(3,0.9)=0.4725
Pn(3,1)=1
Pn(4,0)=0.375
Pn(4,0.1)=0.3379375
Pn(4,0.2)=0.232
Pn(4,0.3)=0.0729375
Pn(4,0.4)=-0.113
Pn(4,0.5)=-0.2890625
Pn(4,0.6)=-0.408
Pn(4,0.7)=-0.4120625
Pn(4,0.8)=-0.233
Pn(4,0.9)=0.2079375
Pn(4,1)=1
Pn(5,0)=0
Pn(5,0.1)=0.17882875
Pn(5,0.2)=0.30752
Pn(5,0.3)=0.34538625
Pn(5,0.4)=0.27064
Pn(5,0.5)=0.08984375
Pn(5,0.6)=-0.15264
Pn(5,0.7)=-0.36519875
Pn(5,0.8)=-0.39952
Pn(5,0.9)=-0.04114125
Pn(5,1)=1

abilr4b18122016.html

```
<html >
<head>
```

```
<title>форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action=" abilr4b18122016.php
? id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td> введите a: </td>
<td><input type="text" name="a"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите b: </td>
<td> <input type="text" name="b"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите eps: </td>
<td><input type="text" name="eps"/> </td>
</tr>
<tr>
<td> введите h: </td>
<td><input type="text" name="h"/> </td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value ="вычислить"/>
</td>
</tr>
</table>
</form>
</body>
</html>
```

Ответ: abilr4b18122016.html



abilr4b18122016.php

```
<?php
echo"<br />";
$a=$_POST["a"];$b=$_POST["b"];$h=$_POST["h"];
$n=$_POST["n"];
$ss=" <br />
Значения полинома Лежандра Pn(x) для заданных n = 1
(1) 5 в заданных точках x <br />";
$nn=1;
while ($nn<=$n)
{
$un=1;
for($i=1;$i<=$nn;$i++)
{$un*=($nn+$i)/$i;}
$x=$a;
while ($x<=$b)
{
$s=0;$u=$un*pow($x,$nn); $r=pow(2,$nn);$xx=$x*$x;
for($i=0;$i<=$nn/2;$i++)
{$s+=$u;
        $u=-$u*($nn-2*$i-1)*($nn-2*$i)/(($i+1)*(2*$nn-$i-
1)*2);
if($x>0) $u/=$xx;
}
$s/=$r;
$ss.="<br />"."Pn(".$nn.",".$x.")=".$s;
$x+=$h;
}
$nn++;
}
echo "<br/>";
```

```
print_r($_POST);
echo "<br/>";
echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr4b18122016.php

Array ([a] => 0 [b] => 1 [h] => 0.1 [n] => 5 [send] => вычислить)
Значения полинома Лежандра Pn(x) для заданных n = 1 (1) 5 в заданных точках x
Pn(1,0)=0
Pn(1,0.1)=0.1
Pn(1,0.2)=0.2
Pn(1,0.3)=0.3
Pn(1,0.4)=0.4
Pn(1,0.5)=0.5
Pn(1,0.6)=0.6
Pn(1,0.7)=0.7
Pn(1,0.8)=0.8
Pn(1,0.9)=0.9
Pn(1,1)=1
Pn(2,0)=0
Pn(2,0.1)=-0.485
Pn(2,0.2)=-0.44
Pn(2,0.3)=-0.365
Pn(2,0.4)=-0.26
Pn(2,0.5)=-0.125
Pn(2,0.6)=0.04
Pn(2,0.7)=0.235
Pn(2,0.8)=0.46
Pn(2,0.9)=0.715
Pn(2,1)=1
Pn(3,0)=0
Pn(3,0.1)=-0.1475
Pn(3,0.2)=-0.28
Pn(3,0.3)=-0.3825
Pn(3,0.4)=-0.44
Pn(3,0.5)=-0.4375
Pn(3,0.6)=-0.36
Pn(3,0.7)=-0.1925
Pn(3,0.8)=0.08
Pn(3,0.9)=0.4725

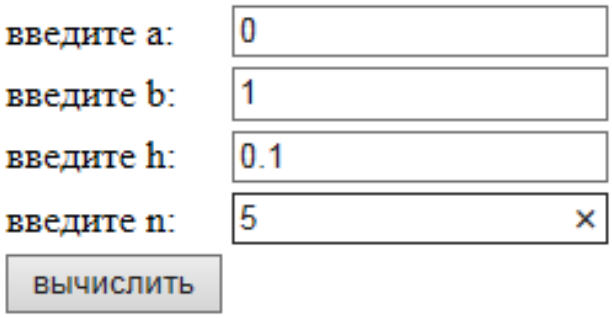
Pn(3,1)=1
Pn(4,0)=0
Pn(4,0.1)=0.2754375
Pn(4,0.2)=0.1695
Pn(4,0.3)=0.0104375
Pn(4,0.4)=-0.1755
Pn(4,0.5)=-0.3515625
Pn(4,0.6)=-0.4705
Pn(4,0.7)=-0.4745625
Pn(4,0.8)=-0.2955
Pn(4,0.9)=0.1454375
Pn(4,1)=0.9375
Pn(5,0)=0
Pn(5,0.1)=0.15539125
Pn(5,0.2)=0.260645
Pn(5,0.3)=0.27507375
Pn(5,0.4)=0.17689
Pn(5,0.5)=-0.02734375
Pn(5,0.6)=-0.293265
Pn(5,0.7)=-0.52926125
Pn(5,0.8)=-0.58702
Pn(5,0.9)=-0.25207875
Pn(5,1)=0.765625

abilr4vv18042018.html

```
<html >
<head>
        <title> ‘орма</title>
        </head>
        <body>
         <form                    name="myform"                    ac-
tion="abilr4vv18042018.php?id=15"  method ="POST">
         <table>
            <tr>
                <td>        введите a: </td>
                            <td>  <input  type="text" name="a"   />
 </td>
            </tr>
                <tr>
                <td>        введите b: </td>
                            <td>  <input  type="text" name="b"   />
 </td>
```

```
                </tr>
                    <tr>
                     <td>          введите h: </td>
                                   <td> <input  type="text" name="h"   />
        </td>
                </tr>
                    <tr>
                     <td>          введите n: </td>
                                   <td> <input  type="text" name="n"   />
        </td>
                </tr>
                                   <tr>
                     <td colspen="2">
                                        <input    type="submit"  name="send"
value ="вычислить"       />       </td>
                </tr
                    </table>
            </form>
            </body>
            </html>
```

Ответ:abilr4vv18042018.html



abilr4vv18042018.php

```
<?php
function fak($m)
{
if($m<2)
{return 1;}
else
{return $m*fak($m-1);}
}
echo"<br />";
$a=$_POST["a"];$b=$_POST["b"];$h=$_POST["h"];$n=$_POST["
n"];
```

```
$ss="       <br />  Значения полинома Лежандра  Pn(x) для задан-
ных n=1 (1) 5 в заданных точках x   <br />";

            for($nn=1;$nn<=$n;$nn++)
            {
                  $x=$a;
      while ($x<=$b)
      {
            $s=0;$r=1/exp($nn*log(2));
            $m=($nn-$nn%2)/2;
            if($m%2==0)$u=1;
            else    $u=-1;
            $xx=$x*$x;

            if($nn%2==0)       $sx=1;
            else    $sx=$x;

            {
            for($i=$m;$i>=0;$i--)
            {
            $s+=$u*fak(2*($nn-$i))*$sx/(fak($i)*fak($nn-$i)*fak($nn-
2*$i));
                  $u=-$u; $sx*=$xx;
            }
            $s*=$r;
            }
            $ss.="<br />"."Pn(".$nn.",".$x.")=".$s;
            $x+=$h;
      }
      }
      echo "<br/>";
      print_r($_POST);echo "<br/>";echo $ss;
      ?>
```

Ответ: abilr4vv18042018.php

Array ([a] => 0 [b] => 1 [h] => 0.1 [n] => 5 [send] => вычислить)

Значения полинома Лежандра Pn(x) для заданных n=1 (1) 5 в заданных точках x

Pn(1,0)=0
Pn(1,0.1)=0.1
Pn(1,0.2)=0.2
Pn(1,0.3)=0.3

Pn(1,0.4)=0.4
Pn(1,0.5)=0.5
Pn(1,0.6)=0.6
Pn(1,0.7)=0.7
Pn(1,0.8)=0.8
Pn(1,0.9)=0.9
Pn(1,1)=1
Pn(2,0)=-0.5
Pn(2,0.1)=-0.485
Pn(2,0.2)=-0.44
Pn(2,0.3)=-0.365
Pn(2,0.4)=-0.26
Pn(2,0.5)=-0.125
Pn(2,0.6)=0.04
Pn(2,0.7)=0.235
Pn(2,0.8)=0.46
Pn(2,0.9)=0.715
Pn(2,1)=1
Pn(3,0)=0
Pn(3,0.1)=-0.1475
Pn(3,0.2)=-0.28
Pn(3,0.3)=-0.3825
Pn(3,0.4)=-0.44
Pn(3,0.5)=-0.4375
Pn(3,0.6)=-0.36
Pn(3,0.7)=-0.1925
Pn(3,0.8)=0.08
Pn(3,0.9)=0.4725
Pn(3,1)=1
Pn(4,0)=0.375
Pn(4,0.1)=0.3379375
Pn(4,0.2)=0.232
Pn(4,0.3)=0.0729375
Pn(4,0.4)=-0.113
Pn(4,0.5)=-0.2890625
Pn(4,0.6)=-0.408
Pn(4,0.7)=-0.4120625
Pn(4,0.8)=-0.233
Pn(4,0.9)=0.2079375
Pn(4,1)=1
Pn(5,0)=0
Pn(5,0.1)=0.17882875
Pn(5,0.2)=0.30752

Pn(5,0.3)=0.34538625
Pn(5,0.4)=0.27064
Pn(5,0.5)=0.08984375
Pn(5,0.6)=-0.15264
Pn(5,0.7)=-0.36519875
Pn(5,0.8)=-0.39952
Pn(5,0.9)=-0.04114125
Pn(5,1)=1

Задания к работе

1. Записать расчетные формулы для вычисления слагаемого и суммы. В предлагаемых задачах на суммирование рядов, чтобы не усложнять анализ точности, под ε подразумевается абсолютная оценка последнего учитываемого числа ряда, которая в случае знакочередующего ряда совпадает с истинной абсолютной погрешностью. Если не будет других указаний, положить $\varepsilon = 10^{-4}$, а $x = 0(0,1)1$.

2. Составить блок-схему алгоритма для вычисления заданной суммы в указанном диапазоне изменения параметра x с заданным шагом.

3. Составить программу решения задачи.

4. Отладить программу.

Задания

1. Вычислить значения функции Бесселя $J_0(x)$ с заданной погрешностью ε в заданных точках x с помощью ряда

$$J_0(x) = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{(x/2)^{2k}}{(k!)^2}.$$

2. Вычислить значения модифицированной функции Бесселя $I_1(x)$ с заданной погрешностью ε в заданных точках x с помощью ряда

$$I_1(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(x/2)^{2k+1}}{k!(k+1)!}.$$

3. Вычислить значения полинома Лежандра $P_n(x)$ для заданных $n = 1\ (1)\ 5$ в заданных точках x по формуле

$$P_n(x) = \frac{1}{2^n} \sum_{k=0}^{[n/2]} \frac{(-1)^k (2(n-k))!}{k!(n-k)!(n-2k)!} x^{n-2k},$$

[ ] – целая часть. Построить графики.

4. Вычислить значения полинома Эрмита $H_n(x)$ для тех же значений параметров, что и в задаче 3, по формуле

$$H_n(x) = \sum_{k=0}^{[n/2]} \frac{(-1)^k n!}{k!(n-2k)!} (2x)^{n-2k}.$$

5. Вычислить значения полинома Лагерра $L_n^{\alpha}(x)$ для значений параметров α = 0; 0,5; и n = 1 (1) 5 в заданных точках x по формуле:

$$L_n^{\alpha}(x) = \sum_{k=0}^{n} \frac{\partial(n+\alpha+1)}{\partial(k+\alpha+1)} \frac{(-x)^k}{k!(n-k)!},$$

где $\Gamma(x) = \sqrt{\frac{2\pi}{x}} \left(\frac{x}{e}\right)^x \left\{1 + \frac{1}{12x} + \frac{1}{288x^2} - \frac{139}{51840x^3}\right\}$.

6. Сравнить результаты вычисления полинома Чебышева $T_n(x)$, полученные двумя способами:

а) по формуле $T_n(x) = \cos(n \arccos x)$,

б) по рекуррентной формуле

$$T_n(x) = 2xT_{n-1}(x) - T_{n-2}(x), \ldots, T_0(x) = 1, T_1(x) = x$$

Сравнение провести для n = 5, 10, 20 в заданных точках x.

7. Вычислить значения интеграла Френеля

$$S(x) = \int_0^x \sin\left(\frac{\pi}{2} t^2\right) dt$$

с заданной точностью ε в заданных точках $x(|x| \le 2{,}55)$ по формуле

$$S(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k \left(\frac{\pi}{2}\right)^{2k+1} x^{4k+3}}{(2k+1)!(4k+3)}.$$

8. Вычислить значения интеграла Френеля

$$C(x) = \int_0^x \cos\left(\frac{\pi}{2} t^2\right) dt$$

с заданной погрешностью ε в заданных точках $x(|x| \le 2{,}66)$ по формуле

$$C(x)=\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k\left(\frac{\pi}{2}\right)^{2k}x^{4k+1}}{(2k)!(4k+1)}.$$

9. Вычислить значения интегральной показательной функции

$$E_i(x)=\int_{-\infty}^{x}\frac{e^t}{t}dt$$

в заданных точках $x(x<15)$ с заданной погрешностью ε по формуле

$$E_i(x)=C+\ln x+\sum_{n=1}^{\infty}\frac{x^n}{n!n},$$

где C = 0,577215665 – постоянная Эйлера.

10. Вычислить с заданной погрешностью ε значения функции $\Psi(x)$ в заданных точках $x(x>0)$ по формуле

$$\Psi(x)=-C-\sum_{k=0}^{\infty}\left(\frac{1}{x+k}-\frac{1}{k+1}\right),$$

где C = 0,577215665 – постоянная Эйлера.

11. Вычислить значения функции, заданной рядом

$$\beta(x)=\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k}{x+k},$$

в заданных точках $x(x>0)$ с заданной погрешностью ε.

12. Вычислить значения функции $B(x,y)$, заданной рядом

$$B(x,y)=\frac{1}{y}\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n\frac{y(y-1)\cdots(y-n)}{n!(x+n)},\ y>0.$$

Вычисления провести для заданных значений параметров x и y с заданной погрешностью ε.

13. Вычислить значения функции

$$\zeta(z,q)=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{(q+n)^z}$$

для заданных значений параметров q и z с заданной погрешностью ε.

14. Вычислить в точках x = 1 (0,9) 10 значения гамма-функции по асимптотической формуле Стирлинга:

$$\Gamma(x) = \sqrt{\frac{2\pi}{x}}\left(\frac{x}{e}\right)^x \left\{1 + \frac{1}{12x} + \frac{1}{288x^2} - \frac{139}{51840x^3}\right\}.$$

Результаты сравнить с табличными значениями гамма-функции.

15. Для x = 0 (0,2) 2 протабулировать функцию Ломмеля–Вебера:

$$\Omega_3(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} \sin(x \sin t - 3t)dt.$$

16. Для $x = 5^0(5^0)85^0$ вычислить полные эллиптические интегралы I и II рода с погрешностью 10^{-3}:

а) $K(x) = \int_0^{\pi/2} \frac{1}{\sqrt{1 - \sin^2 x \cdot \sin^2 t}}dt.$

б) $E(x) = \int_0^{\pi/2} \sqrt{1 - \sin^2 x \cdot \sin^2 t}\,dt.$

17. Вычислить значения функции $u(x,t)$ с заданной погрешностью ε в заданных точках x, t = 0 (0,2) 2, если функция задана рядом

$$u(x,t) = e^{-x-t}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{t^n}{n!}\sum_{m=0}^{n}\frac{x^m}{m!}.$$

18. Найти значения функции $f(x)$ в заданных точках x, если она задана рядом (погрешность ε):

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos \pi n x, a_n = \frac{1}{1+n^2}.$$

19. Для x = –1 (0,2) 1 вычислить сумму ряда Фурье:

$$S = \sum_{k=1}^{150}(-1)^k \frac{\cos k\pi x}{k^2}.$$

Сравнить результаты со значениями функции

$$f(x) = \frac{\pi^2}{12}(1 - 3x^2)$$

в этих же точках.

20. Для x = –1(0,2) 1 вычислить сумму ряда Фурье:

$$S = \sum_{k=1}^{150}\frac{\cos k\pi x}{k^2}.$$

Сравнить результаты со значениями функции

$$f(x) = \frac{\pi^2}{12}(2 - 6|x| + 3x^2)$$

в этих же точках.

21. Для $x = 0\left(\frac{\pi}{20}\right)\pi$ вычислить суммы

$$S_N = \sum_{k=1}^{N} \frac{(-1)^{k+1} \cos kx}{k^2 - 0{,}25}$$

при N = 2, 3 и 4. Сравнить эти результаты со значениями функции $f(x) = \pi \cos\frac{x}{2} - 2$ в тех же точках.

22. Для $x = \frac{\pi}{20}\left(\frac{\pi}{20}\right)\pi$ вычислить суммы

$$S_N = \sum_{k=1}^{N} (-1)^{k+1} \frac{k \sin kx}{k^2 + 1}$$

при N = 2, 3 и 4. Сравнить результаты со значениями функции $f(x) = \frac{\pi}{2}\frac{shx}{sh\pi}$ в тех же точках, где $shx = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$.

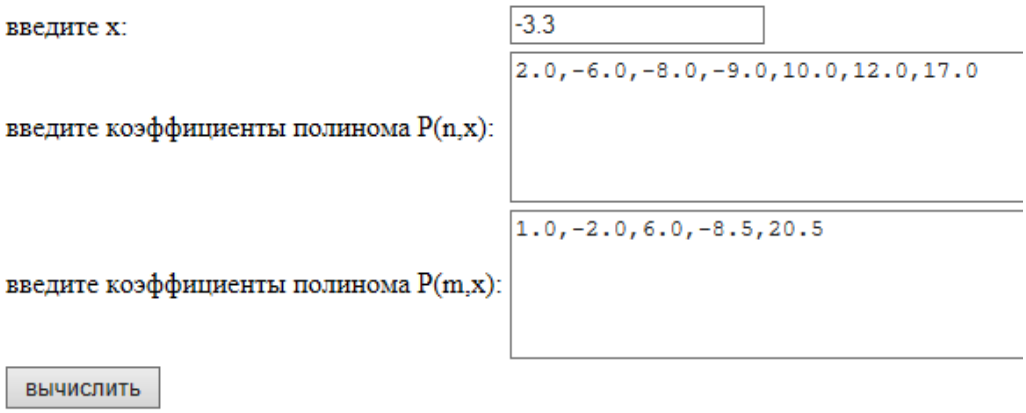
Лабораторная работа 5. *Вложенные циклы с разветвлениями. Использование массивов*

abilr5nom20d03012017.html

```
<html>
<head>
<title>Форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action
="abilr5nom20d03012017.php?id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td>введите x: </td>
<td><input type="text" name="x"/></td>
</tr>
<tr>
```

<td colspen="2">введите коэффициенты полинома P(n,x):</td>
<td><textarea name="pnx" cols="80" rows="5"/></textarea></td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">введите коэффициенты полинома P(m,x):</td>
<td><textarea name="pmx" cols="80" rows="5"/></textarea></td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value ="вычислить"/></td>
</tr>
</table>
</form>
</body>
</html>

Ответ: abilr5nom20d03012017.html



abilr5nom20d03012017.php

```
<?php
function pol($mass,$x)
{$s=0;
for($n=0;$n<count($mass);$n++)
{
$s=$s*$x+$mass[$n];
}
```

```
return $s;
}
$x=$_POST["x"];
$pnx=$_POST["pnx"];$pmx=$_POST["pmx"];
$a = array();$b = array();$c = array();
$a = explode(",", $pnx);$b = explode(",", $pmx);
$n=count($a)-1;$m=count($b)-1;
if($n>=$m)
{$p=$n;
for($i=0;$i<=$p;$i++)
{
if($i<$p-$m)
{$c[]=$a[$i];}
else
{$c[]=$a[$i]+$b[$i-$p+$m];}
}
}
else
{$p=$m;
for($i=0;$i<=$p;$i++)
{
if($i<$p-$n)
{$c[]=$b[$i];}
else
{$c[]=$b[$i]+$a[$i-$p+$n];}
}
}
echo"<br />";
print_r($a);
echo"<br />";
print_r($b);
echo"<br />";
print_r($c);
echo"<br />";
$px=pol($c,$x);
echo"<br/>P($x,$p)=$px";
?>
```

Ответ: abilr5nom20d03012017.php

Array ([0] => 2.0 [1] => -6.0 [2] => -8.0 [3] => -9.0 [4] => 10.0 [5] => 12.0 [6] => 17.0)
Array ([0] => 1.0 [1] => -2.0 [2] => 6.0 [3] => -8.5 [4] => 20.5)
Array ([0] => 2.0 [1] => -6.0 [2] => -7 [3] => -11 [4] => 16 [5] => 3.5 [6] => 37.5)

P(-3.3,6)=4696.411818

Задания к работе

1. Записать расчетные формулы для решения задачи.
2. Составить блок-схему алгоритма.
3. Составить программу для решения задачи.
4. Отладить программу.

1. Составить программу для вычисления элементов матрицы $C = \{c_{ij}\}$, являющейся разностью заданных матриц $A = \{a_{ij}\}$ и $B = \{b_{ij}\}$. Каждый элемент матрицы C вычисляется по формуле: $c_{ij} = a_{ij} - b_{ij}$, *i, j=1,2, ..., n.*

Затем вычислить компоненты вектора $z = \{z_1, z_2, ..., z_n\}$, равного произведению матрицы $C = \{c_{ij}\}$ на заданный вектор $x = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$. Каждая компонента вектора *z* вычисляется по формуле: $z_i = \sum_{k=1}^{n} c_{ik} x_k$, *i* = 1, 2, ..., n (n≤ 9).

Исходные данные: *n* = 3;

$$A = \begin{pmatrix} 6{,}1 & 1{,}2 & 5{,}4 \\ 3{,}1 & 8{,}4 & 2{,}7 \\ 4{,}4 & 2{,}1 & 3{,}0 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 2{,}0 & -2{,}5 & 6{,}0 \\ 1{,}1 & 3{,}1 & 8{,}4 \\ 5{,}6 & 1{,}2 & 3{,}2 \end{pmatrix}; x = \begin{pmatrix} -1 \\ 2{,}4 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

2. Составить программу для вычисления элементов матрицы $C = \{c_{ij}\}$, являющейся произведением матрицы $A = \{a_{ij}\}$ размера $m*n$ на матрицу $B = \{b_{ij}\}$ размера $n*q$. Каждая компонента матрицы *C* вычисляется по формуле

$$c_{kj} = \sum_{i=1}^{n} a_{ki} b_{ij}, j = 1,2,..., q$$

$k = 1,2, ..., m$ ($n \le 6$, $q \le 8$, $m \le 10$).

Исходные данные: $m = 3$; $n = 4$; $q = 3$.

$$A = \begin{pmatrix} 3{,}8 & 0 & 1 & 2 \\ 6 & 0 & 2 & 4 \\ 9 & 0 & 3 & 16 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 1 & -1 & -2 \\ 3 & 2{,}2 & 4 \\ 2 & 4 & 1 \\ -2 & 0 & 3 \end{pmatrix}.$$

3. Составить программу для вычисления компонент вектора $d = \{d_1, d_2, ..., d_n\}$, равного произведению матрицы $A = \{a_{ij}\}$ на вектор $b = \{b_1, b_2, ..., b_m\}$. Каждая компонента вектора d вычисляется по формуле: $d_i = \sum_{k=1}^{m} a_{ik} b_k$, $i = 1, 2, ..., n$ ($n \le 8$, $m \le 9$).

Исходные данные: $n = 8$; $m = 4$;

$$A = \begin{pmatrix} 3{,}8 & 0{,}1 & 1{,}2 & 2{,}4 \\ 3{,}8 & -1 & 3{,}1 & 1{,}5 \\ -1{,}6 & 0{,}4 & 3 & 1 \end{pmatrix}; \quad b = \begin{pmatrix} 1 \\ 3{,}2 \\ 2 \\ -2{,}1 \end{pmatrix}.$$

4. Составить программу для вычисления элементов матрицы $C = \{c_{ij}\}$, являющихся суммой матриц $A = \{a_{ij}\}$ и $B = \{b_{ij}\}$. Каждый элемент матрицы C вычисляется по формуле

$$c_{ij} = a_{ij} + b_{ij} \text{ (i, j = 1, 2, ..., n)},$$

причем матрица A задана, а элементы матрицы B вычисляются по формуле:

$$b_{ij} = \begin{cases} a_{ij}, & a_{ij} \ge 0 \\ 1 & a_{ij} < 0. \end{cases}$$

Исходные данные: $n = 4$;

$$A = \begin{pmatrix} 3{,}0 & 0{,}0 & 1{,}0 & 2{,}0 \\ 3{,}0 & -1{,}1 & 2{,}0 & 1{,}0 \\ -1{,}0 & 0{,}0 & 3{,}0 & 1{,}0 \\ 1{,}0 & 3{,}0 & 2{,}0 & -2{,}0 \end{pmatrix}.$$

5. Составить программу для нахождения наибольшего элемента прямоугольной матрицы $Z = \{z_{ij}\}$, i = 1, 2, ..., n, j = 1, 2, ..., m.

Каждый элемент матрицы z вычисляется по формуле $z_{ij} = x_i y_j$, i = 1, 2, ..., n, j = 1, 2, ..., m.

Векторы $X = \{X_1,\ X_2,\ ...,\ X_n\}$ и $Y = \{Y_1,\ Y_2,\ ...,\ Y_m\}$ заданы ($n \le 10$, $m \le 9$).

Исходные данные: n = 3; m = 4; x = {–1,1; 2,6; 1,0}; y = {3,2; 2,1; –2,0; 1,1}.

6. Составить программу для вычисления вектора $X = \{X_1,\ X_2,...,\ X_m\}$, равного p-й строке матрицы $A = \{a_{ij}\}$ ($x_j = a_{pj}$, j = 1, 2, ..., m), и вектора $Y = \{Y_1, Y_2,..., Y_m\}$, равного q-му столбцу матрицы $A = \{a_{ij}\}$($y_i = a_{iq}$, i = 1, 2, ..., n) ($n \le 6$, $m \le 8$). Исходные данные n = 3; m = 4; p = 2; q = 2;

$$A = \begin{pmatrix} 3{,}0 & 1{,}4 & 0{,}7 & 6{,}1 \\ 1{,}1 & 2{,}5 & 3{,}8 & 4{,}0 \\ 5{,}2 & 3{,}6 & 7{,}9 & -8{,}1 \end{pmatrix}.$$

7. Составить программу для вычисления коэффициентов аппроксимирующего многочлена: $P(x) = a_1 + a_2 x$.

Коэффициенты a_1 и a_2 многочлена находятся из решения системы управлений

$$S_1 a_1 + S_2 a_2 = t_1,$$

$$S_2 a_1 + S_3 a_2 = t_2,$$

где

$$S_k = \sum_{i=1}^{n} x_i^{k-1},\ k = 1, 2, 3,$$

$t_j = \sum_{i=1}^{n} x_i^{j-1} y_i$, j = 1, 2.

Значения $X = \{X_1,\ X_2,\ ...,\ X_n\}$ и $Y = \{Y_1,\ Y_2,\ ...,\ Y_n\}$ заданы ($n \le 20$).

Исходные данные: n = 8; x = {0,58; 0,84; 1,14; 2,44; 3,16; 4; 5; 6};

y = {0,8; –0,97; –0,98; 1,07; 3,66; 8; 15; 24}.

8. Составить программу для вычисления величины $N = \max_i \sum_{j=1}^{n} |a_{ij}|, \quad i = 1,2,...,n,$ где матрица $A = \{a_{ij}\}$, i, j = 1, 2, ..., n задана. Для решения задачи составить вектор $Z = \{Z_1,\ Z_2,\ ...,\ Z_n\}$, $z_i = \sum_{j=1}^{n} |a_{ij}|$, i = 1, 2, ..., n и затем найти максимальный элемент этого вектора. Это и есть $N(n \le 6)$.

Исходные данные: n = 6;

$$A = \begin{pmatrix} 3{,}0 & 0{,}9 & 1{,}1 & 2{,}9 \\ 3{,}1 & -1{,}1 & 2{,}8 & 1{,}0 \\ -1{,}4 & 0{,}5 & 3{,}7 & 1{,}6 \\ 1{,}8 & 3{,}4 & 2{,}4 & -2{,}2 \end{pmatrix}.$$

9. Составить программу для нахождения наименьшей компоненты вектора $S = \{s_1, s_2, ..., s_m\}$, где каждая компонента s_j вычисляется по формуле: $S_j = \sum_{i=1}^{n} a_{ij}, \quad j = 1,2,\ldots,m.$

Элементы матрицы $A = \{a_{ij}\}$, i = 1, 2, ..., n, j = 1, 2, ..., m заданы ($m \le 8$, $n \le 6$).

Исходные данные: n = 3; m = 4;

$$A = \begin{pmatrix} 3{,}1 & 0{,}9 & 1{,}9 & 2{,}5 \\ 3{,}4 & -1{,}1 & 2{,}4 & 1{,}1 \\ -1{,}2 & 0{,}2 & 3{,}7 & 1{,}5 \end{pmatrix}.$$

10. Составить программу для вычисления величины:

$$S = \sum_{k=1}^{m} a_k z(t_k),$$

где функция z для значения аргумента t_k вычисляется по формуле линейной интерполяции:

$$z(t_k) = y_i + \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}(t_k - x_i),$$

причем $x_i < t_k \le x_{k+1}$, i = 1, 2,..., n, k + 1, 2, ..., m.

Исходные данные: n = 7; m = 4; x = {0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0}; y = {0; 0,125; 1,0; 3,375; 18; 15,625; 27,0}; a = {3; –6; –5; 12}; t = {0,8; 1,65; 2,1; 2,85}.

11. Составить программу для вычисления значения функции z для значения аргумента t по формуле

$z = \sum_{k=1}^{n} a_k u_k(t)$, где $u_{k+1}(t) = 2tu_k(t) - u_{k-1}(t), u_1(t) = 1, u_2(t) = t, k = 2,3,..., n-1.$ Значения $t, a_1,..., a_n$ заданы (n≤12).

Исходные данные: n = 5; t = 0,85; a = {3; –4,2; 5,3; –6,1; 2,8}.

12. Составить программу для вычисления коэффициентов a_k (k=1, 2, ..., n) по формуле

$$a_k = \frac{4}{n\pi} \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i u_k(x_i)}{\sqrt{1 - x_i^2}}, \quad k = 1,2,...,n,$$

где $u_{k+1}(x_i) = 2x_i u_k(x_i) - u_{k-1}(x_i), \quad u_1(x_i) = 1, \quad u_2(x_i) = x_i, \quad k = 2,3,...,n-1.$

Заданные значения $Y_1, Y_2, ..., Y_n$ соответствуют значениям аргумента $X_1, X_2,..., X_n$ (n≤12).

Исходные данные: n = 7; x = {–0,9; –0,6; –0,3; 0; 0,4; 0,7; 0,9}; y={–0,729; –0,216; –0,027; 0; 0,064; 0; 0,343; 0,729}.

13. Составить программу для вычисления значения полинома

$$P(x) = a_1 x^n + a_2 x^{n-1} + ... + a_n x + a_{n+1}$$

для $x = x_1, x_2, ..., x_m$ по схеме Горнера, т. е. представляя полином в виде

$$P(x) = (...((a_1 x + a_2)x + a_3)x + ... + a_n)x + a_{n+1} \quad (n \le 10, m \le 8).$$

Исходные данные: n = 5; m = 4; a = {32,0; –16,0; –32,0; 8,0; –6,0; 15,0}; x={–1; 0,5; 1; 1,5}.

14. Составить программу для вычисления математического ожидания M и дисперсии D по формулам:

$$M = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i, \qquad D = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a\,i^2 - M^2;$$

n чисел $a_1, a_2, ..., a_n$, образующих выборку, вычисляются по формуле

$$a_i = \begin{cases} \sin i, & \text{если } i > 17, \\ ctg i^2, & \text{если } i \le 17, \end{cases} \quad i = 1,2,...,n.$$

Исходные данные: $n = 23$.

15. Составить программу для вычисления производной функции $Y(x)$ в точках $X_1, X_2, ..., X_n$ по формуле численного дифференцирования:

$$y(x)\Big|_{x_1} = y_1 = \frac{-3y_1 + 4y_2 - y_3}{2(x_2 - x_1)},$$

$$y(x)\Big|_{x_i} = y_i = \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2(x_{i+1} - x_i)}, \quad i = 2, 3, \ldots, n-1,$$

$$y(x)\Big|_{x_n} = y_n = \frac{y_{n-2} - 4y_{n-1} + 3y_n}{2(x_n - x_{n-1})}.$$

Функция $Y(x)$ задана таблично, т. е. значения аргумента $X_1, X_2, ..., X_n$ соответствуют заданным значениям функции $Y_1, Y_2, ..., Y_n$ ($n \le 20$).

Исходные данные: $n = 8$; $x = \{0; 0{,}5; 1{,}0; 1{,}5; 2{,}0; 2{,}5; 3{,}0; 3{,}5\}$; $y = \{0; 0{,}125; 1{,}0; 3{,}375; 8{,}0; 15{,}625; 27{,}0; 42{,}575\}$.

16. Составить программу, вычисляющую сумму ряда:

$$S = 1 - \frac{1}{2}\sum_{n=0}^{\infty} 2^n (a_n^2 - b_n^2),$$

где $a_n = \frac{1}{2}(a_{n-1} + b_{n-1}), b_n = \sqrt{a_{n-1} b_{n-1}}$.

Значения a_0 и b_0 заданы. Вычисление следует закончить, когда будет выполнено условие $a_n^2 - b_n^2 < q$.

Исходные данные: $a_0 = 3$; $b_0 = 2$; $q = 10^{-6}$.

17. Составить программу вычисления коэффициента корреляции, выражающего меру зависимости между упорядоченными наборами чисел $\{X_1, X_2, ..., X_n\}$ и $\{Y_1, Y_2, ..., Y_n\}$, по формуле

$$\rho = \frac{S_{11}S_{22} - S_{21}S_{12}}{\sqrt{(S_{11}S_{31} - S_{21}^2)(S_{11}S_{13} - S_{12}^2)}},$$

где $S_{kr} = \sum_{i=1}^{n} x_i^k y_i^j, k = 1,2,3, j = 1,2,3 \ (n \le 20).$

Исходные данные: n = 7; x = {0,56; 0,84; 1,14; 2,44; 3,16; 4; 5}; y = {–0,8; –0,97; –0,98; 1,07; 3,66; 8; 15}.

18. Составить программу для вычисления элементов матрицы $A = \{a_{ij}\}$, каждый элемент которой вычисляется по формуле

$$a_{ij} = \begin{cases} b_{ij}, \text{ если } |b_{ij}| > |c_{ij}|, \\ c_{ij}, \text{ если } |b_{ij}| \le |c_{ij}| \end{cases} (i = 1,2,..., n, j = 1,2,...,m).$$

Матрица $B = \{b_{ij}\}$ и $C = \{c_{ij}\}$ заданы (n≤6, m≤12).

Исходные данные: n = 3; m = 3;

$$B = \begin{pmatrix} 2{,}5 & -3{,}0 & 6{,}2 \\ -0{,}1 & 4{,}2 & 2{,}8 \\ 2{,}0 & 7{,}5 & -1{,}8 \end{pmatrix}; \qquad C = \begin{pmatrix} -4{,}4 & 2{,}3 & -8{,}4 \\ 0{,}8 & 3{,}6 & -5{,}6 \\ 3{,}0 & 6{,}0 & 4{,}0 \end{pmatrix}.$$

19. Составить программу для вычисления суммы

$$S = \sum_{k=2}^{n+1} a_k,$$

где $a_k = \frac{1}{(2k)!} \prod_{i=1}^{k-1} x_i^2, k = 2,3,...,n+1.$

Значения величины $X_1, X_2, ..., X_n$ заданы (n≤20).

Исходные данные: n = 6; x = {0,1; 0,2; 0,6; 1,2; 1,6; 2,0}.

20. Составить программу для вычисления полинома

$$Q_p(x) = c_1 x^p + c_2 x^{p-1} + ... + c_p x + c_{p+1},$$

равного сумме полиномов степени n

$$P_n(x) = a_1 x^n + a_2 x^{n-1} + ... + a_n x + a_{n+1},$$

и степени m

$$P_m(x) = b_1 x^m + b_2 x^{m-1} + ... + b_m x + a_{m+1},$$

Результатом считать коэффициенты и степень полученного полинома $Q_p(x)$. Если $n > m$, то $p = n$.

$$c_i = \begin{cases} a_i & \text{при} \quad i = 1,2,\ldots,n-m, \\ a_i + b_{i-n+m} & \text{при} \quad i = n-m+1,\ldots,n+1. \end{cases}$$

Если $m > n$, то $p = m$,

$$c_i = \begin{cases} b_i & \text{при} \quad i = 1,2,\ldots,m-n, \\ b_i + a_{i-m+n} & \text{при} \quad i = m-n+1,\ldots,m+1. \end{cases}$$

Если $p = m = n$, то $c_{ij} = a_{ij} + b_{ij}$ при i = 1, 2, ..., n + 1. Полученный полином вычислить для заданного x($n \le 20$, $m \le 20$).

Исходные данные: n = 7; m = 4; a = {2,0; –6,0; –8,0; –9,0; 10,0; 12,0; 17,0; 30,0}; b = {1,0; –2,0; 6,0; –8,5; 20,5); x =–3,3.

21. Составить программу для вычисления бинома Ньютона $(1+x)^m = 1 + \sum_{i=1}^{m} c_m^i x^i$.

Для вычисления c_m^{i+1} воспользоваться рекуррентным соотношением:

$c_{i+1} = c_i \dfrac{m-i}{i+1}$, $c_1 = m$, $i = 1,2,\ldots,m-1$ (через c_i обозначено c_m^i) ($m \le 10$).

Исходные данные: m = 8; x = 0,26.

22. Составить программу для вычисления матрицы $S = \{s_{ij}\}$ (i, j = 1, 2, 3). Каждый элемент s_{ij} вычисляется по формуле

$$s_{ijj} = \sum_{k=1}^{n} x_k^{i-1} y_k^{j-1}, i, j = 1,2,3,$$

где $x_k = \begin{cases} a_k, & \text{если } a_k \ge 0, \\ -1, & \text{если } a_k < 0; \end{cases}$

$y_k = \begin{cases} a_k, & \text{если } a_k < 0, \\ 1, & \text{если } a_k \ge 0 \end{cases}$

($k = 1,2,\ldots,n$).

Значения $a_1, a_2, \ldots, a_n$ заданы ($n \le 20$).

Исходные данные n = 7; a = {0,1; 0,28; 0,8; 1,38; 2,56; 4,10; 8}

23. Составить программу для вычисления вектора $Z = \{z_1, z_2, \ldots, z_m\}$, каждая компонента которого определяется по

формуле $z_k = x_k + my_k$, где x_k, y_k, – компоненты векторов $X = \{X_1, X_2, ..., X_n\}$ и $Y = \{Y_1, Y_2, ..., Y_n\}$ ($n \le 10$),

$$m = \begin{cases} k, & \text{если } |\sin k| \le 0{,}2, \\ \sqrt{k}, & \text{если } 0{,}2 \le |\sin k| < 0{,}9, \\ \sqrt{\sqrt{k}}, & \text{если } |\sin k| \ge 0{,}9 \end{cases}$$

Исходные данные: n = 8; x = {1,2; 1,0; –3,0; 2,5; 4; 3,2; 0,5; 0,4}; y = {2,4; 2; –6; 5; 8; 6,4; 1; 1,2}.

24. Составить программу для вычисления матрицы $B=\{b_{ij}\}$, равной произведению числа λ на матрицу $A=\{a_{ij}\}$. Каждый элемент матрицы B вычисляется по формуле $b_{ij} = \lambda a_{ij}$, i, j = 1, 2, ... , n, где λ – наибольший элемент заданного вектора $Z = \{z_1, z_2, ..., z_m\}$ ($n \le 6$, $m \le 10$).

Исходные данные: n = 3; m = 5; z = {11; –5; –0,01; 0,273; –3};

$$A = \begin{pmatrix} 2{,}0 & -2{,}1 & 6{,}3 \\ 1{,}1 & 3{,}9 & 8{,}4 \\ 5{,}6 & 1{,}2 & 3{,}0 \end{pmatrix}.$$

25. Составить программу для вычисления площади многоугольника с вершинами $P_1(x_1, y_1)$, $P_2(x_2, y_2)$, ..., $P_n(x_n, y_n)$ по формуле:

$$S = \frac{1}{2}[(x_1 - x_2)(y_1 + y_2) + (x_2 - x_3)(y_1 + y_3) + ... + (x_n - x_{n+1})(y_n - y_{n+1})],$$

где $x_{n+1} = x_1$, $y_{n+1} = y_1$ ($n \le 20$).

Исходные данные: n = 11; x = {1,2; 1; –3; 2,5; 4; 3,2; 0,5; 0,4; 0,4; –0,2; 11}; y = {-0,01; 0,274; 0,031; –245; 23; 80; –22; –1; –13,5; –42; –22}.

26. Составить программу для вычисления угла φ между векторами $a = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$ и $b = \{b_1, b_2, ..., b_n\}$, который можно определить из выражения

$$\cos\varphi = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i b_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} a_i^2 \sum_{i=1}^{n} b_i^2}} (n \le 20).$$

Исходные данные: n = 12; a = {1,2; 1; –3; 2,5; 4; 3,2; 0,5; 0,4; 0,4; –0,2; 11; –6}; b = {–0,01; 0,274; 0,031; –245; 23; 80; –22; –1; –13,5; –42; –22; 31}.

27. Составить программу для вычисления и печати выражения

$$L = \alpha \sqrt{\prod_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2},$$

где α – максимальное из чисел x, y, z, $A = \{a_{iij}\}$ – заданная матрица (n≤8).

Исходные данные: n = 5; x = 22; y = –9,1; z = 0,02;

$$A = \begin{pmatrix} 1{,}2 & 1 & -3 & 2{,}5 & 4 \\ 3{,}2 & 0{,}5 & 0{,}4 & 0{,}4 & 0{,}2 \\ 11 & -5 & -0{,}01 & 0{,}274 & 0{,}031 \\ -245 & 23 & 80 & -22 & -1 \\ -13{,}5 & -42 & -22 & 31 & 8 \end{pmatrix}.$$

28. Составить программу для вычисления билинейной формы

$$B = m \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{k=1}^{n} a_{ik} y_k,$$

где m – максимальный элемент вектора $X = \{X_1, X_2, ..., X_n\}$. Матрица $A = \{a_{ij}\}$, i, j=1, 2, ..., n, вектор x и вектор y = {y_1, y_2, ..., y_n}, заданы (n≤6).

Исходные данные: n = 5; x = {11; –5; –0,01; 0,274; 0,031}; y = {–245; 23; 80; –22; –1};

$$A = \begin{pmatrix} 1{,}2 & 1 & -3 & 2{,}5 & 4 \\ 3{,}2 & 0{,}5 & 0{,}4 & 0{,}4 & -0{,}2 \\ 11 & -5 & -0{,}01 & 0{,}274 & 0{,}031 \\ -245 & 23 & 80 & -22 & -1 \\ -13{,}5 & -42 & -22 & 31 & 8 \end{pmatrix}.$$

29. Составить программу для вычисления компонента вектора $Z = \{z_1, z_2, ..., z_n\}$, равного произведению заданной матрицы $A = \{a_{ij}\}$ на вектор $X = \{X_1, X_2, ..., X_n\}$. Каждая компонента вектора z вычисляется по формуле:

$$z_i = \sum_{k=1}^{n} a_{ik} x_k, \quad i = 1,2,\ldots,n, \quad j = 1,2,\ldots,n.$$

Компоненты вектора x в свою очередь вычисляется по формуле:

$$x_i = \begin{cases} i/2, & \text{если} \quad \sin i > 0{,}68, \\ i-1, & \text{если} \quad \sin i \le 0{,}68 \end{cases}$$

Исходные данные: $n = 4$;

$$A = \begin{pmatrix} 3{,}1 & 0{,}0 & 1{,}7 & 2{,}0 \\ 3{,}0 & -1{,}1 & 3{,}5 & 1{,}0 \\ -1{,}6 & 0{,}4 & 3{,}5 & 1{,}2 \\ 1{,}0 & 3{,}2 & 2{,}4 & -2{,}0 \end{pmatrix}.$$

30. Составить программу для решения следующей задачи. Считая заданный вектор $Y = \{y_1, y_2, ..., y_n\}$ первым столбцом матрицы $A = \{a_{ij}\}$, т. е. $a_{ij} = y_i$ (i = 1, 2, ..., n), вычислить остальные элементы матрицы по формуле:

$$a_{ij} = \begin{cases} a_{i+1,j-1} - a_{i,j-1}, & \text{если } i + j - 1 \le n, \\ 0, & \text{если } i + j - 1 > n. \end{cases}$$

В соответствии с приведенной формулой элементы матрицы, расположенные ниже диагонали, на которой находятся элементы a_{n1}, ..., a_{1n}, будут нулевыми ($n \le 10$).

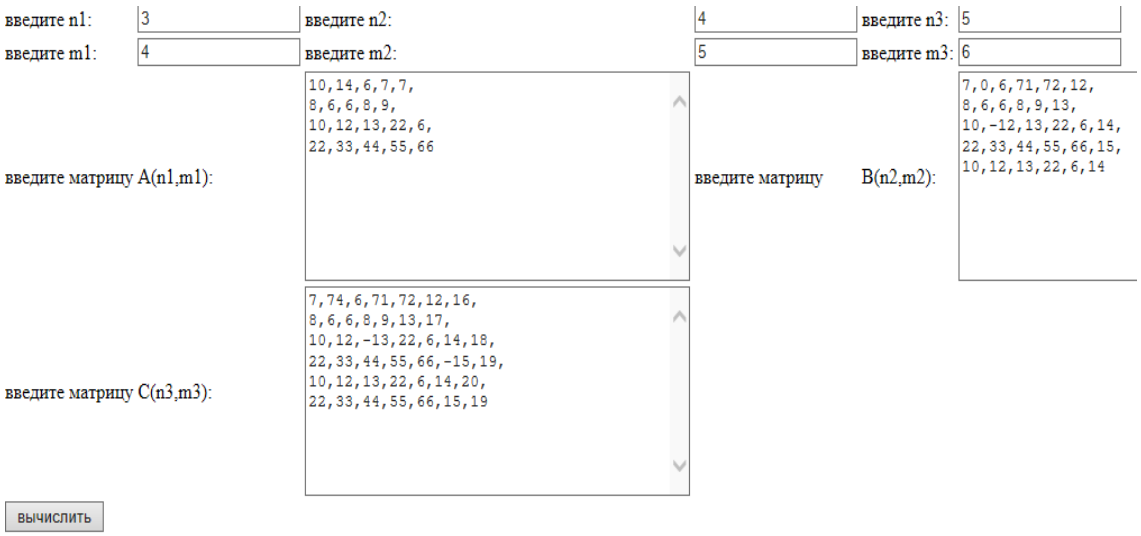
Исходные данные: n = 5; y = {0,0998; 0,1987; 0,2955; 0,3894; 0,4794}.

Лабораторная работа 6. *Использование подпрограмм при программировании на языке PHP*

```
abilr6nom28d03012017.html
</head>
<body>
<form name="myform" action
="abilr6nom28d03012017.php?id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td>введите n1: </td>
<td><input type="text" name="n1"/></td>
<td>введите n2: </td>
<td><input type="text" name="n2"/></td>
```

```
<td>введите n3: </td>
<td><input type="text" name="n3"/></td>
</tr>
<tr>
<td>введите m1: </td>
<td> <input type="text" name="m1"/></td>
<td> введите m2: </td>
<td> <input type="text" name="m2"/></td>
<td>введите m3: </td>
<td> <input type="text" name="m3"/></td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2"> введите матрицу</td><td> A(n1,m1):</td>
<td> <textarea name="ma" cols="40" rows="10"/> </textarea></td>
<td colspen="2"> введите матрицу </td><td> B(n2,m2): </td>
<td><textarea name="mb" cols="40" rows="10"/> </textarea></td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">введите матрицу</td><td > C(n3,m3):</td>
<td><textarea name="mc" cols="40" rows="10"/></textarea></td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value ="вычислить"/></td>
</tr>
</table>
</form>
</body>
</html>
```

Ответ: abilr6nom28d03012017.html



abilr6nom28d03012017.php

```
<?php
function minarr($mass,$n)
{
$x=$mass[0][0];
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
for($j=0;$j<count($mass[$i]);$j++)
{
if($x>$mass[$i][$j]) {$x=$mass[$i][$j];}
}
}
return $x;
}
$n1=$_POST["n1"];$n2=$_POST["n2"];$n3=$_POST["n3"];
$m1=$_POST["m1"];$m2=$_POST["m2"];
$m3=$_POST["m3"];
$a = array();$b = array();$c = array();
$abc = array();
$sm=$_POST["ma"];
$abc = explode(",", $sm);
echo"<br />";
print_r($abc);
$k=0;
for($i=0;$i<=$n1;$i++)
{
```

```
for($j=0;$j<=$m1;$j++)
{
$a[$i][$j]=$abc[$k];$k++;
}
}
$sm=$_POST["mb"];
$abc = explode(",", $sm);
echo"<br />";
print_r($abc);
$k=0;
for($i=0;$i<=$n2;$i++)
{
for($j=0;$j<=$m2;$j++)
{
$b[$i][$j]=$abc[$k];$k++;
}
}
$sm=$_POST["mc"];
$abc = explode(",", $sm);
$k=0;
for($i=0;$i<=$n3;$i++)
{
for($j=0;$j<=$m3;$j++)
{
$c[$i][$j]=$abc[$k];$k++;
}
}
echo"<br />";
print_r($abc);
echo"<br />";
print_r($a);
echo"<br />";
print_r($b);
echo"<br />";
print_r($c);
echo"<br />";
$p=minarr($a,$n1);$d=minarr($b,$n2);$q=minarr($c,$n3);
```

```
$sss="<br />Решение уравнений $p X*X";
if($d<0){$sss.="$d X";}
else {$sss.="+$d X";}
if($q<0){$sss.="$q=0";}
else {$sss.="+$q=0";}
echo $sss;
if($p==0&&$d==0){echo"<br />p=$p,d=$d";}
else
if($p==0){ $x=$q/$d;echo"<br />x=$x";}
else
{
$dd=$d*$d-4*$p*$q;$b2=$d/(2*$p);
if($dd>0)
{$dd=sqrt($dd);$x1=-$b2+$dd/(2*$p);$x2=-$b2-$dd/
(2*$p); echo"<br />x1=$x1,x2=$x2"; }
else
{$dd=sqrt(abs($dd));$re=-$b2;$im=$dd/(2*$p); echo"<br />
x1=$re+$im i,x2=$re-$im i"; }
}
?>
```

Ответ: abilr6nom28d03012017.php

Array ([0] => 10 [1] => 14 [2] => 6 [3] => 7 [4] => 7 [5] => 8 [6] => 6 [7] => 6 [8] => 8 [9] => 9 [10] => 10 [11] => 12 [12] => 13 [13] => 22 [14] => 6 [15] => 22 [16] => 33 [17] => 44 [18] => 55 [19] => 66)
Array ([0] => 7 [1] => 0 [2] => 6 [3] => 71 [4] => 72 [5] => 12 [6] => 8 [7] => 6 [8] => 6 [9] => 8 [10] => 9 [11] => 13 [12] => 10 [13] => -12 [14] => 13 [15] => 22 [16] => 6 [17] => 14 [18] => 22 [19] => 33 [20] => 44 [21] => 55 [22] => 66 [23] => 15 [24] => 10 [25] => 12 [26] => 13 [27] => 22 [28] => 6
[29] => 14)
Array ([0] => 7 [1] => 74 [2] => 6 [3] => 71 [4] => 72 [5] => 12 [6] => 16 [7] => 8 [8] => 6 [9] => 6 [10] => 8 [11] => 9 [12] => 13 [13] => 17 [14] => 10 [15] => 12 [16] => -13 [17] => 22 [18] => 6 [19] => 14 [20] => 18 [21] => 22 [22] => 33 [23] => 44 [24] => 55 [25] => 66 [26] => -15 [27] => 19 [28] => 10 [29] => 12

[30] => 13 [31] => 22 [32] => 6 [33] => 14 [34] => 20 [35] => 22 [36] => 33 [37] => 44 [38] => 55 [39] => 66 [40] => 15 [41] => 19)
Array ([0] => Array ([0] => 10 [1] => 14 [2] => 6 [3] => 7 [4] => 7) [1] => Array ([0] => 8 [1] => 6 [2] => 6 [3] => 8 [4] => 9) [2] => Array ([0] => 10 [1] => 12 [2] => 13 [3] => 22 [4] => 6) [3] => Array ([0] => 22 [1] => 33 [2] => 44 [3] => 55 [4] => 66))
Array ([0] => Array ([0] => 7 [1] => 0 [2] => 6 [3] => 71 [4] => 72 [5] => 12) [1] => Array ([0] => 8 [1] => 6 [2] => 6 [3] => 8 [4] => 9 [5] => 13) [2] => Array ([0] => 10 [1] => -12 [2] => 13 [3] => 22 [4] => 6 [5] => 14) [3] => Array ([0] => 22 [1] => 33 [2] => 44 [3] => 55 [4] => 66 [5] => 15) [4] => Array ([0] => 10 [1] => 12 [2] => 13 [3] => 22 [4] => 6 [5] => 14))
Array ([0] => Array ([0] => 7 [1] => 74 [2] => 6 [3] => 71 [4] => 72 [5] => 12 [6] => 16) [1] => Array ([0] => 8 [1] => 6 [2] => 6 [3] => 8 [4] => 9 [5] => 13 [6] => 17) [2] => Array ([0] => 10 [1] => 12 [2] => -13 [3] => 22 [4] => 6 [5] => 14 [6] => 18) [3] => Array ([0] => 22 [1] => 33 [2] => 44 [3] => 55 [4] => 66 [5] => -15 [6] => 19) [4] => Array ([0] => 10 [1] => 12 [2] => 13 [3] => 22 [4] => 6 [5] => 14 [6] => 20) [5] => Array ([0] => 22 [1] =>33 [2] => 44 [3] => 55 [4] => 66 [5] => 15 [6] => 19))

Решение уравнений 6 X*X-12 X-15 = 0
x1 = 2.870828693387, x2 = –0.87082869338697

Задания к работе

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схемы алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4. Отладить обе программные единицы.

1. Заданы четыре вектора: $X=\{X_1,\ X_2,\ X_3\}$, $Y=\{y_1,\ y_2,\ y_3\}$, $Z=\{z_1,\ z_2,\ z_3,\ z_4\}$ и $P=\{p_1,\ p_2,\ p_3,\ p_4\}$. Логической переменной *a* присвоить значение TRUE, если ска-

лярное произведение вектора *x* и *y* больше скалярного произведения вектора *z* и *p*, и значение FALSE в противном случае.

Вычисление скалярного произведения оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: *x* = {1; 2; 3}; *y* = {2,5; 6; 3,2}; *z* = {3,7; 1,2; 6,4; –5,3}; *p* = {–1; 4; 1; –2}.

2. Решить уравнение $dx = c$, где d – длина вектора $a = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ и c – длина вектора $b = \{b_1, b_2, b_3\}$.

Вычисление длины вектора оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: *a* = {–2,4; 3; 5; 2}; *b* = {6,1; 2; –3}.

3. Заданы две матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}, \qquad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix}.$$

Проверить, является ли призведение этих матриц перестановочным, т. е. проверить равенство AB = BA. В случае положительного ответа напечатать “AB = BA”, в случае отрицательного напечатать литерал “ПРОИЗВЕДЕНИЕ НЕПЕРЕСТАНОВОЧНО”.

Вычисление произведения двух матриц оформить в виде подпрограммы.

Исходные данные:

$$A = \begin{pmatrix} 1{,}2 & 5 & -3 \\ 2{,}7 & 1 & 2 \\ -4 & 6{,}3 & 2 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 5{,}1 & 4 & -7 \\ 6 & 8 & 9 \end{pmatrix}.$$

4. Заданы два вектора: $X = \{X_1, X_2, X_3\}$ и $Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4\}$. Логической переменной a присвоить значение TRUE, если длина вектора x больше длины вектора *y*, и присвоить значение FALSE в противном случае.

Вычисление длины вектора оформить в виде программы типа FUNCTION.

Исходные данные: *x* = {–1,2; 3; 5}, *y* = {1; 2,1; 6; –2; 3}.

5. Заданы два вектора: $X = \{X_1, X_2, X_3, X_4\}$ и $Y = \{Y_1, Y_2, Y_3, Y_4\}$.

Определить угол φ между векторами *x* и *y* по формуле

$$\varphi = \arccos\frac{(x,y)}{\sqrt{(x,x)+(y,y)}}.$$

Вычисление скалярного произведения оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: x = {–2,3;4; 5; 1,6}; y = {1; 2; 3; 4}.

6. Заданы две матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}, \qquad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix}.$$

Выяснить и напечатать, сколько из них является симметричными (нуль, одна или две). (Матрица называется симметричной, если транспортированная матрица равна исходной.)

Транспонирование матрицы оформить в виде подпрограммы.

Исходные данные:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 3 & 5 & 3 \end{pmatrix}, \qquad B = \begin{pmatrix} 1{,}2 & 3 & 7 \\ 6 & -4 & 2 \\ -1 & 2{,}3 & 1 \end{pmatrix}.$$

7. Заданы два массива: $a = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ и $b = \{b_1, b_2, ..., b_7\}$. Пременной S присвоить значение –1, если максимальный элемент массива a больше максимального элемента массива b; 0, если максимальные элементы массивов a и b равны; 1, если максимальный элемент массива a меньше максимального элемента массива b.

Поиск максимального элемента массива оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: a = {–5,2; 8; 1,3; -6}; b = {–4,7; –3; 2,6; 7; 13; –1}.

8. Четыре точки заданы своими координатами $X = \{X_1, X_2\}$, $Y = \{Y_1, Y_2\}$, $Z = \{Z_1, Z_2\}$, $p = \{p_1, p_2\}$. Выяснить, какие из них находятся на максимальном расстоянии друг от друга, и вывести на печать значение этого расстояния.

Вычисление расстояния между двумя точками оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: x = {4,8; –3}; y = {–6,5; 1,2}; z = {–3,7; –4,5}; p = {7,8; 2}.

9. Четыре точки заданы своими координатами: $X = \{X_1, X_2, X_3\}$, $Y = \{Y_1, Y_2, Y_3\}$, $Z = \{Z_1, Z_2, Z_3\}$, $p = \{p_1, p_2, p_3\}$. Выяснить, какие из них находятся на минимальном расстоянии друг от друга, и вывести на печать значение этого расстояния.

Вычисление расстояния между двумя точками оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: x = {–3,2; 5; 1,4}; y = {2,2; –4; 3}, z = {–6,1; –3; 1}; p = {2,7; 1; –1}.

10. Заданы экспериментальные значения четырех случайных величин: $a = \{a_1, a_2, a_3\}$, $b = \{b_1, b_2, b_3, b_4\}$, $c = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$, $d = \{d_1, d_2, d_3, d_4\}$. Вычислить дисперсию случайной величины r = {r_1, r_2, r_3, r_4}, считая ее экспериментальными значениями математических ожиданий a, b, c и d (т. е. $r_1 = M(a)$, $r_2 = M(b)$, $r_3 = M(c)$, $r_4 = M(d)$.

Математическое ожидание $M(\xi)$ и дисперсия $D(\xi)$ случайной величины $\varsigma = \{\xi_1, \xi_2, ..., \xi_n\}$ вычисляются по формулам:

$$M(\xi) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \xi_i, \qquad D(\xi) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \xi_i^2 - M^2(\xi).$$

Вычислинение математического ожидания оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: a = {1; 2; 3}; b = {–5; 6; 1,2; 2,4}; c = {–3,2; 0; 1; –1; 2}; d = {2; 3; 1; 4}.

11. Заданы две матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix}, \qquad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} \\ b_{41} & b_{43} & b_{43} & b_{44} \end{pmatrix}.$$

Построить таблицу функции $y = cx^2 + d$ при x, меняющемся от 0 до 1 с шагом 0,1, где c есть след матрицы A, d есть след матрицы B. (Следом матрицы называется сумма элементов главной диагонали).

Вычисление следа матрицы оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 5 & 6 & 3 \\ 7 & 8 & 9 & 5 \\ 5 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}; \qquad B = \begin{pmatrix} 1{,}2 & 8 & 4 & 1 \\ 7{,}5 & 3 & 1{,}2 & 6 \\ -2 & 1 & -1 & 7 \\ 5 & 4 & 3 & 2 \end{pmatrix}.$$

12. Заданы три массива: $X = \{X_1, X_2, X_3, X_4\}$, $Y = \{Y_1, Y_2, Y_3\}$ и $Z = \{Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5\}$. Упорядочить по возрастанию три числа *a*, *b* и *c*, где *a* – минимальный элемент массива *x*, *b* – минимальный элемент массива *y*, а *c* – минимальный элемент массива *z*.

Поиск минимального элемента массива оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: *x* = {4,2; 3; 7; 3,6}; *y* = {5,6; 3; 2}; *z* = {1; 2; 3; 4; 5}.

13. Заданы экспериментальные значения трех случайных величин: $a = \{a_1, a_2, a_3\}$, $b = \{b_1, b_2, b_3, b_4\}$ и $c = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$. Найти максимальное из трех чисел *x*, *y* и *z*, где *x* – математическое ожидание случайной величины *a*, *y* – математическое ожидание случайной величины *b*, а *z* – математическое ожидание случайной величины *c*. Математическое ожидание $M(\xi)$ случайной величины $\varsigma = \{\xi_1, \xi_2, ..., \xi_n\}$ вычисляется по формуле:

$$M(\xi) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \xi_i.$$

Вычисление математического ожидания оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: *a* = {–7,3; 2; 1}; *b* = {1; 0; 2; 2,5}; *c* = {–1,7; 3; 1,2; 1; –0,1}.

14. Заданы два вектора: $X = \{X_1, X_2, X_3\}$, $Y = \{Y_1, Y_2, Y_3\}$ и матрица

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}.$$

Найти сумму двух векторов *c* и *d*, где вектор *c* есть произведение вектора *x* на матрицу *A*, а вектор *d* – произведение вектора *y* на матрицу *A*.

Вычисление произведения вектора на матрицу оформить в виде подпрограммы.

Исходные данные: *x* = {–2,2; 5; 1}; *y* = {–1; 0; 2};

$$A = \begin{pmatrix} 1{,}3 & 5 & 1 \\ 2 & 3{,}2 & 1 \\ 6 & 7 & 8 \end{pmatrix}.$$

15. Заданы три матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{22} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{22} & c_{33} \end{pmatrix}.$$

Найти минимальное из трех чисел *x*, *y*, и *z*, где *x* есть след матрицы *A*, *y* – след матрицы *B*, *z* – след матрицы *C*. (Следом матрицы называется сумма элементов главной диагонали.)

Вычисление следа матрицы оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5{,}1 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 2{,}5 & 7 & 1 \\ 8 & 9 & 4 \\ 3 & 2 & 5 \end{pmatrix}; \quad C = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 8{,}2 \\ 7 & 1 & 2 \\ 6 & 5 & 8 \end{pmatrix}.$$

16. Заданы стороны двух треугольников: ABC (стороны *a*, *b*, *c*) и PLF (стороны *p*, *l*, *f*). Переменной S присвоить значение –1, если площадь треугольника ABC меньше или равна площади треугольника PLF, и значение 1, если площадь треугольника ABC больше площади треугольника PLF. Площадь треугольника MNK со сторонами *m*, *n*, *k* вычисляется по формуле Герона следующим образом:

$$\omega = \sqrt{r(r-m)(r-n)(r-k)},$$

где *r* – полупериметр треугольника MNK.

Вычисление площади треугольника оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: *a* = 1; *b* = 2,7; *c* = 3,2; *p* = 1,3; *l* = 2,5; *f* = 2,7.

17. Построить таблицу функции $z = sh(x+y)$, где *x* меняется от 1 до 2 с шагом 0,2; *y* меняется от 2 до 3 с шагом 0,1. Гиперболический синус вычисляется по формуле:

$$sh\, r = \frac{e^r - e^{-r}}{2}.$$

Вычисление гиперболического синуса оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

18. Заданы стороны двух треугольников: ABC (стороны *a*, *b*, *c*) и PLF (стороны *p*, *l*, *f*). Найти сумму и разность площадей треугольников ABC и PLF. Площадь треугольника MNK со сторонами *m*, *n*, *k* вычисляется по формуле Герона следующим образом:

$$\omega = \sqrt{r(r-m)(r-n)(r-k)},$$

где *r* – полупериметр треугольника МНК.

Вычисление площади треугольника оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: $a = 3$; $b = 2{,}5$; $c = 1{,}7$; $p = 2$; $l = 7{,}8$; $f = 7$.

19. Построить таблицу функции $z = ch(x^2 + y^2)$, где *x* меняется от 3 до 4 с шагом 0,1, *y* меняется от 2 до 3 с шагом 0,2. Гиперболический косинус вычисляется по формуле

$$ch_r = \frac{e^r + e^{-r}}{2}.$$

Вычисление гиперболического косинуса оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

20. Заданы три квадратных уравнения: $ax^2 = bx + c = 0$, $dx^2 = fx + r = 0$, $px^2 = gx + k = 0$. Найти минимальное значение среди корней этих уравнений. В случае комплексных корней принять за корни действительную часть.

Решение квадратного уравнения оформить в виде подпрограммы.

Исходные данные: $a = 2$; $b = -5{,}2$; $c = 1{,}3$; $d = 3{,}7$; $f = 1{,}8$; $r = 6$; $p = 1{,}2$; $q = -3$; $k = 5$.

21. Задана последовательность чисел $a = \{a_1, a_2, \ldots, a_6\}$. Выбрать из них принадлежащие отрезку $\{x, y\}$. Из выбранных чисел образовать вектор.

Проверку на принадлежность числа отрезку оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: $a = \{-4{,}1; -1; 1{,}2; 3; 5; 0{,}75\}$; $x = -2{,}5$; $y = 1{,}2$.

22. Четыре точки заданы своими координатами $x=\{x_1,\ x_2\}$, $y=\{y_1,\ y_2\}, z=\{z_1,\ z_2\}, p=\{p_1,\ p_2\}$. Выяснить и напечатать, сколько из них принадлежит полосе, аналитичеки заданной неравенствами: $f < Ma_1 + Na_2 < r$.

Проверку на принадлежность точки полосе оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: x = {–4,2; 2}; y = {1,8; 0,8}; z = {–8,6; –4,1}; p = {–1; –0,1}; M = 5; N = 3; f = 2,5; r = 7,1.

23. Три точки заданы своими декартовыми координатами $X=\{X_1,\ X_2\}$, $Y=\{Y_1,\ Y_2\}, Z=\{Z_1,\ Z_2\}$. Вычислить и выдать на печать полярные координаты этих точек. При выдаче на печать координаты точек упорядочить по возрастанию полярного радиуса ρ. Полярный радиус ρ и полярный угол φ вычисляются по следующим формулам:

$$\rho = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}, \quad \varphi = arctg\frac{x_2}{x_1}.$$

Перевод в полярные координаты оформить в виде подпрограммы.

Исходные данные: x = {1; 2}; y = {–3; 1}; z = {1,2; –1}.

24. Три точки заданы своими координатами $X=\{X_1,\ X_2\}$, $Y=\{Y_1,\ Y_2\}, Z=\{Z_1,\ Z_2\}$. Выдать на печать координаты этих точек по возрастанию угла между осью абсцисс и лучом, соединяющим начало координат с соответствующей точкой.

Вычисление угла между осью абсцисс и лучом, соединяющим начало координат с точкой, оформить в виде подпрограммы типа

FUNCTION.

Исходные данные: x = {–1,65; 2}; y = {1,2; –1}; z = {1; 2}.

25. Заданы три матрицы:

$$A=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}, \quad B=\begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix}, \quad C=\begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{pmatrix}.$$

Упорядочить по убыванию три числа x, y и z, где x есть максимальный элемент матрицы A, y – максимальный элемент матрицы B, а z – максимальный элемент матрицы C.

Поиск максимального элемента матрицы оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные:

$$A=\begin{pmatrix}1{,}2 & 6 & 1\\ 7 & 2 & 3\\ 4 & 5 & 4\end{pmatrix};\quad B=\begin{pmatrix}3{,}2 & 1 & 4\\ 2{,}2 & -1 & 0\\ 1 & 1{,}8 & 2\end{pmatrix};\quad C=\begin{pmatrix}3{,}6 & 1 & 4\\ 8 & 2 & 5\\ 3 & 3 & 3\end{pmatrix}.$$

26. Заданы две матрицы:

$$A=\begin{pmatrix}a_{11} & a_{12} & a_{13}\\ a_{21} & a_{22} & a_{23}\\ a_{31} & a_{32} & a_{33}\end{pmatrix},\quad B=\begin{pmatrix}b_{11} & b_{12} & b_{13}\\ b_{21} & b_{22} & b_{23}\\ b_{31} & b_{32} & b_{33}\end{pmatrix}.$$

Найти след матрицы, равной произведению AB, и след матрицы, равной произведению BA. (Следом матрицы называется сумма элементов главной диагонали.)

Вычисление произведения двух матриц оформить в виде подпрограммы.

Исходные данные:

$$A=\begin{pmatrix}1{,}7 & 2 & 3{,}2\\ -3 & 1 & -2\\ 2{,}1 & 4 & -7\end{pmatrix};\quad B=\begin{pmatrix}1 & 2 & 3\\ 4 & 5 & 6\\ 7 & 8 & 9\end{pmatrix}.$$

27. Три точки заданы своими координатами: $X=\{X_1,\ X_2\}$, $Y=\{Y_1,\ Y_2\}$, $Z=\{Z_1,\ Z_2\}$. Определить и выдать на печать координаты точки, для которой угол между осью абсцисс и лучом, соединяющим начало координат с точкой, минимальный.

Вычисление величины угла между осью абсцисс и лучом, соединяющим начало координат с точкой, оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: x = {–1,8; 3}; y = {1,2; 1}; z = {–1; 2}.

28. Заданы три матрицы прядка n1*m1, n2*m2, n3*m3:

$$A=\begin{pmatrix}a_{11} & a_{12} & a_{13}\\ a_{21} & a_{22} & a_{23}\\ a_{31} & a_{32} & a_{34}\end{pmatrix},\quad B=\begin{pmatrix}b_{11} & b_{12} & b_{13}\\ b_{21} & b_{22} & b_{23}\\ b_{31} & b_{32} & b_{33}\end{pmatrix},\quad C=\begin{pmatrix}c_{11} & c_{12} & c_{13}\\ c_{21} & c_{22} & c_{23}\\ c_{31} & c_{32} & c_{33}\end{pmatrix}.$$

Решить уравнение $px^2+dx+r=0$, где p есть минимальный элемент матрицы A, d – минимальный элемент матрицы B, а r – минимальный элемент матрицы C.

Поиск минимального элемента матрицы оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные:

$$A=\begin{pmatrix}2{,}5 & 3 & 5\\ -1 & 2 & 4\\ 4 & 3 & 2\end{pmatrix};\quad B=\begin{pmatrix}1{,}7 & 1 & 1\\ 2{,}3 & 0{,}2 & 2\\ 3 & 2 & 3\end{pmatrix};\quad C=\begin{pmatrix}0{,}3 & 2 & 6\\ -2 & 1 & 2\\ 1{,}2 & 5 & 8\end{pmatrix}.$$

29. Заданы три вектора: $X=\{X_1,\ X_2,\ X_3\}$, $Y=\{Y_1,\ Y_2,\ Y_3\}$, $Z=\{Z_1,\ Z_2,\ Z_3\}$. Логической переменной *a* присвоить значение TRUE, если длина вектора *d*, равного сумме векторов *x* и *y*, больше длины вектора *c*, равного сумме векторов *y* и *z*, и значение FALSE в противном случае.

Вычисление суммы двух векторов оформить в виде подпрограммы.

Исходные данные: *x* = {–6,5; 2; 1}; *y* = {–3,1; 7; –2}; *z* = {–1,3; 6; –4}.

30. Заданы окружность $(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$ и две точки $p=\{p_1, p_2\}$ и $f=\{f_1, f_2\}$. Выяснить и напечатать, сколько точек (нуль, одна или две) лежит внутри окружности.

Проверку, лежит ли точка внутри окружности, оформить в виде подпрограммы типа FUNCTION.

Исходные данные: *a* = 3,2; *b* = 4,1; *r* = 2; *p* = {6,1; 4,3}; *f* = {27,48; –6}.

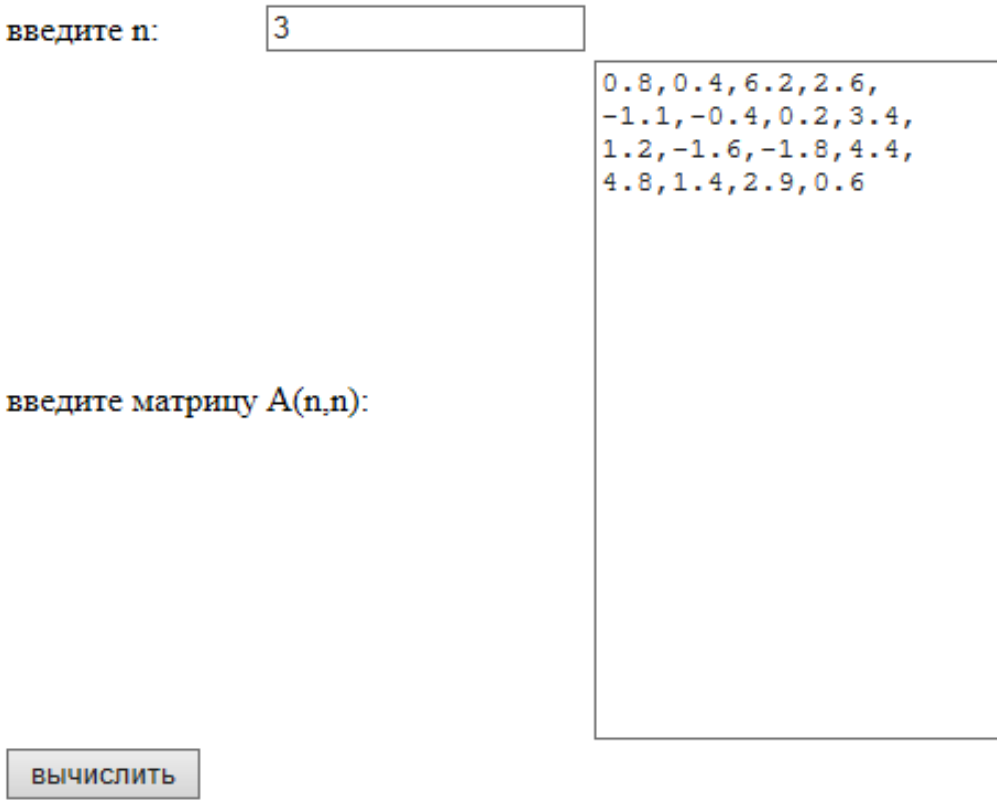
Лабораторная работа 7. *Сложные сочетания циклов и разветвлений*

abilr7nom27d04012017.html

```
<html >
<head>
<title> Форма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action
="abilr7nom27d04012017.php?id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td> введите n: </td>
```

```
<td><input type="text" name="n"/></td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">введите матрицу </td><td > A(n,n):</td>
<td><textarea name="a" cols="60" rows="20"/></textarea></td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input type="submit" name="send" value ="вычислить"/></td>
</tr>
</table>
</form>
</body>
</html>
```

Ответ: abilr7nom27d04012017.html



abilr7nom27d04012017.php

```
<?php
function bak($mass,$k)
{
$x=0;
if($mass[$k][$k]<0)
{
for($i=0;$i<$k;$i++)
 {$x+=$mass[$k][$i];}
}
else
{
for($i=$k;$i<count($mass[$k]);$i++)
 {$x+=$mass[$k][$i];}
}
return $x;
}
$n=$_POST["n"];
$a = array();
$aa = array();
```

```
$sa=$_POST["a"];
$aa = explode(",", $sa);
echo"<br />";
print_r($aa);
$k=0;
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
for($j=0;$j<=$n;$j++)
{
$a[$i][$j]=$aa[$k];$k++;
}
}
echo"<br />";
print_r($a);
$b = array();
for($j=0;$j<=$n;$j++)
{
$b[$j]=bak($a,$j);
}
echo"<br />";
print_r($b);
$txt = implode(",", $b);
echo"<br />$txt";
?>
```

Ответ: abilr7nom27d04012017.php

Array ([0] => 0.8 [1] => 0.4 [2] => 6.2 [3] => 2.6 [4] => -1.1 [5] => -0.4 [6] => 0.2 [7] => 3.4 [8] => 1.2 [9] => -1.6 [10] => -1.8 [11] => 4.4 [12] => 4.8 [13] => 1.4 [14] => 2.9 [15] => 0.6)
Array ([0] => Array ([0] => 0.8 [1] => 0.4 [2] => 6.2 [3] => 2.6) [1] => Array ([0] => -1.1 [1] => -0.4 [2] => 0.2 [3] => 3.4) [2] => Array ([0] => 1.2 [1] => -1.6 [2] => -1.8 [3] => 4.4) [3] => Array ([0] => 4.8 [1] => 1.4 [2] => 2.9 [3] => 0.6))
Array ([0] => 10 [1] => -1.1 [2] => -0.4 [3] => 0.6)
10,-1.1,-0.4,0.6

Задания к работе

1. Разработать алгоритм решения задачи.

2. Составить блок-схему алгоритма.

3. Составить программу.

4. Отладить программу.

1. Составить программу для вычисления таблицы значений неявной функции $y(x)$, определяемой уравнением $xy = e^{-y}$, для значений x, изменяющихся от 1 до 2 с шагом 0,05.

Уравнение при каждом x решать методом Ньютона с абсолютной погрешностью, не превосходящей 10^{-6}. За начальное приближение при x = 1 принять 0 (проверить условие сходимости метода Ньютона), а при других x в качестве начального приближения использовать вычисленное значение y для предыдущего x. Полученные значения x и y организовать в векторы и вывести на печать.

2. Составить программу, каторая из вектора $p = \{p_1, p_2, ..., p_n\}$ (n≤20) выделяет вектор $r = \{r_1, r_2, ..., r_m\}$ $(m \le n)$ по правилу: компонента вектора ρ является компонентой вектора r, если квадратное уравнение $x^2 - 2px + q = 0$ имеет вещественные и различные корни.

Исходные данные: n = 7; q = 4,0; p = {2,6; 3,3; 1,8; 5,6; 0,5; –2,8; –4,2}.

3. Компоненты заданного вектора $a = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$ расположены в порядке убывания, Составить программу для решения следующей задачи: из вектора a и переменной r построить вектор $b = \{b_1, b_2, ..., b_m\}$ с компонентами, расположенными в порядке убывания, т. е. переменную r расположить между компонентами вектора a таким образом, чтобы выполнилось условие $a_i < r < a_{i+1}$. Компоненты вектора b получаются следующим образом:

$b_j = a_j$ $(1 \le j \le J)$.

$b_{i+1} = r$,

$b_j = a_{j-1}$ $(i+2 \le j \le m)$.

Вычислить сумму логарифмов квадратов четных компонент вектора b: $S = \lg b_2^2 + \lg b_4^2 + ... + \lg b_m^2$.

Вектор b и значение S вывести на печать.

Исходные данные: n = 9, m = 10 a = {9,6; 7,4; 4,1; 4,0; 3,8; 2,5; 2,4; 2,2; 1,7}; r = 2,3.

4. Компоненты вектора $a = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$ расположены в порядке возрастания по абсолютной величине. Заданы k целое и r вещественное. Составить программу для решения следующей задачи: построить и вывести на печать вектор $b = \{b_1, b_2, ..., b_m\}$, исключая из ak-ю компоненту и вставляя на нужное место r так, чтобы компоненты вектора b оказались расположенными в порядке возрастания по абсолютной величине.

Исходные данные: n = 10, a = {0,1; –0,4; 0,8; 1,5; –1,8; 4,6; 5,2; –8,9; 9,1; 12,6}, k = 6; r = –1,2.

5. Вычислить значения компонент $a = \{a_1, a_2, ..., a_{30}\}$ по формуле:

$$a_i = \sin\frac{i^2 + 1}{30} \quad (i = 1,\ldots,30).$$

Вывести полученный вектор на печать. Далее вычислить следующие суммы:

$S_1 = a_1 + a_6 + a_{11} + ... + a_{26}$,

$S_2 = a_2 + a_7 + a_{12} + ... + a_{27}$

. . . . . .

$S_5 = a_5 + a_{10} + a_{15} + ... + a_{36}$.

Полученный вектор $S = \{S_1, ..., S_5\}$ напечатать.

6. На плоскости на расстоянии S_1, S_2, . . ., S_{15} от центра кругового кольца с внутренним радиусом r и внешним R расположены точки. Определить количество точек, расположенных внутри кольца.

Исходные данные: S = {0,1; 0,25; 0,3; 0,8; 0,9; 4,6; 8,9; 1,4; 2,8; 5,4; 4,9; 11,7; 2,9; 4,4; 6,2}; r = 0,5; R = 2,5.

7. Образовать вектор $a = \{a_1, a_2, ..., a_{21}\}$ из членов последовательности $\cos x$, $\cos(x + h)$, ..., $\cos(x + 20h)$. Вектор a вывести на печать. Найти сумму тех членов последовательности, которые по абсолютной величине больше, чем 0,5.

Исходные данные: x = 0,2; h = 0,3.

8. Задана прямоугольная матрица $A=\{a_{ij}\}$ размером $m\times n$ (n, $m\le 20$). Получить новую матрицу путем деления всех элементов полученной матрицы на элемент, наибольший по абсолютной величине.

Исходные данные: $m = 3$; $n = 2$;

$$A=\begin{pmatrix} 1{,}2 & -6{,}4 \\ 2{,}8 & 0{,}5 \\ -0{,}8 & 1{,}4 \end{pmatrix}.$$

9. Найти норму заданной квадратной матрицы порядка $m(m \le 20)$ по формуле: $N=\max\limits_i \sum\limits_{k=1}^{m}|a_{ik}|$.

Исходные данные: $m = 3$;

$$A=\begin{pmatrix} 1{,}1 & 6{,}1 & -0{,}4 \\ 0{,}8 & 3{,}2 & 0{,}2 \\ 0{,}9 & 0{,}4 & 8{,}7 \end{pmatrix}.$$

10. Составить программу преобразования вещественного вектора $x=\{x_1,\ x_2,\ ...,\ x_n\}$ по правилу: если $x_1 \le x_2 \le .... \le x_n$, то всем компонентам присвоить значение наибольшей из них. Если $x_1 > x_2 > .... > x_n$, то вектор оставить без изменения. В противном случае все компоненты заменить квадратами. Компоненты вектора x вычислить предварительно по формуле: $x_i = arctg\left(\sqrt{i}+\frac{2}{9}\right),\ i=1,\ ...,\ n.$

Вычисленный вектор вывести на печать.

Исходные данные: $n = 6$.

11. Вычислить компоненты вектора $x=\{x_1,\ x_2,\ ...,\ x_n\}$ ($n \le 20$) по формуле: $x_i = 4arctg(1+0{,}1i)+e^{-0{,}5i}\,2\pi$, i = 1, ..., n.

Вычисленный вектор вывести на печать. Преобразовать далее полученный вектор по правилу: все отрицательные компоненты увеличить на 0,5, а все положительные заменить на 0,1. Преобразованный вектор также вывести на печать.

Исходные данные: $n = 13$.

12. Заданы логический вектор $a=\{a_1,\ a_2,\ ...,\ a_n\}$ и вещественный вектор $x=\{x_1,\ x_2,\ ...,\ x_n\}$ ($n\le 20$). Преобразовать вектор x по правилу: если a_i имеет значение TRUE, то x_i уве-

личить на 10, в противном случае заменить x_i нулем. Вывести на печать преобразованный вектор *x*.

Исходные данные: *n* = 4; *a* = {TRUE, FALSE, TRUE, FALSE}; *x* = {1,2; 6,4; –3,8; 0,6}.

13. Вычислить компоненты вектора $x=\{x_1,\ x_2,\ ...,\ x_n\}$ ($n \le 20$) по формуле: $x_i = \cos\left(i+\frac{1}{n}\right),\ i=1,\ ...,\ n.$

Вывести полученный вектор на печать. Подсчитать число отрицательных компонент вектора *x* и число компонент, принадлежащих отрезку $[a,b]$. Все отрицательные компоненты, не принадлежащие указанному отрезку, заменить на 1. Остальные компоненты оставить без изменения. Преобразованный вектор вывести на печать.

Исходные данные: *n* = 15; *a* = –0,5; *b* = 0,5.

14. Вычислить значения компонент вектора $x=\{x_1, x_2,..., x_{20}\}$ по формуле

$$x_i = arcctg\left(\sqrt{i}+\frac{1}{20}\right)+e^{-0,5i},\ i=1,\ ...,\ n.$$

Полученный вектор вывести на печать. Логической переменной присвоить значение TRUE, если компоненты вектора *x* образуют монотонно возрастающую последовательность $(x_1 < x_2 < .... < x_n)$, и значение FALSE в противном случае.

Исходные данные: *n* = 20.

15. Вычислить значения компонент вектора $x=\{x_1,\ x_2,..,\ x_{15}\}$ по формуле: $x_i = 1{,}3\cos(0{,}1i)+\sin 2$, *i* = 1, 2, ..., *n*.

Вывести на печать полученный вектор. Найти сумму компонент вектора *x*, принадлежащих отрезку [–0,5; 0,5], и число таких компонент, а также сумму компонент, принадлежащих отрезку [0,5; 1], и число таких компонент.

Исходные данные: *n* = 15.

16. Дана вещественная матрица: $\{a_{ij}\}$, *i*, *j* = 1, ..., *n*, $n \le 15$.

Найти сумму элементов матрицы, расположенных в строках с отрицательным элементом на главной диагонали. (Главная диагональ состоит из элементов $\{a_{ij}\}$ (i = 1, …, n).)

Исходные данные: n = 3;

$$A = \begin{pmatrix} 1{,}6 & 2{,}4 & -0{,}8 \\ 0{,}4 & -1{,}6 & 0{,}3 \\ 4{,}1 & 0{,}6 & -1{,}0 \end{pmatrix}.$$

17. Дан вектор $x = \{x_1, x_2, ..., x_k\}$, $k \le 15$. Осуществить циклический сдвиг компонент этого вектора:

а) влево на одну позицию, т. е. получить вектор

$x = \{x_2, x_1, ..., x_k, x_1\}$;

б) вправо на две позиции, т. е. получить вектор

$x = \{x_{k-1}, x_k, x_1, ..., x_{k-2}\}$.

Вывести на печать исходный вектор и оба преобразованных вектора.

Исходные данные: k = 8; x = {0,4; 0,6; 0,8; 1,4; 6,2; 8,3; 2,1; 3,3}.

18. Значения компонент вектора $x = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$ вычислить по формуле: $x_i = 1{,}5\lg(0{,}5i)$, i = 1, …, n.

Полученный вектор x вывести на печать.

Вектор x и заданный вектор y преобразовать по правилу: большее из x_i, y_i принять в качестве нового значения x_i, а меньшее в качестве нового значения y_i, i = 1, ..., n. Преобразованные векторы x, y вывести на печать.

Исходные данные: n = 10, y = {0,4; 0,1; 0,6; 1,2; 4,4; 0,2; –6,8; –1,4; 2,6; 1,5}.

19. Вещественный вектор $x = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$ задан. Компоненты вектора $y = \{y_1, y_2, ..., y_n\}$ вычислить по формуле: $y_i = 0{,}26\ln(1+\sqrt{i})$, i = 1, ..., n.

Логической переменной a присвоить значение TRUE, если $S = (x_1 y_n)^2 + (x_2 y_{n-1})^2 + ... + (x_n y_1)^2$ принадлежит отрезку [0; 1], и значение FALSE в противном случае. Векторы x, y, a также значения S и a вывести на печать.

Исходные данные: n = 10, x = {0,6; 1,8; 1,2; 0,4; –0.8; 2,6; 3,1; –0,4; –0,2; 1,3}.

20. Значения компонент вектора $a = \{a_1, ..., a_n\}$ и $b = \{b_1, ..., b_n\}$ вычислить по формулам:

$$a_i = arctg\frac{i+2}{15}, \quad b_i = e^{i+\cos\sqrt{15}}, \; i = 1, 2, ..., n.$$

Полученные векторы вывести на печать. Из векторов a и b получить вектор $c = \{a_1, b_1, a_2, b_2, ..., a_n, b_n\}$, компоненты которого перенумерованы от 1 до 2 n. Полученный вектор с вывести на печать.

Исходные данные: $n = 15$.

21. Задана матрица $A = \{a_{ij}\}$, $i, j = 1, ..., n$. Переменной t присвоить значение, равное скалярному произведению векторов x и y, компонненты которых определяются следующим образом: $x_i = \max\limits_j\{a_{ij}\}, \; y_i = \min\limits_k\{a_{ki}\}, \; i = 1, ..., n.$

Исходные данные: $n = 3$;

$$A = \begin{pmatrix} -1{,}1 & -0{,}6 & 6{,}4 \\ 0{,}4 & 9{,}4 & 1{,}2 \\ -1{,}3 & 0{,}8 & 1{,}6 \end{pmatrix}.$$

22. Задан целочисленный вектор $a = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$. Построить вектор $b = \{b_1, b_2, ..., b_n\}$, приняв в качестве первых его компонент все отрицательные компоненты вектора a (с сохранением порядка их следования), а в качестве остальных компонент – все неотрицательные компоненты вектора a с сохранением порядка их следования.

Исходные данные: $n = 16$, $a = \{6; -8; 1; 12; 4; 26; -4; 11; 2; -19; 6; 0; 3; -11; -3; 4\}$.

23. Задан целочисленный вектор $a = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$, $n \le 20$. Если среди компонент этого вектора есть компонента со значением, равным целому числу b (b задано), то переменной l присвоить значение, равное сумме всех компонент, предшествующих этой компоненте. В противном случае положить $l = 0$.

Исходные данные: $n = 6$; $a = \{8; 4; 12; 26; 1; 0\}$; $b = 1$.

24. Значения компонент вектора $x = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$ вычислить по формуле: $x_i = 1{,}2\lg(0{,}1i) + 0{,}4\cos(i-1)$, $i = 1, ..., n$.

Полученный вектор вывести на печать.

Найти наибольшую компоненту вектора *x*, ее номер *k* вывести на печать. Все компоненты вектора *x* с четными номерами домножить на x_k. Остальные компоненты оставить без изменения. Преобразованный вектор вывести на печать.

Исходные данные *n* = 20.

25. Задан вектор $x = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$, $n \le 20$. Если хотя бы одна компонента этого вектора меньше, чем *t* = –2, то все отрицательные компоненты заменить их квадратами, оставив остальные компоненты без изменения; в противном случае все компоненты вектора *x* домножить на 0,1. Преобразованный вектор вывести на печать.

Исходные данные: *n* = 9; *x* = {–1,6; 2,4; –0,8; 0,4; 0,2; –2,1; 6,4; 0,0; 0,1}.

26. Задана вещественная матрица $A = \{a_{ij}\}$, *i, j* = 1, ..., *n*. Построить логический вектор $b = \{b_1, b_2, ..., b_n\}$ по следующему правилу: если в строке с номером *k*, *k* = 1, ..., *n* число положительных элементов больше числа отрицательных, то b_k присвоить значение TRUE; в противном случае b_k присвоить значение FALSE.

Исходные данные: *n* = 4;

$$A = \begin{pmatrix} 2,4 & 0,8 & -0,6 & 0,2 \\ 1,4 & 1,6 & -0,2 & -0,4 \\ -0,8 & 2,6 & -6,4 & -1,2 \\ 1,2 & 1,4 & 2,8 & 4,6 \end{pmatrix}.$$

27. Задана вещественная матрица $A = \{a_{ij}\}$, *i, j* = 1, ..., *n*; $n \le 15$. Построить вещественный вектор $b = \{b_1, b_2, ..., b_n\}$ по правилу: если $a_{ij} < 0$, *i* = 1, ..., *n*, то в качестве b_i принять сумму элементов *i*-й строки, предшествующих элементу a_{ij}; если $a_{ij} \ge 0$, то в качестве b_i принять сумму элементов *i*-й строки, следующих за *a* (включая a_{ij}).

Исходные данные: *n* = 4;

$$A = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,4 & 6,2 & 2,6 \\ -1,1 & -0,4 & 0,2 & 3,4 \\ 1,2 & -1,6 & -1,8 & 4,4 \\ 4,8 & 1,4 & 2,9 & 0,6 \end{pmatrix}.$$

28. Вычислить значения компонент вектора $x = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$, $n \le 30$ по формуле:

$$x_i = \begin{cases} arctg\dfrac{\sqrt{i}+2}{n+3}, & \text{если} \quad n \le 13, \\ \cos ie^{i+\cos n}, & \text{если} \quad n > 13, \; i = 1, ..., n. \end{cases}$$

Полученный вектор вывести на печать. Подсчитать число положительных и отрицательных компонент вектора *x*. Полученный результат вывести на печать.

Исходные данные: n = 14.

29. Задана вещественная матрица $A = \{a_{ij}\}$, *i*, *j* = 1, ..., *n*; $n \le 15$.

Построить логический вектор $l = \{l_1, l_2, ..., l_n\}$ по правилу: если *i*-я строка матрицы *A* образует неубывающую последовательность, то *l* присвоить значение TRUE. В противном случае l_i присвоить значение FALSE.

Исходные данные: *n* = 4;

$$A = \begin{pmatrix} 1{,}4 & 1{,}4 & 2{,}2 & 3{,}6 \\ -0{,}1 & 0{,}2 & 8{,}4 & 1{,}2 \\ -2{,}4 & -1{,}2 & 0{,}0 & 1{,}1 \\ 8{,}6 & 2{,}2 & 4{,}1 & 1{,}8 \end{pmatrix}.$$

30. Заданы логический вектор $a = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$, $n \le 10$ и вещественный вектор $x = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$. Преобразовать вектор *x* по правилу: если a_i имеет значение TRUE, то x_i умножить на 10, в противном случае изменить знак x_i на противоположный.

Исходные данные: *n* = 8; *a* = {T, F, F, T, F, T, T, F} (T – TRUE, F – FALSE); *x* = {0,8; 4,1; –2,6; 0,1; 2,1; 8,9; –0,5; –8,1}.

Лабораторная работа 8. *Операции над файлами*

abilr8nom5d06012017.php

```
<?php
$ff = fopen('ff.txt', 'r'); // Текстовый режим
$fg = fopen('fg.txt', 'w'); // Текстовый режим
$fa = fopen('fa.txt', 'w'); // Текстовый режим
$fb = fopen('fb.txt', 'w'); // Текстовый режим
```

```
$fc = fopen('fc.txt', 'w'); // Текстовый режим
$fh = fopen('fh.txt', 'w'); // Текстовый режим
$k=0;
$g="";$h="";
while (!feof($ff))
{
$f = fgets($ff, 999);
$num = strlen($f);
echo"<br />\n";
echo $f."=f<br />\n";
$m="";
for($n=0;$n<$num;$n++)
{
$c = $f[$n];/*$c = substr($f,$n, 1);*/
if ($c==",")
{
if($m<0)
{$g.="$m,";}
else
{$h.="$m,";}
$m="";
}
else
{
$m.=$c;
}
}
echo $g."=g<br />\n";
echo $h."=h<br />\n";
fwrite ($fg, $g."\n");
fwrite ($fh, $h."\n");
$g="";$h="";
}
fclose($fh);fclose($fg);
$fg = fopen('fg.txt', 'r'); // Текстовый режим
$fh = fopen('fh.txt', 'r'); // Текстовый режим
while (!feof($fg))
{
```

```
$g = fgets($fg, 999);
fwrite ($fb, $g);
}
while (!feof($fh))
{
$h = fgets($fh, 999);
fwrite ($fb, $h);
}
fseek($fg, 0); fseek($fh, 0);
$sg="";
while (!feof($fg))
{
$g = fgets($fg, 999);
$sg.=$g;
}
$sh="";
while (!feof($fh))
{
$h = fgets($fh, 999);
$sh.=$h;
}
echo $sg."<br />\n";
echo $sh."<br />\n";
$numg = strlen($sg)-1;$numh = strlen($sh)-1;
echo $numg."=n<br />\n";
echo $numh."=m<br />\n";
$sc2gh="";
$ngh=min($numg,$numh);
$n=0;$m=0;
while ($n<=$ngh)
{
$ma="";
while ($sg[$n]<>",")
{
$cg = $sg[$n];/*$cg = substr($sg,$n, 1);*/$ma.=$cg; $n++;
}
$n++;
$mb="";
```

```
        while ($sg[$n]<>",")
        {
        $cg = $sg[$n];/*$cg = substr($sg,$n, 1);*/$mb.=$cg;$n++;
        }
        $n++;
        $sc2gh.="$ma,$mb,";

        $ma="";
        while ($sh[$m]<>",")
        {
        $cg = $sh[$m];/*$cg = substr($sh,$m, 1); */; $ma.=$cg;
$m++;
        }
        $m++;
        $mb="";
        while ($sh[$m]<>",")
        {
        $cg = $sh[$m];/*$cg = substr($sh,$m, 1)
;*/;$mb.=$cg;$m++;
        }
        $m++;
        $sc2gh.="$ma,$mb,";
        }
        echo $sc2gh."=sc2gh<br />\n";

        $sa1gh="";
        $n=0;$m=0;
        while ($n<=$ngh)
        {
        $ma="";
        while ($sg[$n]<>",")
        {
        $cg = $sg[$n];/*$cg = substr($sg,$n, 1);*/$ma.=$cg; $n++;
        }
        $n++;
        $sa1gh.="$ma,";
        $ma="";
        while ($sh[$m]<>",")
```

```
	{
	$cg = $sh[$m];/*$cg = substr($sh,$m, 1);*/ $ma.=$cg; $m++;
	}
	$m++;

	$sa1gh.="$ma,";
	}
	fwrite ($fc, $sc2gh."\n");
	fwrite ($fa, $sa1gh."\n");
	echo $sa1gh."=sa1gh<br />\n";
	fclose($ff);fclose($fg);fclose($fa);fclose($fb);fclose($fc);fclose($fh);
	?>
```

Ответ: abilr8nom5d05012017.php

Ff.txt

```
1,2,3,-4,-5,-6,7,-8,-9,-10,11,12,13,14,15,16,-17,-18,-19, -20, 21,22,-23,-24,
1,2,3,-4,-5,-6,7,-8,-9,-10,11,12,13,14,15,16,-17,-18,-19,-20, 21,22,-23,-24,
1,2,3,-4,-5,-6,7,-8,-9,-10,11,12,13,14,15,16,-17,-18,-19,-20, 21,22,-23,-24,
1,2,3,-4,-5,-6,7,-8,-9,-10,11,12,13,14,15,16,-17,-18,-19,-20, 21,22,-23,-24,
1,2,3,-4,-5,-6,7,-8,-9,-10,11,12,13,14,15,16,-17,-18,-19,-20, 21,22,-23,-24,
1,2,3,-4,-5,-6,7,-8,-9,-10,11,12,13,14,15,16,-17,-18,-19,-20, 21,22,-23,-24,
```

Fa.txt

```
-4,1,-5,2,-6,3,-8,7,-9,11,-10,12,-17,13,-18,14,-19,15,-20,16, -23, 21,-24,22,-4,
1,-5,2,-6,3,-8,7,-9,11,-10,12,-17,13,-18,14,-19,15,-20,16, -23,21,-24,22,
-4,
1,-5,2,-6,3,-8,7,-9,11,-10,12,-17,13,-18,14,-19,15,-20,16,-23, 21,-24,22,-4,
1,-5,2,-6,3,-8,7,-9,11,-10,12,-17,13,-18,14,-19,15,-20,16,-23, 21,-24,22,
```

-4,
1,-5,2,-6,3,-8,7,-9,11,-10,12,-17,13,
Fb.txt
-4,-5,-6,-8,-9,-10,-17,-18,-19,-20,-23,-24,
-4,-5,-6,-8,-9,-10,-17,-18,-19,-20,-23,-24,
-4,-5,-6,-8,-9,-10,-17,-18,-19,-20,-23,-24,
-4,-5,-6,-8,-9,-10,-17,-18,-19,-20,-23,-24,
-4,-5,-6,-8,-9,-10,-17,-18,-19,-20,-23,-24,
-4,-5,-6,-8,-9,-10,-17,-18,-19,-20,-23,-24,
1,2,3,7,11,12,13,14,15,16,21,22,
1,2,3,7,11,12,13,14,15,16,21,22,
1,2,3,7,11,12,13,14,15,16,21,22,
1,2,3,7,11,12,13,14,15,16,21,22,
1,2,3,7,11,12,13,14,15,16,21,22,
1,2,3,7,11,12,13,14,15,16,21,22,
Fc.txt
-4,-5,1,2,-6,-8,3,7,-9,-10,11,12,-17,-18,13,14,-19,-20,15,16,
-23,-24,21,22,-4,-5,
1,2,-6,-8,3,7,-9,-10,11,12,-17,-18,13,14,-19,-20,15,16,-23,
-24,21,22,-4,-5,
1,2,-6,-8,3,7,-9,-10,11,12,-17,-18,13,14,-19,-20,15,16,-23,
-24,21,22,-4,-5,
1,2,-6,-8,3,7,-9,-10,11,12,-17,-18,13,14,-19,-20,15,16,-23,
-24,21,22,-4,-5,
1,2,-6,-8,3,7,-9,-10,11,12,-17,-18,13,14,

Задания к работе

1. Разработать алгоритм решения задачи.
2. Составить блок-схему алгоритма.
3. Составить программу.
4. Отладить программу.

1. Дан файл *f*, компоненты которого являются целыми числами. Записать в файл *g* все четные числа файла *f*, а в файл *h* – все нечетные. Порядок следования чисел сохраняется.

2. Дан символьный файл *f*. Записать в файл *g* компоненты файла *f* в обратном порядке.

3. Даны символьные файлы *f* и *g*. Записать в файл *h* сначала компоненты файла *f*, затем – компоненты файла *g* с сохранением порядка.

4. Дан файл *f*, компоненты которого являются целыми числами. Получить файл *g*, образованный из файла *f* исключением повторных вхождений одного и того же числа.

5. Дан файл *f*, компоненты которого являются целыми числами. Никакая из компонент файла не равна нулю. Файл *f* содержит столько же отрицательных чисел, сколько и положительных. Используя вспомогательный файл *h*, переписать компоненты файла *f* в файл *g* так, чтобы в файле *g*:

а) не было двух соседних чисел с одним знаком;

б) сначала шли отрицательные, потом положительные числа;

в) числа шли в следующем порядке: два отрицательных, два положительных, два отрицательных, два положительных и т. д. (предполагается, что число компонент в файле *f* делится на 4).

6. Дан файл *f*, компоненты которого являются целыми числами. Никакая из компонент файла *f* не равна нулю. Числа в файле идут в следующем порядке: десять положительных, десять отрицательных, десять положительных, десять отрицательных и т. д. Переписать компоненты файла *f* в файл *g* так, чтобы в файле *g* числа шли в следующем порядке:

а) пять положительных, пять отрицательных, пять положительных, пять отрицательных и т. д.:

б) двадцать положительных, двадцать отрицательных, двадцать положительных, двадцать отрицательных и т. д. (предполагается, что число компонент файла *f* делится на 40).

7. Дан файл *f*, компоненты которого являются целыми числами. Число компонент файла делится на 100. Записать в файл *g* наибольшее значение первых ста компонент файла *f*, затем – следующих ста компонент и т. д.

8. Из условия предыдущей задачи удаляется предположение о том, что число компонент файла *f* делится на 100. Если в последней группе окажется менее ста компонент, то последняя компонента файла *g* должна быть равна наиболь-

шей из компонент файла *f*, образующих последнюю (неполную) группу.

9. Дан символьный файл *f*. Добавить в его конец символы *e, n, d* (если это необходимо, использовать дополнительный файл *g*).

10. Дан символьный файл *f*.

а) Подсчитать число вхождений в файл сочетаний *a b*.

б) Определить, входит ли в файл сочетание *abcdefgh*.

в) Подсчитать число вхождений в файл каждой из букв *a, b, c, d, e, f* и вывести результат в виде таблицы

$$\begin{matrix} a-N_a & b-N_b & c-N_c \\ d-N_d & e-N_e & f-N_f \end{matrix},$$

где N_a, N_b, N_c, N_d, N_e, N_f – число вхождений соответствующих букв.

11. Даны символьные файлы *f* и *g*. Определить, совпадают ли компоненты файла *f* с компонентами файла *g*. Если нет, то получить номер первой компоненты, в которой файлы *f* и *g* отличаются друг от друга. В случае, когда один из файлов имеет *n* компонент ($n \geq 0$) и повторяет начало другого (более длинного) файла, ответом должно быть число $n + 1$.

12. Даны символьные файлы *f* и *g*. Записать в файл *h* все начальные совпадающие компоненты файлов *f* и *g*.

13. Дан символьный файл *f*. Записать в файл *g* с сохранением порядка следования те символы файла *f*:

а) которым в этом файле предшествует буква *a*;

б) за которыми в этом файле следует буква *a*.

14. Дан символьный файл *f*. Группы символов, разделенные пробелами (одним или несколькими) и не содержащие пробелов внутри себя, будем называть словами. Удалить из файла все однобуквенные слова и лишние пробелы. Результат записать в файл *g*.

15. Дан символьный файл *f*. Найти самое длинное слово среди слов, второй буквой которых является *e*; если слов с наибольшей длиной несколько, то найти последнее. Если таких слов нет вообще, то собщить об этом. Решить эту задачу:

а) полагая, что слова состоят не более чем из 10 символов;

б) без ограничения на число символов в слове.

16. Дан символьный файл *f*. Считая, что количество символов в слове не превосходит двадцати:

а) определить, сколько в файле *f* имеется слов, состоящих из одного, двух, трех и т. д. символов;

б) получить гистограмму (столбчатую диаграмму) длин всех слов файла *f*;

в) определить количество слов в файле *f*.

17. Дан символьный файл *f*. Предполагается, что длина одного слова не превосходит десяти и что число слов делится на 100. Подготовить файл для печати слов в две колонки по пятьдесят строк на странице. Слова должны быть размещены в файле *f*, в следующем порядке: 1-е слово, 51-е слово, 2-е слово, 52-е слово, ..., 50-е слово, 100-е слово, затем (следующая страница) 101-е слово, 151-е слово, ..., 150-е слово, 200-е слово и т. д.

18. Дан символьный файл *f*, содержащий сведения о сотрудниках учреждения, записанные по следующему образцу: фамилия ____ имя ____ отчество, фамилия ___ имя ___ отчество, ... Записать эти сведения в файл *g*, используя образцы:

а) имя __ отчество ___ фамилия, имя ___ отчество___ фамилия, ...;

б) фамилия ___ и. о., фамилия ___ и. о., ...

19. Дан символьный файл *f*, содержащий произвольный текст длиной более 5000 слов. Слова в тексте разделены пробелами и знаками препинания. Получить 100 наиболее часто встречающихся слов и число их появлений.

Решить задачу:

а) без ограничения на длины слов;

б) предполагая, что любое слово текста состоит не более чем из 16 букв.

20. Даны два символьных файла – f_1 и f_2. Файл f_1 содержит произвольный текст. Слова в тексте разделены пробелами и знаками препинания. Файл f_2 содержит не более 40 слов, которые разделены запятыми. Эти слова образуют па-

ры: каждое первое слово считается заменяемым, каждое второе слово – заменяющим. Найти в файле f_1 все заменяемые слова и заменить их на соответствующие заменяющие. Результат поместить в файл *g*.

21. Прямая на плоскости задается уравнением $ax + by + c = 0$, где a и b одновременно не равны нулю. Будем рассматривать только прямые, для которых коэффициенты a, b, c – целые числа. Пусть *f* – файл, содержащий коэффициенты нескольких прямых (не менее трех). Переписать из файла *f* в файл *g* коэффициенты тех прямых, которые

а) параллельны первой из прямых, заданной в файле *f*;

б) указаны в а), но дополнительно требуется, чтобы все прямые были различны;

в) пересекают первую из прямых, заданных в файле *f*;

г) указаны в в), но дополнительно требуется, чтобы среди прямых не было параллельных.

22. Условие предыдущей задачи сохраняется. Требуется получить в файле *g* коэффициенты всех различных прямых файлов *f*.

23. Багаж пассажира характеризуется количеством вещей и общим весом вещей. Дан файл *f*, содержащий информацию о багаже нескольких пассажиров, информация о багаже каждого отдельного пассажира представляет собой соответствующую пару чисел.

а) Найти багаж, средний вес одной вещи в котором отличается не более чем на 0,3 кг от общего среднего веса вещи.

б) Найти число пассажиров, имеющих более двух вещей, и число пассажиров, количество вещей которых превосходит среднее число вещей.

в) Определить, имеются ли два пассажира, багажи которых совпадают по числу вещей и различаются по весу не более чем на 0,5 кг.

г) Выяснить, имеется ли пассажир, багаж которого превышает багаж каждого из остальных пассажиров и по числу вещей, и по весу.

д) Выяснить, имеется ли пассажир, багаж которого состоит из одной вещи весом не менее 30 кг.

е) Дать сведения о багаже, число вещей в котором не меньше, чем в любом другом багаже, а вес вещей не больше, чем в любом другом багаже с этим же числом вещей.

24. Сведения об ученике состоят из его имени и фамилии и названия класса (года обучения и буквы), в котором он учится. Дан файл *f*, содержащий сведения об учениках школы.

а) Выяснить, имеются ли в школе однофамильцы.

б) Выяснить, имеются ли однофамильцы в каких-либо параллельных классах.

в) Выяснить, имеются ли однофамильцы в каком-нибудь классе.

г) Ответить на вопросы а–в, но в отношении учеников, у которых совпадают и имя, и фамилия.

д) Выяснить, в каких классах насчитывается более 35 учащихся.

е) Выяснить, на сколько человек в восьмых классах больше, чем в десятых.

ж) Собрать в файл *g* сведения об учениках 9-х и 10-х классов, поместив вначале сведения об учениках класса 9а, затем 9б и т. д., затем 10а, 10б и т. д.

з) Получить список учеников данного класса по следующим образцам:

фамилия ____ имя

фамилия ____ имя

имя фамилия

25. Дан файл *f*, содержащий те же самые сведения об учениках школы, что и в предыдущей задаче, и дополнительно отметки, полученные учениками в последней четверти.

а) Выяснить, сколько учеников школы не имеют отметок ниже четверки.

б) Собрать в файл *g* сведения о лучших учениках школы, т. е. об учениках, не имеющих отметок ниже четверки и по сумме баллов не уступающих другим ученикам своего и параллельных классов.

26. Сведения об автомобиле состоят из его марки, номера и фамилии владельца. Дан файл *f*, содержащий сведения о нескольких автомобилях. Найти:

а) фамилии владельцев и номера автомобилей данной марки;

б) количество автомобилей каждой марки.

27. Дан файл *f*, содержащий различные даты. Каждая дата – это число, месяц и год. Найти:

а) год с наименьшим номером;

б) все весенние даты;

в) самую позднюю дату.

28. Дан файл *f,* содержащий сведения о книгах. Сведения о каждой из книг – это фамилия автора, название и год издания.

а) Найти названия книг данного автора, изданных с 1960 г.

б) Определить, имеется ли книга с названием “Информатика”. Если да, то сообщить фамилию автора и год издания. Если таких книг несколько, то сообщить имеющиеся сведения обо всех этих книгах.

29. Дан файл f_1, который содержит номера телефонов сотрудников учреждения: указывается фамилия сотрудника его инициалы и номер телефона. Найти телефон сотрудника по его фамилии и инициалам.

30. Дан файл *f,* содержащий сведения о кубиках: размер каждого кубика (длина ребра в сантиметрах), его цвет (красный, желтый, зеленый или синий) и материал (деревянный, металлический, картонный). Найти:

а) количество кубиков каждого из перечисленных цветов и их суммарный объем;

б) количество деревянных кубиков с ребром 3 см и количество металлических кубиков с ребром, большим 5 см.

31. Дан файл *f*, содержащий сведения о веществах: указывается название вещества, его удельный вес и проводимость (проводник, полупроводник, изолятор).

а) Найти удельные веса и названия всех полупроводников.

б) Выбрать данные о проводниках и упорядочить их по убыванию удельных весов.

32. Дан файл *f,* содержащий сведения об экспортируемых товарах: указывается наименование товара, страна, им-

портирующая товар, и объем поставляемой партии в штуках. Найти страны, в которые экспортируется данный товар, и общий объем его экспорта.

33. Даны файлы f_1 *и* f_2. Файл f_1 – это инвентарный файл, содержащий сведения о том, сколько изделий каких видов продукции хранится на складе (вид продукции задается его порядковым номером). Файл f_2 – это вспомогательный файл, содержащий сведения о том, на сколько уменьшилось или увеличилось количество изделий по некоторым видам продукции. Вспомогательный файл может содержать несколько сообщений по продукции одного вида или не содержать ни одного такого сообщения. Обновить инвентарный файл на основе вспомогательного, образовав новый файл *g*.

34. Дан файл *f*, содержащий сведения об игрушках: указывается название игрушки (например, кукла, кубик, мяч, конструктор и т. д.), ее стоимость в копейках и возрастные границы детей, для которых игрушка предназначена (например, для детей от двух до пять лет). Получить следующие сведения:

а) название игрушек, цена которых не превышает 4 руб. и которые подходят детям 5 лет;

б) цену самого дорогого конструктора, оформленную по образцу ... руб. ... коп;

в) название наиболее дорогих игрушек (цена которых отличается от цены самой дорогой игрушки не более чем на 1 руб.);

г) названия игрушек, которые подходят как детям 4 лет, так и детям 10 лет;

д) цены всех кубиков, оформленные по образцу, указанному в б);

е) можно ли подобрать любую, игрушку, кроме мяча, подходящую ребенку 3 лет, и дополнительно мяч так, чтобы суммарная стоимость игрушек не превосходила 5 руб.?

ж) имеется ли мяч ценой 2 руб. 50 коп., предназначенный детям от 3 до 8 лет? Если нет, занести сведения об этой игрушке в файл *f*.

Лабораторная работа 9. *Операция над файлами. Текстовые файлы*

abilr9nom10d06012017.php

```
<?php
$ar9pr10=array();
$ff = fopen('lr9pr10.txt', 'r'); // Текстовый режим
$n=0;
while(!feof($ff))
{
$f = fgets($ff, 999);
$ar9pr10[$n] = explode(",", $f);
$n++;
}
$im=imageCreateTrueColor(500,600);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<$n;$i++)
{
switch ($ar9pr10[$i][0])
{
case "1":
$xn=$ar9pr10[$i][1];$yn=$ar9pr10[$i][2];
$xk=$ar9pr10[$i][3];$yk=$ar9pr10[$i][4];
imageLine($im,$xn,$yn,$xk,$yk,$c);
break;
case "2":
$xn=$ar9pr10[$i][1];$yn=$ar9pr10[$i][2];
$xk=$ar9pr10[$i][3];$yk=$ar9pr10[$i][4];
imageRectangle($im,$xn,$yn,$xk,$yk,$c);
break;
case "3":
$x=$ar9pr10[$i][1];$y=$ar9pr10[$i][2];
$r=$ar9pr10[$i][3];
ImageArc($im,$x,$y,$r,$r,0,360,$c);
break;
case "4":
for($j=0;$j<count($ar9pr10[$i])-4;$j+=2)
{
$xn=$ar9pr10[$i][$j+1];$yn=$ar9pr10[$i][$j+2];
```

```
$xk=$ar9pr10[$i][$j+3];$yk=$ar9pr10[$i][$j+4];
imageLine($im,$xn,$yn,$xk,$yk,$c);
 }
break;
}
}
ImagePng($im);
imageDestroy($im);
?>
```

Файл lr9pr10.txt

```
1,20,30,200,250,
2,20,30,200,250,
3,150,200,100,
4,310,120,310,240,220,30,40,300,120,440,420,460,310,120,
```

Ответ: abilr9nom10d06012017.php (рис. 1).

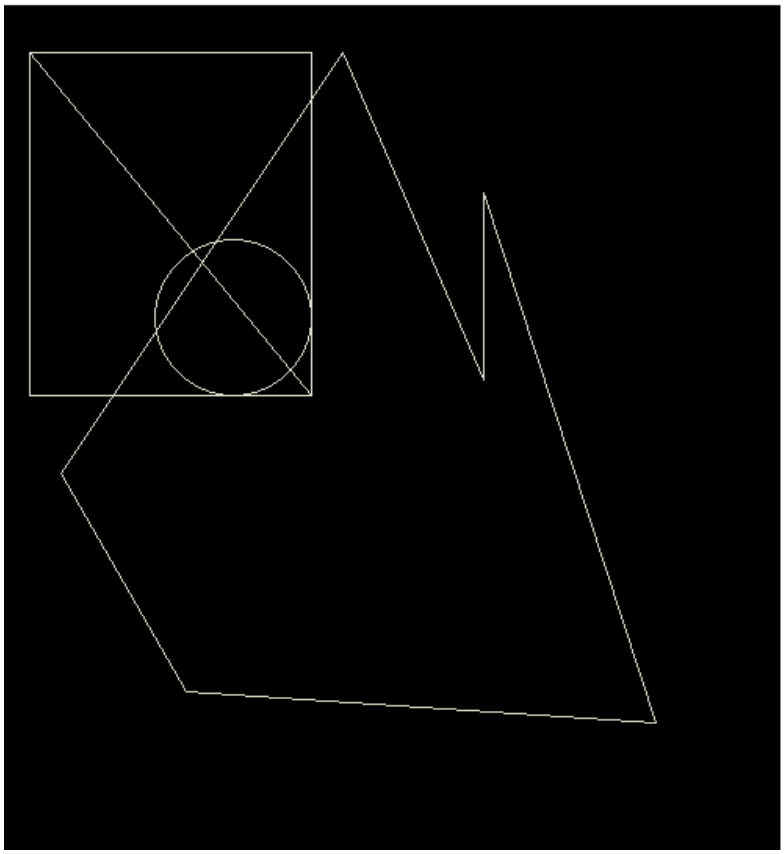


Рис. 1. График, полученный при решении задачи 10

Задания к работе

1. Разработать алгоритм решения задачи.
2. Составить блок-схему алгоритма.

3. Составить программу.

4. Отладить программу.

1. Дан текстовый файл *f,* содержащий программу на языке Паскаль. Проверить эту программу на несоответствие числа открывающих и закрывающих круглых скобок. Считать, что каждый оператор программы

а) занимает не более одной строки файла *f*;

б) может занимать произвольное число строк файла *f*.

2. Дан текстовый файл *f*. Получить все его строки, содержащие более 60 символов.

3. Дан текстовый файл *f*. Получить самую длинную строку файла. Если в файле имеется несколько строк с наибольшей длиной, то получить одну из них.

4. Дан текстовый файл *f*. Записать в перевернутом виде строки файла *f* в файл *g*. Порядок строк в файле *g* должен

а) совпадать с порядком исходных строк в файле *f*;

б) быть обратным по отношению к порядку строк исходного файла.

5. Дан текстовый файл *f*. Переписать компоненты файла *f* в файл *g*, вставляя в начало каждой строки по одному пробелу. Порядок компонент должен быть сохранен.

6. Даны текстовый файл *f,* строка *s*. Получить все строки файла *f,* содержащие в качестве фрагмента строку *s*.

7. Дан текстовый файл *f*. Исключить пробелы, стоящие в концах его строк. Результат поместить в файл f_1.

8. Даны два текстовых файла *f* и *g*. Определить, совпадают ли компоненты файла *f* с компонентами файла *g*. Если нет, то получить номер первой строки и позицию первого символа в этой строке, в которых файлы *f* и *g* отличаются друг от друга.

9. Дан файл *f,* компоненты которого являются натуральными числами. Количество чисел в файле кратно 4. Первые два числа из каждых четырех задают координаты левого верхнего угла прямоугольника, следующие два числа – координаты его правого нижнего угла. Построить прямоугольники, заданные в файле *f*.

10. Дан текстовый файл *f*. Каждая строка файла содержит несколько натуральных чисел в их символьном представлении. Числа разделяются запятыми или пробелами и определяют вид некоторой геометрической фигуры, ее раз-

меры и положение на экране. Приняты следующие соглашения:

1) отрезок прямой задается координатами своих концов и имеет номер 1;

2) прямоугольник задается координатами левого верхнего и правого нижнего угла и имеет номер 2;

3) окружность задается координатами центра и радиусом имеет номер 3;

4) ломаная задается количеством ее вершин, их координатами и имеет номер 4. Так, например, строка 1, 10, 10, 30, 30 определяет отрезок прямой с координатами концов (10, 10) и (30, 30), а строка 3, 100, 100, 50 – окружность с центром в точке (100, 100) и радиусом 50.

а) Построить на экране все геометрические фигуры, заданные в файле *f*.

б) Разработать способ задания более широкого набора фигур по сравнению с указанным и выполнить пункт а).

Лабораторная работа 10. *Методы решения систем линейных уравнений*

Задания к работе

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схему алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4. Решение системы по формуле Крамера с помощью обратной матрицы, уравнения, вычисление произведения, суммы и разности двух матриц и умножение матрицы на число оформить в виде подпрограммы procedure.

5. Исходные данные ввести с файла, результаты вывести в файл.

6. Решить систему по формуле Крамера.

7. Решить систему с помощью обратной матрицы

8. Выполнить действия над матрицами

9. Решить уравнение

Действия над матрицами

Прямоугольная таблица, составленная из элементов и имеющая m строк и n столбцов, называется матрицей типа $m \times n$, элементы матрицы обозначаются через a_{ij}, где i – номер строки, а j – номер столбца, на пересечении которых находится этот элемент.

Например:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mj} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Матрица типа *m x n*, имеющая *m* строк и *n* столбцов. Сокращенная запись матрицы имеет вид $A = \left[a_{ij} \right]_{mx\,n}$, где i = 1, 2, ..., m; j = 1, 2, ..., n.

Если в матрице $m \neq n$, т. е. число строк не равно числу столбцов, то матрица называется прямоугольной.

Если в матрице

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \_\_ & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \_\_ & a_{2n} \\ \_\_ & \_\_ & \_\_ & \_\_ \\ a_{m1} & a_{m2} & \_\_ & a_{mn} \end{bmatrix}$$

типа *mxn* поменять местами строки и столбцы, то получится матрица

$$A' = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & \_\_ & a_{m1} \\ a_{12} & a_{22} & \_\_ & a_{m2} \\ \_\_ & \_\_ & \_\_ & \_\_ \\ a_{1n} & a_{2n} & \_\_ & a_{mn} \end{bmatrix}$$

типа *nxm*, которая называется транспонированной по отношению к A: $A = \left[a_{ij} \right]_{mxn}$, $A' = \left[a'_{ji} \right]_{mxn}$, $a'_{ji} = a_{ij}$.

Если в матрице число строк равно числу столбцов, т. е. $m = n$, то матрица называется квадратной.

Суммой двух матриц одинакового типа

$$A + B = [a_{ij}]_{mxn} + [b_{ij}]_{mxn} \quad (\text{i} = 1,2,...\text{m};\ \text{j} = 1,2,...\text{n})$$

называется матрица $C=\left[C_{ij}\right]_{mxn}$ того же типа, элементы которой равны суммам соответствующих элементов. a_{ij} и b_{ij} матриц A и B, т. е. $c_{ij}=a_{ij}+b_{ij}$.

Разность матриц определяется аналогично сумме: $C=A-B$, $c_{ij}=a_{ij}-b_{ij}$.

Произведением матрицы $A=\left[a_{ij}\right]_{mx\,n}$ на число α называется матрица $C=\left[c_{ij}\right]_{mx\,n}$, элементы которой получены умножением всех элементов матрицы A на число α; т. е. $C=\alpha A$, $c_{ij}=\alpha a_{ij}$.

Произведением матрицы $A=\left[a_{ij}\right]_{mx\,n}$ на матрицу $B=\left[b_{ij}\right]_{nx\,1}$ называется матрица $C=\left[c_{ij}\right]_{mx\,1}$, где $c_{ij}=\sum_{k=1}^{n}a_{ik}b_{kj}, i=1,2,...,m,\ j=1,2,...,1$. Определитель второго порядка равен произведению элементов главной диагонали минус произведение элементов побочной диагонали:

$$\det A=\begin{vmatrix}a_{11} & a_{12}\\ a_{21} & a_{22}\end{vmatrix}=a_{11}a_{22}-a_{21}a_{12}.$$

Определитель третьего порядка определяется формулой

$$\det A=\begin{vmatrix}a_{11} & a_{12} & a_{13}\\ a_{21} & a_{22} & a_{23}\\ a_{31} & a_{32} & a_{33}\end{vmatrix}=a_{11}a_{22}a_{33}+a_{13}a_{21}a_{32}+a_{12}a_{23}a_{31}-a_{33}a_{21}a_{12}-a_{32}a_{23}a_{11}-a_{31}a_{22}a_{13}.$$

Если в определителе n-го порядка вычеркивается только одна строка (i-я) и один столбец (j-й), то на их пересечении окажется единственный элемент a_{ij}, и полученный минор $(n-1)$-го порядка называется соответствующим этому элементу и обозначается через M_{ij}

$$M_{ij}=\begin{vmatrix}a_{11} & a_{12} & \_\_ & a_{1\,j-1} & a_{1\,j+1} & \_\_ & a_{1n}\\ a_{21} & a_{22} & \_\_ & a_{2\,j-1} & a_{2\,j+1} & \_\_ & a_{2n}\\ \_\_ & \_\_ & \_\_ & \_\_ & \_\_ & \_\_ & \_\_\\ a_{i-11} & a_{i-12} & \_\_\_ & a_{i-1\,j-1} & a_{i-1\,j+1} & \_\_ & a_{i-1n}\\ a_{i+11} & a_{i+12} & \_\_ & a_{i+1\,j-1} & a_{i+1\,j+1} & \_\_ & a_{i+1n}\\ \_\_ & \_\_ & \_\_ & \_\_ & \_\_ & \_\_ & \_\_\\ a_{n1} & a_{n2} & \_\_\_ & a_{nj-1} & a_{nj+1} & \_\_ & a_{nn}\end{vmatrix}.$$

Алгебраическое дополнение A_{ij} определяется формулой

$$A_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij}.$$

Определитель равен сумме всех произведений элементов какой-либо строки или столбца на соответствующие им алгебраические дополнения.

$$\det A = \sum_{k=1}^{n} a_{ik} A_{ik} = . \sum_{k=1}^{n} a_{kj} A_{kj}.$$

Если из алгебраических дополнений всех элементов матрицы A составить новую матрицу и транспонировать ее, то полученная матрица называется союзной по отношению к данной и обозначается $\overline{A}$:

$$\overline{A} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{21} & \dots & A_{n1} \\ A_{12} & A_{22} & \dots & A_{n1} \\ - - - & - - - & - - - & - - - \\ A_{1n} & A_{2n} & \dots & A_{nn} \end{bmatrix},$$

т. е. $\overline{A}_{ij} = A_{ji}$.

Обратная матрица определяется формулой $A^{-1} = \frac{1}{\det A} \bar{A}$.

Решение одного варианта

1) $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 1; \\ 3x_1 - x_2 - x_3 - 2x_4 = -4; \\ 2x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 = -6; \\ x_i + 2x_2 + 3x_3 - x_4 = -4. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 1; \\ 3x_1 - x_2 - x_3 - 2x_4 = -4; \\ 2x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 = -6; \\ x_i + 2x_2 + 3x_3 - x_4 = -4. \end{cases}$

3) $3AB + (A - B)(A + 2AB)$, где $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & -1 & 2 \\ 2 & -1 & 0 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \\ 0 & 2 & -1 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 3 \\ 3 & -1 & -1 & -2 \\ 2 & 3 & -1 & -1 \\ 1 & 2 & 3 & -1 \end{pmatrix} . X = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 3 \\ -4 & 1 & 2 & 3 \\ -6 & 2 & 3 & 4 \\ -4 & 3 & 4 & 5 \end{pmatrix}$.

Исходные данные и программа вводятся с файлов abilr1120012017. php,abilr1420012017.php, abilr1320012017.php, abilr1220012017.php, idlr11.txt, idlr12.txt, idlr13.txt, idlr14.txt, а результаты выводятся в файлы iidlr11.txt, iidlr12.txt, iidlr13.txt, iidlr14.txt, соответственно последовательно, начиная с первой строки.

Программа abilr1120012017.php

```
<?php
function det2($d)
{
return $d[1][1]*$d[2][2]-$d[2][1]*$d[1][2];
}
function det3($d)
{
$c=array();
 $s=0;$r=-1;
for ($k=1;$k<=3;$k++)
{
for ($i=1;$i<=3;$i++)
{
for ($j=2;$j<=3;$j++)
{
 if ($i<>$k)
 {
 if($i<$k)
 {
 $c[$i][$j-1]=$d[$i][$j];
 }
 else
 {
$c[$i-1][$j-1]=$d[$i][$j];
}
 }
}
}
 $r=-$r;$s=$s+$r*$d[$k][1]*det2($c);
 }
 return $s;
}
function det4($d)
{
$c=array();
 $s=0;$r=-1;
for ($k=1;$k<=4;$k++)
```

```
{
for ($i=1;$i<=4;$i++)
{
for ($j=2;$j<=4;$j++)
{
 if ($i<>$k)
 {
 if($i<$k)
 {
 $c[$i][$j-1]=$d[$i][$j];
 }
 else
 {
$c[$i-1][$j-1]=$d[$i][$j];
}
 }
}
}
 $r=-$r;$s=$s+$r*$d[$k][1]*det3($c);
 }
 return $s;
}
$ff = fopen('idlr11.txt', 'r'); // Текстовый режим
$b=array();
$f = fgets($ff, 999);
$b = explode(",", $f);
$n=count($b)-1;
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
$f = fgets($ff, 999);
$a[$i] = explode(",", $f);
}
$a1=$a;
echo"bbb<br />";
print_r($b);
echo"<br />";
echo"a1a1a1a1<br />";
print_r($a1);
```

```
$det=det4($a1);
fclose($ff);
if(abs($det)<0.0000001){echo "$n,$r,$det,<br/>";
break;}
/*fwrite($fd, $str); // запишем строку в начало*/
/*fseek($fd, 0); // поместим указатель файла в начало*/
/*fwrite($fd, "Хрю"); // запишем в начало строку*/
/*fseek($fd, 0, SEEK_END); // поместим указатель в конец*/
/*fwrite($fd, $str); // запишем в конце еще одну строку*/
$str="";$x=array();$d=array();
for($k=1;$k<=4;$k++)
{
for($i=1;$i<=4;$i++)
{
for($j=1;$j<=4;$j++)
{
if($j==$k)
{
$a1[$i][$j]=$b[$i];
}
else
{
$a1[$i][$j]=$a[$i][$j];
}
}
}
$x[$k]=det4($a1)/$det;
$str.="x($k)=$x[$k],<br />";
}
for($k=1;$k<=4;$k++)
{$det=$b[$k];
for($i=1;$i<=4;$i++)
{
$det-=$a[$k][$i]*$x[$i];
}
$d[$k]=$det;
$str.="d($k)=$det,<br />";
}
```

```
$fff = fopen('iidlr11.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END); // поместим указатель в конец
$ss1 = implode(",", $x);
fwrite($fff, $ss1."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
$ss1 = implode(",", $d);
fwrite($fff, $ss1."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
echo"<br />";
echo"xxx<br />";
print_r($x);
echo"<br />";
echo"ddd<br />";
print_r($d);
echo"<br /> $str <br />";
?>
```

Ответ: abilr1120012017.php:

```
bbb
Array ([0] => 0 [1] => 1 [2] => -4 [3] => -6 [4] => -4)
a1a1a1a1
Array ([0] => Array ([0] => 0 [1] => 0 [2] => 0 [3] => 0 [4] => 0)
[1] => Array ([0] => 0 [1] => 1 [2] => 1 [3] => 2 [4] => 3) [2] =>
Array ([0] => 0 [1] => 3 [2] => -1 [3] => -1 [4] => -2) [3] =>
Array ([0] => 0 [1] => 2 [2] => 3 [3] => -1 [4] => -1) [4] =>
Array ([0] => 0 [1] => 1 [2] => 2 [3] => 3 [4] => -1))
xxx
Array ([1] => -1 [2] => -1 [3] => 0 [4] => 1)
ddd
Array ([1] => 0 [2] => 0 [3] => 0 [4] => 0)
x(1)=-1,
x(2)=-1,
x(3)=0,
x(4)=1,
d(1)=0,
d(2)=0,
d(3)=0,
d(4)=0,
```

Файл idlr11.txt:

0,1,-4,-6,-4
0,0,0,0,0
0,1,1,2,3
0,3,-1,-1,-2
0,2,3,-1,-1
0,1,2,3,-1
Файлiidlr11.txt
-1,-1,0,1
0,0,0,0
Программа abilr1220012017.php

```
<?php
function det2($d)
{
return $d[1][1]*$d[2][2]-$d[2][1]*$d[1][2];
}
function det3($d)
{
$c=array();
 $s=0;$r=-1;
for ($k=1;$k<=3;$k++)
{
for ($i=1;$i<=3;$i++)
{
for ($j=2;$j<=3;$j++)
{
 if ($i<>$k)
 {
 if($i<$k)
 {
 $c[$i][$j-1]=$d[$i][$j];
 }
 else
 {
$c[$i-1][$j-1]=$d[$i][$j];
}
 }
}
}
```

```
 $r=-$r;$s=$s+$r*$d[$k][1]*det2($c);
 }
 return $s;
}
function det4($d)
{
$c=array();
 $s=0;$r=-1;
for ($k=1;$k<=4;$k++)
{
for ($i=1;$i<=4;$i++)
{
for ($j=2;$j<=4;$j++)
{
 if ($i<>$k)
 {
 if($i<$k)
 {
 $c[$i][$j-1]=$d[$i][$j];
 }
 else
 {
$c[$i-1][$j-1]=$d[$i][$j];
}
 }
}
}
}
 $r=-$r;$s=$s+$r*$d[$k][1]*det3($c);
 }
 return $s;
}
function obmat4($d)
{
$c=array();
$r=-1;$s=det4($d);
for ($k=1;$k<=4;$k++)
{
for ($l=1;$l<=4;$l++)
```

```
{
for ($i=1;$i<=4;$i++)
{
for ($j=1;$j<=4;$j++)
{
if($i<>$k&&$j<>$l)
{
if($i<$k)
{
if($j<$l)
{
$c[$i][$j]=$d[$i][$j];
}
else
{
$c[$i][$j-1]=$d[$i][$j];
}
}
else
{
if($j<$l)
{
$c[$i-1][$j]=$d[$i][$j];
}
else
{
$c[$i-1][$j-1]=$d[$i][$j];
}
}
}
}
}
$r=-$r;$v[$l][$k]=$r*det3($c)/$s;
}
}
return $v;
}
$ff = fopen('idlr12.txt', 'r'); // Текстовый режим
```

```
$b=array();
$f = fgets($ff, 999);
$b = explode(",", $f);
$n=count($b)-1;
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
$f = fgets($ff, 999);
$a[$i] = explode(",", $f);
}
$a1=$a;
$det=det4($a1);
fclose($ff);
echo"bbb<br />";
print_r($b);
echo"<br />";
echo"a1a1a1<br />";
print_r($a1);
if(abs($det)<0.0000001){echo "$n,$r,$det,<br/>";
break;}
/*fwrite($fd, $str); // запишем строку в начало*/
/*fseek($fd, 0); // поместим указатель файла в начало*/
/*fwrite($fd, "Хрю"); // запишем в начало строку*/
/*fseek($fd, 0, SEEK_END); // поместим указатель в конец*/
/*fwrite($fd, $str); // запишем в конце еще одну строку*/
$v=array();$x=array();$d=array();
$v=obmat4($a1);$a1=$v;
for ($k=1;$k<=4;$k++)
{$s=0;
for ($i=1;$i<=4;$i++)
{
$s+=$b[$i]*$a1[$i][$k];
}
$x[$k]=$s;
}
$str="";
for($k=1;$k<=4;$k++)
{
$str.="x($k)=$x[$k],<br />";
```

```
}
for($k=1;$k<=4;$k++)
{
$det=$b[$k];
for($i=1;$i<=4;$i++)
{
$det-=$a[$k][$i]*$x[$i];
}
$d[$k]=$det;
$str.="d($k)=$det,<br />";
}
$fff = fopen('iidlr12.txt', 'w'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END); // поместим указатель в конец
$ss1 = implode(",", $x);
fwrite($fff, $ss1."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
$ss1 = implode(",", $d);
fwrite($fff, $ss1."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
echo"<br />";
echo"xxx<br />";
print_r($x);
echo"<br />";
echo"ddd<br />";
print_r($d);
fclose($fff);
echo "<br /> $str <br />";
?>
```

Ответ: abilr1220012017.php:

bbb

Array ([0] => 0 [1] => 1 [2] => -4 [3] => -6 [4] => -4)

a1a1a1

Array ([0] => Array ([0] => 0 [1] => 0 [2] => 0 [3] => 0 [4] => 0) [1] => Array ([0] => 0 [1] => 1 [2] => 1 [3] => 2 [4] => 3) [2] => Array ([0] => 0 [1] => 3 [2] => -1 [3] => -1 [4] => -2) [3] => Array ([0] => 0 [1] => 2 [2] => 3 [3] => -1 [4] => -1) [4] => Array ([0] => 0 [1] => 1 [2] => 2 [3] => 3 [4] => -1))

xxx

Array ([1] => -1 [2] => -1 [3] => 5.5511151231258E-17 [4] => 1)

ddd

Array ([1] => 4.4408920985006E-16 [2] => -2.2204460492503E-16 [3] => -1.1102230246252E-16 [4] => -3.3306690738755E-16)

x(1)=-1,

x(2)=-1,

x(3)=5.5511151231258E-17,

x(4)=1,

d(1)=4.4408920985006E-16,

d(2)=-2.2204460492503E-16,

d(3)=-1.1102230246252E-16,

d(4)=-3.3306690738755E-16,

Файл idlr12.txt:

0,1,-4,-6,-4

0,0,0,0,0

0,1,1,2,3

0,3,-1,-1,-2

0,2,3,-1,-1

0,1,2,3,-1

Файл iidlr12.txt

-1,-1,5.5511151231258E-17,1

4.4408920985006E-16,-2.2204460492503E-16, -1.1102230246252E-16,-3.3306690738755E-16

Программа abilr1320012017.php

```
<?php
function sl($u,$v)
{for ($k=0;$k<count($u[0]);$k++)
for ($i=0;$i<count($u[0]);$i++)
$w[$k][$i]=$u[$k][$i]+$v[$k][$i];
return $w;
}
function rs($u,$v)
{for ($k=0;$k<count($u[0]);$k++)
for ($i=0;$i<count($u[0]);$i++)
$w[$k][$i]=$u[$k][$i]-$v[$k][$i];
return $w;
}
function ums($u,$t)
```

```
{for ($k=0;$k<count($u[0]);$k++)
for ($i=0;$i<count($u[0]);$i++)
$w[$k][$i]=$u[$k][$i]*$t;
return $w;
}
function pr($u,$v)
{for ($i=0;$i<count($u[0]);$i++)
for ($j=0;$j<count($u[0]);$j++)
{
$s=0;
for ($k=0;$k<count($u[0]);$k++)
$s+=$u[$i][$k]*$v[$k][$j];
$w[$i][$j]=$s;
}
return $w;
}
$n=2;
$a=array();
$b=array();
$c=array();
$d=array();
$c2=array();
$ff = fopen('idlr13.txt', 'r'); // Текстовый режим
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
$f = fgets($ff, 999);
$a[$i] = explode(",", $f);
}
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
$f = fgets($ff, 999);
$b[$i] = explode(",", $f);
}
$c=pr($a,$b); $d=ums($c,3); $c=rs($a,$b); $c2=ums($b,2);
$c2=sl($a,$c2); $c2=pr($c,$c2); $c=sl($c2,$d);
// 3AB+(A-B)(A+2B)
echo"<br />";
echo" A <br />";
```

```
print_r($a);
echo"<br />";
echo" B <br />";
print_r($b);
echo"<br />";
echo" 3AB+(A-B)(A+2B) <br />";
print_r($c);
echo"<br />";
fclose($ff);
$fff = fopen('iidlr13.txt', 'a'); // Текстовый режим
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
$f = implode(",", $c[$i]);
fwrite($fff, $f."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
}
fclose($fff);
?>
```

Ответ: abilr1320012017.php:

A

Array ([0] => Array ([0] => 1 [1] => 2 [2] => 1) [1] => Array ([0] => 0 [1] => -1 [2] => 2) [2] => Array ([0] => 2 [1] => -1 [2] => 0))

B

Array ([0] => Array ([0] => 1 [1] => 1 [2] => 3) [1] => Array ([0] => 3 [1] => 2 [2] => 1) [2] => Array ([0] => 0 [1] => 2 [2] => -1))

3AB+(A-B)(A+2B)

Array ([0] => Array ([0] => 23 [1] => 18 [2] => 20) [1] => Array ([0] => -34 [1] => -12 [2] => -44) [2] => Array ([0] => -13 [1] => 2 [2] => 15)) Файл idlr13.txt:

1,2,1
0,-1,2
2,-1,0
1,1,3
3,2,1
0,2,-1

Файл iidlr13.txt

23,18,20

-34,-12,-44
-13,2,15
Программа abilr1420012017.php

```
<?php
function det2($d)
{
return $d[1][1]*$d[2][2]-$d[2][1]*$d[1][2];
}
function det3($d)
{
$c=array();
 $s=0;$r=-1;
for ($k=1;$k<=3;$k++)
{
for ($i=1;$i<=3;$i++)
{
for ($j=2;$j<=3;$j++)
{
 if ($i<>$k)
 {
 if($i<$k)
 {
 $c[$i][$j-1]=$d[$i][$j];
 }
 else
 {
$c[$i-1][$j-1]=$d[$i][$j];
}
 }
}
}
}
 $r=-$r;$s=$s+$r*$d[$k][1]*det2($c);
 }
 return $s;
}
function det4($d)
{
$c=array();
```

```
 $s=0;$r=-1;
for ($k=1;$k<=4;$k++)
{
for ($i=1;$i<=4;$i++)
{
for ($j=2;$j<=4;$j++)
{
 if ($i<>$k)
 {
 if($i<$k)
 {
 $c[$i][$j-1]=$d[$i][$j];
 }
 else
 {
$c[$i-1][$j-1]=$d[$i][$j];
}
 }
}
}
 $r=-$r;$s=$s+$r*$d[$k][1]*det3($c);
 }
 return $s;
}
$ff = fopen('idlr14.txt', 'r'); // Текстовый режим
$b1=array();$a=array();
for($i=0;$i<=4;$i++)
{
$f = fgets($ff, 999);
$b1[$i] = explode(",", $f);
}
$n=count($b1[0])-1;
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
$f = fgets($ff, 999);
$a[$i] = explode(",", $f);
}
echo"bbb<br />";
```

```
print_r($b1);
echo"<br />";
echo"a1a1a1a1<br />";
print_r($a);
fclose($ff);
$det=det4($a);
if(abs($det)<0.0000001){echo "$n,$r,$det,<br/>";
break;}
/*fwrite($fd, $str); // запишем строку в начало*/
/*fseek($fd, 0); // поместим указатель файла в начало*/
/*fwrite($fd, "Хрю"); // запишем в начало строку*/
/*fseek($fd, 0, SEEK_END); // поместим указатель в конец*/
/*fwrite($fd, $str); // запишем в конце еще одну строку*/
$str="";
$x1=array();$d1=array();
for($k1=1;$k1<=4;$k1++)
{
$x=array();$d=array();$b=array();$a1=array();
$a1=$a;$b=$b1[$k1];$det=det4($a1);
for($k=1;$k<=4;$k++)
{
for($i=1;$i<=4;$i++)
{
for($j=1;$j<=4;$j++)
{
if($j==$k)
{
$a1[$i][$j]=$b[$i];
}
else
{
$a1[$i][$j]=$a[$i][$j];
}
}
}
$x[$k]=det4($a1)/$det;
}
for($k=1;$k<=4;$k++)
```

```
{$det=$b[$k];
for($i=1;$i<=4;$i++)
{
$det-=$a[$k][$i]*$x[$i];
}
$d[$k]=$det;
}
$d1[$k1]=$d;$x1[$k1]=$x;
}
for($i=1;$i<=$n;$i++)
for($j=1;$j<=$n;$j++)
{
$rr=$x1[$i][$j];$str.="x[$i][$j]=$rr;<br />";
}
for($i=1;$i<=$n;$i++)
for($j=1;$j<=$n;$j++)
{
$rr=$d1[$i][$j];$str.="d[$i][$j]=$rr;<br />";
}
$fff = fopen('iidlr14.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END); // поместим указатель в конец
for($k1=1;$k1<=4;$k1++)
{
$ss1 = implode(",", $x1[$k1]);
fwrite($fff, $ss1."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
}
for($k1=1;$k1<=4;$k1++)
{
$ss1 = implode(",", $d1[$k1]);
fwrite($fff, $ss1."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
}
echo"<br />";
echo"xxx<br />";
print_r($x1);
echo"<br />";
echo"ddd<br />";
print_r($d1);
echo"<br /> $str <br />";
```

?>

Ответ: abilr1420012017.php:

bbb

Array ([0] => Array ([0] => 0 [1] => 0 [2] => 0 [3] => 0 [4] => 0) [1] => Array ([0] => 0 [1] => 1 [2] => -4 [3] => -6 [4] => -4) [2] => Array ([0] => 0 [1] => 1 [2] => 1 [3] => 2 [4] => 3) [3] => Array ([0] => 0 [1] => 2 [2] => 2 [3] => 3 [4] => 4) [4] => Array ([0] => 0 [1] => 3 [2] => 3 [3] => 4 [4] => 5))

a1a1a1a1

Array ([0] => Array ([0] => 0 [1] => 0 [2] => 0 [3] => 0 [4] => 0) [1] => Array ([0] => 0 [1] => 1 [2] => 1 [3] => 2 [4] => 3) [2] => Array ([0] => 0 [1] => 3 [2] => -1 [3] => -1 [4] => -2) [3] => Array ([0] => 0 [1] => 2 [2] => 3 [3] => -1 [4] => -1) [4] => Array ([0] => 0 [1] => 1 [2] => 2 [3] => 3 [4] => -1))

xxx

Array ([1] => Array ([1] => -1 [2] => -1 [3] => 0 [4] => 1) [2] => Array ([1] => 0.45098039215686 [2] => 0.43137254901961 [3] => 0.47058823529412 [4] => -0.27450980392157) [3] => Array ([1] => 0.90196078431373 [2] => 0.52941176470588 [3] => 0.6078431372549 [4] => -0.2156862745098) [4] => Array ([1] => 1.3529411764706 [2] => 0.62745098039216 [3] => 0.74509803921569 [4] => -0.15686274509804))

ddd

Array ([1] => Array ([1] => 0 [2] => 0 [3] => 0 [4] => 0) [2] => Array ([1] => 1.1102230246252E-16 [2] => -1.1102230246252E-16 [3] => 0 [4] => -1.1102230246252E-16) [3] => Array ([1] => 2.2204460492503E-16 [2] => -2.2204460492503E-16 [3] => -2.2204460492503E-16 [4] => 1.1102230246252E-16) [4] => Array ([1] => -1.1102230246252E-16 [2] => 2.2204460492503E-16 [3] => -1.1102230246252E-16 [4] => -1.1102230246252E-16))

x[1][1]=-1;

x[1][2]=-1;

x[1][3]=0;

x[1][4]=1;

x[2][1]=0.45098039215686;

x[2][2]=0.43137254901961;

x[2][3]=0.47058823529412;
x[2][4]=-0.27450980392157;
x[3][1]=0.90196078431373;
x[3][2]=0.52941176470588;
x[3][3]=0.6078431372549;
x[3][4]=-0.2156862745098;
x[4][1]=1.3529411764706;
x[4][2]=0.62745098039216;
x[4][3]=0.74509803921569;
x[4][4]=-0.15686274509804;
d[1][1]=0;
d[1][2]=0;
d[1][3]=0;
d[1][4]=0;
d[2][1]=1.1102230246252E-16;
d[2][2]=-1.1102230246252E-16;
d[2][3]=0;
d[2][4]=-1.1102230246252E-16;
d[3][1]=2.2204460492503E-16;
d[3][2]=-2.2204460492503E-16;
d[3][3]=-2.2204460492503E-16;
d[3][4]=1.1102230246252E-16;
d[4][1]=-1.1102230246252E-16;
d[4][2]=2.2204460492503E-16;
d[4][3]=-1.1102230246252E-16;
d[4][4]=-1.1102230246252E-16;
Файл idlr14.txt:
0,0,0,0,0
0,1,-4,-6,-4
0,1,1,2,3
0,2,2,3,4
0,3,3,4,5
0,0,0,0,0
0,1,1,2,3
0,3,-1,-1,-2
0,2,3,-1,-1
0,1,2,3,-1
Файл iidlr14.txt

-1,-1,0,1

0.45098039215686, 0.43137254901961, 0.47058823529412, -0.27450980392157

0.90196078431373, 0.52941176470588, 0.6078431372549, -0.2156862745098

1.3529411764706,0.62745098039216,0.74509803921569, -0.15686274509804

0,0,0,0

1.1102230246252E-16, -1.1102230246252E-16,0, -1.1102230246252E-16

2.2204460492503E-16, -2.2204460492503E-16, -2.2204460492503E-16, 1.1102230246252E-16

-1.1102230246252E-16, 2.2204460492503E-16, -1.1102230246252E-16, -1.1102230246252E-16

Задания

№ 1.

1) $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 1; \\ 3x_1 - x_2 - x_3 - 2x_4 = -4; \\ 2x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 = -6; \\ x_i + 2x_2 + 3x_3 - x_4 = -4. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 5x + 8y - z = -7; \\ x + 2y + 3z = 1; \\ 2x - 3y + 2z = 9. \end{cases}$

3) $2(A+B)(2B-A)$, где $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 4 & 5 & 2 \\ -1 & 0 & 7 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 5 \\ 0 & 1 & 3 \\ 2 & -2 & 4 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ -1 & 2 & 4 \\ 5 & 3 & 0 \end{pmatrix}.X = \begin{pmatrix} 2 & 7 & 13 \\ -1 & 0 & 5 \\ 5 & 13 & 21 \end{pmatrix}$.

№ 2.

1) $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 - 2x_4 = 6; \\ x_1 - x_2 - 2x_3 - 3x_4 = 8; \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 4; \\ 2x_1 - 3x_2 + 2x_3 + x_4 = -8. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x + 2y + z = 4; \\ 3x - 5y + 3z = 1; \\ 2x + 7y - z = 8. \end{cases}$

3) $3A - (A+2B)B$, где $A = \begin{pmatrix} 4 & 5 & -2 \\ 3 & -1 & 0 \\ 4 & 2 & 7 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 3 \\ 5 & 7 & 3 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} -1 & -2 & 3 \\ 2 & 3 & 5 \\ 1 & 4 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 11 & 3 \\ 1 & 6 & 1 \\ 2 & 2 & 16 \end{pmatrix}$.

№ 3.

1) $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 5; \\ 2x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 1; \\ 3x_1 + 2x_2 + x_3 + 2x_4 = 1; \\ 4x_1 + 3x_2 + 2x_3 + x_4 = -5, \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 3x + 2y + z = 5; \\ 2x + 3y + z = 1; \\ 2x + y + 3z = 11. \end{cases}$

3) $2(A-B)(A^2+B)$, где $A = \begin{pmatrix} 5 & 1 & -7 \\ -10 & -2 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 1 \\ 3 & 1 & 0 \\ 7 & 2 & 1 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 4 & -2 & 0 \\ 1 & 1 & 2 \\ 3 & -2 & 0 \end{pmatrix} . X = \begin{pmatrix} 0 & -2 & 6 \\ 2 & 4 & 3 \\ 0 & -3 & 4 \end{pmatrix}$.

№ 4.

1) $\begin{cases} x_2 - 3x_3 + 4x_4 = -5; \\ x_1 - 2x_3 + 3x_4 = -4; \\ 3x_1 + 2x_2 - 5x_4 = 12; \\ 4x_1 + 3x_2 - 5x_3 = 5, \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 31; \\ 5x_1 + x_2 + 2x_3 = 29; \\ 3x_1 - x_2 + x_3 = 10. \end{cases}$

3) $(A^2 - B^2)(A+B)$, где $A = \begin{pmatrix} 7 & 2 & 0 \\ -7 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & 0 & -2 \\ 3 & 1 & 1 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 1 & -2 & 0 \\ 4 & -3 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 22 & -14 & 3 \\ 6 & -7 & 0 \\ 11 & 3 & 15 \end{pmatrix}$.

№ 5.

1) $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 5x_3 + 7x_4 = 12; \\ 3x_1 + 5x_2 + 7x_3 + x_4 = 0; \\ 5x_1 + 7x_2 + x_3 + 3x_4 = 4; \\ 7x_1 + x_2 + 3x_3 + 5x_4 = 16, \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 4x - 3y + 2z = 9; \\ 2x + 5y - 3z = 4; \\ 5x + 6y - 2z = 18. \end{cases}$

3) $(A - B^2)(2A+B)$, где $A = \begin{pmatrix} 5 & 2 & 0 \\ 10 & 4 & 1 \\ 7 & 3 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 3 & 6 & -1 \\ -1 & -2 & 0 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ 4 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 9 & 8 & 7 \\ 2 & 7 & 3 \\ 4 & 3 & 5 \end{pmatrix}$.

№ 6.

1) $\begin{cases} x_1 + 5x_2 + 3x_3 - 4x_4 = 20; \\ 3x_1 + x_2 - 2x_3 = 9; \\ 5x_1 - 7x_2 + 10x_4 = -9; \\ 3x_2 - 5x_3 = 1. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 2x_1 - x_2 - x_3 = 4; \\ 3x_1 + 4x_2 - 2x_3 = 11; \\ 3x_1 - 2x_2 + 4x_3 = 11. \end{cases}$

3) $(A-B)2A+2B$, где $A = \begin{pmatrix} 5 & -1 & 3 \\ 0 & 2 & -1 \\ -2 & -1 & 0 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 3 & 7 & -2 \\ 1 & 1 & -2 \\ 0 & 1 & 3 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 5 & 1 & 2 \\ -1 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 8 & 1 & 5 \\ -2 & 2 & -1 \\ 17 & 1 & 7 \end{pmatrix}$

№ 7.

1) $\begin{cases} 2x_1 + x_2 - 5x_3 + x_4 = 8; \\ x_1 - 3x_2 - 6x_4 = 9; \\ 2x_2 - x_3 + 2x_4 = -5; \\ x_1 + 4x_2 - 7x_3 + 6x_4 = 0. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 = -1; \\ 2x_1 - x_2 + 2x_3 = -4; \\ 4x_1 + x_2 + 4x_3 = -2. \end{cases}$

3) $2(A-0{,}5B)AB$, где $A = \begin{pmatrix} 5 & 3 & -1 \\ 2 & 0 & 4 \\ 3 & 5 & -1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 16 \\ -3 & -2 & 0 \\ 5 & 7 & 2 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 \\ 3 & -2 & 0 \\ 0 & -1 & 2 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 2 \\ 5 & -7 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$.

№ 8.

1) $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 4; \\ 3x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 6; \\ 3x_1 - x_2 - x_3 + 2x_4 = 6; \\ 3x_1 - x_2 + 3x_3 - x_4 = 6. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 3x_1 - x_2 = 5; \\ -2x_1 + x_2 + x_3 = 0; \\ 2x_1 - x_2 + 4x_3 = 15. \end{cases}$

3) $(A-B)A+3B$, где $A = \begin{pmatrix} 3 & 2 & -5 \\ 4 & 2 & 0 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} -1 & 2 & 4 \\ 0 & 3 & 1 \\ -1 & -3 & 4 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 \\ 2 & 1 & -2 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 6 & -2 \\ 4 & 10 & 1 \\ 2 & 4 & -5 \end{pmatrix}$.

№ 9.

1) $\begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 8; \\ 2x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 5; \\ x_1 - x_2 + 2x_3 + x_4 = -1; \\ x_1 + x_2 - x_3 + 3x_4 = 10. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 3x_1 - x_2 + x_3 = 4; \\ 2x_1 - 5x_2 - 3x_3 = -17 \\ x_1 + x_2 - x_3 = 0. \end{cases}$

3) $2A - (A^2 + B)B$, где $A = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 \\ 2 & 1 & -2 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 4 & 6 & -2 \\ 4 & 10 & 1 \\ 2 & 4 & -5 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 3 & 2 & -5 \\ 4 & 2 & 0 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} -1 & 2 & 4 \\ 0 & 3 & 2 \\ -1 & -3 & 4 \end{pmatrix}$.

№ 10.

1) $\begin{cases} 4x_1 + x_2 - x_4 = -9; \\ x_1 - 3x_2 + 4x_3 = -7; \\ 3x_2 - 2x_3 + 4x_4 = 12; \\ x_1 + 2x_2 - x_3 - 3x_4 = 0. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 2; \\ 2x_1 - x_2 - 6x_3 = -1; \\ 3x_1 - 2x_2 = 8. \end{cases}$

3) $3(A^2 - B^2) - 2AB$, где $A = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 \\ 3 & -2 & 0 \\ 0 & -1 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -2 \\ 5 & -7 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 5 & 3 & -1 \\ -2 & 0 & 4 \\ 3 & 5 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 16 \\ -3 & -2 & 0 \\ 5 & 7 & 2 \end{pmatrix}$.

№ 11.

1) $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 1 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_4 = 2 \\ 3x_1 - x_3 + x_4 = -3; \\ 2x_1 + 2x_2 - 2x_3 + 5x_4 = -6. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 = 1; \\ x_1 + x_2 + x_3 = 6; \\ 3x_1 - x_2 + x_3 = 4. \end{cases}$

3) $(2A - B)(3A + B) - 2AB$, где $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 \\ -2 & 0 & 1 \\ -1 & 3 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 7 & 5 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \\ -3 & -1 & -1 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 5 & -1 & 3 \\ 0 & 2 & -1 \\ -2 & -1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 7 & -2 \\ 1 & 1 & -2 \\ 0 & 1 & 3 \end{pmatrix}$.

№ 12.

1) $\begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 - x_4 = 0; \\ x_2 + 2x_3 - x_4 = 2; \\ x_1 - x_2 - x_4 = -1; \\ -x_1 + 3x_2 - 2x_3 = 0. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 2x_1 - x_2 - 3x_3 = 3; \\ 3x_1 + 4x_2 - 5x_3 = 8; \\ 2x_2 + 7x_3 = 17. \end{cases}$

3) $A(A^2 - B) - 2(A + B)B$, где $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ -1 & 2 & 4 \\ 5 & 3 & 0 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 2 & 7 & 13 \\ -1 & 0 & 5 \\ 5 & 13 & 21 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 4 & 5 & -2 \\ 3 & -1 & 0 \\ 4 & 2 & 7 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 3 \\ 5 & 7 & 3 \end{pmatrix}$.

№ 13.

1) $\begin{cases} 5x_1 + x_2 - x_4 = -9; \\ 3x_1 - 3x_2 + x_3 + 4x_4 = -7; \\ 3x_1 - 2x_3 + x_4 = -16; \\ x_1 - 4x_2 + x_4 = 0. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x_1 + 5x_2 + x_3 = -7; \\ 2x_1 - x_2 - x_3 = 0; \\ x_1 - 2x_2 - x_3 = 2. \end{cases}$

3) $(A + B)A - B(2A + 3B)$, где $A = \begin{pmatrix} -1 & -2 & 3 \\ 2 & 3 & 5 \\ 1 & 4 & -1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 4 & 11 & 3 \\ 1 & 6 & 1 \\ 2 & 2 & 16 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 2 & -8 & 5 \\ -1 & 1 & 1 \\ -2 & -2 & -3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10 & -2 & 6 \\ 0 & 4 & -2 \\ -4 & -2 & 0 \end{pmatrix}$.

№ 14.

1) $\begin{cases} 2x_1 + x_3 + 4x_4 = 9; \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 8; \\ 2x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 5; \\ x_1 - x_2 + 2x_3 + x_4 = -1. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x - 2y + 3z = 6; \\ 2x + 3y - 4z = 16; \\ 3x - 2y - 5z = 12. \end{cases}$

3) $A(2A + B) - B(A - B)$, где $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ 4 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 9 & 8 & 7 \\ 2 & 7 & 3 \\ 4 & 3 & 5 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 5 & 3 & -1 \\ 2 & 0 & 4 \\ 3 & 5 & -1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 16 \\ -3 & -2 & 0 \\ 5 & 7 & 2 \end{pmatrix}$.

№ 15.

1) $\begin{cases} 2x_1 - 6x_2 + 2x_3 + 2x_4 = 12; \\ x_1 + 3x_2 + 5x_3 + 7x_4 = 12; \\ 3x_1 + 5x_2 + 7x_3 + x_4 = 0; \\ 5x_1 + 7x_2 + x_3 + 3x_4 = 4. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 3x + 4y + 2z = 8; \\ 2x - y - 3z = -1; \\ x + 5y + z = 0. \end{cases}$

3) $3(A+B)(AB-2A)$, где $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 1 & -2 & 0 \\ 4 & -3 & 0 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 22 & -14 & 3 \\ 6 & -7 & 0 \\ 11 & 3 & 15 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 4 & 5 & 2 \\ -1 & 0 & 7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 5 \\ 2 & 1 & 3 \\ 0 & -2 & 4 \end{pmatrix}$.

№ 16.

1) $\begin{cases} x_1 + 5x_2 = 2; \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 4; \\ 3x_1 - x_2 - x_3 + 2x_4 = 6; \\ 3x_1 - x_2 + 3x_3 - x_4 = 6. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 3x_3 = 7; \\ x_1 + 3x_2 - 2x_3 = 0; \\ 2x_2 - x_3 = 2. \end{cases}$

3) $2AB - (A+B)(A-B)$, где $A = \begin{pmatrix} 4 & -2 & 0 \\ 1 & 1 & 2 \\ 3 & -2 & 0 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 0 & -2 & 6 \\ 2 & 4 & 3 \\ 0 & -3 & 4 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 12 & 15 & -6 \\ 9 & -3 & 0 \\ 12 & 0 & 21 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 8 & 7 & -4 \\ 3 & 1 & 6 \\ 16 & 16 & 13 \end{pmatrix}$.

№ 17.

1) $\begin{cases} x_1 - 4x_2 - x_4 = 2; \\ x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 1; \\ 2x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 = -6; \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4 = -4; \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 4x_3 = 20; \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 = 3; \\ 3x_1 + 4x_2 - 5x_3 = -8. \end{cases}$

3) $2A + 3B(AB - 2A)$, где $A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 2 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 5 & 3 & 1 \\ -1 & 2 & 0 \\ -3 & 0 & 0 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 \\ 6 & 6 & 5 \\ -1 & -2 & 11 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 & -3 & 11 \\ 0 & -3 & 4 \\ 1 & -4 & 1 \end{pmatrix}$.

№ 18.

1) $\begin{cases} 5x_1 - x_2 + x_3 + 3x_4 = -4; \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 - 2x_4 = 6; \\ 2x_1 - x_2 - 2x_3 - 3x_4 = 8; \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 4. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x_1 - x_2 = 4; \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1; \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11. \end{cases}$

3) $(A-B)(A+B) - 2AB$, где $A = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 5 \\ -1 & 0 & 2 \\ -2 & -1 & 0 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -2 \\ -1 & 1 & 2 \\ 3 & -1 & 0 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 8 & -5 & -1 \\ -4 & 7 & -1 \\ -4 & 1 & 5 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 5 & 4 & -1 \\ 10 & 12 & -3 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$.

№ 19.

1) $\begin{cases} 4x_1 - 2x_2 + x_3 - 4x_4 = 3; \\ 2x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 1; \\ 3x_1 - x_3 + x_4 = -3; \\ 2x_1 + 2x_2 - 2x_3 + 5x_4 = -6. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x_1 + 5x_2 - x_3 = 7; \\ 2x_1 - x_2 - x_3 = 4; \\ 3x_1 - 2x_2 + 4x_3 = 11. \end{cases}$

3) $2A - AB(B-A) + B$, где $A = \begin{bmatrix} 3 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 2 \\ 5 & 7 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 0 & 3 & -1 \\ 2 & -1 & 2 \\ -3 & 1 & 4 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 3 & 2 & -5 \\ 4 & 2 & 0 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 2 & 4 \\ 0 & 3 & 2 \\ -1 & -3 & 4 \end{pmatrix}$.

№ 20.

1) $\begin{cases} 2x_1 - x_3 - 2x_4 = -1; \\ x_2 + 2x_3 - x_4 = 2; \\ x_1 - x_2 - x_4 = -1; \\ -x_1 + 3x_2 - 2x_3 = 0. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 11x + 3y - z = 2; \\ 2x + 5y - 5z = 0; \\ x + y + z = 2. \end{cases}$

3) $A^2 - (A+B)A - 3B$, где $A = \begin{pmatrix} 4 & 5 & 6 \\ -1 & 0 & 3 \\ -1 & 2 & -1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 2 \\ 1 & 0 & -2 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 3 & -5 & 3 \\ 2 & 7 & -1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 \\ 1 & -5 & 3 \\ 8 & 7 & -1 \end{pmatrix}$.

№ 21.

1) $\begin{cases} -x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 4; \\ 2x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 1; \\ 3x_1 + 2x_2 + x_3 + 2x_4 = 1; \\ 4x_1 + 3x_2 + 2x_3 + x_4 = -5. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 7x + 5y + 2z = 18; \\ x - y - z = 3; \\ x + y + 2z = -2. \end{cases}$

3) $B(A+2B) - 3AB$, где $A = \begin{pmatrix} 7 & -3 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 2 & 0 & 3 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} -4 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} -1 & 2 & 0 \\ -3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & -1 & 3 \\ 4 & 2 & 1 \\ -1 & 0 & 2 \end{pmatrix}$.

№ 22.

1) $\begin{cases} 5x_1 + 3x_2 - 7x_3 + 3x_4 = 1; \\ x_2 - 3x_3 + 4x_4 = -5; \\ x_1 - 2x_3 + 3x_4 = -4; \\ 4x_1 + 3x_2 - 5x_3 = 5. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 2x + 3y + z = 1; \\ x + z = 0; \\ x - y - z = 2. \end{cases}$

3) 3(A+B)-(A-B)A, где $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 \\ -1 & 2 & 0 \\ 2 & 3 & -1 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 4 & -3 & 1 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 7 & 0 & -5 \\ 4 & 11 & 2 \\ 1 & 3 & 1 \end{pmatrix}$.

№ 23.

1) $\begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 - x_4 = 0; \\ x_1 + 2x_3 - 2x_4 = 1; \\ x_1 - x_2 - x_4 = -1; \\ -x_1 + 3x_2 - 2x_3 = 0. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x - 2y - 2z = 3; \\ x + y - 2z = 0; \\ x - y - z = 1. \end{cases}$

3) $A(A-B) + 2B(A+B)$, где $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & -2 \\ 1 & 1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 5 \\ 4 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7 & 5 & 2 \\ 1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$.

№ 24.

1) $\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 + 3x_4 = -6; \\ 3x_1 - x_2 + x_3 + 5x_4 = 3; \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 28; \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 - x_4 = 0. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 3x_1 + x_2 - 5x_3 = -7; \\ 2x_1 - 3x_2 + 4x_3 = -1; \\ 5x_1 - x_2 + 3x_3 = 0. \end{cases}$

3) $(2A + B)B - 0{,}5A$, где $A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 3 & 0 & -2 \\ 2 & -1 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} -1 & 0 & -2 \\ 2 & 1 & 1 \\ -2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ 3 & -1 & 0 \\ 1 & 2 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 0 \\ 3 & -1 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}$.

№ 25.

1) $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 2x_3 + 2x_4 = -3; \\ 3x_1 + 2x_2 + x_3 - x_4 = 3; \\ x_1 - 3x_2 - x_3 - 3x_4 = 0; \\ 4x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 5x_4 = -15. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 = 15; \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 9; \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 = -6. \end{cases}$

3) $AB - 2(A + B)A$, где $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & -2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \end{pmatrix}$

№ 26.

1) $\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 3x_3 - 4x_4 = -2; \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 - 5x_4 = 8; \\ 3x_1 - x_2 - x_3 + 7x_4 = -2; \\ 2x_1 - x_2 + 6x_3 - 3x_4 = 7. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 2x_1 - x_2 - 2x_3 = 1; \\ 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 1; \\ x_1 + 3x_2 + 3x_3 = 0. \end{cases}$

3) $(A + 2B)(3A - B)$, где $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & -2 & 1 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ -2 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 4 & 2 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$.

№ 27.

1) $\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + 5x_3 - x_4 = 3; \\ 2x_1 - 3x_2 - 3x_3 + 4x_4 = 1; \\ 4x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 3 \\ 5x_1 - 2x_2 + x_3 + 3x_4 = 5. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 = 5; \\ 3x_1 + 4x_2 - x_3 = 3; \\ 4x_1 + 5x_2 - 2x_3 = 3. \end{cases}$

3) $2AB + A(B - A)$, где $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -1 \\ 2 & 3 & 0 \\ 0 & 2 & -1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -1 \\ 2 & -1 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 3 & 2 & -1 \\ 0 & 1 & -2 \\ 1 & 1 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & -1 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$.

№ 28.

1) $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 5x_3 - x_4 = 1; \\ 3x_1 + 3x_2 - 2x_3 - 5x_4 = 2; \\ x_1 - x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 10; \\ 3x_1 + 2x_2 + 7x_3 - 2x_4 = 1. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 2x_1 - x_2 - 3x_3 = -9; \\ x_1 + 2x_2 + x_3 = 3; \\ 3x_1 + x_2 - x_3 = -1. \end{cases}$

3) $(3A + 0{,}5B)(2B - A)$, где $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ -1 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ -1 & 0 & 2 \\ 3 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 0 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 2 \end{pmatrix}$.

№ 29.

1) $\begin{cases} 3x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 = 8; \\ 2x_1 - 3x_2 - 3x_3 + x_4 = -3; \\ 4x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 3x_4 = 6; \\ x_1 + 2x_2 - 4x_3 - 3x_4 = -3. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 3x_1 + x_2 - 2x_3 = 4; \\ 2x_1 - 3x_2 + x_3 = 9; \\ 5x_1 + x_2 + 3x_3 = -4. \end{cases}$

3) $2A(A + B) - 3AB$, где $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 1 & -2 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -2 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$.

4) $X \cdot \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 2 & 3 \\ 0 & 2 & -1 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$.

№ 30.

1) $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + 5x_3 + x_4 = 6; \\ 3x_1 + x_2 - x_3 + 5x_4 = 0; \\ 2x_1 - x_2 + 3x_4 = -5; \\ 2x_1 + 2x_2 - x_3 + 7x_4 = -3. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 3x_3 = -4; \\ x_1 + 3x_2 - x_3 = 2; \\ 5x_1 + 2x_2 + x_3 = 5. \end{cases}$

3) $3AB + (A - B)(A + 2B)$, где $A = \begin{pmatrix} 2 & 5 & -1 \\ 0 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 0 \\ 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$.

4) $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & -1 & 2 \\ 2 & -1 & 0 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \\ 0 & 2 & -1 \end{pmatrix}$.

Лабораторная работа 11. *Метод Гаусса*

Задания к работе

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схему алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4. Схему Гаусса оформить в виде подпрограммы.

5. Исходные данные ввести с файла, результаты вывести в файл.

6. Используя схему Гаусса, решить систему уравнений.

Решить системы линейных уравнений методом последовательного исключения неизвестных (методом Гаусса).

Рассмотрим систему уравнений с n неизвестными.

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j = a_{in+1}, \mathrm{i} = 1,2,...,\mathrm{n} \qquad (3)$$

Обозначим

$a_{ij}^{(0)} = a_{ij}$, $i = 1,2,\ldots,n$, $j = 1,2,\ldots,n+1$.

Исключив к-го неизвестного x_k из к-го уравнения системы (3), получим.

$$\sum_{j=i+1}^{n} a_{ij}^{(k)} x_j = a_{in+1}^{(k)}, \mathrm{i} = 1,2,...,\mathrm{n},\ \mathrm{k} = 1,2,...,\mathrm{n}\text{-}1,$$

где коэффициенты $a_{ij}^{(k)}$ (i, j $\rangle$ k) определяются формулой

$$a_{ij}^{(k)} = a_{ij}^{(k-1)} - \frac{a_{ik}^{(k-1)} a_{kj}^{(k-1)}}{a_{kk}^{(k-1)}},$$

$i = k+1,\ k+2,\ \ldots, n$, $j = k+1,\ k+2,\ldots,\ n+1,\ k = 1,2,\ldots, n-1;$

Значения неизвестных $x_k,\ k = n, n-1,...,1$ определим формулой

$$x_k = a_{kn+1}^{(n)} - \sum_{j=k+1}^{n} a_{kj}^{(n-1)} x_j$$

Решение одного варианта:

1) $$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 1; \\ 3x_1 - x_2 - x_3 - 2x_4 = -4; \\ 2x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 = -6; \\ x_i + 2x_2 + 3x_3 - x_4 = -4. \end{cases}$$

Исходные данные и программа вводятся с файлов abilr222012017.php, idlr2.txt, а результаты выводятся в файл iidlr2.txt последовательно, начиная с первой строки:

Программа abilr222012017.php

```
<?php
function mgaussa($u)
{
$w=array();$w1=array();
$w=$u;
$m=count($u[0])-1;$n=$m-1;

for($k=0;$k<=$n;$k++)
{
for ($i=$k;$i<=$n;$i++)for ($j=$k;$j<=$m;$j++)
if ($j==$k && $i>$k) $w1[$i][$j]=0; else
if ($i==$k) $w1[$i][$j]=$w[$i][$j]/$w[$k][$k];
 else
$w1[$i][$j]=$w[$i][$j]-$w[$i][$k]*$w[$k][$j]/$w[$k][$k];
$w=$w1;
}
for($k=$n;$k>=0;$k--)
```

```
{
$s=$w[$k][$m];
for($i=$n;$i>=$k+1;$i--) $s-=$w[$k][$i]*$v[$i];
$v[$k]=$s;
}
 return $v;
}
$ff = fopen('idlr2.txt', 'r'); // Текстовый режим
$b=array();$x=array();$a=array();$d=array();
$f = fgets($ff, 999);
$b = explode(",", $f);
$n=count($b)-1;$m=$n+1;
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
$f = fgets($ff, 999);
$a[$i] = explode(",", $f);
}
echo"<br />";
echo"aaaaa<br />";
print_r($a);
echo"<br />";
echo"bbbbbb<br />";
print_r($b);
echo"<br />";
$a1=$a;
for($i=0;$i<=$n;$i++)
 $a1[$i][$m]=$b[$i];
echo"a1a1a1a1<br />";
print_r($a1);
$x=mgaussa($a1);
fclose($ff);
/*fwrite($fd, $str); // запишем строку в начало*/
/*fseek($fd, 0); // поместим указатель файла в начало*/
/*fwrite($fd, "Хрю"); // запишем в начало строку*/
/*fseek($fd, 0, SEEK_END); // поместим указатель в конец*/
/*fwrite($fd, $str); // запишем в конце еще одну строку*/
$str="";
for($k=0;$k<=$n;$k++)
```

```
$str.="x($k)=$x[$k],<br />";
for($k=0;$k<=$n;$k++)
{$det=$b[$k];
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
$det-=$a[$k][$i]*$x[$i];
}
$d[$k]=$det;
$str.="d($k)=$det,<br />";
}
$fff = fopen('iidlr2.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END); // поместим указатель в конец
$ss1 = implode(",", $x);
fwrite($fff, $ss1."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
$ss1 = implode(",", $d);
fwrite($fff, $ss1."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
echo"<br />";
echo"xxxxxx<br />";
print_r($x);
echo"<br />";
echo"ddddddddd<br />";
print_r($d);
echo"<br /> $str <br />";
?>
```

Ответ: abilr222012017.php

aaaaa

Array ([0] => Array ([0] => 1 [1] => 1 [2] => 2 [3] => 3) [1] => Array ([0] => 3 [1] => -1 [2] => -1 [3] => -2) [2] => Array ([0] => 2 [1] => 3 [2] => -1 [3] => -1) [3] => Array ([0] => 1 [1] => 2 [2] => 3 [3] => -1))

bbbbbb

Array ([0] => 1 [1] => -4 [2] => -6 [3] => -4)

a1a1a1a1

Array ([0] => Array ([0] => 1 [1] => 1 [2] => 2 [3] => 3 [4] => 1) [1] => Array ([0] => 3 [1] => -1 [2] => -1 [3] => -2 [4] => -4) [2] => Array ([0] => 2 [1] => 3 [2] => -1 [3] => -1 [4] => -6) [3] => Array ([0] => 1 [1] => 2 [2] => 3 [3] => -1 [4] => -4))

xxxxxx

Array ([3] => 1 [2] => 0 [1] => -1 [0] => -1)
ddddddddd
Array ([0] => 0 [1] => 0 [2] => 0 [3] => 0)
x(0)=-1,
x(1)=-1,
x(2)=0,
x(3)=1,
d(0)=0,
d(1)=0,
d(2)=0,
d(3)=0,
Файл idlr2.txt
1,-4,-6,-4
1,1,2,3
3,-1,-1,-2
2,3,-1,-1
1,2,3,-1
Файл iidlr2.txt
1,0,-1,-1
0,0,0,0

Задания

№ 1.

$$\begin{cases} 3{,}21x_1 - 4{,}25x_2 + 2{,}13x_3 = 5{,}06; \\ 7{,}09x_1 + 1{,}17x_2 - 2{,}23x_3 = 4{,}75; \\ 0{,}43x_1 - 1{,}4x_2 - 0{,}62x_3 = -1{,}05. \end{cases}$$

№ 2.

$$\begin{cases} 0{,}42x_1 - 1{,}13x_2 + 7{,}05x_3 = 6{,}15; \\ 1{,}14x_1 - 2{,}15x_2 + 5{,}11x_3 = -416; \\ -0{,}71x_1 + 0{,}81x_2 - 0{,}02x_3 = -017. \end{cases}$$

№ 3.

$$\begin{cases} 2{,}5x_1 - 3{,}12x_2 - 4{,}03x_3 = -7{,}5; \\ 0{,}61x_1 + 0{,}71x_2 - 0{,}05x_3 = -0{,}44; \\ -1{,}03x_1 - 2{,}05x_2 + 0{,}877x_3 = -1{,}16. \end{cases}$$

№ 4.

$$\begin{cases} 7{,}09x_1 + 1{,}17x_2 - 2{,}23x_3 = -4{,}75; \\ 0.43x_1 - 1{,}4x_2 - 0{,}62x_3 = -1{,}05; \\ 3{,}21x_1 - 4{,}25x_2 + 2{,}13x_3 = 5{,}06. \end{cases}$$

№ 5.

$$\begin{cases} 1{,}14x_1 - 2{,}15x_2 - 5{,}11x_3 = -4{,}16; \\ -0{,}71x_1 + 0{,}81x_2 - 0{,}02x_3 = -0{,}17; \\ 0{,}42x_1 - 1{,}13x_2 + 7{,}05x_3 = 6{,}15. \end{cases}$$

№ 6.

$$\begin{cases} 0{,}61x_1 + 0{,}71x_2 - 0{,}05x_3 = 0{,}44; \\ -1{,}03x_1 - 2{,}05x_2 + 0{,}87x_3 = -1{,}16; \\ 2{,}5x_1 - 3{,}12x_2 - 5{,}03x_3 = -7{,}5. \end{cases}$$

№ 7.

№ 8.

$$\begin{cases} 3{,}11x_1 - 1{,}66x_2 - 0{,}60x_3 = -0{,}92; \\ -1{,}65x_1 + 3{,}51x_2 - 0{,}78x_3 = 2{,}57; \\ 0{,}60x_1 + 0{,}78x_2 - 1{,}87x_3 = 1{,}65. \end{cases}$$

№ 9.

$$\begin{cases} 0{,}71x_1 + 0{,}10x_2 + 0{,}12x_3 = 0{,}29; \\ 0{,}10x_1 + 0{,}34x_2 - 0{,}04x_3 = 0{,}32; \\ 0{,}12x_1 - 0{,}04x_2 + 0{,}10x_3 = -0{,}10. \end{cases}$$

№ 10.

$$\begin{cases} 0{,}10x_1 + 12x_2 - 0{,}13x_3 = 0{,}10; \\ 0{,}12x_1 + 0{,}71x_2 + 0{,}15x_3 = 0{,}26; \\ -0{,}13x_1 + 0{,}15x_2 + 0{,}63x_3 = 0{,}38. \end{cases}$$

№ 11.

$$\begin{cases} 0{,}12x_1 - 0{,}43x_2 + 0{,}14x_3 = -0{,}17; \\ -0{,}07x_1 + 0{,}34x_2 + 0{,}72x_3 = 0{,}62; \\ 1{,}18x_1 - 0{,}08x_2 - 0{,}25x_3 = 1{,}12. \end{cases}$$

№ 12.

$$\begin{cases} 1{,}17x_1 + 0{,}53x_2 - 0{,}84x_3 = 1{,}15; \\ 0{,}64x_1 - 0{,}72x_2 - 0{,}43x_3 = 0{,}15; \\ 0{,}32x_1 + 0{,}43x_2 - 0{,}93x_3 = -0{,}48. \end{cases}$$

№ 13.

$$\begin{cases} 0{,}66x_1 - 1{,}44x_2 - 0{,}18x_3 = 1{,}83; \\ 0{,}48x_1 - 0{,}24x_2 + 0{,}37x_3 = -0{,}84; \\ 0{,}86x_1 + 0{,}43x_2 + 0{,}64x_3 = 0{,}64. \end{cases}$$

№ 14.

$$\begin{cases} 0{,}82x_1 + 0{,}43x_2 - 0{,}57x_3 = 0{,}48; \\ -0{,}35x_1 + 1{,}12x_2 - 0{,}48x_3 = 0{,}52; \\ 0{,}48x_1 + 0{,}23x_2 + 0{,}37x_3 = 1{,}44. \end{cases}$$

№ 15.

$$\begin{cases} 1{,}6x_1 + 0{,}12x_2 + 0{,}57x_3 = 0{,}18; \\ 0{,}38x_1 + 0{,}25x_2 - 54x_3 = 0{,}63; \\ 0{,}28x_1 + 0{,}46x_2 - 1{,}12x_3 = 0{,}88. \end{cases}$$

№ 16.

$$\begin{cases} 1{,}16x_1 + 1{,}3x_2 - 1{,}14x_3 = 0{,}43; \\ 0{,}83x_1 - 0{,}48x_2 - 2{,}44x_3 = -0{,}15; \\ 2x_1 - 0{,}16x_2 + 1{,}3x_3 = 1{,}5. \end{cases}$$

№ 17.

$$\begin{cases} 0{,}10x_1 - 0{,}04x_2 - 0{,}13x_3 = -0{,}15; \\ -0{,}04x_1 + 0{,}34x_2 + 0{,}05x_3 = 0{,}31; \\ -0{,}13x_1 + 0{,}05x_2 + 0{,}63x_3 = 0{,}37. \end{cases}$$

№ 18.

$$\begin{cases} 0{,}63x_1 + 0{,}05x_2 + 0{,}15x_3 = 0{,}34; \\ 0{,}05x_1 + 0{,}34x_2 + 0{,}10x_3 = 0{,}32; \\ 0{,}15x_1 + 0{,}10x_2 + 0{,}71x_3 = 0{,}42. \end{cases}$$

№ 19.

$$\begin{cases} 1{,}20x_1 - 0{,}20x_2 + 0{,}30x_3 = -0{,}60; \\ -0{,}20x_1 + 1{,}60x_2 - 0{,}10x_3 = 0{,}30; \\ -0{,}30x_1 + 0{,}10x_2 - 1{,}5x_3 = 0{,}40. \end{cases}$$

№ 20.

$$\begin{cases} 0{,}30x_1 + 1{,}20x_2 - 0{,}20x_3 = -0{,}60; \\ -0{,}10x_1 - 0{,}20x_2 + 1{,}60x_3 = 0{,}30; \\ -1{,}50x_1 - 0{,}30x_2 + 0{,}10x_3 = 40. \end{cases}$$

№ 21.

$$\begin{cases} 0{,}20x_1 + 0{,}44x_2 + 0{,}81x_3 = 0{,}74; \\ 0{,}58x_1 - 0{,}29x_2 + 0{,}05x_3 = 0{,}02; \\ 0{,}05x_1 + 0{,}34x_2 + 0{,}10x_3 = 0{,}32. \end{cases}$$

№ 22.

$$\begin{cases} 6{,}36x_1 + 11{,}75x_2 + 10x_3 = -41{,}70; \\ 7{,}42x_1 + 19{,}03x_2 + 11{,}75x_3 = -49{,}49; \\ 5{,}77x_1 + 7{,}42x_2 + 6{,}36x_3 = -27{,}67. \end{cases}$$

№ 23.

№ 24.

$$\begin{cases} 0{,}40x_1 + 0{,}11x_2 + 0{,}18x_3 = 0{,}47; \\ 0{,}28x_1 - 0{,}59x_2 + 0{,}03x_3 = 0{,}01; \\ 0{,}02x_1 + 0{,}24x_2 + 0{,}10x_3 = 0{,}22. \end{cases}$$

№ 26.

$$\begin{cases} 0{,}18x_1 + 0{,}25x_2 - 0{,}44x_3 = 1{,}15; \\ 0{,}42x_1 - 0{,}35x_2 + 1{,}12x_3 = 0{,}86; \\ 1{,}14x_1 + 0{,}12x_2 - 0{,}83x_3 = 0{,}68. \end{cases}$$

№ 25.

$$\begin{cases} 1{,}2x_1 + 0{,}18x_2 - 0{,}42x_3 = 1{,}5; \\ 0{,}44x_1 + 0{,}36x_2 + 0{,}12x_3 = 1{,}16; \\ 0{,}36x_1 - 0{,}42x_2 - 0{,}22x_3 = 0{,}15. \end{cases}$$

№ 27.

$$\begin{cases} 0{,}64x_1 - 0{,}43x_2 + 0{,}57x_3 = 0{,}43; \\ 0{,}56x_1 + 0{,}12x_2 - 0{,}27x_3 = 0{,}88; \\ 0{,}63x_1 - 0{,}83x_2 + 0{,}43x_3 = -0{,}12. \end{cases}$$

№ 28.

$$\begin{cases} 1{,}60x_1 + 2{,}18x_2 - 0{,}72x_3 = 1{,}15; \\ 0{,}43x_1 + 0{,}16x_2 + 0{,}53x_3 = 0{,}83; \\ 0{,}34x_1 + 0{,}57x_2 - 0{,}83x_3 = -0{,}42. \end{cases}$$

№ 29.

$$\begin{cases} 0{,}8x_1 - 0{,}13x_2 + 0{,}63x_3 = 1{,}15; \\ 0{,}42x_1 + 0{,}57x_2 + 0{,}32x_3 = 0{,}84; \\ 0{,}54x_1 + 0{,}62x_2 - 0{,}32x_3 = 0{,}25. \end{cases}$$

№ 30.

$$\begin{cases} 1{,}06x_1 - 0{,}28x_2 + 0{,}84x_3 = 0{,}57; \\ 0{,}43x_1 + 0{,}62x_2 - 0{,}35x_3 = 0{,}66; \\ 0{,}37x_1 - 0{,}75x_2 - 0{,}64x_3 = -0{,}38. \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0{,}75x_1 - 0{,}84x_2 + 1{,}11x_3 = 0{,}66; \\ 1{,}12x_1 - 0{,}14x_2 + 0{,}45x_3 = 0{,}83; \\ 0{,}32x_1 + 0{,}23x_2 - 0{,}48x_3 = 0{,}14. \end{cases}$$

Лабораторная работа 12. *Метод Зейделя*

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схему алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4. Метод Зейделя оформить в виде подпрограммы.

5. Исходные данные ввести с файла, результаты вывести в файл.

6. Методом Зейделя решить с точностью $\varepsilon = 10^{-4}, \Lambda\, 10^{-4}, 10^{-6}$ систему линейных уравнений, приведя ее к виду, удобному для итераций.

Метод Зейделя. Условия сходимости процесса Зейделя.

Метод Зейделя представляет собой некоторую модификацию метода последовательных приближений.

Пусть дана линейная система

$$x_i = a_{i0} + \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j, i = 1,2,..., \text{n}. \qquad (4)$$

Предполагая, что k-е приближение корней $x_i^{(k)}$ известно, по методу Зейделя строим $(k+1)$-е приближение по следующим формулам:

$$x_i^{(k+1)} = a_{i0} + \sum_{j=1}^{i-1} a_{ij} x_j^{(k+1)} + \sum_{j=i}^{n} a_{ij} x_j^{(k)} \quad ,$$

где $x_i^{(0)} = a_{i0}$, $\mathrm{i} = 1,2,\ldots,\mathrm{n}$. Процесс Зейделя для линейной системы (4) сходится к единственному решению при любом выборе начального приближения, если какая-нибудь из норм матрицы α меньше единицы, т. е. если $\|\alpha\|_1 = \max_i \sum_{j=1}^{n} |a_{ij}| < 1$, либо $\|\alpha\|_2 = \max_j \sum_{i=1}^{n} |a_{ij}| < 1$, либо $\|\alpha\|_3 = \sqrt{\sum_{i,j} |a_{ij}|^2} < 1$.

$$x_k = a_{kn+1}^{(n)} - \sum_{j=k+1}^{n} a_{kj}^{(n-1)} x_j$$

Решение одного варианта:

$$\begin{cases} 7,6x_1 + 0,5x_2 + 2,4x_3 = 1,9; \\ 2,2x_1 + 9,1x_2 + 4,4x_3 = 9,7; \\ 1,8x_1 + 2,5x_2 + 4,6x_3 = 2,2. \end{cases}$$

Исходные данные и программа вводятся с файлов abilr322012017.php,idlr3.txt, а результаты выводятся в файл iidlr3.txt последовательно, начиная с первой строки.

Программа abilr322012017.php

```
<?php
function mzejd($au,$bu,$eps)
{
$u=array();$z=array();$w=array();
$n=count($bu)-1;
for($k=0;$k<=$n;$k++)$z[$k]=$bu[$k]/$au[$k][$k];
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
        $t=$au[$i][$i];
for($j=0;$j<=$n;$j++)
        $u[$i][$j]=$au[$i][$j]/$t;
$u[$i][$i]--;
```

```
}
$w=$z;
while ($t>=$eps)
{
$t=0;
for($k=0;$k<=$n;$k++)
{
$s=$z[$k];
for($i=0;$i<=$n;$i++) $s-=$u[$k][$i]*$w[$i];
if($t<abs($w[$k]-$s)) $t=abs($w[$k]-$s);
$w[$k]=$s;
}
}
 return $w;
}
$ff = fopen('idlr3.txt', 'r'); // Текстовый режим
$b=array();$x=array();$a=array();$d=array();
$f = fgets($ff, 999);
$b = explode(",", $f);
$n=count($b)-1;$m=$n+1;
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
$f = fgets($ff, 999);
$a[$i] = explode(",", $f);
}
echo"<br />";
echo"aaaaa<br />";
print_r($a);
echo"<br />";
echo"bbbbbb<br />";
print_r($b);
echo"<br />";
$a1=$a;
echo"a1a1a1a1<br />";
print_r($a1);
fclose($ff);
$eps=0.000000001;
$x=mzejd($a1,$b,$eps);
```

```
/*fwrite($fd, $str); // запишем строку в начало*/
/*fseek($fd, 0); // поместим указатель файла в начало*/
/*fwrite($fd, "Хрю"); // запишем в начало строку*/
/*fseek($fd, 0, SEEK_END);
// поместим указатель в конец*/
/*fwrite($fd, $str); // запишем в конце еще одну строку*/
$str="";
for($k=0;$k<=$n;$k++)
$str.="x[$k]=$x[$k],<br />";
for($k=0;$k<=$n;$k++)
{$det=$b[$k];
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{
$det-=$a[$k][$i]*$x[$i];
}
$d[$k]=$det;
$str.="d[$k]=$det,<br />";
}
$fff = fopen('iidlr3.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END); // поместим указатель в конец
$ss1 = implode(",", $x);
fwrite($fff, $ss1."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
$ss1 = implode(",", $d);
fwrite($fff, $ss1."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
fclose($fff);
echo"<br />";
echo"xxxxxx<br />";
print_r($x);
echo"<br />";
echo"ddddddddd<br />";
print_r($d);
echo"<br /> $str <br />";
?>
```

Ответ: abilr322012017.php
aaaaa

Array ([0] => Array ([0] => 7.6 [1] => 0.5 [2] => 2.4) [1] => Array ([0] => 2.2 [1] => 9.1 [2] => 4.4) [2] => Array ([0] => 1.8 [1] => 2.5 [2] => 4.6))

bbbbbb

Array ([0] => 1.9 [1] => 9.7 [2] => 2.2)

a1a1a1a1

Array ([0] => Array ([0] => 7.6 [1] => 0.5 [2] => 2.4) [1] => Array ([0] => 2.2 [1] => 9.1 [2] => 4.4) [2] => Array ([0] => 1.8 [1] => 2.5 [2] => 4.6))

xxxxxx

Array ([0] => 0.24751596510826 [1] => 1.1145646423298 [2] => -0.22433485717815)

ddddddd

Array ([0] => 1.2398837512251E-9 [1] => 3.1440892112045E-9 [2] => -2.2204460492503E-16)

x[0]=0.24751596510826,

x[1]=1.1145646423298,

x[2]=-0.22433485717815,

d[0]=1.2398837512251E-9,

d[1]=3.1440892112045E-9,

d[2]=-2.2204460492503E-16,

Файл idlr3.txt

1.9,9.7,2.2

7.6,0.5,2.4

2.2,9.1,4.4

1.8,2.5,4.6

Файл iidlr3.txt

0.24751596510826,1.1145646423298,-0.22433485717815

1.2398837512251E-9, 3.1440892112045E-9,

-2.2204460492503E-16

Задания

1. $\begin{cases} 2,7x_1 + 3,3x_2 + 1,3x_3 = 2,1; \\ 3,5x_1 - 1,7x_2 + 2,8x_3 = 1,7; \\ 4,1x_1 + 5,8x_2 - 1,7x_3 = 0,8. \end{cases}$

2. $\begin{cases} 1,7x_1 + 2,8x_2 + 1,9x_3 = 0,7; \\ 2,1x_1 + 3,4x_2 + 1,8x_3 = 1,1; \\ 4,2x_1 - 1,7x_2 + 1,3x_3 = 2,8. \end{cases}$

3. $\begin{cases} 3{,}1x_1 + 2{,}8x_2 + 1{,}9x_3 = 0{,}2; \\ 1{,}9x_1 + 3{,}1x_2 + 2{,}1x_3 = 2{,}1; \\ 7{,}5x_1 + 3{,}8x_2 + 4{,}8x_3 = 5{,}6. \end{cases}$

4. $\begin{cases} 9{,}1x_1 + 5{,}6x_2 + 7{,}8x_3 = 9{,}8; \\ 3{,}8x_1 + 5{,}1x_2 + 2{,}8x_3 = 6{,}7; \\ 4{,}1x_1 + 5{,}7x_2 + 1{,}2x_3 = 5{,}8. \end{cases}$

5. $\begin{cases} 3{,}3x_1 + 2{,}1x_2 + 2{,}8x_3 = 0{,}8; \\ 4{,}1x_1 + 3{,}7x_2 + 4{,}8x_3 = 5{,}7; \\ 2{,}7x_1 + 1{,}8x_2 + 1{,}1x_3 = 3{,}2. \end{cases}$

6. $\begin{cases} 7{,}6x_1 + 5{,}8x_2 + 1{,}7x_3 = 10{,}1; \\ 3{,}8x_1 + 4{,}1x_2 + 2{,}7x_3 = 9{,}7; \\ 2{,}9x_1 + 2{,}1x_2 + 3{,}8x_3 = 7{,}8. \end{cases}$

7. $\begin{cases} 3{,}2x_1 - 2{,}5x_2 + 3{,}7x_3 = 6{,}5; \\ 0{,}5x_1 + 0{,}34x_2 + 1{,}7x_3 = -0{,}24; \\ 1{,}6x_1 + 2{,}3x_2 - 1{,}5x_3 = 4{,}3. \end{cases}$

8. $\begin{cases} 5{,}4x_1 - 2{,}3x_2 + 3{,}4x_3 = -3{,}5; \\ 4{,}2x_1 + 1{,}7x_2 - 23x_3 = 2{,}7; \\ 3{,}4x_1 + 2{,}4x_2 + 7{,}4x_3 = 1{,}9. \end{cases}$

9. $\begin{cases} 3{,}6x_1 + 1{,}8x_2 - 4{,}7x_3 = 3{,}8; \\ 2{,}7x_1 - 1{,}6x_2 + 1{,}9x_3 = 0{,}4; \\ 1{,}5x_1 + 4{,}5x_2 + 3{,}3x_3 = -1{,}6. \end{cases}$

10. $\begin{cases} 5{,}6x_1 + 2{,}7x_2 - 1{,}7x_3 = 1{,}9; \\ 3{,}4x_1 - 3{,}6x_2 - 6{,}7x_3 = -2{,}4; \\ 0{,}8x_1 + 1{,}3x_2 - 3{,}7x_3 = 1{,}2. \end{cases}$

11. $\begin{cases} 2{,}7x_1 + 0{,}9x_2 - 1{,}5x_3 = 3{,}5; \\ 4{,}5x_1 - 2{,}8x_2 + 6{,}7x_3 = 2{,}6; \\ 5{,}1x_1 + 3{,}7x_2 - 1{,}4x_3 = -0{,}14. \end{cases}$

12. $\begin{cases} 4{,}5x_1 - 3{,}5x_2 + 7{,}4x_3 = 2{,}5; \\ 3{,}1x_1 - 0{,}6x_2 - 2{,}3x_3 = -1{,}5; \\ 0{,}8x_1 + 7{,}4x_2 - 0{,}5x_3 = 6{,}4. \end{cases}$

13. $\begin{cases} 3{,}8x_1 + 6{,}7x_2 - 1{,}2x_3 = 5{,}2; \\ 6{,}4x_1 + 1{,}3x_2 - 2{,}7x_3 = 3{,}8; \\ 2{,}4x_1 - 4{,}5x_2 + 3{,}5x_3 = -0{,}6. \end{cases}$

14. $\begin{cases} 5{,}4x_1 - 6{,}2x_2 - 0{,}5x_3 = 0{,}52; \\ 3{,}4x_1 + 2{,}3x_2 + 0{,}8x_3 = -0{,}8; \\ 2{,}4x_1 - 1{,}1x_2 + 3{,}8x_3 = 1{,}8. \end{cases}$

15. $\begin{cases} 7{,}8x_1 + 5{,}3x_2 + 4{,}8x_3 = 1{,}8; \\ 3{,}3x_1 - 1{,}1x_2 + 1{,}8x_3 = 2{,}3; \\ 4{,}5x_1 + 3{,}3x_2 + 2{,}8x_3 = 3{,}4. \end{cases}$

16. $\begin{cases} 3{,}8x_1 + 4{,}1x_2 - 2{,}3x_3 = 4{,}8; \\ -2{,}1x_1 + 3{,}9x_2 - 5{,}8x_3 = 3{,}3; \\ 1{,}8x_1 + 1{,}1x_2 - 2{,}1x_3 = 5{,}8. \end{cases}$

17. $\begin{cases} 1{,}7x - 2{,}2x_2 + 3{,}0x_3 = 1{,}8; \\ 2{,}1x_1 + 1{,}9x_2 - 2{,}3x_3 = 2{,}8; \\ 4{,}2x_1 + 3{,}9x_2 - 3{,}1x_3 = 5{,}1. \end{cases}$

18. $\begin{cases} 2{,}8x_1 + 3{,}8x_2 - 3{,}2x_3 = 4{,}5; \\ 2{,}5x_1 - 2{,}8x_2 + 3{,}3x_3 = 7{,}1; \\ 6{,}5x_1 - 7{,}1x_2 + 4{,}8x_3 = 6{,}3. \end{cases}$

19. $\begin{cases} 3{,}3x_1 + 3{,}7x_2 + 4{,}2x_3 = 5{,}8; \\ 2{,}7x_1 + 2{,}3x_2 - 2{,}9x_3 = 6{,}1; \\ 4{,}1x_1 + 4{,}8x_2 - 5{,}0x_3 = 7{,}0. \end{cases}$

20 $\begin{cases} 7{,}1x_1 + 6{,}8x_2 + 6{,}1x_3 = 7{,}0; \\ 5{,}0x_1 + 4{,}8x_2 + 5{,}3x_3 = 6{,}1; \\ 8{,}2x_1 + 7{,}8x_2 + 7{,}1x_3 = 5{,}8. \end{cases}$

21. $\begin{cases} 3{,}7x_1 + 3{,}1x_2 + 4{,}0x_3 = 5{,}0; \\ 4{,}1x_1 + 4{,}5x_2 - 4{,}8x_3 = 4{,}9; \\ -2{,}1x_1 - 3{,}7x_2 + 1{,}8x_3 = 2{,}7. \end{cases}$

22. $\begin{cases} 4{,}1x_1 + 5{,}2x_2 - 5{,}8x_3 = 7{,}0; \\ 3{,}8x_1 - 3{,}1x_2 + 4{,}0x_3 = 5{,}3; \\ 7{,}8x_1 + 5{,}3x_2 - 6{,}3x_3 = 5{,}8. \end{cases}$

23. $\begin{cases} 3{,}7x_1 - 2{,}3x_2 + 4{,}5x_3 = 2{,}4; \\ 2{,}5x_1 + 4{,}7x_2 - 7{,}8x_3 = 3{,}5; \\ 1{,}6x_1 + 5{,}8x_2 - 1{,}3x_3 = -2{,}4. \end{cases}$

24. $\begin{cases} 6{,}3x_1 + 5{,}2x_2 - 5{,}8x_3 = 1{,}5; \\ 3{,}4x_1 - 2{,}3x_2 + 3{,}4x_3 = 2{,}7; \\ 0{,}8x_1 + 1{,}4x_2 + 3{,}5x_3 = -2{,}3. \end{cases}$

25. $\begin{cases} 1{,}5x_1 + 2{,}3x_2 - 3{,}7x_3 = 4{,}5; \\ 2{,}8x_1 + 3{,}4x_2 + 5{,}8x_3 = -3{,}2; \\ 1{,}2x_1 + 7{,}3x_2 - 2{,}3x_3 = 5{,}6. \end{cases}$

26. $\begin{cases} 0{,}9x_1 + 2{,}7x_2 - 3{,}8x_3 = 2{,}4; \\ 2{,}5x_1 + 5{,}8x_2 - 0{,}5x_3 = 3{,}5; \\ 4{,}5x_1 - 2{,}1x_2 + 3{,}2x_3 = -1{,}2. \end{cases}$

27. $\begin{cases} 2{,}4x_1 + 2{,}5x_2 - 2{,}9x_3 = 4{,}5; \\ 0{,}8x_1 + 3{,}5x_2 - 1{,}4x_3 = 3{,}2; \\ 1{,}5x_1 - 2{,}3x_2 + 8{,}6x_3 = -5{,}5. \end{cases}$

28. $\begin{cases} 5{,}4x_1 - 2{,}4x_2 + 3{,}8x_3 = 5{,}5; \\ 2{,}5x_1 + 6{,}8x_2 - 1{,}1x_3 = 4{,}3; \\ 2{,}7x_1 - 0{,}6x_2 + 1{,}5x_3 = -3{,}5. \end{cases}$

29. $\begin{cases} 2{,}4x_1 + 3{,}7x_2 - 8{,}3x_3 = 2{,}3; \\ 1{,}8x_1 + 4{,}3x_2 + 1{,}2x_3 = -1{,}2; \\ 3{,}4x_1 - 2{,}3x_2 + 5{,}2x_3 = 3{,}5. \end{cases}$

30. $\begin{cases} 3{,}2x_1 - 11{,}5x_2 + 3{,}8x_3 = 2{,}8; \\ 0{,}8x_1 + 1{,}3x_2 - 6{,}4x_3 = -6{,}5; \\ 2{,}4x_1 + 7{,}2x_2 - 1{,}2x_3 = 4{,}5. \end{cases}$

Лабораторная работа 13. *Методы решения систем нелинейных уравнений*

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схему алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4. Методы итераций и Ньютона оформить в виде подпрограммы.

5. Исходные данные ввести с файла, результаты вывести в файл.

Отделение корней производить графически.

6. Используя метод итераций, решить систему нелинейных уравнений с точностью до $\varepsilon = 10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-6}$.

7. Используя метод Ньютона, решить систему нелинейных уравнений с точностью до $\varepsilon = 10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-6}$..

Приближенное решение систем уравнений. Метод Ньютона для системы двух уравнений.

Пусть дана система

$$\begin{cases} f(x, y) = 0, \\ \varphi(x, y) = 0, \end{cases} \qquad (5)$$

где f и φ – непрерывно дифференцируемые функции. Предположим, что известны n-е приближения, тогда $(n+1)$ приближения находим по формулам

$$\begin{cases} x_{n+1} = x_n + h_n, \\ y_{n+1} = y_n + k_n, \end{cases}$$

где $h_n = \frac{\Delta h_n}{\Delta n}$, $\mathrm{k_n} = \frac{\Delta k_n}{\Delta n}$,

$$\Delta h_n = \begin{vmatrix} -f(x_n, y_n) & f_y'(x_n, y_n) \\ -\varphi(x_n, y_n) & \varphi_y'(x_n, y_n) \end{vmatrix}, \Delta k_n = \begin{vmatrix} f_x'(x_n, y_n) & -f(x_n, y_n) \\ \varphi_x'(x_n, y_n) & -\varphi(x_n, y_n) \end{vmatrix},$$

$$\Delta n = \begin{vmatrix} f_x'(x_n, y_n) & f_y'(x_n, y_n) \\ \varphi_x'(x_n, y_n) & \varphi_y'(x_n, y_n) \end{vmatrix}.$$

Исходные значения x_0, y_0 определяются приближенно, из графического решения.

Метод итерации для нелинейной системы уравнений.

Перепишем систему (5) в виде $\begin{cases} x = f_1(x, y), \\ y = \varphi_1(x, y). \end{cases}$

Пусть x_0, y_0 – начальные приближения корней, полученные графически. Предположим, что известны n-е приближения, тогда $(n+1)$-е приближения находим формулами

$$x_{n+1} = f_1(x_n, y_n),$$
$$y_{n+1} = \varphi_1(x_n, y_n).$$

Считаем, что точность достигнута, если имеет место неравенство $\max(|f(x_n, \mathrm{y_n})|, |\varphi(x_n, \mathrm{y_n})|) < \varepsilon$, где $\varepsilon > 0$ – заданное число.

Решение одного варианта.

$$1)\begin{cases} \sin(x - 0{,}6) - y = 1{,}6, \\ 3x - \cos y = 0{,}9, \end{cases} \quad 2)\begin{cases} \sin(2x - y) - 1{,}2x = 0{,}4, \\ 0{,}8x^2 + 1{,}5y^2 = 1. \end{cases}$$

Исходные данные и программа вводятся с файлов abilr4123012017.php, abilr41a23012017.htm, abilr42gr23012017.php, abilr42a23012017.php. lidlr41.txt, idlr42gr.txt, idlr42.txt, а результаты выводятся в файл iidlr42.txt последовательно, начиная с первой строки.

Программа abilr4123012017.php

```
<?php
function f1($u,$v)
{
```

```
return sin($u-0.6)-$v-1.6;
}
function f2($u,$v)
{
return 3*$u-cos($v)-0.9;
}
function g1($u)
{
//return $u*$u;
return sin($u-0.6)-1.6;
}
function g2($v)
{
//return -$v*$v;
return cos($v)/3+0.3;
}
$im=imageCreateTrueColor(400,500);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<1000;$i++)
{
$x=mt_rand(0,imageSX($im));
$y=mt_rand(0,imageSY($im));
imageSetPixel($im,$x,$y,$c);
}
/*$a=-15;$b=15;$h=0.2;$mx=10;$my=200;*/
$ff = fopen('idlr41.txt', 'r'); // Текстовый режим
$abcd=array();
$f = fgets($ff, 999);
$abcd = explode(",", $f);
$a=$abcd[0];$b=$abcd[1];$cc=$abcd[2];$d=$abcd[3];
$hx=$abcd[4];$hy=$abcd[5];$mx=$abcd[6];$my=$abcd[7];
$c=imageColorAllocate($im,220,220,220);
$x0=imageSX($im)/2;$y0=imageSY($im)/2;
imageLine($im,$x0,0,$x0,2*$y0,$c);
imageLine($im,0,$y0,2*$x0,$y0,$c);
$x=$a;$x2=$x0+floor($mx*($x));$y2=$y0-
floor($my*g1($x));
while($x<=$b)
```

```
{
$x1=$x2;
$y1=$y2;
$x+=$hx;
$x2=$x0+floor($mx*($x));
$y2=$y0-floor($my*g1($x));
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
$y=$cc;$x2=$x0+floor($mx*g2($y));$y2=$y0-
floor($my*$y);
while($y<=$d)
{
$x1=$x2;
$y1=$y2;
$y+=$hy;
$x2=$x0+floor($mx*g2($y));
$y2=$y0-floor($my*$y);
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
for($i=-50;$i<=50;$i++)
{
 $x1=floor($x0+$i*10);floor($y1=$y0-
5);$x2=floor($x0+$i*10);$y2=floor($y0+5);
 imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
 $x1=$x0-5;$y1=$y0-$i*10;$x2=$x0+5;$y2=$y0-$i*10;
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
ImagePng($im);
imagePng($new_im,"lek3_12.png");
imageDestroy($im);
?>
```

Ответ: abilr4123012017.php (рис. 2).

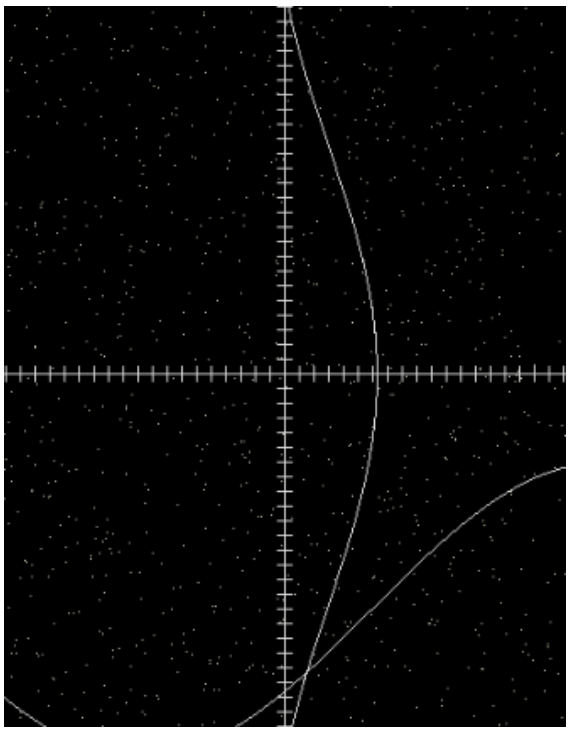


Рис. 2. Графики функции 1

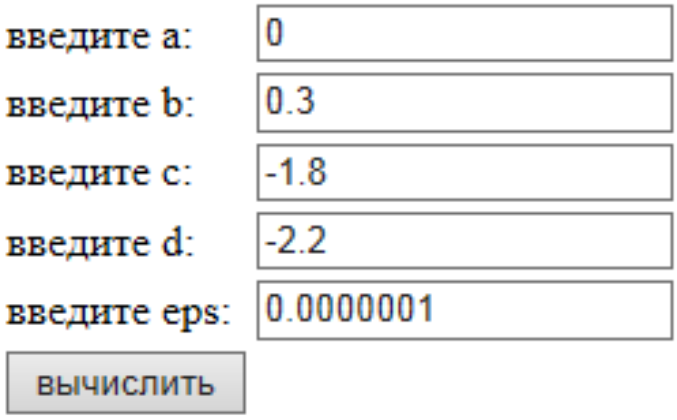
idlr41.txt
-4,4,-4,4,0.01,0.01,100,100

Программа abilr41a23012017.html

```
<html >
<head>
<title> ‘орма</title>
</head>
<body>
<form name="myform" action
="abilr41a23012017.php?id=15" method ="POST">
<table>
<tr>
<td> введите a: </td>
<td> <input type="text" name="a"      />          </td>
</tr>
<tr>
<td> введите b: </td>
<td> <input type="text" name="b"      />          </td>
</tr>
<tr>
<td> введите c: </td>
```

```
<td> <input type="text" name="c"      />          </td>
</tr>
<tr>
<td> введите d: </td>
<td> <input type="text" name="d"      />          </td>
</tr>
<tr>
<td> введите eps: </td>
<td> <input type="text" name="eps"   />          </td>
</tr>
<tr>
<td colspen="2">
<input  type="submit"  name="send"  value  ="вычислить"
/>     </td>
</tr
</table>
</form>
</body>
</html>
```

Ответ: abilr41a23012017.html



Программа abilr41a23012017.php

```
<?php
function f1($u,$v)
{
return sin($u-0.6)-$v-1.6;
}
function f2($u,$v)
{
```

```
return 3*$u-cos($v)-0.9;
}
function g1($u)
{
return sin($u-0.6)-1.6;
}
function g2($v)
{
return cos($v)/3+0.3;
}
$a=$_POST["a"];$b=$_POST["b"];$c=$_POST["c"];
$d=$_POST["d"];$eps=$_POST["eps"];
$x=($a+$b)/2; $y=($c+$d)/2;$z=1000;
While($z>=$eps)
{
$z=g1($x);
$x=g2($y);
$y=$z;
$z=abs(f1($x,$y));
if ($z<abs(f2($x,$y))) $z=abs(f2($x,$y));
}
$z1=f1($x,$y);$z2=f2($x,$y);
echo "<br />x=$x;<br />y==$y;<br />f1($x,$y)=$z1;<br
/>f2($x,$y)=$z2<br />"
?>
```

Ответ: abilr41a23012017.php

x=0.15105719056704;
y=-2.0340132775591;
f1(0.15105719056704,-2.0340132775591)
=-6.9476697062143E-8;
f2(0.15105719056704,-2.0340132775591)
=-6.6695402645145E-8

abilr42gr23012017.php

```
<?php
function fx1($u)
{
return 2*$u-asin(0.4+1.2*$u);
```

```
}
function fx11($u)
{
return 2*$u+asin(0.4+1.2*$u);
}
function fx2($u)
{
return sqrt(1-0.82*$u*$u)/1.5;
}
function f1($u,$v)
{
return sin(2*$u-$v)-1.2*$u-0.4;
}
function f2($u,$v)
{
return 0.8*$u*$u+1.5*$v*$v-1;
}
$im=imageCreateTrueColor(400,500);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<1000;$i++)
{
$x=mt_rand(0,imageSX($im));
$y=mt_rand(0,imageSY($im));
imageSetPixel($im,$x,$y,$c);
}
/*$a=-15;$b=15;$h=0.2;$mx=10;$my=200;*/
$ff = fopen('idlr42gr.txt', 'r'); // Текстовы йрежим
$abcd=array();
$f = fgets($ff, 999);
$abcd = explode(",", $f);
$a=$abcd[0];$b=$abcd[1];$cc=$abcd[2];$d=$abcd[3];
$hx=$abcd[4];$hy=$abcd[5];$mx=$abcd[6];$my=$abcd[7];
$x0=imageSX($im)/2;$y0=imageSY($im)/2;
imageLine($im,$x0,0,$x0,2*$y0,$c);
imageLine($im,0,$y0,2*$x0,$y0,$c);
$y=$cc;
while($y<=$d)
{
```

```
$y1=$y0-floor($my*($y-$hy));$y2=$y0-floor($my*($y));
$x=$a;
while($x<=$b)
{
if (f1($x,$y)*f1($x+$hx,$y+$hy)<0)
{
$x1=$x0+floor($mx*$x);$x2=$x0+floor($mx*($x+$hx));
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
if (f2($x,$y)*f2($x+$hx,$y+$hy)<0)
{
 $x1=$x0+floor($mx*$x);$x2=$x0+floor($mx*($x+$hx));
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
$x=$x+$hx;
}
$y+=$hy;
}
for($i=-50;$i<=50;$i++)
{
 $x1=floor($x0+$i*10);floor($y1=$y0-
5);$x2=floor($x0+$i*10);$y2=floor($y0+5);
 imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
 $x1=$x0-5;$y1=$y0-$i*10;$x2=$x0+5;$y2=$y0-$i*10;
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
ImagePng($im);
imagePng($new_im,"lek3_12.png");
imageDestroy($im);
?>
```

Ответ: abilr41a23012017.php.(рис. 3)

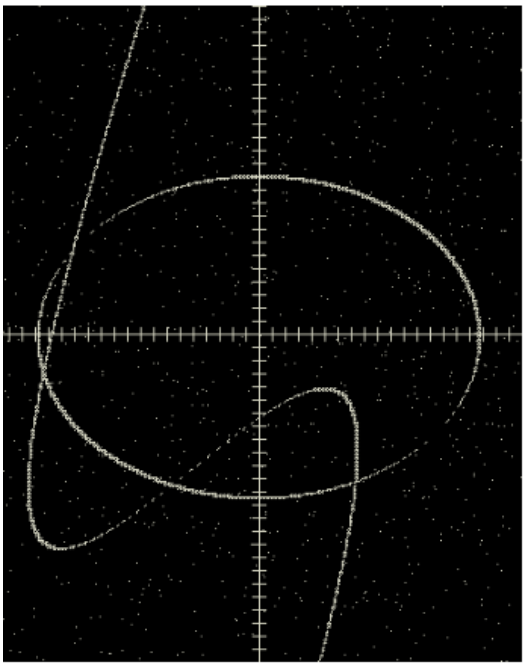


Рис. 3. Графики функции 2

idlr42gr.txt
-1.4,1.4,-2.5,2.5,0.01,0.01,150,150
4,-1,-0.1,-0.8,-0.39,-0.5,-0.5,0.3,-0.6,0.000000001
Программа abilr42a23012017.php

```
<?php
function f1($u,$v)
{
return sin(2*$u-$v)-1.2*$u-0.4;
}
function f2($u,$v)
{
return 0.8*$u*$u+1.5*$v*$v-1;
}
 function f1x($u,$v)
 {
return 2*cos(2*$u-$v)-1.2;
 }
 function f2x($u,$v)
 {
 return 1.6*$u;
 }
 function f1y($u,$v)
```

```
 {
 return -cos(2*$u-$v);
 }
 function f2y($u,$v)
 {
 return 3*$v;
 }
$ss="";
 $ff = fopen('idlr42.txt', 'r'); // Текстовый режим
$abcd=array();$xy=array();$fxy=array();
$f = fgets($ff, 999);
$f = fgets($ff, 999);
$abcd = explode(",", $f);
$k=$abcd[0];
$e=$abcd[9];
fclose($ff);
for($i=1;$i<=$k;$i++)
{
$z=10;
$x=$abcd[2*$i-1];$y=$abcd[2*$i];
While ($z>=$e)
{
$dd=f1x($x,$y)*f2y($x,$y)-f2x($x,$y)*f1y($x,$y);
$dh=f1y($x,$y)*f2($x,$y)-f2y($x,$y)*f1($x,$y);
$dk=f1($x,$y)*f2x($x,$y)-f2($x,$y)*f1x($x,$y);
$x=$x+$dh/$dd;$y=$y+$dk/$dd;
$z=abs(f1($x,$y));
if ($z<abs(f2($x,$y))) $z=abs(f2($x,$y));
}
$r1=f1($x,$y);$r2=f2($x,$y);
$ss.="<br />x[$i]=$x;y[$i]=$y;<br />
f1($x,$y)=$r1;f2($x,$y)=$r2;<br />";
$xy[2*$i-1]=$x;$xy[2*$i]=$y;
$fxy[2*$i-1]=f1($x,$y);$fxy[2*$i]=f2($x,$y);
}
echo"<br />";
print_r($xy);
echo"<br />";
```

```
print_r($fxy);
echo"<br />";
$fff = fopen('iidlr42.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END); // поместим указатель в конец
$ss1 = implode(",", $xy);
fwrite($fff, $ss1."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
$ss1 = implode(",", $fxy);
fwrite($fff, $ss1."\r\n"); // запишем в конце еще одну строку
fclose($fff);
echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr42a23012017.php

x[1]=-1.0905939210938;y[1]=-0.17978490744856;
f1(-1.0905939210938,-0.17978490744856)
=5.8508753397746E-14;
f2(-1.0905939210938,-0.17978490744856)
=7.7982065249671E-13;
x[2]=-0.94158156251895;y[2]=0.44025699229699;
f1(-0.94158156251895,0.44025699229699)
=5.4400928206633E-15;
f2(-0.94158156251895,0.44025699229699)
=8.7041485130612E-14;
x[3]=-0.43905728052058;y[3]=-0.75090299575156;
f1(-0.43905728052058,-
0.75090299575156)=1.8324231021438E-13;
f2(-.43905728052058,-0.75090299575156)
=5.491163079796E-12;
x[4]=0.49123795053369;y[4]=-0.73346130131155;
f1(0.49123795053369,-0.73346130131155)
=-4.2229442165365E-11;
f2(0.49123795053369,-0.73346130131155)
=1.8085755115749E-11;
{
-3 3 -4 4 0.01 0.01 0.00001
4 -1 -0.1 -0.8 -0.39 -0.5 -0.5 0.3 -0.6
idlr42.txt
1.1,1.1,0.001,100,100
4,-1,-0.1,-0.8,-0.39,-0.5,-0.5,0.3,-0.6,0.000000001

iidlr42.txt
-1.0905939210938,-0.17978490744856,
-0.94158156251895,0.44025699229699,
-0.43905728052058,-0.75090299575156,
0.49123795053369,-0.73346130131155
5.8508753397746E-14,7.7982065249671E-13,
5.4400928206633E-15,8.7041485130612E-14,
1.8324231021438E-13,5.491163079796E-12,
-4.2229442165365E-11,1.8085755115749E-11

Задания

1.1 $\begin{cases} \sin(x+1) - y = 1{,}2; \\ 2x + \cos y = 2. \end{cases}$

1.2 $\begin{cases} tg(xy + 0{,}4) = x^2; \\ 0{,}6x^2 + 2y^2 = 1,\ \mathrm{x} > 0,\ \mathrm{y} > 0. \end{cases}$

2.1 $\begin{cases} \cos(x-1) + y = 0{,}5; \\ x - \cos y = 3. \end{cases}$

2.2 $\begin{cases} \sin(x+y) - 1{,}6x = 0; \\ x^2 + y^2 = 1,\ \mathrm{x} > 0,\ \mathrm{y} > 0. \end{cases}$

3.1 $\begin{cases} \sin x + 2y = 2; \\ \cos(y-1) + x = 0{,}7. \end{cases}$

3.2 $\begin{cases} tg(xy + 0{,}1) = x^2; \\ x^2 + 2y^2 = 1. \end{cases}$

4.1 $\begin{cases} \cos x + y = 1{,}5; \\ 2x - \sin(y - 0{,}5) = 1. \end{cases}$

4.2 $\begin{cases} \sin(x+y) - 1{,}2x = 0{,}2; \\ x^2 + y^2 = 1. \end{cases}$

5.1 $\begin{cases} \sin(x + 0{,}5) - y = 1 \\ \cos(y-2) + x = 0. \end{cases}$

5.2 $\begin{cases} tg(xy + 0{,}3) = x^2; \\ 0{,}9x^2 + 2y^2 = 1. \end{cases}$

6.1 $\begin{cases} \cos(x + 0{,}5) + y = 0{,}8; \\ \sin y - 2x = 1{,}6. \end{cases}$

6.2 $\begin{cases} \sin(x+y) - 1{,}3x = 0; \\ x^2 + y^2 = 1. \end{cases}$

7.1 $\begin{cases} \sin(x-1) = 1{,}3 - y; \\ x - \sin(y-1) = 0{,}8. \end{cases}$

7.2 $\begin{cases} tgxy = x^2; \\ 0{,}8x^2 + 2y^2 = 1. \end{cases}$

8.1 $\begin{cases} 2y - \cos(x+1) = 0; \\ x + \sin y = -0{,}4. \end{cases}$

8.2 $\begin{cases} \sin(x+y) - 1{,}5x = 0{,}1; \\ x^2 + y^2 = 1. \end{cases}$

9.1 $\begin{cases} \cos(x + 0{,}5) - y = 2; \\ \sin y - 2x = 1. \end{cases}$

9.2 $\begin{cases} tgxy = x^2; \\ 0{,}7x^2 + 2y^2 = 1. \end{cases}$

10.1 $\begin{cases} \sin(x+2) - y = 1{,}5; \\ x + \cos(y-2) = 0{,}5. \end{cases}$

10.2 $\begin{cases} \sin(x+y) - 1{,}2x = 0{,}1; \\ x^2 + y^2 = 1. \end{cases}$

11.1 $\begin{cases} tg(xy + 0{,}1) = x^2; \\ 0{,}9x^2 + 2y^2 = 1. \end{cases}$

11.2 $\begin{cases} tg(xy + 0{,}2) = x^2; \\ 0{,}6x^2 + 2y^2 = 1. \end{cases}$

12.1 $\begin{cases} \cos(y-1)+x=0{,}5; \\ y-\cos x=3. \end{cases}$

12.2 $\begin{cases} \sin(x+y)=1{,}5x-0{,}1; \\ x^2+y^2=1. \end{cases}$

13.1 $\begin{cases} \sin y+2x=2; \\ \cos(x-1)+y=0{,}7. \end{cases}$

13.2 $\begin{cases} tg(xy+0{,}4)=x^2; \\ 0{,}8x^2+2y^2=1. \end{cases}$

14.1 $\begin{cases} \cos y+x=1{,}5; \\ 2y-\sin(x-0{,}5)=1. \end{cases}$

14.2 $\begin{cases} \sin(x+y)=1{,}2x-0{,}1; \\ x^2+y^2=1. \end{cases}$

15.1 $\begin{cases} \sin(y+0{,}5)-x=1; \\ \cos(x-2)+y=0. \end{cases}$

15.2 $\begin{cases} tg(xy+0{,}1)=x^2; \\ 0{,}9x^2+2y^2=1. \end{cases}$

16.1 $\begin{cases} \cos(y+0{,}5)+x=0{,}8; \\ \sin x-2y=1{,}6. \end{cases}$

16.2 $\begin{cases} \sin(x+y)-1{,}4x=0; \\ x^2+y^2=1. \end{cases}$

17.1 $\begin{cases} \sin(y-1)+x=1{,}3; \\ y-\sin(x+1)=0{,}8. \end{cases}$

17.2 $\begin{cases} tg(xy+0{,}1)=x^2; \\ 0{,}5x^2+2y^2=1. \end{cases}$

18.1 $\begin{cases} 2x-\cos(y+1)=0; \\ y+\sin x=-0{,}4. \end{cases}$

18.2 $\begin{cases} \sin(x+y)=1{,}1x-0{,}1; \\ x^2+y^2=1. \end{cases}$

19.1 $\begin{cases} \cos(y+0{,}5)-x=2; \\ \sin x-2y=1. \end{cases}$

19.2 $\begin{cases} tg(x-y)-xy=0; \\ x^2+2y^2=1. \end{cases}$

20.1 $\begin{cases} \sin(y+2)-x=1{,}5; \\ y+\cos(x-2)=0{,}5. \end{cases}$

20.2 $\begin{cases} \sin(x-y)-xy=-1; \\ x^2-y^2=\dfrac{3}{4} \end{cases}$

21.1 $\begin{cases} \sin(x+1)-y=1; \\ 2x+\cos y=2. \end{cases}$

21.2 $\begin{cases} tg(xy+0{,}2)=x^2; \\ x^2+2y^2=1. \end{cases}$

22.1 $\begin{cases} \cos(x-1)+y=0{,}8; \\ x-\cos y=2. \end{cases}$

22.2 $\begin{cases} \sin(x+y)-1{,}5x=0; \\ x^2+y^2=1. \end{cases}$

23.1 $\begin{cases} \sin x+2y=1{,}6; \\ \cos(y-1)+x=2. \end{cases}$

23.2 $\begin{cases} tgxy=x^2; \\ 0{,}5x^2+2y^2=1. \end{cases}$

24.1 $\begin{cases} \cos x+y=1{,}2; \\ 2x-\sin(y-0{,}5)=2. \end{cases}$

24.2 $\begin{cases} \sin(x+y)=1{,}2x-0{,}2; \\ x^2+y^2=1. \end{cases}$

25.1 $\begin{cases} \sin(x+0{,}5)-y=1{,}2; \\ \cos(y-2)+x=0. \end{cases}$

25.2 $\begin{cases} tg(xy+0{,}1)=x^2; \\ 0{,}7x^2+2y^2=1. \end{cases}$

26.1 $\begin{cases} \cos(x+0{,}5)+y=1; \\ \sin y-2x=2. \end{cases}$

26.2 $\begin{cases} \sin(x+y)-1{,}5x=0{,}2; \\ x^2+y^2=1. \end{cases}$

27.1 $\begin{cases} \sin(x-1)+y=1{,}5; \\ x-\sin(y+1)=1. \end{cases}$

27.2 $\begin{cases} tgxy=x^2; \\ 0{,}6x^2+2y^2=1. \end{cases}$

28.1 $\begin{cases} \sin(y+1) - x = 1; \\ 2y + \cos x = 2. \end{cases}$

28.2 $\begin{cases} \sin(x+y) - 1{,}2x = 0; \\ x^2 + y^2 = 1. \end{cases}$

29.1 $\begin{cases} \cos(y-1) + x = 0{,}8; \\ y - \cos x = 2. \end{cases}$

29.2 $\begin{cases} tg(xy + 0{,}3) = x^2; \\ 0{,}5x^2 + 2y^2 = 1. \end{cases}$

30.1 $\begin{cases} \cos(x-1) + y = 1; \\ \sin y + 2x = 1{,}6. \end{cases}$

30.2 $\begin{cases} \sin(x+y) - 1{,}1x = 0{,}1; \\ x^2 + y^2 = 1. \end{cases}$

Лабораторная работа 14. *Комбинированный метод хорд и касательных*

Задания к работе

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схему алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4. Метод хорд и касательных оформить в виде подпрограммы.

5. Исходные данные ввести с файла, результаты вывести в файл.

6. Комбинированным методом хорд и касательных решить уравнение третьей степени. Отделить корни уравнения графически. Вычислить корни с точностью до x_0, $\varepsilon = 10^{-4}, 10^{-4}, 10^{-6}$.

Комбинированный метод хорд и касательных.

Пусть дано уравнение $f(x) = 0$, корень c отделен и находится на отрезке $[a,b]$. Отрезок $[a,b]$ определить графически.

Определим начальное приближение

$$a_0 = \begin{cases} a, \text{если } f(a)\ f''(a) < 0, \\ b, \text{если } f(a)\ \ f''(a) > 0, \end{cases}$$

$$b_0 = \begin{cases} a, \text{ если } f(a)\ f''(a) < 0, \\ b, \text{если } f(a)\ \ f''(a) > 0. \end{cases}$$

Предположим, что известны *n*-ые приближения a_n и b_n Тогда (*n* + 1)-е приближения находим по формулам

$$a_{n+1} = a_n - \frac{f(a_n)(b_n - a_n)}{f(b_n) - f(a_n)},$$

$$b_{n+1} = b_n - \frac{f(b_n)}{f'(b_n)},$$

Если $f'(x)f''(x) > 0 (f(a)f''(a) < 0)$, то корень находится на интервале $[a_{n+1}, b_{n+1}]$, если же $f'(x)f''(x) < 0$ ($f^{©}(a)f^{©©}(a) > 0$), то корень находится на интервале [b_{n+1}, a_{n+1}]. Точность достигнута, если $\max(|f(a_n)|, |f(b_n)|) < \varepsilon$, $\varepsilon > 0$ – заданное число.

Решение одного варианта: $x^3 - 3x^2 + 3.5 = 0$

Исходные данные и программа вводятся с файлов abilr5gr24012017.php,abilr524012017.php,lidlr5.txt, а результаты выводятся в файл iidlr5.txt последовательно, начиная с первой строки.

abilr5gr24012017.php

```
<?php
function fx($u)
{
return $u*$u*$u-3*$u*$u+3.5;
}
$im=imageCreateTrueColor(400,500);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<1000;$i++)
{
	$x=mt_rand(0,imageSX($im));
	$y=mt_rand(0,imageSY($im));
	imageSetPixel($im,$x,$y,$c);
}

$ff = fopen('idlr5.txt', 'r'); // Текстовый режим
$abcd=array();
$f = fgets($ff, 999);
$abcd = explode(",", $f);
$a=$abcd[0];$b=$abcd[1];
```

```
$hx=$abcd[2];$mx=$abcd[4];$my=$abcd[5];
$x0=imageSX($im)/2;$y0=imageSY($im)/2;
imageLine($im,$x0,0,$x0,2*$y0,$c);
imageLine($im,0,$y0,2*$x0,$y0,$c);
$x=$a;
while($x<=$b)
{
$y1=$y0-floor($my*fx($x));$y2=$y0-
floor($my*fx($x+$hx));
$x1=$x0+floor($mx*$x);$x2=$x0+floor($mx*($x+$hx));
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
$x=$x+$hx;
}
for($i=-50;$i<=50;$i++)
{
 $x1=floor($x0+$i*10);floor($y1=$y0-
5);$x2=floor($x0+$i*10);$y2=floor($y0+5);
 imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
 $x1=$x0-5;$y1=$y0-$i*10;$x2=$x0+5;$y2=$y0-$i*10;
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
ImagePng($im);
imagePng($new_im,"lek3_12.png");
imageDestroy($im);
?>
```

abilr5gr24012017.php

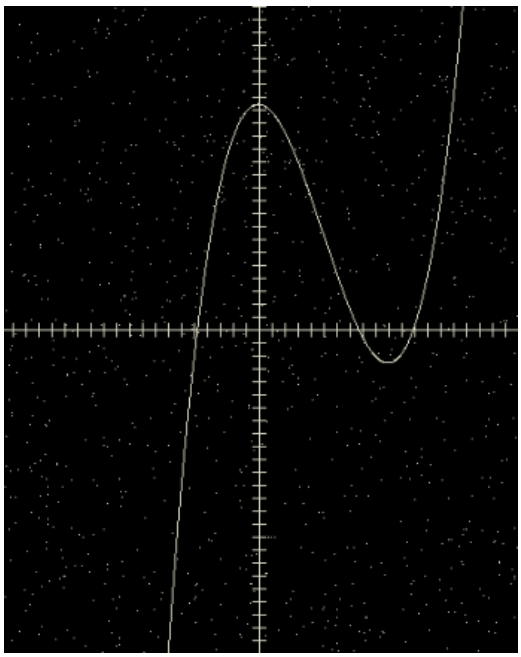


Рис. 4. Графики функции $x^3 - 3x^2 + 3.5$

idlr5.txt
-10,10,0.01,0.0000001,50,50
Программа abilr524012017.php

```
<?php
function fx($u)
{
return $u*$u*$u-3*$u*$u+3.5;
}
function fx1($u)
{
return 3*$u*$u-6*$u;end;
}
function fx2($u)
{
return 6*$u-6;
}
 function cx($c,$d,$e1)
 {
 if(fx($c)*fx2($c)>0)
 {$an=$d;$bn=$c;}
 else
 {$an=$c;$bn=$d;}
$u=10;
```

```
 while($u>=$e1)
{
 $bn=$bn-fx($bn)/fx1($bn);
 $an=$an-fx($an)*($bn-$an)/(fx($bn)-fx($an));
 $u=abs(fx($an));
 if ($u<abs(fx($bn))) $u=abs(fx($bn));
}
 return ($an+$bn)/2;
 }
$ss="";
 $ff = fopen('idlr5.txt', 'r'); // Текстовый режим
$abcd=array();$xx=array();$fx=array();
$f = fgets($ff, 999);
$abcd = explode(",", $f);
$a=$abcd[0];$b=$abcd[1];$hx=$abcd[2];$eps=$abcd[3];
$mx=$abcd[4];$my=$abcd[5];
fclose($ff);
echo "<br />";
print_r($abcd);

$k=0;$ak=array();$bk=array();
$x=$a;
while($x<=$b)
{
if(fx($x)*fx($x-$hx)<0)
{$k++;$ak[$k]=$x-$hx;$bk[$k]=$x;}
$x+=$hx;
}
echo "<br />";
print_r($ak);
echo "<br />";
print_r($bk);
for($i=1;$i<=$k;$i++)
{
$rr=cx($ak[$i],$bk[$i],$eps); $frr=fx($rr);
$ss.="<br />x[$i]=$rr;f($rr)=$frr<br />";
$xx[$i]=$rr;$fx[$i]=$frr;
}
```

```
$fff = fopen('iidlr5.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END);
 // поместим указатель в конец
$ss1 = implode(",", $xx);
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
$ss1 = implode(",", $fx);
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
fclose($fff);
echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr524012017.php

Array ([0] => -10 [1] => 10 [2] => 0.01 [3] => 0.0000001 [4] => 50 [5] => 50)

Array ([1] => -0.95000000000017 [2] => 1.5499999999998 [3] => 2.3799999999998)

Array ([1] => -0.94000000000017 [2] => 1.5599999999998 [3] => 2.3899999999998)

x[1]=-0.9422418515824;

f(-0.9422418515824)=-5.0960435871161E-9

x[2]=1.5578746973541;

f(1.5578746973541)=2.0196493366598E-9

x[3]=2.3843671543243;

f(2.3843671543243)=4.6358863414753E-9

iidlr5.txt

-0.9422418515824,1.5578746973541,2.3843671543243

-5.0960435871161E-9,2.0196493366598E-9,

4.6358863414753E-9

Задания

1. $2x^3 - 3x^2 - 12x - 5 = 0$
2. $2x^3 - 3x^2 - 24x - 3 = 0$
3. $x^3 - 3x^2 + 3 = 0$
4. $x^3 - 12x + 6 = 0$
5. $x^3 + 3x^2 - 24x - 10 = 0$
6. $2x^3 - 3x^2 - 12x + 10 = 0$
7. $2x^3 + 9x^2 - 21 = 0$
8. $x^3 - 3x^2 + 2{,}5 = 0$
9. $x^3 + 3x^2 - 2 = 0$
10. $x^3 + 3x^2 - 3{,}5 = 0$
11. $x^3 + 3x^2 - 24x + 10 = 0$
12. $x^3 - 3x^2 - 24x - 8 = 0$

13. $2x^3 + 9x^2 - 10 = 0$
14. $x^3 - 12x + 10 = 0$
15. $x^3 + 3x^2 - 3 = 0$
16. $2x^3 - 3x^2 - 12x + 1 = 0$
17. $x^3 - 3x^2 - 24x = 0$
18. $x^3 - 4x^2 + 2 = 0$
19. $x^3 - 12x - 5 = 0$
20. $x^3 + 3x^2 - 24x + 1 = 0$
21. $2x^3 - 3x^2 - 12x + 12 = 0$
22. $2x^3 + 9x^2 - 6 = 0$
23. $x^3 - 3x^2 + 1{,}5 = 0$
24. $x^3 - 3x^2 - 24x + 10 = 0$
25. $x^3 + 3x^2 - 24x - 3 = 0$
26. $x^3 - 12x^2 - 10 = 0$
27. $2x^3 + 9x^2 - 4 = 0$
28. $2x^3 - 3x^2 - 12x + 8 = 0$
29. $x^3 + 3x^2 - 1 = 0$
30. $x^3 - 3x^2 + 3{,}5 = 0$

Лабораторная работа 15. *Интерполирование и экстраполирование функции*

Задания к работе

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схему алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4. Найти приближенное значение функции при данном значении аргумента с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа, если функция задана:

1) в неравноотстоящих узлах таблицы;

2) в равноотстоящих узлах таблицы.

5. Исходные данные ввести с файла, результаты вывести в файл.

Интерполяционный многочлен Лагранжа имеет вид

$$L_n(x) = \sum_{i+0}^{n} y_i \frac{(x - x_0)\ldots(x - x_{i-1})(x - x_{i+1})\ldots(x - x_n)}{(x_i - x_0)\ldots(x_i - x_{i-1})(x_i - x_{i+1})\ldots(x_i - x_n)}$$

1) Вычисления производим по формуле

$f(x) \approx \Pi_{n+1}(x) \sum_{i=0}^{n} \frac{y_i}{D_i}$, где

$$\Pi_{n+1}(x) = (x - x_0)(x - x_1)\dots(x - x_n),$$

$$D_i = (x_i - x_0)\dots(x_i - x_{i-1})(x - x_i)(x_i - x_{i+1})\dots(x_i - x_n),$$

если функция в неравноотстоящих узлах.

2) Вычисления производим по формуле

$f(x) \approx \Pi_{n+1}(t)\sum_{i=0}^{n} \frac{y_i}{(t-i)c_i}$, где

$$\Pi_{n+1}(n) = t(t-1)\dots(t-n);\ \ \mathrm{t} = \frac{\mathrm{x} - \mathrm{x}_0}{\mathrm{h}};\ \mathrm{h} = \mathrm{x}_{i+1} - x_i;\ \mathrm{c}_i = (-1)^{n-i} i!(n-i)!,$$

если функция задана в равноотстоящих узлах.

Решение одного варианта:

1) неравноотстоящие узлы 2) равноотстоящие узлы

x_i	y_i	x	x_i	y_i	x
0,43	1,63597	0,702	1,375	5,04192	1,3832
0,48	1,73234	0,512	1,380	5,17744	1,3926
0,55	1,87686	0,645	1,385	5,32016	1,3862
0,62	203345	0,736	1,390	5,47069	1,3934
0,70	2.22846	0,608	1,395	5,62968	1,3866
0,75	2,35975		1,400	5,79788	

Исходные данные и программа вводятся с файлов abilr6124012017.php, abilr622512017.php. idlr61.txt, idlr62.txt a результаты выводятся в файлы iidlr61.txt, iidlr62.txt, соответственно последовательно, начиная с первой строки.

abilr61gr24012017.php

```
<?php
function f($t,$u,$v)
{$n=count($u)-1;
 $s=0;
 for ($i=0;$i<=$n;$i++)
 {
$r=1;
 for ($j=0;$j<=$n;$j++)
 if($i<>$j) $r*=($t-$u[$j])/($u[$i]-$u[$j]);
 $s+=$r*$v[$i];
 }
 return $s;
}
```

```
$im=imageCreateTrueColor(400,500);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<1000;$i++)
{
$x=mt_rand(0,imageSX($im));
$y=mt_rand(0,imageSY($im));
imageSetPixel($im,$x,$y,$c);
}
$ss="";$xk=array();$yk=array();$xx=array();$yy=array();
$ff = fopen('idlr61.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$xk = explode(",", $f);
$f = fgets($ff, 999);
$yk = explode(",", $f);
$f = fgets($ff, 999);
$xx = explode(",", $f);
fclose($ff);
$n=count($xk)-1;$m=$n-1;
for ($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$t=$xx[$i];
$yy[$i]=f($xx[$i],$xk,$yk);
}
$mx=$xx[$m+1];$my=$xx[$m+2];
$x0=imageSX($im)/2;$y0=imageSY($im)/2;
imageLine($im,$x0,0,$x0,2*$y0,$c);
imageLine($im,0,$y0,2*$x0,$y0,$c);
for ($i=0;$i<=$n-1;$i++)
{$x1=$x0+floor($mx*$xk[$i]);$x2=$x0+floor($mx*($xk[$i+1]));
$y1=$y0-floor($my*$yk[$i]);$y2=$y0-floor($my*$yk[$i+1]);
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
$c=imageColorAllocate($im,255,220,100);
for ($i=0;$i<=$n-2;$i++)
{
$x1=$x0+floor($mx*$xx[$i]);$x2=$x0+floor($mx*($xx[$i+1]));
$y1=$y0-floor($my*$yy[$i]);$y2=$y0-
floor($my*$yy[$i+1]);
```

```
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
for($i=-50;$i<=50;$i++)
{
 $x1=floor($x0+$i*10);floor($y1=$y0-
5);$x2=floor($x0+$i*10);$y2=floor($y0+5);
 imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
 $x1=$x0-5;$y1=$y0-$i*10;$x2=$x0+5;$y2=$y0-$i*10;
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
ImagePng($im);
imagePng($new_im,"lek3_12.png;
imageDestroy($im);
?>
```

abilr6124012017.php

```
<?php
function f($t,$u,$v)
{$n=count($u)-1;
 $s=0;
 for ($i=0;$i<=$n;$i++)
 {
$r=1;
 for ($j=0;$j<=$n;$j++)
 if($i<>$j) $r*=($t-$u[$j])/($u[$i]-$u[$j]);
 $s+=$r*$v[$i];
 }
 return $s;
}
$ss="";$xk=array();$yk=array();$xx=array();$fxy=array();
$ff = fopen('idlr61.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$xk = explode(",", $f);
$f = fgets($ff, 999);
$yk = explode(",", $f);
$f = fgets($ff, 999);
$xx = explode(",", $f);
fclose($ff);
echo "<br />";
```

```
print_r($xk);
echo "<br />";
print_r($yk);
echo "<br />";
print_r($xx);
$n=count($xk)-1;$m=$n-1;
$ss="";
for ($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$t=$xx[$i];
$rf=f($xx[$i],$xk,$yk);
$ss.="<br />f($t)=$rf;<br />";
$fxy[$i]=$rf;
}
$fff = fopen('iidlr61.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END);
// поместим указатель в конец
$ss1 = implode(",", $xx);
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
$ss1 = implode(",", $fxy);
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
fclose($fff);
echo $ss;
?>
```

idlr61.txt

0.43,0.48,0.55,0.62,0.70,0.75

1.63597,1.73234,1.87686,2.03345,2.22846,2.35973

0.702,0.512,0.645,0.736,0.608,150,50

Ответ: abilr6124012017.php

Array ([0] => 0.43 [1] => 0.48 [2] => 0.55 [3] => 0.62 [4] => 0.70 [5] => 0.75)

Array ([0] => 1.63597 [1] => 1.73234 [2] => 1.87686 [3] => 2.03345 [4] => 2.22846 [5] => 2.35973)

Array ([0] => 0.702 [1] => 0.512 [2] => 0.645 [3] => 0.736 [4] => 0.608 [5] => 150 [6] => 50)

f(0.702)=2.2335675728857;

f(0.512)=1.7969695304244;
f(0.645)=2.0924854408434;
f(0.736)=2.3222117744257;
f(0.608)=2.0057070199987;
iidlr61.txt
0.702,0.512,0.645,0.736,0.608,150,50
2.2335675728857,1.7969695304244,2.0924854408434,
2.3222117744257,2.0057070199987
Программа abilr62gr25012017.php

```
?php
function f($t,$u,$v)
{$n=count($u)-1;
 $s=0;
 for ($i=0;$i<=$n;$i++)
 {
                $r=1;
 for ($j=0;$j<=$n;$j++)
 if($i<>$j) $r*=($t-$u[$j])/($u[$i]-$u[$j]);
 $s+=$r*$v[$i];
 }
        return $s;
}

$im=imageCreateTrueColor(400,500);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<1000;$i++)
{
        $x=mt_rand(0,imageSX($im));
        $y=mt_rand(0,imageSY($im));
        imageSetPixel($im,$x,$y,$c);
}
$ss="";$xk=array();$yk=array();$xx=array();$yy=array();
$ff = fopen('idlr62.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$xk = explode(",", $f);
$f = fgets($ff, 999);
$yk = explode(",", $f);
$f = fgets($ff, 999);
```

```
$xx = explode(",", $f);
fclose($ff);
$n=count($yk)-1;$m=$n-1;
for ($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$t=$xx[$i];
$yy[$i]=f($t,$xk[0],$xk[1],$yk);
}
$h=$xk[1];
for ($i=1;$i<=$n;$i++)
{
$xk[$i]=$xk[$i-1]+$h;
}
$mx=$xx[$m+1];$my=$xx[$m+2];
$x0=imageSX($im)/2;$y0=imageSY($im)/2;
imageLine($im,$x0,0,$x0,2*$y0,$c);
imageLine($im,0,$y0,2*$x0,$y0,$c);
for ($i=0;$i<=$n-1;$i++)
{$x1=$x0+floor($mx*$xk[$i]);
$x2=$x0+floor($mx*($xk[$i+1]));
$y1=$y0-floor($my*$yk[$i]);
$y2=$y0-floor($my*$yk[$i+1]);
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
$c=imageColorAllocate($im,255,220,100);
for ($i=0;$i<=$n-2;$i++)
{
$x1=$x0+floor($mx*$xx[$i]);
$x2=$x0+floor($mx*($xx[$i+1]));
$y1=$y0-floor($my*$yy[$i]);
$y2=$y0-floor($my*$yy[$i+1]);
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
for($i=-50;$i<=50;$i++)
{
 $x1=floor($x0+$i*10);
floor($y1=$y0-5);$x2=floor($x0+$i*10);$y2=floor($y0+5);
 imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
```

```
 $x1=$x0-5;$y1=$y0-$i*10;$x2=$x0+5;$y2=$y0-$i*10;
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
ImagePng($im);
imagePng($new_im,"lek3_12.png");
imageDestroy($im);
?>
```

abilr622512017.php

```
<?php
function f($x,$u,$h1,$v)
{
        $n=count($v)-1;
        $t=($x-$u)/$h1;$p=$t;$c=1;
 for ($i=1;$i<=$n;$i++) $c*=$i;
 if ($n%2==1) $c=-$c;
 $s=$v[0]/($t*$c);
 for ($i=1;$i<=$n;$i++)
{
 $p*=($t-$i);$c=-$c*$i/($n-$i+1);
 $s+=$v[$i]/(($t-$i)*$c);
}
         return $s*$p;
}
$ss="";$xk=array();$yk=array();$xx=array();$fxy=array();
$ff = fopen('idlr62.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$xk = explode(",", $f);
$f = fgets($ff, 999);
$yk = explode(",", $f);
$f = fgets($ff, 999);
$xx = explode(",", $f);
fclose($ff);
echo "<br />";
print_r($xk);
echo "<br />";
print_r($yk);
echo "<br />";
print_r($xx);
```

```
$n=count($yk)-1;$m=$n-1;
$ss="";
for ($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$t=$xx[$i];
$rf=f($t,$xk[0],$xk[1],$yk);
$ss.="<br />f($t)=$rf;<br />";
$fxy[$i]=$rf;
}
$fff = fopen('iidlr62.txt', 'w'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END);
// поместим указатель в конец
$ss1 = implode(",", $xx);
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
$ss1 = implode(",", $fxy);
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
fclose($fff);
echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr622512017.php

Array ([0] => 1.375 [1] => 0.005)

Array ([0] => 5.04192 [1] => 5.17744 [2] => 5.32016 [3] => 5.47069 [4] => 5.62968 [5] => 5.79788)

Array ([0] => 1.3832 [1] => 1.3926 [2] => 1.3862 [3] => 1.3934 [4] => 1.3866 [5] => 100 [6] => 30)

f(1.3832)=5.2679131947303;

f(1.3926)=5.5522646150742;

f(1.3862)=5.3555515348877;

f(1.3934)=5.5778397132407;

f(1.3866)=5.3674501192073

idlr62.txt

1.375,0.005

5.04192,5.17744,5.32016,5.47069,5.62968,5.79788

1.3832,1.3926,1.3862,1.3934,1.3866,100,30

iidlr62.txt

1.3832,1.3926,1.3862,1.3934,1.3866,100,30

5.2679131947303,5.5522646150742,5.3555515348877,
5.5778397132407,5.3674501192073

Таблица № 1

x	y	№ варианта	x
0,43	1,63597	1	0,702
0,48	1,73234	7	0,512
0,55	1,87686	13	0,645
0,62	2,03345	19	0,736
0,70	2,22846	25	0,608
0,75	2,35973		

Таблица № 2

x	y	№ варианта	x
0,02	1,02316	2	0,102
0,08	1,09590	8	0,114
0,12	1,14725	14	0,125
0,17	1,21483	20	0,203
0,23	1,30120	26	0,154
0,30	1,40976		

Таблица № 3

x	y	№ варианта	x
0,35	2,73951	3	0,526
0,41	2,30080	9	0,453
0,47	1,96864	15	0,482
0,51	1,78776	21	0,552
0,56	1,559502	27	0,436
0,64	1,34310		

Таблица № 4

x	y	№ варианта	x
0,41	2,57418	4	0,616
0,46	2,32513	10	0,478
0,52	2,09336	16	0,665
0,60	1,86203	22	0,537
0,65	1,74926	28	0,673
0,72	1,62098		

Таблица № 5

x	y	№ варианта	x
0,68	0,80866	5	0,896
0,73	0,89492	11	0,812
0,80	1,02964	17	0,774

0,88	1,20966	23	0,955
0,93	1,34087	29	0,715
0,99	1,52368		

Таблица № 6

x	y	№ варианта	x
0,11	9,07418	6	0,314
0,15	6,62513	12	0,235
0,21	4,69336	18	0,332
0,29	3,36203	24	0,275
0,35	2,74926	30	0,186
0,40	2,36098		

Варианты к заданию 2

Таблица № 1

x	y	№ варианта	x
1,375	5,04192	1	1,3832
1,380	5,17744	7	1,3926
1,385	5,32016	13	1,3862
1,390	5,47069	19	1,3934
1,395	5,62968	25	1,3866
1,400	5,79788		

Таблица № 2

x	y	№ варианта	x
0,115	8,65729	2	0,1264
0,120	8,29329	8	0,1315
0,125	7,95829	14	0,1232
0,130	7,64893	20	0,1334
0,135	7,36235	26	0,1285
0,140	7,09613		

Таблица № 3

x	y	№ варианта	x
0,150	6,61659	3	0,1521
0,155	6,39989	9	0,1611
0,160	6,19658	15	0,1662
0,165	6,00551	21	0,1542
0,170	5,82558	27	0,1625
0,175	5,65583		

Таблица № 4

x	y	№ варианта	x
0,180	5,61543	4	0,1838
0,185	5,46693	10	0,1875
0,190	5,32634	16	0,1944
0,195	5,19304	22	0,1976
0,200	5,06649	28	0,2038
0,205	4,94619		

Таблица № 5

x	y	№ варианта	x
0,210	4,83170	5	0,2121
0,215	4,72261	11	0,2165
0,220	4,61855	17	0,2232
0,225	4,51919	23	0,2263
0,230	4,42422	29	0,2244
0,235	4,33337		

Таблица № 6

x	y	№ варианта	x
1,415	0,888551	6	1,4179
1,420	0,889599	12	1,4258
1,425	0,890637	18	1,4396
1,430	0,891667	24	1,4236
1,435	0,892687	30	1,4315
1,440	0,893698		

Лабораторная работа 16. *Численное интегрирование*

Задания к работе

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схему алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4.1) Вычислить интеграл по формуле трапеций с точностью до $\varepsilon = 10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}$.

2) Вычислить интеграл по формуле Симпсона при n = 10; 20. Оценить погрешность результата, составив таблицу конечных разностей.

3) Вычислить интеграл по формуле Гаусса, применяя для оценки точности двойной пересчет (при $n_1 = 4$ и $n_2 = 5$).

5. Исходные данные ввести с файла, результаты вывести в файл.

Решения

1) Для достижения заданной степени точности методом трапеции необходимо определить значение n так, чтобы $\frac{b-a}{12n^2} M < \varepsilon$, где $M \geq \max\limits_{[a,b]} \left| f''(x) \right|$.

Вычисление интеграла производим по формуле трапеции

$$\int_a^b f(x)dx \approx h\left(\sum_{i=1}^{n-1} y_i + \frac{y_0 + y_n}{2}\right), \text{ где h} = \frac{\text{b - a}}{\text{n}}, \text{ y}_\text{i} = f(x_i), \text{x}_\text{i} = a + ih,$$

i = 0,1,2,...,n

$$I = \int_a^b f(x)dx \approx \frac{h(y_0 + 4y_1 + 2y_2 + ... + 4y_{2n-1} + y_n)}{3},$$

$$\text{где h} = \frac{\text{(b - a)}}{\text{2n}}, \text{ y}_\text{i} = f(x_i), \text{x}_\text{i} = a + ih, \text{i} = 0,1,...,2\text{n}.$$

2) Для оценки точности полученного результата составим таблицу конечных разностей до разностей четвертого порядка

Остаточный член определяется по формуле

$$\Delta_i = y_{i+1} - y_i, i = 0,1,..., n-1;$$

$$\Delta^2 y_i = \Delta y_{i+1} - \Delta y_i, \text{ i} = 0,1,..., \text{n} - 2,$$

$$\Delta^3 y_i = \Delta^2 y_{i+1} - \Delta^2 y_i, \text{ i} = 0,1,..., \text{n} - 2;$$

$$\Delta^4 y_i = \Delta^3 y_{i+1} - \Delta^3 y_i, \text{ i} = 0,1,..., \text{n} - 4.$$

$$R_{\text{о с т}} = \frac{(b-a)\max\limits_i \left|\Delta^4 y_i\right|}{180}.$$

Погрешность вычислений можно оценить формулой

$$\Delta I = (b-a)\max_i \left|\Delta^4 y_i\right|.$$

3) Формула Гаусса имеет вид

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{2}[c_1 f(x_1) + c_2 f(x_2) + \ldots c_n f(x_n)],$$

где $x_i = \frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{2} t_i \quad (i = 1,2,\ldots,n)$, а c_i и t_i – квадратурные коэффициенты Гаусса.

При n = 4 имеем: c_1 = 0.34785; t_1 = –0.86114; c_2 = 0.65215; t_2 = –0.33998; $c_3 = c_2$; $c_4 = c_1$; $t_3 = -t_2$; $t_4 = -t_1$.

При n = 5 имеем: c_1 = 0.23693; t_1 = –0.90618; c_2 = 0.47863; t_2 = –0.538469; c_3 = 0.56889; t_3 = 0; $c_4 = c_2$; $c_5 = c_1$; $t_4 = -t_2$; $t_5 = -t_1$.

Решение одного варианта:

$$1)\int_{0,7}^{1,3} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+0.3}}; \quad 2)\int_2^6 \lg(x^2+3,5)dx; \quad 3)\int_{1,6}^{2,7} \frac{x+0,8}{\sqrt{x^2+1,2}}dx.$$

Исходные данные и программа вводятся с файлов abilr725012017.php, abilr725012017.php, idlr7.txt, а результаты выводятся в файл iidlr7.txt последовательно, начиная с первой строки.

Программа abilr725012017.php

```
<?php
function f1($t)
{
      return 1/sqrt(2*$t*$t+0.3);
}
function f12($t)
/*f12 – вторая производная от f1*/
{
$r1=8*$t*$t-0.6;$r2=2*$t*$t+0.3;
return $r1/($r2*$r2*sqrt($r2));
}
function f2($t)
{
      return log10($t*$t+3.5);
}
function f3($t)
{
return ($t+0.8)/sqrt($t*$t+1.2);
}
function intotf1($a1,$b1,$hx,$ee)
```

```
{ $z=$a1;$zm=abs(f12($z));
while ($z<=$b1)
{
$z+=$hx;
if($zm<abs(f12($z))) $zm=abs(f12($z));
}
$n=floor(sqrt(($b1-$a1)*$zm/(12*$ee)))+1;
$hz=($b1-$a1)/$n;$s=(f1($a1)+f1($b1))/2;
for($i=1;$i<$n;$i++)
$s+=f1($a1+$i*$hz);
return $s*$hz;
}
function intotf2($a1,$b1,$nn)
{
$hz=($b1-$a1)/(2*$nn);$s=f1($a1)+f1($b1);$r=4;
for ($i=1;$i<=2*$nn-1;$i++)
{
$s+=$r*f2($a1+$i*$hz);$r=6-$r;
}
return $s*$hz/3;
}
function d4max($a1,$b1,$nn)
{
$hz=($b1-$a1)/(2*$nn);$z=$a1+3*$hz;
$d11=f2($a1+$hz)-f2($a1);$d12=f2($a1+2*$hz)-
f2($a1+$hz);
$d13=f2($a1+3*$hz)-f2($a1+2*$hz);
$d21=$d12-$d11;$d22=$d13-$d12;
$d32=$d22-$d21; $d4m=0;
for($i=1;$i<=2*$nn-4;$i++)
{
$d12=$d13;
$d13=f2($z+$hz)-f2($z);
$d21=$d22;$d22=$d13-$d12;
$d31=$d32;$d32=$d22-$d21;
$d4=$d32-$d31;if ($d4m<abs($d4)) $d4m=abs($d4);
}
return $d4m;
```

```
}
function intotf3($a1,$b1,$nn)
{$cc=array();$tt=array();
if ($nn=4)
{
$cc[1]=0.34785;$cc[4]=$cc[1];$cc[2]=0.65215;
$cc[3]=$cc[2];$tt[1]=-0.86114;$tt[2]=-0.33998;
$tt[3]=-$tt[2];$tt[4]=-$tt[1];
}
 else
 {
$cc[1]=0.23693;$cc[5]=$cc[1];$cc[2]=0.47863;
$cc[4]=$cc[2];$cc[3]=0.56889;$tt[1]=-0.90618;
$tt[2]=-0.538469;$tt[3]=0;$t[4]=-$tt[2];$tt[5]=-$tt[1];
 }
 $s=0;
for($i=1;$i<=$nn;$i++)
$s+=$cc[$i]*f3(($a1+$b1)/2+($b1-$a1)*$tt[$i]/2);
return $s*($b1-$a1)/2;
}
$ab1=array();$ab2=array();$ad3=array();
$ff = fopen('idlr7.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$ab1 = explode(",", $f);
$f = fgets($ff, 999);
$ab2 = explode(",", $f);
$f = fgets($ff, 999);
$ab3 = explode(",", $f);
fclose($ff);
echo "<br />";
print_r($ab1);
echo "<br />";
print_r($ab2);
echo "<br />";
print_r($ab3);
$ss1="";$ss2="";$ss3="";
$a=$ab1[0];$b=$ab1[1];$hx=$ab1[2];
$eps1=$ab1[3];$r1=intotf1($a,$b,$hx,$eps1);
```

```
$eps2=$ab1[4];$r2=intotf1($a,$b,$hx,$eps2);
$eps3=$ab1[5];$r3=intotf1($a,$b,$hx,$eps3);
$ss1.="<br />Int1($a,$b,$hx,$eps1)=$r1;<br />";
$ss1.="<br />Int1($a,$b,$hx,$eps2)=$r2;<br />";
$ss1.="<br />Int1($a,$b,$hx,$eps3)=$r3;<br />";
$a=$ab2[0];$b=$ab2[1];$n1=$ab2[2];$n2=$ab2[3];
$r1=intotf2($a,$b,$n1);
$ro1=d4max($a,$b,$n1);$di1=($b-$a)*$ro1;$ro1=$di1/180;
$r2=intotf2($a,$b,$n2);
$ro2=d4max($a,$b,$n2);$di2=($b-$a)*$ro2;$ro2=$di2/180;
$ss2.="<br />Int2($a,$b,$n1)=$r1;<br />";
$ss2.="<br />rost1($n1)=$ro1;<br />";
$ss2.="<br />di($n1)=$di1;<br />";
$ss2.="<br />Int2($a,$b,$n2)=$r2;<br />";
$ss2.="<br />rost1($n2)=$ro2;<br />";
$ss2.="<br />di($n2)=$di2;<br />";
$a=$ab3[0];$b=$ab3[1];$n1=$ab3[2];$n2=$ab3[3];
$r1=intotf3($a,$b,$n1);$r2=intotf3($a,$b,$n2);
$ss3.="<br />Int3($a,$b,$n1)=$r1;<br />";
$ss3.="<br />Int3($a,$b,$n2)=$r2;<br />";
$fff = fopen('iidlr7.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END);
 // поместим указатель в конец
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
fwrite($fff, $ss2."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
fwrite($fff, $ss3."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
fclose($fff);
echo $ss1;echo $ss2;echo $ss3;
?>
```

Ответ: abilr725012017.php

Array ([0] => 0.7 [1] => 1.3 [2] => 0.001 [3] => 0.0001 [4] => 0.00001 [5] => 0.000001)

Array ([0] => 2 [1] => 6 [2] => 10 [3] => 20)

Array ([0] => 1.6 [1] => 2.7 [2] => 4 [3] => 5)

Int1(0.7,1.3,0.001,0.0001)=0.40415378841855;

Int1(0.7,1.3,0.001,0.00001)=0.40413583007904;
Int1(0.7,1.3,0.001,0.000001)=0.40413404026808;
Int2(2,6,10)=4.9522064207724;
rost1(10)=2.7395526115841E-5;
di(10)=0.0049311947008515;
Int2(2,6,20)=5.0191041740618;
rost1(20)=5.2151767047142E-6;
di(20)=0.00093873180684856;
Int3(1.6,2.7,4)=1.3437735437077;
Int3(1.6,2.7,5)=1.3437735437077
idlr7.txt
0.7,1.3,0.001,0.0001,0.00001,0.000001
2,6,10,20
1.6,2.7,4,5
idlr7gr.txt
0.7,1.3,0.01
2,6,0.01
1.6,2.7,0.01,50,50
iidlr7.txt

Int1(0.7,1.3,0.001,0.0001)=0.40415378841855;

Int1(0.7,1.3,0.001,0.00001)=0.40413583007904;

Int1(0.7,1.3,0.001,0.000001)=0.40413404026808;

Int2(2,6,10)=4.9522064207724;

rost1(10)=2.7395526115841E-5;

di(10)=0.0049311947008515;

Int2(2,6,20)=5.0191041740618;

rost1(20)=5.2151767047142E-6;

di(20)=0.00093873180684856;

Int3(1.6,2.7,4)=1.3437735437077;

Int3(1.6,2.7,5)=1.3437735437077;
Программа abilr7gr25012017.php

```
<?php
function f1($t)
{
	return 1/sqrt(2*$t*$t+0.3);
}
function f2($t)
{
```

```
	return log10($t*$t+3.5);
}
function f3($t)
{
return ($t+0.8)/sqrt($t*$t+1.2);
}
$im=imageCreateTrueColor(400,500);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<1000;$i++)
{
	$x=mt_rand(0,imageSX($im));
	$y=mt_rand(0,imageSY($im));
	imageSetPixel($im,$x,$y,$c);
}
$ab1=array();$ab2=array();$ad3=array();
$ff = fopen('idlr7gr.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$ab1 = explode(",", $f);
$f = fgets($ff, 999);
$ab2 = explode(",", $f);
$f = fgets($ff, 999);
$ab3 = explode(",", $f);
fclose($ff);
$mx=$ab3[3];$my=$ab3[4];
$x0=imageSX($im)/2;$y0=imageSY($im)/2;
imageLine($im,$x0,0,$x0,2*$y0,$c);
imageLine($im,0,$y0,2*$x0,$y0,$c);
$a=$ab1[0];$b=$ab1[1];$h=$ab1[2];
$x=$a;$mxn=$x0+floor($mx*$x);
$myn=floor($y0-$my*f1($x));
while($x<=$b)
{
	$x+=$h;
	$mxk=$x0+floor($mx*$x);
$myk=$y0-floor($my*f1($x));
	imageLine($im,$mxn,$myn,$mxk,$myk,$c);
	$mxn=$mxk;$myn=$myk;
}
```

```
$a=$ab2[0];$b=$ab2[1];$h=$ab2[2];
$x=$a;$mxn=$x0+floor($mx*$x);
$myn=floor($y0-$my*f2($x));
$c=imageColorAllocate($im,220,220,220);
while ($x<=$b)
{
	$x+=$h;
	$mxk=$x0+floor($mx*$x);
$myk=$y0-floor($my*f2($x));
	imageLine($im,$mxn,$myn,$mxk,$myk,$c);
$mxn=$mxk;$myn=$myk;
}
$a=$ab3[0];$b=$ab3[1];$h=$ab3[2];
$x=$a;$mxn=$x0+floor($mx*$x);
$myn=floor($y0-$my*f3($x));
$c=imageColorAllocate($im,220,220,220);
while ($x<=$b)
{
	$x+=$h;
	$mxk=$x0+floor($mx*$x);
$myk=$y0-floor($my*f3($x));
	imageLine($im,$mxn,$myn,$mxk,$myk,$c);
$mxn=$mxk;$myn=$myk;
}
ImagePng($im);
imagePng($new_im,"lek3_12.png");
imageDestroy($im);
?>
```

Задания к работе

$$1.1\ \int_{0,8}^{1,6}\frac{dx}{\sqrt{2x^2+1}} \qquad 1.2\ \int_{1,2}^{2}\frac{\lg(x+2)}{x}dx$$

$$2.1\ \int_{1,2}^{2,7}\frac{dx}{\sqrt{x^2+3,2}} \qquad 2.2\ \int_{1,6}^{2,4}(x+1)\sin x dx$$

$$3.1\ \int_{1,2}^{2}\frac{dx}{\sqrt{2x^2+1,3}} \qquad 3.2\ \int_{0,2}^{1}\frac{tg(x^2)}{x^2+1}dx$$

$$4.1\ \int_{0,2}^{1,2}\frac{dx}{\sqrt{x^2+1}} \qquad 4.2\ \int_{0,6}^{1,4}\frac{\cos x}{x+1}dx$$

$$5.1\ \int_{0,8}^{1,4}\frac{dx}{\sqrt{2x^2+3}} \qquad 5.2\ \int_{0,4}^{1,2}\sqrt{x}\cos(x^2)dx$$

$$6.1\ \int_{0,4}^{1,2}\frac{dx}{\sqrt{2+0,5x^2}} \qquad 6.2\ \int_{0,8}^{1,2}\frac{\sin(2x)}{x^2}dx$$

$$7.1\ \int_{1,4}^{2,1}\frac{dx}{\sqrt{3x^2-1}} \qquad 7.2\ \int_{0,8}^{1,6}\frac{\lg(x^2+1)}{x}dx$$

$$8.1\ \int_{1,2}^{2,4}\frac{dx}{\sqrt{0,5+x^2}} \qquad 8.2\ \int_{0,4}^{1,2}\frac{\cos x}{x+2}dx$$

$$9.1\ \int_{0,4}^{1,2}\frac{dx}{\sqrt{3+x^2}} \qquad 9.2\ \int_{0,4}^{1,2}(2x+0,5)\sin x dx$$

$$10.1\ \int_{0,8}^{1,6}\frac{dx}{\sqrt{2x^2+1}} \qquad 10.2\ \int_{0,4}^{0,8}\frac{tg(x^2+0,5)}{1+2x^2}dx$$

$$11.1\ \int_{2}^{3,5}\frac{dx}{\sqrt{x^2-1}} \qquad 11.2\ \int_{0,18}^{0,98}\frac{\sin x}{x+1}dx$$

$$12.1\ \int_{0,5}^{1,3}\frac{dx}{\sqrt{x^2+1}} \qquad 12.2\ \int_{0,2}^{1,8}\sqrt{x+1}\cos(x^2)dx$$

$$13.1\ \int_{0,8}^{2,6}\frac{dx}{\sqrt{x^2+0,6}} \qquad 13.2\ \int_{1,4}^{3}x^2\lg x dx$$

$$14.1\ \int_{1,4}^{2,2}\frac{dx}{\sqrt{3x^2+1}} \qquad 14.2\ \int_{1,4}^{2,2}\frac{\lg(x^2+2)}{x+1}dx$$

15.1 $\int_{0,8}^{1,8} \frac{dx}{\sqrt{x^2+4}}$

15.1 $\int_{0,4}^{1,2} \frac{\cos(x^2)}{x+1}dx$

16.1 $\int_{1,6}^{2,2} \frac{dx}{\sqrt{x^2+2,5}}$

16.2 $\int_{0,8}^{1,6} (x^2+1)\sin(x-0,5)dx$

17.1 $\int_{0,6}^{1,6} \frac{dx}{\sqrt{x^2+0,8}}$

17.2 $\int_{0,6}^{1,4} x^2 \cos x dx$

18.1 $\int_{1,2}^{2} \frac{dx}{\sqrt{x^2+1,2}}$

18.2 $\int_{1,2}^{2} \frac{\lg(x^2+2)}{2x}dx$

19.1 $\int_{1,4}^{2} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+0,7}}$

19.2 $\int_{2,5}^{3,3} \frac{\lg(x^2+0,8)}{x-1}dx$

20.1 $\int_{3,2}^{4} \frac{dx}{\sqrt{0,5x^2+1}}$

20.2 $\int_{0,5}^{1,2} \frac{tg(x^2)}{x+1}dx$

21.1 $\int_{0,8}^{1,7} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+0,3}}$

21.2 $\int_{1,3}^{2,1} \frac{\sin(x^2-1)}{2\sqrt{x}}dx$

22.1 $\int_{1,2}^{2,0} \frac{dx}{\sqrt{0,5x^2+15}}$

22.2 $\int_{0,2}^{1,0} (x+1)\cos(x^2)dx$

23.1 $\int_{2,1}^{3,6} \frac{dx}{\sqrt{x^2-3}}$

23.2 $\int_{0,8}^{1,2} \frac{\sin(x^2-0,4)}{x+2}dx$

24.1 $\int_{1,3}^{2,5} \frac{dx}{\sqrt{0,2x^2+1}}$

24.2 $\int_{0,15}^{0,63} \sqrt{x+1}\lg(x+3)dx$

25.1 $\int_{0,6}^{1,4} \frac{dx}{\sqrt{12x^2+0,5}}$

25.2 $\int_{1,2}^{2,8} \frac{\lg(1+x^2)}{2x-1}dx$

26.1 $\int_{1,3}^{2,1} \frac{dx}{\sqrt{3x^2-0,4}}$

26.2 $\int_{0,6}^{0,27} (\sqrt{x}+1)tg2xdx$

27.1 $\int_{1,4}^{2,6} \frac{dx}{\sqrt{1,5x^2+0,7}}$

27.2 $\int_{0,8}^{1,2} \frac{\cos x}{x^2+1}dx$

28.1 $\int_{0,15}^{0,5} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+1,6}}$

28.2 $\int_{1,2}^{2,8} (\frac{x}{2}+1)\sin\frac{x}{2}dx$

29.1 $\int_{2,3}^{5} \frac{dx}{\sqrt{x^2-4}}$

29.2 $\int_{0,8}^{1,6} \frac{\lg(x^2+1)}{x+1}dx$

30.1 $\int_{0,32}^{0,66} \frac{dx}{\sqrt{x^2+2,3}}$

30.2 $\int_{1,6}^{3,2} \frac{x}{2}\lg(\frac{x^2}{2})dx$

Задания к работе

1. $\int_{-0,5}^{1,3} \frac{x^2dx}{\sqrt{x^2+1}}$.

2. $\int_{2}^{3,2} \frac{x+2}{\sqrt{x^2+1}}dx$.

3. $\int_{0,5}^{1,6} \frac{x+0,5}{\sqrt{x^2+1}}dx$.

4. $\int_{2,2}^{3,4} \frac{x^2dx}{\sqrt{x+1}}$.

5. $\int_{1,2}^{2} \frac{x-0,5}{\sqrt{x^2-1}}dx$.

6. $\int_{2,2}^{3,8} \frac{x+1}{\sqrt{x^2+2}}dx$.

7. $\int_{0,2}^{2,4} \frac{\sqrt{x^2+1}dx}{x+2}$.

8. $\int_{1}^{2,6} \frac{xdx}{\sqrt{x^2+3}}$.

9. $\int_{0,8}^{1,6} \frac{0,5x+2}{\sqrt{x^2+1}}dx$.

10. $\int_{-0,4}^{1,6} \frac{x+1}{\sqrt{x^2+1}}dx$.

11. $\int_{-0,8}^{1,4} \frac{x^2dx}{\sqrt{x^2+4}}$.

12. $\int_{2,6}^{3,4} \frac{x+0,5}{\sqrt{x^2+1,5}}dx$.

13. $\int_{0,8}^{2} \frac{xdx}{\sqrt{x^2+2}}$.

14. $\int_{2,4}^{3,2} \frac{x^2dx}{\sqrt{x+2}}$.

15. $\int_{0,2}^{2} \frac{x+0,5}{\sqrt{x^2+1}}dx$.

16. $\int_{0,7}^{1,5} \frac{x+2}{\sqrt{x^2+1}}dx$.

17. $\int_{0,2}^{2,5} \frac{\sqrt{x^2+2}dx}{x+2}$.

18. $\int_{1,4}^{2,6} \frac{xdx}{\sqrt{x^2+2,5}}$.

19. $\int_{2,2}^{3,4} \frac{xdx}{\sqrt{x^2+1}}$.

20. $\int_{0,4}^{1,6} \frac{x+3}{\sqrt{x^2+1}}dx$.

21. $\int_{-2,5}^{-1,3} \frac{x+2}{\sqrt{x^2+1,8}}dx$.

22. $\int_{-0,4}^{1,8} \frac{x^2+2dx}{\sqrt{x^2+1}}$.

23. $\int_{0,6}^{1,8} \frac{x^2dx}{\sqrt{x^2+2}}$.

24. $\int_{1,6}^{2,8} \frac{x^2}{\sqrt{x+1,2}}dx$.

25. $\int_{0,2}^{1,11} \frac{\sqrt{x^2+1}}{2x+2,5}dx$.

26. $\int_{0,6}^{1,8} \frac{x^2}{\sqrt{x+1,7}}dx$.

27. $\int_{0,4}^{1,8} \frac{x^2+1,4}{\sqrt{x+0,2}}dx$.

28. $\int_{2,2}^{2,8} \frac{(4-x)dx}{\sqrt{x^2+1}}$.

29. $\int_{0,8}^{1,5} \frac{xdx}{\sqrt{x^2+2,4}}$.

30. $\int_{0,4}^{1,7} \frac{x+2,2}{\sqrt{x^2+1}}dx$.

Лабораторная работа 17. *Численное дифференцирование. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений*

Задания к работе

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схему алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4. Используя метод Эйлера с уточнением, составить таблицу приближенных значений с точность 0.0001 интеграла дифференциального уравнения $y' = f(x,y)$, удовлетворяющего начальным условиям $y(x_0) = y_0$ на отрезке $[a,b]$; шаг $h = \frac{b-a}{n}$, n = 10.

5. Исходные данные ввести с файла, результаты вывести в файл.

6. Построить график функции y=y(x).

Метод решения

Метод Эйлера с уточнением заключается в том, что каждое значение $y_{k+1} = y(x_{k+1})$, где *y(x)* – искомая функция, а $x_{k+1} = x_0 + h(k+1), k = 0,1,2,\ldots,n-1,$ определяется следующим образом: за начальное приближение берется $y_{k+1}^{(0)} = y_k + hf(x_k, y_k)$, где $f(x,y) = y'(x,y).$ Найденное значение $y_{k+1}^{(0)}$ уточняется по формуле $y_{k+1}^{(i)} = y_k^{(i)} + \frac{h}{2}[f(x_k, y_k^{(i)}) + f(x_{k+1}, y_{k+1}^{(i-1)})]$.

Уточнение продолжается до тех пор, пока в пределах требуемой точности два последовательных приближения не совпадают, т. е. пока не выполняется неравенство $\max\limits_{1\le k\le n}\left|y_k^{(i)} - y_k^{(i-1)}\right| < \varepsilon$, где $\varepsilon > 0$ – заданная точность.

Решение одного варианта:

$$y' = x + \sin\frac{y}{2{,}25}; \quad y_0(x_0) = 2{,}2, \quad x \in [1{,}4;2{,}4].$$

Исходные данные и программа вводятся с файлов abilr826012017.php, idlr8.txt,abilr8gr28012017.php, idlr8gr.txt, a

результаты выводятся в файл iidlr8.txt последовательно, начиная с первой строки.

Программа abilr826012017.php

```
<?php
function f($t,$z)
{
	return $t+sin($z/2.25);
}
function difur($a1,$b1,$z0,$ee,$n)
{
$vk=array();
$vk[0]=$z0;$hz=($b1-$a1)/$n;
for($i=0;$i<=$n-1;$i++)
$vk[$i+1]=$vk[$i]+$hz*f($a1+$hz*$i,$vk[$i]);
$zm=100;
while($zm>=$ee)
{$zm=0;
for($i=0;$i<=$n-1;$i++)
{
$s=$vk[$i]+$hz*(f($a1+$hz*$i,$vk[$i])+
f($a1+($i+1)*$hz,$vk[$i+1]))/2;
if ($zm<abs($s-$vk[$i+1]))
$zm=abs($s-$vk[$i+1]);$vk[$i+1]=$s;
}
}
return $vk;
}
$y=array();$x=array();$ab=array();
$ff = fopen('idlr8.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$ab = explode(",", $f);
fclose($ff);
$a=$ab[0];$b=$ab[1];$yy0=$ab[2];$eps=$ab[3];$n=$ab[4];
$hx=($b-$a)/$n;
for($i=0;$i<=$n;$i++)
$x[$i]=$a+$i*$hx;
$y=difur($a,$b,$yy0,$eps,$n);
$ss="";
```

```
for($i=0;$i<=$n;$i++)
{       $xx=$x[$i];$yy=$y[$i];
$ss.="<br />y($xx)=$yy;<br />";
}
echo "<br />";
print_r($ab);
echo "<br />";
print_r($x);
echo "<br />";
print_r($y);
echo "<br />";
$ss1 = implode(",", $x);
$ss2 = implode(",", $y);
$fff = fopen('iidlr8.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END);
// поместим указатель в конец
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
fwrite($fff, $ss2."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
fclose($fff);
echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr826012017.php

Array ([0] => 1.4 [1] => 2.4 [2] => 2.2 [3] => 0.0001 [4] => 10)

Array ([0] => 1.4 [1] => 1.5 [2] => 1.6 [3] => 1.7 [4] => 1.8 [5] => 1.9 [6] => 2 [7] => 2.1 [8] => 2.2 [9] => 2.3 [10] => 2.4)

Array ([0] => 2.2 [1] => 2.4305666903876 [2] => 2.6760771817546 [3] => 2.9357249585811 [4] => 3.2084426366815 [5] => 3.4929107599678 [6] => 3.7875858223939 [7] => 4.0907480257404 [8] => 4.4005664676553 [9] => 4.7151766082661 [10] => 5.0327626949653)

y(1.4)=2.2;

y(1.5)=2.4305666903876;

y(1.6)=2.6760771817546;

y(1.7)=2.9357249585811;
y(1.8)=3.2084426366815;
y(1.9)=3.4929107599678;
y(2)=3.7875858223939;
y(2.1)=4.0907480257404;
y(2.2)=4.4005664676553;
y(2.3)=4.7151766082661;
y(2.4)=5.0327626949653
idlr8.txt
1.4,2.4,2.2,0.0001,10
iidlr8.txt
1.4,1.5,1.6,1.7,1.8,1.9,2,2.1,2.2,2.3,2.4
2.2,2.4305666903876,2.6760771817546,2.9357249585811,
3.2084426366815,3.4929107599678,3.7875858223939,
4.0907480257404,4.4005664676553,4.7151766082661,
5.0327626949653

Программа abilr8gr28012017.php

```
<?php
function f($t,$z)
{
	return $t+sin($z/2.25);
}
function difur($a1,$b1,$z0,$ee,$n)
{
$vk=array();
$vk[0]=$z0;$hz=($b1-$a1)/$n;
for($i=0;$i<=$n-1;$i++)
$vk[$i+1]=$vk[$i]+$hz*f($a1+$hz*$i,$vk[$i]);
$zm=100;
while($zm>=$ee)
{$zm=0;
for($i=0;$i<=$n-1;$i++)
{
$s=$vk[$i]+$hz*(f($a1+$hz*$i,$vk[$i])+
f($a1+($i+1)*$hz,$vk[$i+1]))/2;
if ($zm<abs($s-$vk[$i+1]))
$zm=abs($s-$vk[$i+1]);$vk[$i+1]=$s;
```

```
}
}
return $vk;
}
$im=imageCreateTrueColor(400,500);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<1000;$i++)
{
	$x=mt_rand(0,imageSX($im));
	$y=mt_rand(0,imageSY($im));
	imageSetPixel($im,$x,$y,$c);
}
$y=array();$y=array();$ab=array();
$ff = fopen('idlr8gr.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$ab = explode(",", $f);
fclose($ff);
$a=$ab[0];$b=$ab[1];$yy0=$ab[2];$eps=$ab[3];$n=$ab[4];
$mx=$ab[5];$my=$ab[6];
$hx=($b-$a)/$n;
$y=difur($a,$b,$yy0,$eps,$n);

$x0=imageSX($im)/2;$y0=imageSY($im)/2;
imageLine($im,$x0,0,$x0,2*$y0,$c);
imageLine($im,0,$y0,2*$x0,$y0,$c);
$x=$a;$x2=$x0+floor($mx*$x);
$y2=$y0-floor($my*$y[0]);
for($i=1;$i<=$n;$i++)
{
$x+=$hx;$x1=$x2;$y1=$y2;
$x2=$x0+floor($mx*$x);$y2=$y0-floor($my*$y[$i]);
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
ImagePng($im);
imagePng($new_im,"lek3_12.png");
imageDestroy($im);
?>
```

idlr8gr.txt
0.4,2.4,2.2,0.0001,10,50,30

Задания к работе

1.	$y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{5}}$	$y_0(1{,}8) = 2{,}6,$	$x \in [1{,}8;\ 2{,}8]$
2.	$y' = x + \cos\frac{y}{3}$	$y_0(1{,}6) = 4{,}6,$	$x \in [1{,}6;\ 2{,}6]$
3.	$y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{10}}$	$y_0(0{,}6) = 0{,}8,$	$x \in [0{,}6;\ 1{,}6]$
4.	$y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{7}}$	$y_0(0{,}5) = 0{,}6,$	$x \in [0{,}5;\ 1{,}5]$
5.	$y' = x + \cos\frac{y}{\pi}$	$y_0(1{,}7) = 5{,}3,$	$x \in [1{,}7;\ 2{,}7]$
6.	$y' = x + \cos\frac{y}{2{,}25}$	$y_0(1{,}4) = 2{,}2,$	$x \in [1{,}4;\ 2{,}4]$
7.	$y' = x + \cos\frac{y}{e}$	$y_0(1{,}4) = 2{,}5,$	$x \in [1{,}4;\ 2{,}4]$
8.	$y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{2}}$	$y_0(0{,}8) = 1{,}4,$	$x \in [0{,}8;\ 1{,}8]$
9.	$y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{3}}$	$y_0(1{,}2) = 2{,}1,$	$x \in [1{,}2;\ 2{,}2]$
10.	$y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{11}}$	$y_0(2{,}1) = 2{,}5,$	$x \in [2{,}1;\ 3{,}1]$
11.	$y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{5}}$	$y_0(1{,}8) = 2{,}6,$	$x \in [1{,}8;\ 2{,}6]$
12.	$y' = x + \sin\frac{y}{3}$	$y_0(1{,}6) = 4{,}6,$	$x \in [1{,}6;\ 2{,}6]$
13.	$y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{10}}$	$y_0(0{,}6) = 0{,}8,$	$x \in [0{,}6;\ 1{,}6]$
14.	$y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{7}}$	$y_0(0{,}5) = 0{,}6,$	$x \in [0{,}5;\ 1{,}5]$
15.	$y' = x + \sin\frac{y}{\pi}$	$y_0(1{,}7) = 5{,}3,$	$x \in [1{,}7;\ 2{,}7]$
16.	$y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{2{,}8}}$	$y_0(1{,}4) = 2{,}2,$	$x \in [1{,}4;\ 2{,}4]$
17.	$y' = x + \sin\frac{y}{e}$	$y_0(1{,}4) = 2{,}5,$	$x \in [1{,}4;\ 2{,}4]$

18. $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{2}}$ $y_0(0{,}8) = 1{,}3,$ $x \in [0{,}8;\ 1{,}8]$

19. $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{3}}$ $y_0(1{,}1) = 1{,}5,$ $x \in [1{,}1;\ 2{,}1]$

20. $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{11}}$ $y_0(0{,}6) = 1{,}2,$ $x \in [0{,}6;\ 1{,}6]$

21. $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{1{,}25}}$ $y_0(0{,}5) = 1{,}8,$ $x \in [0{,}5;\ 1{,}5]$

22. $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{1{,}5}}$ $y_0(0{,}2) = 1{,}1,$ $x \in [0{,}2;\ 1{,}2]$

23. $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{1{,}3}}$ $y_0(0{,}1) = 0{,}8,$ $x \in [0{,}1;\ 1{,}1]$

24. $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{0{,}3}}$ $y_0(0{,}5) = 0{,}6,$ $x \in [0{,}5;\ 1{,}5]$

25. $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{0{,}7}}$ $y_0(1{,}2) = 1{,}4,$ $x \in [1{,}2;\ 2{,}2]$

26. $y' = x + \cos\frac{y}{1{,}25}$ $y_0(0{,}4) = 0{,}8,$ $x \in [0{,}4;\ 1{,}4]$

27. $y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{1{,}5}}$ $y_0(0{,}3) = 0{,}9,$ $x \in [0{,}3;\ 1{,}3]$

28. $y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{1{,}3}}$ $y_0(1{,}2) = 1{,}8,$ $x \in [1{,}2;\ 2{,}2]$

29. $y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{0{,}3}}$ $y_0(0{,}7) = 2{,}1,$ $x \in [0{,}7;\ 1{,}7]$

30. $y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{0{,}7}}$ $y_0(0{,}9) = 1{,}7,$ $x \in [0{,}9;\ 1{,}9]$

Лабораторная работа 18. *Численное дифференцирование. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений*

Задания к работе

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схему алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4. Используя метод Адамса со вторыми разностями, составить таблицу приближенных значений интеграла дифференциального уравнения $y' = f(x,y)$, удовлетворяющего начальным условиям $y(x_0) = y_0$ на отрезке $[a,b]$; шаг $h = \frac{b-a}{n}$, $n = 10$. Начальный отрезок определить методом Рунге–Кутта.

5. Построить график функции $y = y(x)$.

Метод решения

Определим значение $y_1(a)$, $y_2 = y(a + h)$ методом Рунге–Кутта. При этом значения $y_{i+1} = y(x_{i+1})$, где $x_{i+1} = x_i + h$, находится по формулам

$$y_{i+1} = y_i + \Delta y_i,$$

$$\Delta y_i = \frac{1}{6}(k_1^{(i)} + 2k_2^{(i)} + 2k_3^{(i)} + k_4^{(i)}),$$

где

$$k_1^{(i)} = hf(x_i, y_i),$$

$$k_2^{(i)} = hf(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{k_1^{(i)}}{2}),$$

$$k_3^{(i)} = hf(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{k_2^{(i)}}{2}),$$

$$k_4^{(i)} = hf(x_i + h, y_i + k_3^{(i)}).$$

Вычисление последующих значений $y_i = y(x_i)$, где $x_i = a + hi$, i = 3,4,…, производим по формуле Адамса со вторыми разностями.

$$y_{i+1} = y_i + q_i + \frac{1}{2}\Delta q_{i-1} + \frac{5}{12}\Delta^2 q_{i-2},$$

где $q_i = hf(x_i, y_i)$, $\Delta q_{i-1} = q_i - q_{i-1}$, $\Delta^2 q_{i-2} = \Delta q_{i-1} - \Delta q_{i-2}$.

Решение одного варианта:

$$y' = 1 + 0.2y\sin x - 1{,}5y^2 = f(x,y); \quad y_0(x_0) = 0, \quad x \in [0;1].$$

Исходные данные и программа вводятся с файлов abilr926012017.php,idlr9.txt, abilr9gr28012017.php, idlr9gr.txt, а результаты выводятся в файл iidlr9.txt последовательно, начиная с первой строки.

Программа abilr926012017.php

```
<?php
```

```
function f($t,$z)
{
	return 1+0.2*$z*sin($t)-1.5*$z*$z;
}
function difur($a1,$b1,$z0,$n)
{
$vk=array();
$vk[0]=$z0;$hz=($b1-$a1)/$n;
for($i=0;$i<=1;$i++)
{
	$k1=$hz*f($a1+$i*$hz,$vk[$i]);
 $k2=$hz*f($a1+$i*$hz/2,$vk[$i]+$k1/2);
 $k3=$hz*f($a1+$i*$hz/2,$vk[$i]+$k2/2);
 $k4=$hz*f($a1+$i*$hz,$vk[$i]+$k3);
 $vk[$i+1]=$vk[$i]+($k1+2*$k2+2*$k3+$k4)/6;
}
$q0=$hz*f($a1,$vk[0]);$q1=$hz*f($a1+$hz,$vk[1]);
 $dq1=$q1-$q0;
 for($i=2;$i<=$n-1;$i++)
 {
$q0=$q1;$dq2=$dq1;$q1=$hz*f($a1+$i*$hz,$vk[$i]);
 $dq2=$q1-$q0;$ddq=$dq2-$dq1;
 $vk[$i+1]=$vk[$i]+$q1+$dq1/2+5*$ddq/12;
}
return $vk;
}
$y=array();$x=array();$ab=array();
$ff = fopen('idlr9.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$ab = explode(",", $f);
fclose($ff);
$a=$ab[0];$b=$ab[1];$yy0=$ab[2];$n=$ab[3];
$hx=($b-$a)/$n;
for($i=0;$i<=$n;$i++)
$x[$i]=$a+$i*$hx;
$y=difur($a,$b,$yy0,$n);
$ss="";
for($i=0;$i<=$n;$i++)
```

```
{       $xx=$x[$i];$yy=$y[$i];
$ss.="<br />y($xx)=$yy;<br />";
}
echo "<br />";
print_r($ab);
echo "<br />";
print_r($x);
echo "<br />";
print_r($y);
echo "<br />";
$ss1 = implode(",", $x);
$ss2 = implode(",", $y);
$fff = fopen('iidlr9.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END);
 // поместим указатель в конец
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
fwrite($fff, $ss2."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
fclose($fff);
echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr926012017.php

Array ([0] => 0 [1] => 1 [2] => 0 [3] => 10)

Array ([0] => 0 [1] => 0.1 [2] => 0.2 [3] => 0.3 [4] => 0.4 [5] => 0.5 [6] => 0.6 [7] => 0.7 [8] => 0.8 [9] => 0.9 [10] => 1)

Array ([0] => 0 [1] => 0.099502793242868 [2] => 0.19628669397921 [3] => 0.2896331013129 [4] => 0.3762080192874 [5] => 0.45470575135438 [6] =>0.52446414121419 [7] => 0.58540229757293 [8] => 0.63788110208173 [9] => 0.68255004434683 [10] => 0.72021072693914)

y(0)=0;
y(0.1)=0.099502793242868;
y(0.2)=0.19628669397921;
y(0.3)=0.2896331013129;
y(0.4)=0.3762080192874;
y(0.5)=0.45470575135438;

y(0.6)=0.52446414121419;
y(0.7)=0.58540229757293;
y(0.8)=0.63788110208173;
y(0.9)=0.68255004434683;
y(1)=0.72021072693914;
idlr9.txt
0,1,0,10
iidlr9.txt
0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9,1
0,0.099502793242868,0.19628669397921,0.289633101312
9,0.3762080192874,0.45470575135438,0.52446414121419,
0.58540229757293,0.63788110208173,0.68255004434683,
0.72021072693914
Программа abilr9gr28012017.php

```
<?php
function f($t,$z)
{
	return 1+0.2*$z*sin($t)-1.5*$z*$z;
}
function difur($a1,$b1,$z0,$n)
{
$vk=array();
$vk[0]=$z0;$hz=($b1-$a1)/$n;
for($i=0;$i<=1;$i++)
{
	$k1=$hz*f($a1+$i*$hz,$vk[$i]);
 $k2=$hz*f($a1+$i*$hz/2,$vk[$i]+$k1/2);
 $k3=$hz*f($a1+$i*$hz/2,$vk[$i]+$k2/2);
 $k4=$hz*f($a1+$i*$hz,$vk[$i]+$k3);
 $vk[$i+1]=$vk[$i]+($k1+2*$k2+2*$k3+$k4)/6;
}
$q0=$hz*f($a1,$vk[0]);$q1=$hz*f($a1+$hz,$vk[1]);
 $dq1=$q1-$q0;
 for($i=2;$i<=$n-1;$i++)
 {
$q0=$q1;$dq2=$dq1;$q1=$hz*f($a1+$i*$hz,$vk[$i]);
 $dq2=$q1-$q0;$ddq=$dq2-$dq1;
 $vk[$i+1]=$vk[$i]+$q1+$dq1/2+5*$ddq/12;
```

```
}
return $vk;
}
$im=imageCreateTrueColor(400,500);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<1000;$i++)
{
	$x=mt_rand(0,imageSX($im));
	$y=mt_rand(0,imageSY($im));
	imageSetPixel($im,$x,$y,$c);
}
$y=array();$ab=array();
$ff = fopen('idlr9gr.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$ab = explode(",", $f);
fclose($ff);
$a=$ab[0];$b=$ab[1];$yy0=$ab[2];$n=$ab[3];
$mx=$ab[4];$my=$ab[5];
$hx=($b-$a)/$n;
$y=difur($a,$b,$yy0,$n);
$x0=imageSX($im)/2;$y0=imageSY($im)/2;
imageLine($im,$x0,0,$x0,2*$y0,$c);
imageLine($im,0,$y0,2*$x0,$y0,$c);
$x=$a;$x2=$x0+floor($mx*$x);$y2=$y0-floor($my*$y[0]);
for($i=1;$i<=$n;$i++)
{
$x+=$hx;$x1=$x2;$y1=$y2;
$x2=$x0+floor($mx*$x);$y2=$y0-floor($my*$y[$i]);
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
ImagePng($im);
imagePng($new_im,"lek3_12.png");

imageDestroy($im);
?>
idlr9gr.txt
0,1,0,10,150,150
```

Задания к работе

1. $y' = 1 + 0{,}2y\sin x - y^2, y(0) = 0.$
2. $y' = \cos(x + y) + 0{,}5(x - y), y(0) = 0.$
3. $y' = \frac{\cos x}{x+1} 0{,}5y^2, y(0) = 0.$
4. $y' = (1 - y^2)\cos x + 0{,}6y, y(0) = 0.$
5. $y' = 1 + 0{,}4y\sin x - 1{,}5y^2, y(0) = 0.$
6. $y' = \frac{\cos y}{x+2} + 0{,}3y^2, y(0) = 0.$
7. $y' = \cos(1{,}5x + y) + (x - y), y(0) = 0.$
8. $y' = 1 - \sin(x + y) + \frac{0{,}5y}{x+2}, y(0) = 0.$
9. $y' = \frac{\cos y}{1{,}5 + x} + 0{,}1y^2, y(0) = 0.$
10. $y' = 0{,}6\sin x - 1{,}25y^2 + 1, y(0) = 0.$
11. $y' = \cos(2x + y) + 1{,}5(x - y), y(0) = 0.$
12. $y' = 1 - \frac{0{,}1y}{x+2} - \sin(2x + y), y(0) = 0.$
13. $y' = \frac{\cos y}{1{,}25 + x} - 0{,}1y^2, y(0) = 0.$
14. $y' = 1 + 0{,}8y\sin x - 2y^2, y(0) = 0.$
15. $y' = \cos(1{,}5x + y) + 1{,}5(x - y), y(0) = 0.$
16. $y' = 1 - \sin(2x + y) + \frac{0{,}3y}{x+2}, y(0) = 0.$
17. $y' = \frac{\cos y}{1{,}75 + x} - 0{,}5y^2, y(0) = 0.$
18. $y' = 1 + (1 - x)\sin y - (2 + x)y, y(0) = 0.$
19. $y' = (0{,}8 - y^2)\cos x + 0{,}3y, y(0) = 0.$
20. $y' = 1 + 2{,}2\sin x + 1{,}5y^2, y(0) = 0.$
21. $y' = \cos(x + y) + 0{,}75(x - y), y(0) = 0.$
22. $y' = 1 - \sin(1{,}25x + y) + \frac{0{,}5y}{x+2}, y(0) = 0.$
23. $y' = \frac{\cos y}{x+2} - 0{,}3y^2, y(0) = 0.$

24. $y' = 1 - \sin(1{,}75x + y) + \dfrac{0{,}1y}{x+2}, y(0) = 0.$

25. $y' = \dfrac{\cos y}{1{,}25 + x} - 0{,}5y^2, y(0) = 0.$

26. $y' = \sin(1{,}5x + y) - 2{,}25(x + y), y(0) = 0.$

27. $y' = \dfrac{\sin y}{1{,}5 + x} - 1{,}25y^2, y(0) = 0.$

28. $y' = 1 - (x - 1)\sin y + 2(x + y), y(0) = 0.$

29. $y' = 1 - \sin(0{,}75x - y) + \dfrac{1{,}75y}{x-1}, y(0) = 0.$

30. $y' = \cos(x - y) + \dfrac{1{,}25y}{1{,}5 + y}, y(0) = 0.$

Лабораторная работа 19. *Приближенные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных*

Задания к работе

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схему алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4. Используя метод сеток, составить решение дифференциального уравнения Лапласа $\dfrac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0$ с заданными начальными условиями; шаг $h = 1$. Уточнение решения производить с точностью $\varepsilon = 0.0001$ при помощи процесса Либмана.

5. Исходные данные ввести с файла, результаты вывести в файл.

Метод решения

Покажем применение метода сеток для построения решения задачи Дирихле. $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 U}{\partial y^2}=0$ при $(x,y)\in G$ и $U(P)=\varphi(P)$ при $P\in\Gamma$, где $U(P)=\varphi\{x,y)$ – заданная непрерывная функция. Будем предполагать, что область G ограничена простым замкнутым кусочно-гладким контуром Γ. Выбрав шаг h, построим сетку $x_i=x_0+ih,\ \mathrm{y_j}=y_0+jh$,(i, j $=0,\pm1,\ \pm2,\ \ldots),(\mathrm{S_h})$ с таким расчетом, чтобы узлы (x_i,y_i) сетки S_h или принадлежали области G, или отстояли от ее границы Г на расстояния меньшем , чем h.

Значения искомой функции $U=U(x,y)$ в точке (x_i,y_i) обозначим через $U_{ij}=U(x_i,y_i)$. Следуя общей схеме

$$U(x,y)=\frac{1}{4}[U(x+h,y)+U(x-h,y)+U(x,y+h)+U(x,y-h)],$$

для каждой внутренней точки (x_i,y_i) сетки S_h заменяем дифференциальное уравнение

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 U}{\partial y^2}=0$$

конечно-разностным уравнением

$$U_{ij}=\frac{1}{4}[U_{i-1j}+U_{i+1j}+U_{ij-1}+U_{ij+1}],$$

где $(x_{i+1,}y_j)$, $(x_{i-1,}y_j)$, (x_i,y_{j-1}), $(\mathrm{x_i},y_{j+1})$ – расчетные точки.

В границах $B_k=(x_k,y_k)$ сетки S_h полагаем $U(B_k)=U(x_k,y_k)=U(B)=\varphi(B)$, где B – ближайшая B_k точка границы Γ.

Согласно процессу усреднения Либмана, выбрав начальные приближения $U_{ij}^{(0)}$, последовательное приближение $U_{ij}^{(k)}$ для внутренних узлов (x_i, y_i) сетки S_h определяем по формуле

$$U_{ij}=\frac{1}{4}[U_{i-1j}^{(k-1)}+U_{i+1j}^{(k)}+U_{ij-1}^{(k-1)}+U_{ij+1}^{(k-1)}].\ (\mathrm{k}=1,2,\ldots,)$$

Что касается граничных узлов $A_l=(x_l,y_l)$ сетки S_h, то значения функции $U(x_l,y_l)$ в этих узлах последовательно исправляем по формулам линейной интерполяции

$$U^{(0)}(A_l) = U(A),$$
$$U^{(k)}(A_l) = U(A) + \frac{[U^{(k-1)}(B) - U(A)]}{h+\delta}\delta,$$
$$(k = 1,2,\ldots)$$

где A – ближайшая к A_l точка границы $\Gamma(U(A) = \varphi(A))$, ближайший к A_l внутренний узел сетки S_h и δ – удаление узла A_l от точки A, причем $\delta > 0$, если A_l – внутренняя точка области G, и $\delta < 0$, если A_l – внешняя точка области G.

На практике после некоторого шага *к* можно считать $U^{(k)}(A_l)$ неизменным.

За начальные значения $U_{ij}^{(0)}$ теоретически можно взять любую систему чисел. Однако следует иметь в виду, что в силу принципа максимума для значений искомой функции *U(x, y)* должны быть выполнены неравенства $m \le U_{ij} \le M$, где $m = \min_{\Gamma}\{\varphi(P)\}$, $M = \max_{\Gamma}\{\varphi(P)\}$. Поэтому разумно полагать $m \le U_{ij}^{(0)} = \frac{m+M}{2} \le M$.

Решение одного варианта: $x^2 + y^2 = r^2$ (Г), $U(x,y)_{\Gamma} = \sqrt{|xy|}$.

Исходные данные и программа вводятся с файлов abilr1026012017.php, idlr10.txt, abilr10gr29012017.php, idlr10gr.txt, а результаты выводятся в файл iidlr10.txt последовательно, начиная с первой строки.

Программа abilr1026012017.php

```
<?php
function y11($t,$r)
{
return -sqrt($r*$r-$t*$t);
}
function y22($t,$r)
{
return sqrt($r*$r-$t*$t);
}
function z11($t,$tt)
{
```

```
return sqrt(abs($t*$tt));
}
$ab=array();$ij1=array();
$ij2=array();$uk1=array();$uk=array();
$ff = fopen('idlr10.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$ab = explode(",", $f);
fclose($ff);
echo "<br />";
print_r($ab);
echo "<br />";
print_r($ij1);
$a=$ab[0];$b=$ab[1];$r=$ab[2];$eps=$ab[3];$n=$ab[4];
$m=$ab[5];
$hx=($b-
$a)/$m;$zmin=z11($a,y11($a,$r));$zmax=$zmin;$v=cos(M_PI_4);
$x=$a; $ymin=y11($a,$r);
while ($x+$hx<$b)
{
$x+=$hx;
if ($ymin>y11($x,$r)) $ymin=y11($x,$r);
if ($zmin>z11($x,y11($x,$r))) $zmin=z11($x,y11($x,$r));
if ($zmax<z11($x,y11($x,$r))) $zmax=z11($x,y11($x,$r));
}
$x=$a;$ymax=y22($a,$r);
while ($x+$hx<$b)
{
$x+=$hx;
if ($ymax<y22($x,$r)) $ymax=y22($x,$r);
if ($zmin>z11($x,y22($x,$r))) $zmin=z11($x,y22($x,$r));
if ($zmax<z11($x,y22($x,$r))) $zmax=z11($x,y22($x,$r));
}
$c=$ymin;$d=$ymax;$hy=($d-$c)/$n;

$x=$a-$hx;
for($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$x=$x+$hx;
```

```
$y=$c;$j=0;$z=y11($x,$r);
while ($y<$z && $j<$n)
{
$j++; $y+=$hy;
}
$ij1[$i]=$j;
$y=$c;$j=0;$z=y22($x,$r);
while ($y<$z && $j<$n)
{
$j++; $y+=$hy;
}
$ij2[$i]=$j;
}
$z=($zmin+$zmax)/2;
for($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$x=$a+$i*$hx;$uk1[$i][$ij1[$i]]=z11($x,y11($x,$r));
$uk1[$i][$ij2[$i]]=z11($x,y22($x,$r));
for ($j=$ij1[$i]+1;$j<=$ij2[$i]-1;$j++)
 $uk1[$i][$j]=$z;
}
$du=1000;
while ($du>=$eps)
{
$uk=$uk1;$du=0;
for($i=1;$i<=$m-1;$i++)
for ($j=$ij1[$i]+1;$j<=$ij2[$i]-1;$j++)
{
if ($ij1[$i-1]<$j && $j<$ij2[$i-1] && $ij1[$i+1]<$j &&
$j<$ij2[$i+1])
$uk1[$i][$j]=($uk[$i-1][$j]+$uk[$i+1][$j]+$uk[$i][$j-
1]+$uk[$i][$j+1])/4;
if ($du<abs($uk[$i][$j]-$uk1[$i][$j]))
$du=abs($uk[$i][$j]-$uk1[$i][$j]);
}
}
$ss="<br />Таблица U(x, y), где
x=$a+i*$hx,y=$c+j*$hy<br />i\j";
```

```
for($j=0;$j<=$n;$j++) $ss.="----------------$j";$ss.="
<br />";
for($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$x=$a=$i*$hx;$ss.="$i";
for($ij=0;$ij<$ij1[$i];$ij++) $uk1[$i][$ij]="---------------";
for($ij=$ij2[$i]+1;$ij<=$n;$ij++)
$uk1[$i][$ij]="---------------";
for($j=0;$j<=$n;$j++)
{
$y=$c+$j*$hy;
if($uk1[$i][$j]==0)$uk1[$i][$j]="0.0000000000000";
$ukij=$uk1[$i][$j];
$ss.="$ukij-";
}
$ss.="<br />";
}
$uk=$uk1;
echo "<br />";
print_r($ab);
echo "<br />";
print_r($ij1);
echo "<br />";
print_r($ij2);
echo "<br />";
echo "<br />";
print_r($uk1);
echo "<br />";
echo "<br />";
print_r($uk);
echo "<br />";
$ss1 = implode(",", $ij1);
$ss2 = implode(",", $ij2);
$fff = fopen('iidlr10.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END);
// поместим указатель в конец
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
```

```
fwrite($fff, $ss2."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
for($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$ss = implode(",", $uk[$i]);
fwrite($fff, $ss."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
}
for($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$ss = implode(",", $uk1[$i]);
fwrite($fff, $ss."\r\n");
 // запишем в конце еще одну строку
}
fclose($fff);
echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr1026012017.php

Array ([0] => -4 [1] => 4 [2] => 4 [3] => 0.01 [4] => 10 [5] => 10)

Array ()

Array ([0] => -4 [1] => 4 [2] => 4 [3] => 0.01 [4] => 10 [5] => 10)

Array ([0] => 6 [1] => 3 [2] => 2 [3] => 1 [4] => 1 [5] => 0 [6] => 1 [7] => 1 [8] => 1 [9] => 3 [10] => 6)

Array ([0] => 6 [1] => 8 [2] => 9 [3] => 10 [4] => 10 [5] => 10 [6] => 10 [7] => 10 [8] => 9 [9] => 8 [10] => 6)

Array ([0] => Array ([6] => 0.0000000000000 [0] => 0.0000000000000 [1] => 0.0000000000000 [2] => 0.0000000000000 [3] => 0.0000000000000 [4] => 0.0000000000000 [5] => 0.0000000000000 [7] =>0.0000000000000 [8] => 0.0000000000000 [9] => 0.0000000000000 [10] => 0.0000000000000) [1] => Array ([3] => 2.7712812921102 [8] => 2.7712812921102 [4] => 1.3856406460551 [5] => 1.3856406460551 [6] => 1.3856406460551 [7] => 1.3856406460551 [0] => 0.0000000000000 [1] => 0.0000000000000 [2] => 0.0000000000000 [9] => 0.0000000000000 [10] =>

0.0000000000000) [2] => Array ([2] => 2.7712812921102 [9] =>
2.7712812921102 [3] => 1.3856406460551 [4] =>
1.3887531729874 [5] => 1.3868285700944 [6] =>
1.3854761602028 [7] => 1.3829776837261 [8] =>
1.3856406460551 [0] => 0.0000000000000 [1] =>
0.0000000000000 [10] => 0.0000000000000) [3] => Array ([1]
=> 2.4219200832281 [10] => 2.4219200832281 [2] =>
1.3856406460551 [3] => 1.4038996223638 [4]
=>1.3980662844016 [5] => 1.390665856833 [6] =>
1.381800675385 [7] => 1.3782284283698 [8] =>
1.3729987797636 [9] => 1.3856406460551 [0] =>
0.0000000000000) [4] => Array ([1] => 1.7706910715205 [10]
=> 1.7706910715205 [2] => 1.5251418903299 [3] =>
1.4507461665928 [4] => 1.4157716644334 [5] =>
1.3937418913216 [6] => 1.381208025975 [7] =>
1.3598247904694 [8] => 1.3479012270294 [9] =>
1.3764697964832 [0] => 0.0000000000000) [5] =>Array ([0] =>
0.0000000000000 [10] => 0.0000000000000 [1] =>
1.3856406460551 [2] => 1.4993497836213 [3] =>
1.4685789609496 [4] => 1.4274744238387 [5] =>
1.4003908026973 [6] => 1.3737523028686 [7] =>
1.3453680857822 [8] => 1.2588042862826 [9] =>
1.0070906332697) [6] => Array ([1] => 1.7706910715205 [10]
=> 1.7706910715205 [2] => 1.6268038133298 [3] =>
1.5093841318709 [4] => 1.4423502909463 [5] =>
1.4038007636196 [6] => 1.3849748589291 [7] =>
1.3607840706823 [8] => 1.3481951433601 [9] =>
1.3765000386185 [0] => 0.0000000000000) [7] => Array ([1] =>
2.4219200832281 [10] => 2.4219200832281 [2] =>
1.7358984669882 [3] => 1.5152068540147 [4]
=>1.4372655379813 [5] => 1.4053391282838 [6] =>
1.3863837819582 [7] => 1.3797817149414 [8] =>
1.3732594669166 [9] => 1.3856406460551 [0] =>
0.0000000000000) [8] => Array ([1] => 2.7712812921102 [9] =>
2.7712812921102 [2] => 1.3856406460551 [3] =>
1.3856406460551 [4] => 1.3998858446674 [5] =>
1.3929843957493 [6] => 1.3882298113845 [7] =>
1.3836877688503 [8] => 1.3856406460551 [0] =>

0.0000000000000 [10] => 0.0000000000000) [9] => Array ([3]
=> 2.7712812921102 [8] => 2.7712812921102 [4] =>
1.3856406460551 [5] => 1.3856406460551 [6] =>
1.3856406460551 [7] => 1.3856406460551 [0] =>
0.0000000000000 [1] => 0.0000000000000 [2] =>
0.0000000000000 [9] => 0.0000000000000 [10] =>
0.0000000000000) [10] => Array ([6] => 0.0000000000000 [0]
=> 0.0000000000000 [1] => 0.0000000000000 [2] =>
0.0000000000000 [3] => 0.0000000000000 [4] =>
0.0000000000000 [5] => 0.0000000000000 [7] =>
0.0000000000000 [8] => 0.0000000000000 [9] =>
0.0000000000000 [10] => 0.0000000000000))

Array ([0] => Array ([6] => 0.0000000000000 [0] =>
0.0000000000000 [1] => 0.0000000000000 [2] =>
0.0000000000000 [3] => 0.0000000000000 [4] =>
0.0000000000000 [5] => 0.0000000000000 [7] =>
0.0000000000000 [8] => 0.0000000000000 [9] =>
0.0000000000000 [10] => 0.0000000000000) [1] => Array ([3]
=> 2.7712812921102 [8] => 2.7712812921102 [4] =>
1.3856406460551 [5] => 1.3856406460551 [6] =>
1.3856406460551 [7] => 1.3856406460551 [0] =>
0.0000000000000 [1] => 0.0000000000000 [2] =>
0.0000000000000 [9] => 0.0000000000000 [10] =>
0.0000000000000) [2] => Array ([2] => 2.7712812921102 [9] =>
2.7712812921102 [3] => 1.3856406460551 [4] =>
1.3887531729874 [5] => 1.3868285700944 [6] =>
1.3854761602028 [7] => 1.3829776837261 [8] =>
1.3856406460551 [0] => 0.0000000000000 [1]
=>0.0000000000000 [10] => 0.0000000000000) [3] => Array
([1] => 2.4219200832281 [10] => 2.4219200832281 [2] =>
1.3856406460551 [3] => 1.4038996223638 [4] =>
1.3980662844016 [5] => 1.390665856833 [6] =>
1.381800675385 [7] => 1.3782284283698 [8] =>
1.3729987797636 [9] => 1.3856406460551 [0] =>
0.0000000000000) [4] => Array ([1] => 1.7706910715205 [10]
=> 1.7706910715205 [2] => 1.5251418903299 [3] =>
1.4507461665928 [4] => 1.4157716644334 [5]

=>1.3937418913216 [6] => 1.381208025975 [7] =>
1.3598247904694 [8] => 1.3479012270294 [9] =>
1.3764697964832 [0] => 0.0000000000000) [5] => Array ([0] =>
0.0000000000000 [10] => 0.0000000000000 [1] =>
1.3856406460551 [2] => 1.4993497836213 [3] =>
1.4685789609496 [4] => 1.4274744238387 [5]
=>1.4003908026973 [6] => 1.3737523028686 [7] =>
1.3453680857822 [8] => 1.2588042862826 [9] =>
1.0070906332697) [6] => Array ([1] => 1.7706910715205 [10]
=> 1.7706910715205 [2] => 1.6268038133298 [3] =>
1.5093841318709 [4] => 1.4423502909463 [5] =>
1.4038007636196 [6] => 1.3849748589291 [7] =>
1.3607840706823 [8] => 1.3481951433601 [9] =>
1.3765000386185 [0] => 0.0000000000000) [7] => Array ([1] =>
2.4219200832281 [10] => 2.4219200832281 [2] =>
1.7358984669882 [3] => 1.5152068540147 [4] =>
1.4372655379813 [5] => 1.4053391282838 [6] =>
1.3863837819582 [7] => 1.3797817149414 [8] =>
1.3732594669166 [9] => 1.3856406460551 [0] =>
0.0000000000000) [8] => Array ([1] => 2.7712812921102 [9] =>
2.7712812921102 [2] => 1.3856406460551 [3] =>
1.3856406460551 [4] => 1.3998858446674 [5] =>
1.3929843957493 [6] => 1.3882298113845 [7] =>
1.3836877688503 [8] => 1.3856406460551 [0] =>
0.0000000000000 [10] => 0.0000000000000) [9] => Array ([3]
=> 2.7712812921102 [8] => 2.7712812921102 [4] =>
1.3856406460551 [5] => 1.3856406460551 [6] =>
1.3856406460551 [7] => 1.3856406460551 [0]
=>0.0000000000000 [1] => 0.0000000000000 [2] =>
0.0000000000000 [9] => 0.0000000000000 [10] =>
0.0000000000000) [10] => Array ([6] => 0.0000000000000 [0]
=> 0.0000000000000 [1] => 0.0000000000000 [2] =>
0.0000000000000 [3] => 0.0000000000000 [4] =>
0.0000000000000 [5] => 0.0000000000000 [7] =>
0.0000000000000 [8] => 0.0000000000000 [9] =>
0.0000000000000 [10] => 0.0000000000000))
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,

0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000
idlr10.txt
-4,4,4,0.01,10,10
iidlr10.txt
6,3,2,1,1,0,1,1,1,3,6
6,8,9,10,10,10,10,10,9,8,6
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000
2.7712812921102,2.7712812921102,1.3856406460551,1.38
56406460551,1.3856406460551,1.3856406460551,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000
2.7712812921102,2.7712812921102,1.3856406460551,1.38
87531729874,1.3868285700944,1.3854761602028,1.3829776837
261,1.3856406460551,0.0000000000000,0.0000000000000,0.000
0000000000000
2.4219200832281,2.4219200832281,1.3856406460551,
1.4038996223638,1.3980662844016,1.390665856833,
1.381800675385,1.3782284283698,1.3729987797636,
1.3856406460551,0.0000000000000
1.7706910715205,1.7706910715205,1.5251418903299,
1.4507461665928,1.4157716644334,1.3937418913216,
1.381208025975,1.3598247904694,1.3479012270294,
1.3764697964832,0.0000000000000
0.0000000000000,0.0000000000000,1.3856406460551,
1.4993497836213,1.4685789609496,1.4274744238387,
1.4003908026973,1.3737523028686,1.3453680857822,
1.2588042862826,1.0070906332697
1.7706910715205,1.7706910715205,1.6268038133298,
1.5093841318709,1.4423502909463,1.4038007636196,
1.3849748589291,1.3607840706823,1.3481951433601,
1.3765000386185,0.0000000000000
2.4219200832281,2.4219200832281,1.7358984669882,
1.5152068540147,1.4372655379813,1.4053391282838,

1.3863837819582,1.3797817149414,1.3732594669166,
1.3856406460551,0.0000000000000
2.7712812921102,2.7712812921102,1.3856406460551,
1.3856406460551,1.3998858446674,1.3929843957493,
1.3882298113845,1.3836877688503,1.3856406460551,
0.0000000000000,0.0000000000000
2.7712812921102,2.7712812921102,1.3856406460551,
1.3856406460551,1.3856406460551,1.3856406460551,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000
2.7712812921102,2.7712812921102,1.3856406460551,
1.3856406460551,1.3856406460551,1.3856406460551,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000
2.7712812921102,2.7712812921102,1.3856406460551,
1.3887531729874,1.3868285700944,1.3854761602028,
1.3829776837261,1.3856406460551,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000
2.4219200832281,2.4219200832281,1.3856406460551,
1.4038996223638,1.3980662844016,1.390665856833,
1.381800675385,1.3782284283698,1.3729987797636,
1.3856406460551,0.0000000000000
1.7706910715205,1.7706910715205,1.5251418903299,
1.4507461665928,1.4157716644334,1.3937418913216,
1.381208025975,1.3598247904694,1.3479012270294,
1.3764697964832,0.0000000000000
0.0000000000000,0.0000000000000,1.3856406460551,
1.4993497836213,1.4685789609496,1.4274744238387,
1.4003908026973,1.3737523028686,1.3453680857822,
1.2588042862826,1.0070906332697

1.7706910715205,1.7706910715205,1.6268038133298,
1.5093841318709,1.4423502909463,1.4038007636196,
1.3849748589291,1.3607840706823,1.3481951433601,
1.3765000386185,0.0000000000000
2.4219200832281,2.4219200832281,1.7358984669882,1.51
52068540147,1.4372655379813,1.4053391282838,1.3863837819
582,1.3797817149414,1.3732594669166,1.3856406460551,0.000
0000000000
2.7712812921102,2.7712812921102,1.3856406460551,
1.3856406460551,1.3998858446674,1.3929843957493,
1.3882298113845,1.3836877688503,1.3856406460551,
0.0000000000000,0.0000000000000
2.7712812921102,2.7712812921102,1.3856406460551,
1.3856406460551,1.3856406460551,1.3856406460551,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000,0.0000000000000,
0.0000000000000,0.0000000000000

Программа abilr10gr29012017.php

```
<?php
function y11($t,$r)
{
return -sqrt($r*$r-$t*$t);
}
function y22($t,$r)
{
return sqrt($r*$r-$t*$t);
}
function z11($t,$tt)
{
return sqrt(abs($t*$tt));
}
$im=imageCreateTrueColor(500,600);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<1000;$i++)
```

```
{
        $x=mt_rand(0,imageSX($im));
        $y=mt_rand(0,imageSY($im));
        imageSetPixel($im,$x,$y,$c);
/* Zakrashivaencz pixel*/
}
$ab=array();$ij1=array();
$ij2=array();$uk1=array();$uk=array();
$ff = fopen('idlr10gr.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$ab = explode(",", $f);
fclose($ff);
$a=$ab[0];$b=$ab[1];$r=$ab[2];$eps=$ab[3];$n=$ab[4];
$m=$ab[5];
$mx=$ab[6];$my=$ab[7];$mz=$ab[8];
$hx=($b-$a)/$m;$zmin=z11($a,y11($a,$r));$zmax=$zmin;
$v=cos(M_PI_4);
$x0=imageSX($im)/2;$y0=imageSY($im)/2;
imageLine($im,$x0,0,$x0,2*$y0,$c);
imageLine($im,0,$y0,2*$x0,$y0,$c);
imageLine($im,$x0-$y0,2*$y0,$x0+$y0,0,$c);
 /* Risuem os oy*/
$c=imageColorAllocate($im,220,220,0);
$x=$a; $ymin=y11($a,$r);
$x2=$x0+floor($mx*$x)-floor($my*$v*y11($x,$r));
$y2=$y0+floor($my*$v*y11($x,$r));
while ($x+$hx<$b)
{
$x1=$x2;$y1=$y2;$x+=$hx;
if ($ymin>y11($x,$r)) $ymin=y11($x,$r);
if ($zmin>z11($x,y11($x,$r))) $zmin=z11($x,y11($x,$r));
if ($zmax<z11($x,y11($x,$r))) $zmax=z11($x,y11($x,$r));
$x2=$x0+floor($mx*$x)-
floor($my*$v*y11($x,$r));$y2=$y0+floor($my*$v*y11($x,$r));
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
$x=$a;$ymax=y22($a,$r);
$x2=$x0+floor($mx*$x)-floor($my*$v*y11($x,$r));
```

```
$y2=$y0+floor($my*$v*y11($x,$r));
while ($x+$hx<$b)
{
$x1=$x2;$y1=$y2;$x+=$hx;
if ($ymax<y22($x,$r)) $ymax=y22($x,$r);
if ($zmin>z11($x,y22($x,$r))) $zmin=z11($x,y22($x,$r));
if ($zmax<z11($x,y22($x,$r))) $zmax=z11($x,y22($x,$r));
$x2=$x0+floor($mx*$x)-floor($my*$v*y22($x,$r));
$y2=$y0+floor($my*$v*y22($x,$r));
$c1=$ymin;$d=$ymax;$hy=($d-$c1)/$n;
$i1=$x0+floor($mx*$x)-floor($my*$v*$c1);
$j1=$y0+floor($my*$v*$c1);
$k1=$x0+floor($mx*$x)-floor($my*$v*$d);
$l1=$y0+floor($my*$v*$d);
imageLine($im,$i1,$j1,$k1,$l1,$c);
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
$y=$c1;
while ($y+$hy<$d)
{
$y+=$hy;
$i1=$x0+floor($mx*$a)-floor($my*$v*$y);
$j1=$y0+floor($my*$v*$y);
$k1=$x0+floor($mx*$b)-floor($my*$v*$y);
$l1=$y0+floor($my*$v*$y);
imageLine($im,$i1,$j1,$k1,$l1,$c);
}
$x=$a-$hx;
for($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$x+=$hx;
$y=$c1;$j=0;$z=y11($x,$r);
while ($y<$z && $j<$n)
{
$j++; $y+=$hy;
}
$ij1[$i]=$j;
$y=$c1;$j=0;$z=y22($x,$r);
```

```
while ($y<$z && $j<$n)
{
$j++; $y+=$hy;
}
$ij2[$i]=$j;
}
$z=($zmin+$zmax)/2;
for($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$x=$a+$i*$hx;$uk1[$i][$ij1[$i]]=z11($x,y11($x,$r));
$uk1[$i][$ij2[$i]]=z11($x,y22($x,$r));
for ($j=$ij1[$i]+1;$j<=$ij2[$i]-1;$j++)
 $uk1[$i][$j]=$z;
}
$du=1000;
while ($du>=$eps)
{
$uk=$uk1;$du=0;
for($i=1;$i<=$m-1;$i++)
for ($j=$ij1[$i]+1;$j<=$ij2[$i]-1;$j++)
{
if ($ij1[$i-1]<$j && $j<$ij2[$i-1] && $ij1[$i+1]<$j &&
$j<$ij2[$i+1])
$uk1[$i][$j]=($uk[$i-1][$j]+$uk[$i+1][$j]
+$uk[$i][$j-1]+$uk[$i][$j+1])/4;
if ($du<abs($uk[$i][$j]-$uk1[$i][$j]))
$du=abs($uk[$i][$j]-$uk1[$i][$j]);
}
}
for($i=0;$i<=$m-1;$i++)
{
$x=$a+$i*$hx;
for($j=$ij1[$i];$j<=$ij2[$i];$j++)
if ($j>=$ij1[$i+1]&& $j<=$ij2[$i+1])
{
$y=$c1+$j*$hy;
 $z=$uk1[$i][$j];
$x1=$x0+floor($mx*$x)-floor($my*$v*$y);
```

```
$y1=$y0+floor($my*$v*$y-$mz*$z);
 $x=$a+($i+1)*$hx; $z=$uk1[$i+1][$j];
 $x2=$x0+floor($mx*$x)-
floor($my*$v*$y);$y2=$y0+floor($my*$v*$y-$mz*$z);
 imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
}
for($i=0;$i<=$m-1;$i++)
{
$x=$a+$i*$hx;
for($j=$ij1[$i];$j<=$ij2[$i]-1;$j++)
{
$y=$c1+$j*$hy;
 $z=$uk1[$i][$j];
$x1=$x0+floor($mx*$x)-
floor($my*$v*$y);$y1=$y0+floor($my*$v*$y-$mz*$z);
 $y=$c1+($j+1)*$hy; $z=$uk1[$i][$j+1];
 $x2=$x0+floor($mx*$x)-
floor($my*$v*$y);$y2=$y0+floor($my*$v*$y-$mz*$z);
 imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
}
ImagePng($im);
imagePng($new_im,"lek3_12.png");
imageDestroy($im);
?>
idlr10gr.txt
-4,4,4,0.01,10,10,60,30,20
```

Задания к работе

1. $\frac{x^2}{9}+\frac{y^2}{16}=1(\Gamma)$, $U(xy)\,|_{\Gamma}=|x|+|y|.$
2. $(|x|+2)(|y|+2)=12(\Gamma)$ $U(xy)\,|_{\Gamma}=2|x|+|y|.$
3. $\left.\begin{matrix}|y|=4-x^2\\ x\in[-2,2]\end{matrix}\right\}(\Gamma)$ $U(xy)\,|_{\Gamma}=|x||y|.$
4. $x^2+y^2=16(\Gamma)$ $U(xy)\,|_{\Gamma}=|x|+2|y|.$

5. $\frac{x^2}{16}+\frac{y^2}{9}=1(\Gamma)$, $U(xy)\big|_\Gamma=|x||y|.$

6. $\left.\begin{array}{l}|x|=4-y^2\\ x\in[-4,4]\end{array}\right\}(\Gamma)$ $U(xy)\big|_\Gamma=|x|+|y|.$

7. $(|x|+2)(|y|+2)=12(\Gamma)$ $U(xy)\big|_\Gamma=|x||y|.$

8. $\frac{x^2}{9}+\frac{y^2}{16}=1(\Gamma)$, $U(xy)\big|_\Gamma=2|x|+|y|.$

9. $\frac{x^2}{16}+\frac{y^2}{25}=1(\Gamma)$, $U(xy)\big|_\Gamma=|x||y|.$

10. $\left.\begin{array}{l}|y|=4-x^2\\ x\in[-2,2]\end{array}\right\}(\Gamma)$ $U(xy)\big|_\Gamma=|x|+|y|.$

11. $x^2+y^2=16(\Gamma)$ $U(xy)\big|_\Gamma=0{,}5|x|+|y|.$

12. $\frac{x^2}{16}+\frac{y^2}{9}=1(\Gamma)$, $U(xy)\big|_\Gamma=|x|+0{,}5|y|.$

13. $\left.\begin{array}{l}|x|=4-y^2\\ x\in[-4,4]\end{array}\right\}(\Gamma)$ $U(xy)\big|_\Gamma=|x|+\frac{y^2}{2}.$

14. $(|x|+2)(|y|+2)=12(\Gamma)$ $U(xy)\big|_\Gamma=2|x|+0{,}5|y|.$

15. $\frac{x^2}{25}+\frac{y^2}{9}=1(\Gamma)$, $U(xy)\big|_\Gamma=|x|+|y|.$

16. $\frac{x^2}{9}+\frac{y^2}{16}=1(\Gamma)$, $U(xy)\big|_\Gamma=2|x|+0{,}5|y|.$

17. $\left.\begin{array}{l}|y|=9-x^2\\ x\in[-3,3]\end{array}\right\}(\Gamma)$ $U(xy)\big|_\Gamma=|x|+\frac{1}{2}|y|.$

18. $x^2+y^2=16(\Gamma)$ $U(xy)\big|_\Gamma=\frac{1}{2}|x|+2|y|.$

19. $\frac{x^2}{16}+\frac{y^2}{9}=1(\Gamma)$, $U(xy)\big|_\Gamma=0{,}5|x|+|y|.$

20. $\left.\begin{array}{l}|x|=9-y^2\\ x\in[-9,9]\end{array}\right\}(\Gamma)$ $U(xy)\big|_\Gamma=0{,}5|x|+|y|.$

21. $\frac{x^2}{9}+\frac{y^2}{25}=1(\Gamma)$, $U(xy)\big|_\Gamma=0{,}5|x|+2|y|.$

22. $\frac{x^2}{25}+\frac{y^2}{16}=1(\Gamma)$, $U(xy)\big|_\Gamma=0{,}5|x||y|.$

23. $(|x|+3)(|y|+2)=18$(Г) $U(xy)\,|_{\Gamma}=|x|+0{,}5|y|$.

24. $\left.\begin{matrix}|y|=9-x^2\\ x\in[-3{,}3]\end{matrix}\right\}$(Г) $U(xy)\,|_{\Gamma}=2|x|+0{,}5|y|$.

25. $x^2+y^2=16$(Г) $U(xy)\,|_{\Gamma}=0{,}5(|x|+|y|)$.

26. $\frac{x^2}{16}+\frac{y^2}{25}=1$(Г), $U(xy)\,|_{\Gamma}=\frac{1}{2}|x|+|y|$.

27. $\left.\begin{matrix}|x|=4-y^2\\ x\in[-4{,}4]\end{matrix}\right\}$(Г) $U(xy)\,|_{\Gamma}=|x|+0{,}5|y|$.

28. $(|x|+2)(|y|+3)=18$(Г) $U(xy)\,|_{\Gamma}=2|x|+0{,}5|y|$.

29. $\frac{x^2}{9}+\frac{y^2}{25}=1$(Г), $U(xy)\,|_{\Gamma}=|x|+0{,}5|y|$.

30. $(|x|+5)(|y|+5)=45$(Г) $U(xy)\,|_{\Gamma}=|x|+0{,}5|y|$.

Лабораторная работа 20. *Приближенные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных (уравнения теплопроводности)*

Задания к работе

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схему алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4. Используя метод сеток, составить решение смешанной задачи для дифференциального уравнения параболического типа $\frac{\partial U}{\partial t}=\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ (уравнения теплопроводности) при заданных начальных условиях $U(x,0)=f(x)$, $U(a,t)=\varphi(t)$, $U(b,t)=\psi(t)$, где $x\in[a,b]$. Решение выполнить при $h=\frac{b-a}{n}$, n = 10, $t\in[0,1]$ и $\sigma=\frac{1}{6}$.

Метод сеток для уравнения параболического типа.

В качестве примера уравнения параболического типа остановимся на уравнении теплопроводности для однородного стержня $a \le x \le b$,

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2},$$

где $U = U(x,t)$ – температура и t – время.

Пусть также задано распределение температуры в начальный момент времени $t = 0$; $U(x,t) = f(x)$ и законы изменения температуры в зависимости от времени на концах стержня $x = a$ и $x = b$;

$$U(a,t) = \varphi(t),$$
$$U(b,t) = \psi(t).$$

Требуется найти распределения температуры $U = U(x,t)$ вдоль стержня в любой момент времени t. Решим эту задачу методом сеток. Для этого рассмотрим пространственно-временную систему координат (x,t). В полуполосе $t \ge 0$, $a \le x \le b$ построим прямоугольную сетку $x = a + ih,\ \mathrm{i} = 0,1,2,\ldots,\mathrm{n},\ \mathrm{t} = \mathrm{jk},\ \mathrm{j} = 0,1,2,\ldots,$ где шаг вдоль оси OX $h = \frac{b-a}{n}$, n – целое, $k = \sigma h^2$ – постоянная $\sigma = \frac{1}{6}$.

Введя обозначения $x_i = a + ih,\ \mathrm{t_j} = jk,\ \mathrm{U_{ij}} = U(x_i, t_j)$ и заменяя уравнение

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$$

конечно разностным уравнением, будем иметь

$$\frac{U_{ij+1} - U_{ij}}{\sigma h^2} = \frac{U_{i+1j} - 2U_{ij} + U_{i-1j}}{h^2},$$

откуда $U_{ij+1} = \sigma U_{i-1j} + (1 - 2\sigma)U_{ij} + \sigma U_{i+1j}$.

Исходя из начального слоя $t = 0$, значения $U(x,t)$ для которого определяются из начального условия $U(x_i,0) = U_{i0} = f(x_i),\ \mathrm{i} = 0,1,2,\ldots,\mathrm{n},$ и используя значения функции $U(x,t)$ в крайних узлах (a,t_j); (b,t_j), $j = 0,1,2,...,$ определяемые граничными условиями $U_{0j} = U(a,t_j) = \varphi(t_j), U(b,t_j) = \psi(t_j) = U_{nj},$ последовательно вычислим $U(x_1,t_i) = U_{i1},\ U(x_2,t_i) = U_{i2},\ U(x_3,t_i) = U_{i3},...,$

($i = 0,1,2,...,n$), т. е. находим значения искомой функции $U(x,t)$ во всех узлах полуполосы.

Решение одного варианта:

$U(x,0) = f(x) = 2\cos^2(3x)$; $U(a,t) = \varphi(t) = |2 - 0,5t|$; $u(b,t) = \psi(t) = 0,3624t$.

Исходные данные и программа вводятся с файлов abilr1127012017.php, idlr11.txt, abilr11gr29012017.php, idlr11gr.txt, а результаты выводятся в файл iidlr11.txt последовательно, начиная с первой строки.

Программа abilr1127012017.php

```
<?php
function f($t)
{$r=cos(3*$t);
return 2*$r*$r;
}
function fi($t)
{
return abs(2-0.5*$t);
}
function ksi($t)
{
return 0.3624*$t;
}
$ab=array();$u=array(); $u1=array();$uki=array();
$ff = fopen('idlr11.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$ab = explode(",", $f);
fclose($ff);
echo "<br />";
print_r($ab);
echo "<br />";
$a=$ab[0];$b=$ab[1];$n=$ab[2];$m=$ab[3];
$hx=($b-$a)/$m;$ht=$hx*$hx/6;$v=cos(M_PI_4);
$ss="<br />Таблица U(x,y), где x=$a+i*$hx,
t=k*$ht<br />k\i";
for($i=0;$i<=$m;$i++) $ss.="----------$i";
$ss.="<br />";
for($i=0;$i<=$m;$i++) $u[$i]=f($a+$i*$hx);
```

```
for($k=0;$k<=$n+1;$k++)
{
$u1=$u;
$ss.="$k--";
for($i=0;$i<=$m;$i++){$r=$u[$i];
$uki[$k][$i]=$r; $ss.="$r--";}
$ss.="<br />";
for($i=0;$i<=$m;$i++)
if ($i==0) $u[$i]=fi($k*$ht);
 else
if ($i==$m) $u[$i]=ksi($k*$ht);
else
$u[$i]=($u1[$i-1]+$u1[$i+1])/6+2*$u1[$i]/3;
}
echo "<br />";
print_r($ab);
echo "<br />";
print_r($u1);
echo "<br />";
print_r($u);
echo "<br />";
echo "<br />";
print_r($uki);
echo "<br />";
$ss1 = implode(",", $u1);
$ss2 = implode(",", $u);
$fff = fopen('iidlr11.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END);
// поместим указатель в конец
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
fwrite($fff, $ss2."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
for($k=0;$k<=$n;$k++)
{
$ss1 = implode(",", $uki[$k]);
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
```

```
}
fclose($fff);
echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr1127012017.php

Array ([0] => 0 [1] => 6 [2] => 15 [3] => 7)

Array ([0] => 0 [1] => 6 [2] => 15 [3] => 7)
Array ([0] => 1.0816326530612 [1] => 1.158387156193 [2] => 1.0765214549697 [3] => 0.97409166557384 [4] => 0.88859574180895 [5] => 0.79392027125168 [6] => 0.68801379099007 [7] => 0.66563265306122)
Array ([0] => 1.0204081632653 [1] => 1.1319504554672 [2] => 1.0730941069409 [3] => 0.97691397651233 [4] => 0.88706581734355 [5] => 0.79204843630096 [6] => 0.70193468137886 [7] => 0.71000816326531)

Array ([0] => Array ([0] => 2 [1] => 1.4172963003824 [2] => 0.34827240462559 [3] => 0.038776670803999 [4] => 0.84949771714501 [5] => 1.835615237527 [6] => 1.8479005771813 [7] => 0.8720363103726) [1] => Array ([0] => 2 [1] => 1.3362429343592 [2] => 0.47486043161479 [3] => 0.22547946749777 [4] => 0.87873046281851 [5] => 1.6733098740724 [6] => 1.6832089761041 [7] => 0) [2] =>
Array ([0] => 1.9387755102041 [1] => 1.3033053615086 [2] => 0.57686068805268 [3] => 0.37591812740406 [4] =>0.90228519880737 [5] => 1.5425298225354 [6] => 1.4010242964148 [7] => 0.044375510204082) [3] => Array ([0] => 1.8775510204082 [1] => 1.2881429407152 [2] => 0.66444437352056 [3] => 0.49713639941272 [4] => 0.92126479086149 [5] => 1.4122381308939 [6] => 1.1985004197331 [7] => 0.088751020408163) [4] => Array ([0] => 1.8163265306122 [1] => 1.2824278594649 [2] => 0.74050947236836 [3] => 0.59570912700548 [4] => 0.93240561562543 [5] => 1.2947862890284 [6] =>1.0491651383724 [7] => 0.13312653061224) [5] => Array ([0] => 1.7551020408163 [1] => 1.28109124014 [2] =>

0.8066958126573 [3] => 0.67595859933595 [4] => 0.93668631308927 [5] => 1.1934526516852 [6] => 0.93742889552173 [7] => 0.17750204081633) [6] => Array ([0] => 1.6938775510204 [1] => 1.2810271356723 [2] => 0.8639721816842 [3] => 0.7412027538484 [4] => 0.93602608389638 [5] => 1.107987635892 [6] => 0.85344504576475 [7] => 0.22187755102041) [7] => Array ([0] => 1.6326530612245 [1] => 1.2803263792323 [2] => 0.91301976937625 [3] => 0.79413488016236 [4] => 0.93221578755432 [5] => 1.0369036122049 [6] => 0.7906075616619 [7] => 0.26625306122449) [8] => Array ([0] => 1.5714285714286 [1] => 1.2778297245883 [2] => 0.95442338948328 [3] => 0.83696251293 [4] => 0.92665027376408 [5] => 0.9784062996726 [6] => 0.74426448667949 [7] => 0.31062857142857) [9] => Array ([0] => 1.5102040816327 [1] => 1.2728618098775 [2] => 0.98874763257524 [3] => 0.8714872858279 [4] => 0.92032831794316 [5] => 0.93075665985567 [6] => 0.71101546963652 [7] => 0.35500408163265) [10] => Array ([0] => 1.4489795918367 [1] => 1.2650664922863 [2] => 1.0165566043344 [3] => 0.89917084897166 [4] =>0.91392620290936 [5] => 0.89239507116706 [6] => 0.68830377000573 [7] => 0.39937959183673) [11] => Array ([0] => 1.3877551020408 [1] => 1.2543003608861 [2] => 1.0384106264326 [3] => 0.9211943671884 [4] => 0.90787845529603 [5] => 0.86196837626389 [6] => 0.67416495717112 [7] => 0.44375510204082) [12] => Array ([0] => 1.3265306122449 [1] => 1.2405611953363 [2] => 1.0548562056341 [3] => 0.93851109174704 [4] => 0.90244609410607 [5] => 0.83831948625378 [6] => 0.6670638844982 [7] => 0.4881306122449) [13] => Array ([0] => 1.265306122449 [1] => 1.2239385998707 [2] => 1.0664161849366 [3] => 0.95189111112139 [4] => 0.89776915907085 [5] => 0.82046465393657 [6] => 0.66578427274858 [7] => 0.53250612244898) [14] => Array ([0] => 1.2040816326531 [1] => 1.2045794511447 [2] => 1.0735824084564 [3] => 0.96195829808218 [4] => 0.89390540022356 [5] => 0.80756867459428 [6] =>

0.66935131122998 [7] => 0.57688163265306) [15] => Array ([0] => 1.1428571428571 [1] => 1.1826636409481 [2] => 1.0768112305088 [3] => 0.96922016683479 [4] => 0.89085809559512 [5] => 0.79892190163844 [6] => 0.67697592536121 [7] => 0.62125714285714) [16] => Array ([0] => 1.0816326530612 [1] => 1.158387156193 [2] => 1.0765214549697 [3] => 0.97409166557384 [4] =>0.88859574180895 [5] => 0.79392027125168 [6] => 0.68801379099007 [7] => 0.66563265306122))

Таблица U(x, y), где x = 0 + i*0.85714285714286, t = k*0.12244897959184

k\i----------0----------1----------2----------3----------4----------5----------6----------7

0--2--1.4172963003824--0.34827240462559--0.038776670803999--0.84949771714501--1.835615237527--1.8479005771813--0.8720363103726--

1--2--1.3362429343592--0.47486043161479--0.22547946749777--0.87873046281851--1.6733098740724--1.6832089761041--0--

2--1.9387755102041--1.3033053615086--0.57686068805268--0.37591812740406--0.90228519880737--1.5425298225354--1.4010242964148--0.044375510204082--

3--1.8775510204082--1.2881429407152--0.66444437352056--0.49713639941272--0.92126479086149--1.4122381308939--1.1985004197331--0.088751020408163--

4--1.8163265306122--1.2824278594649--0.74050947236836--0.59570912700548--0.93240561562543--1.2947862890284--1.0491651383724--0.13312653061224--

5--1.7551020408163--1.28109124014--0.8066958126573--0.67595859933595--0.93668631308927--1.1934526516852--0.93742889552173--0.17750204081633--

6--1.6938775510204--1.2810271356723--0.8639721816842--0.7412027538484--0.93602608389638--1.107987635892--0.85344504576475--0.22187755102041--

7--1.6326530612245--1.2803263792323--0.91301976937625--0.79413488016236--0.93221578755432--1.0369036122049--0.7906075616619--0.26625306122449--

8--1.5714285714286--1.2778297245883--
0.95442338948328--0.83696251293--0.92665027376408--
0.9784062996726--0.74426448667949--0.31062857142857--
9--1.5102040816327--1.2728618098775--
0.98874763257524--0.8714872858279--0.92032831794316--
0.93075665985567--0.71101546963652--0.35500408163265--
10--1.4489795918367--1.2650664922863--
1.0165566043344--0.89917084897166--0.91392620290936--
0.89239507116706--0.68830377000573--0.39937959183673--
11--1.3877551020408--1.2543003608861--
1.0384106264326--0.9211943671884--0.90787845529603--
0.86196837626389--0.67416495717112--0.44375510204082--
12--1.3265306122449--1.2405611953363--
1.0548562056341--0.93851109174704--0.90244609410607--
0.83831948625378--0.6670638844982--0.4881306122449--
13--1.265306122449--1.2239385998707--
1.0664161849366--0.95189111112139--0.89776915907085--
0.82046465393657--0.66578427274858--0.53250612244898--
14--1.2040816326531--1.2045794511447--
1.0735824084564--0.96195829808218--0.89390540022356--
0.80756867459428--0.66935131122998--0.57688163265306--
15--1.1428571428571--1.1826636409481--
1.0768112305088--0.96922016683479--0.89085809559512--
0.79892190163844--0.67697592536121--0.62125714285714--
16--1.0816326530612--1.158387156193--
1.0765214549697--0.97409166557384--0.88859574180895--
0.79392027125168--0.68801379099007--0.66563265306122--
idlr11.txt
0,6,15,7
iidlr11.txt
1.0816326530612,1.158387156193,1.0765214549697,
0.97409166557384,0.88859574180895,0.79392027125168,
0.68801379099007,0.66563265306122
1.0204081632653,1.1319504554672,1.0730941069409,
0.97691397651233,0.88706581734355,0.79204843630096,
0.70193468137886,0.71000816326531
2,1.4172963003824,0.34827240462559,0.03877667080399
9,0.84949771714501,1.835615237527,1.8479005771813,

0.8720363103726
2,1.3362429343592,0.47486043161479,0.22547946749777,
0.87873046281851,1.6733098740724,1.6832089761041,0
1.9387755102041,1.3033053615086,0.57686068805268,
0.37591812740406,0.90228519880737,1.5425298225354,1.
4010242964148,0.044375510204082
1.8775510204082,1.2881429407152,0.66444437352056,
0.49713639941272,0.92126479086149,1.4122381308939,
1.1985004197331,0.088751020408163
1.8163265306122,1.2824278594649,0.74050947236836,
0.59570912700548,0.93240561562543,1.2947862890284,
1.0491651383724,0.13312653061224
1.7551020408163,1.28109124014,0.8066958126573,0.6759
5859933595,0.93668631308927,1.1934526516852,0.9374288955
2173,0.17750204081633
1.6938775510204,1.2810271356723,0.8639721816842,
0.7412027538484,0.93602608389638,1.107987635892,
0.85344504576475,0.22187755102041
1.6326530612245,1.2803263792323,0.91301976937625,
0.79413488016236,0.93221578755432,1.0369036122049,
0.7906075616619,0.26625306122449
1.5714285714286,1.2778297245883,0.95442338948328,
0.83696251293,0.92665027376408,0.9784062996726,
0.74426448667949,0.31062857142857
1.5102040816327,1.2728618098775,0.98874763257524,
0.8714872858279,0.92032831794316,0.93075665985567,
0.71101546963652,0.35500408163265
1.4489795918367,1.2650664922863,1.0165566043344,
0.89917084897166,0.91392620290936,0.89239507116706,
0.68830377000573,0.39937959183673
1.3877551020408,1.2543003608861,1.0384106264326,
0.9211943671884,0.90787845529603,0.86196837626389,
0.67416495717112,0.44375510204082
1.3265306122449,1.2405611953363,1.0548562056341,
0.93851109174704,0.90244609410607,0.83831948625378,
0.6670638844982,0.4881306122449
1.265306122449,1.2239385998707,1.0664161849366,

0.95189111112139,0.89776915907085,0.82046465393657,
0.66578427274858,0.53250612244898
1.2040816326531,1.2045794511447,1.0735824084564,
0.96195829808218,0.89390540022356,0.80756867459428,
0.66935131122998,0.57688163265306
1.1428571428571,1.1826636409481,1.0768112305088,
0.96922016683479,0.89085809559512,0.79892190163844,
0.67697592536121,0.62125714285714

Программа abilr11gr29012017.php

```
?php
function f($t)
{$r=cos(3*$t);
return 2*$r*$r;
}
function fi($t)
{
return abs(2-0.5*$t);
}
function ksi($t)
{
return 0.3624*$t;
}
$im=imageCreateTrueColor(500,600);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<1000;$i++)
{
        $x=mt_rand(0,imageSX($im));
        $y=mt_rand(0,imageSY($im));
        imageSetPixel($im,$x,$y,$c);
/* Zakrashivaencz pixel*/
}
$ab=array();$u=array(); $u1=array();$uki=array();
$ff = fopen('idlr11gr.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$ab = explode(",", $f);
fclose($ff);
$a=$ab[0];$b=$ab[1];$n=$ab[2];$m=$ab[3];
$mx=$ab[4];$my=$ab[5];$mz=$ab[6];
```

```
$hx=($b-$a)/$m;$ht=$hx*$hx/6;$v=cos(M_PI_4);
$x0=imageSX($im)/2;$y0=imageSY($im)/2;
imageLine($im,$x0,0,$x0,2*$y0,$c);
imageLine($im,0,$y0,2*$x0,$y0,$c);
imageLine($im,$x0-$y0,2*$y0,$x0+$y0,0,$c);
$x=$a;
$y2=$y0+floor($my*$v*$n*$ht);$y1=$y0;
while ($x+$hx<$b)
{
$x+=$hx;
$x1=$x0+floor($mx*$x);;$y1=$y2;
$x2=$x0+floor($mx*$x)-floor($mx*$v*$n*$ht);
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
for($k=0;$k<=$n;$k++)
{
$x1=$x0-floor($mx*$ht*$v*$k);$y1=$y2;
$x2=$x0-floor($mx*($ht*$v*$k-$b));
$y2=$y0+floor($my*$v*$k*$ht);$y1=$y2;
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
for($i=0;$i<=$m;$i++) $u[$i]=f($a+$i*$hx);
for($k=0;$k<=$n+1;$k++)
{
$u1=$u;
$y2=$y0+floor($my*($v*$k*$ht-$u1[0]));
$x2=$x0-floor($mx*$ht*$v*$k);
for($i=0;$i<=$m-1;$i++)
{
$x1=$x2;$y1=$y2;
$y2=$y0+floor($my*($v*$k*$ht-$u1[$i+1]));
$x2=$x0-floor($mx*($ht*$v*$k-($i+1)*$hx));
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
for($i=0;$i<=$m-1;$i++)
if ($i==0) $u[$i]=fi($k*$ht);
 else
if ($i==$m) $u[$i]=ksi($k*$ht);
```

```
else
$u[$i]=($u1[$i-1]+$u1[$i+1])/6+2*$u1[$i]/3;
}
ImagePng($im);
imagePng($new_im,"lek3_12.png");
imageDestroy($im);
?>
idlr11gr.txt
0,6,15,7,50,50,10
```

Задания к работе

1. $U(x,0) = \cos 2x, \quad U(0,t) = 1 - 6t, \quad U(0,6;t) = 0,3624.$
2. $U(x,0) = x(x+1), \quad U(0,t) = 0, \quad U(0,6;t) = 2t + 0,96.$
3. $U(x,0) = 1,2 + \lg(x+0,4), \quad U(0,t) = 0,8 + t, \quad U(0,6;t) = 1,2.$
4. $U(x,0) = \sin 2x, \quad U(0,t) = 2t, \quad U(0,6;t) = 0,932.$
5. $U(x,0) = 3x(2-x), \quad U(0,t) = 0, \quad U(0,6;t) = t + 2,52.$
6. $U(x,0) = 1 - \lg(x+0,4), \quad U(0,t) = t + 0,03, \quad U(0,6;t) = t + 1.$
7. $U(x,0) = \sin(0,55x + 0,03), \quad U(0,t) = t + 0,03, \quad U(0,6;t) = 0,354.$
8. $U(x,0) = 2x(1-x) + 0,2, \quad U(0,t) = 0,2, \quad U(0,6;t) = t + 0,68.$
9. $U(x,0) = \sin x + 0,08, \quad U(0,t) = 0,8 + 2t, \quad U(0,6;t) = 0,6446.$
10. $U(x,0) = \cos(2x + 0,19), \quad U(0,t) = 0,932, \quad U(0,6;t) = 0,1798.$
11. $U(x,0) = 2x(x+0,2) + 0,4, \quad U(0,t) = 2t + 0,4, \quad U(0,6;t) = 1,36.$
12. $U(x,0) = \lg(x+0,26), \quad U(0,t) = 0,415 + t, \quad U(0,6;t) = 0,9345.$
13. $U(x,0) = \sin(x+0,45), \quad U(0,t) = 0,435 - 2t, \quad U(0,6;t) = 0,8674.$
14. $U(x,0) = 0,3 + x(x+0,4), \quad U(0,t) = 0,3, \quad U(0,6;t) = 6t + 0,9.$
15. $U(x,0) = (x-0,2)(x+1) + 0,2, \quad U(0,t) = 6t, \quad U(0,6;t) = 0,84.$
16. $U(x,0) = x(0,3 + 2x), \quad U(0,t) = 0, \quad U(0,6;t) = 6t + 0,9.$
17. $U(x,0) = \sin(x+0,48), \quad U(0,t) = 0,4618, \quad U(0,6;t) = 3t + 0,882.$
18. $U(x,0) = \sin(x+0,02), \quad U(0,t) = 3t + 0,02, \quad U(0,6;t) = 0,581.$
19. $U(x,0) = \cos(x+0,48), \quad U(0,t) = 6t + 0,887, \quad U(0,6;t) = 0,4713.$
20. $U(x,0) = \lg(2,63 - x), \quad U(0,t) = 3(0,14 - t), \quad U(0,6;t) = 0,3075.$
21. $U(x,0) = 1,5 - x(1-x), \quad U(0,t) = 3(0,5 - t), \quad U(0,6;t) = 1,26.$
22. $U(x,0) = \cos(x+0,845), \quad U(0,t) = 6(t+0,11), \quad U(0,6;t) = 0,1205.$
23. $U(x,0) = \lg(2,42 + x), \quad U(0,t) = 0,3838, \quad U(0,6;t) = 6(0,08 - t).$

24. $U(x,0) = 0{,}6 + x(0{,}8 - x)$, $U(0,t) = 0{,}6$, $U(0{,}6;t) = 3(0{,}24 + t)$.

25. $U(x,0) = \cos(x + 0{,}66)$, $U(0,t) = 3t + 0{,}79$, $U(0{,}6;t) = 0{,}3058$.

26. $U(x,0) = tg(1{,}43 + 2x)$, $U(0,t) = 0{,}1553$, $U(0{,}6;t) = 3(t + 0{,}14)$.

27. $U(x,0) = 0{,}9 + 2x(1 - x)$, $U(0,t) = 3(0{,}3 - 2t)$, $U(0{,}6;t) = 1{,}38$.

28. $U(x,0) = \lg(1{,}95 + x)$, $U(0,t) = 0{,}29 - 6t$, $U(0{,}6;t) = 0{,}4065$.

29. $U(x,0) = 2\cos(x + 055)$, $U(0,t) = 1{,}705$, $U(0{,}6;t) = 0{,}817 + 3t$.

30. $U(x,0) = x(1 - x) + 0{,}2$, $U(0,t) = 0{,}2$, $U(0{,}6;t) = 2(t + 0{,}22)$.

Лабораторная работа 21. *Приближенные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных (уравнения колебания струны)*

Задания к работе

1. Составить алгоритм решения задачи, указанной в варианте.

2. Составить блок-схему алгоритмов основной программы и подпрограммы.

3. Составить подпрограмму и основную программу, использующую подпрограмму.

4. Используя метод сеток, составить решение смешанной задачи для уравнения колебания струны $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = p^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ с начальными условиями $U(x,0) = f(x)$, $U_t(x,0) = \Phi(x)$ $(a \le x \le b)$ и краевыми условиями $U(a,t) = \varphi(t)$, $U(b,t) = \psi(t)$. Решение выполнить с шагом $h = \frac{b-a}{n}$, $n = 10$.

Метод сеток уравнений гиперболического типа.

Будем искать решение уравнения свободных колебаний однородной ограниченной струны

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = p^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \qquad (6)$$

при заданных начальных и краевых условиях $U(x,0) = f(x)$, $U_t(x,t) = \Phi(x), (a \le x \le b)$ и $U(a,t) = \varphi(t), U(b,t) = \psi(t), (0 \le t < +\infty)$.

Решим эту смешанную задачу методом сеток. Покроем полуполосу $(a \le x \le b)$ $(0 \le t < \infty)$ прямоугольной сеткой

$x_i = a + ih, \quad t_j = jk \quad (i = 0,1,2,...,n;\ j = 0,1,2,...),$ где

$\Delta x_i = x_{i+1} - x_i = h = \frac{1}{n}$ (n – целое число), $\Delta t_j = t_{j+1} - t_j = k$. На сетке x_i, t_j приближенно заменим дифференциальное уравнение (6) соответствующим конечно-разностным уравнением. Пользуясь симметричными формулами для производных, будем иметь:

$$\frac{U_{ij+1} - 2U_{ij} + U_{ij-1}}{k^2} = p^2 \frac{U_{i+1j} - 2U_{ij} + U_{i-1j}}{h^2} \quad .$$

При $k = \frac{h}{p}$ последнее уравнение упрощается и принимает вид: $U_{ij+1} = U_{i+1j} + U_{i-1j} - U_{ij-1}$.

Для начала вычисления по последней формуле необходимо знать значения $U(x,t)$ на двух слоях t_j и t_{j-1}, в то время как начальные условия задают нам значения $U(x,t)$ лишь на нулевом слое $j = 0$. Однако, используя начальные условия, можно определить значения $U(x,t)$ на фиктивном слое с номером $j = -1$. Для этого заменим производную в начальном условии $U_t(x,0) = \Phi(x)$ конечно-разностным отношением.

Тогда будем иметь

$$\frac{U_{i,-1} - U_{i0}}{-k} = \Phi_i,$$

где $\Phi_i = \Phi(x_i)$. Отсюда $U_{i,-1} = U_{i0} - k\Phi_i$.

Теперь, зная значения $U(x,t)$ на слое $j = -1$, можно начать вычисления, т. е.

$U_{ij+1} = U_{i+1j} + U_{i-1j} - U_{ij-1}, i = 1,2,..., n-1, j = 1,2,...$

$U_{i0} = f(x_i), \ \mathrm{U_{i,-1}} = U_{i0} - k\Phi(x_i), \ i = 0,1,2,...,n,$

$U_{0j} = \varphi(t_j), U_{nj} = \psi(t_j), \quad j = 0,1,2,3,.....$

Решение одного варианта^

$U(x,0) = f(x) = 2\cos^2(3x); \ \mathrm{U_t^1(x,0) = \Phi(x) = 2\cos^2(3x)};$

$\mathrm{U(a,t) =} \ \varphi(t) = |2 - 0,5t| \ ; \mathrm{u(b,t)} = \psi(t) = 0,3624t.$

Исходные данные и программа вводятся с файлов abilr1228012017.php, idlr12.txt,abilr12gr29012017.php,idlr12 gr.txt, а результаты выводятся в файл iidlr12.txt последовательно, начиная с первой строки.

Программа abilr1228012017.php

```
<?php
function f1($t)
{$r=cos(3*$t);
return 2*$r*$r;
}
function f2($t)
{$r=cos(3*$t);
return 2*$r*$r;
}
function fi($t)
{
return abs(2-0.5*$t);
}
function ksi($t)
{
return 0.3624*$t;
}
$ab=array();$u=array();
$u1=array();$uki=array();;$u2=array();
$ff = fopen('idlr12.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$ab = explode(",", $f);
fclose($ff);
echo "<br />";
print_r($ab);
echo "<br />";
$a=$ab[0];$b=$ab[1];$n=$ab[2];$m=$ab[3];
$hx=($b-$a)/$m;$ht=$hx*$hx/6;$v=cos(M_PI_4);
$ss="<br />Таблица U(x, y), где x=$a+i*$hx,
t=k*$ht<br />k\i";
for($i=0;$i<=$m;$i++) $ss.="----------$i";
$ss.="<br />";
for($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$u[$i]=f1($a+$i*$hx);$u1[$i]=f2($a+$i*$hx);
}
```

```
for($k=0;$k<=$n+1;$k++)
{
$u2=$u1;$u1=$u;
$ss.="$k--";
for($i=0;$i<=$m;$i++){$r=$u1[$i];
$uki[$k][$i]=$r; $ss.="$r--";}
$ss.="<br />";
for($i=0;$i<=$m;$i++)
if ($i==0) $u[$i]=fi($k*$ht);
 else
if ($i==$m) $u[$i]=ksi($k*$ht);
else
$u[$i]=($u1[$i-1]+$u1[$i+1])/6+2*$u2[$i]/3;
}
echo "<br />";
print_r($ab);
echo "<br />";
print_r($u1);
echo "<br />";
print_r($u);
echo "<br />";
echo "<br />";
print_r($uki);
echo "<br />";
$ss1 = implode(",", $u1);
$ss2 = implode(",", $u);
$fff = fopen('iidlr12.txt', 'a'); // Текстовый режим
//fseek($fff, 0, SEEK_END);
// поместим указатель в конец
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
 // запишем в конце еще одну строку
fwrite($fff, $ss2."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
for($k=0;$k<=$n;$k++)
{
$ss1 = implode(",", $uki[$k]);
fwrite($fff, $ss1."\r\n");
// запишем в конце еще одну строку
```

```
}
fclose($fff);
echo $ss;
?>
```

Ответ: abilr1228012017.php

Array ([0] => 0 [1] => 6 [2] => 15 [3] => 7)

Array ([0] => 0 [1] => 6 [2] => 15 [3] => 7)

Array ([0] => 1.0816326530612 [1] => 1.1181431651324 [2] => 0.93752138730783 [3] => 0.86056135918569 [4] => 0.90995489358238 [5] => 0.96310368670038 [6] => 0.81916750017003 [7] => 0.66563265306122)

Array ([0] => 1.0204081632653 [1] => 1.0893376918714 [2] => 0.95428277471462 [3] => 0.86657521032605 [4] => 0.91906637908624 [5] => 0.93233584692946 [6] => 0.82868540450569 [7] => 0.71000816326531)

Array ([0] => Array ([0] => 2 [1] => 1.4172963003824 [2] => 0.34827240462559 [3] => 0.038776670803999 [4] => 0.84949771714501 [5] => 1.835615237527 [6] => 1.8479005771813 [7] => 0.8720363103726) [1] => Array ([0] => 2 [1] => 1.3362429343592 [2] => 0.47486043161479 [3] => 0.22547946749777 [4] => 0.87873046281851 [5] => 1.6733098740724 [6] => 1.6832089761041 [7] => 0) [2] =>

Array ([0] => 1.9387755102041 [1] => 1.3573409388574 [2] => 0.49246867005988 [3] => 0.25144959627488 [4] => 0.8827967016917 [5] => 1.6507333981718 [6] => 1.5108186971329 [7] => 0.044375510204082) [3] => Array ([0] => 1.8775510204082 [1] => 1.2960359862834 [2] => 0.5847053769319 [3] => 0.37953054029044 [4] => 0.90285080762012 [5] => 1.5144758158524 [6] => 1.4046574687987 [7] => 0.088751020408163) [4] => Array ([0] => 1.8163265306122 [1] => 1.3152700254616 [2] => 0.6075735344689 [3] => 0.41555909494193 [4] => 0.90419886048494 [5] => 1.485073644851 [6] => 1.2744169374654 [7] => 0.13312653061224) [5] => Array ([0] => 1.7551020408163 [1] => 1.2680073350358 [2] => 0.67827510468852 [3] => 0.50498242601927 [4] =>

0.91867266171223 [5] => 1.3727531768933 [6] => 1.2061383417764 [7] => 0.17750204081633) [6] => Array ([0] => 1.6938775510204 [1] => 1.2824095412252 [2] => 0.70054731648845 [3] => 0.54319735769474 [4] => 0.91575517414205 [5] => 1.3441842638154 [6] =>1.1079871612619 [7] => 0.22187755102041) [7] => Array ([0] => 1.6326530612245 [1] => 1.2444090346087 [2] => 0.75645121961234 [3] => 0.60603869911793 [4] => 0.92701204472652 [5] => 1.2524591738295 [6] => 1.0651025303235 [7] => 0.26625306122449) [8] => Array ([0] => 1.5714285714286 [1] => 1.2531237409563 [2] => 0.77543949994674 [3] => 0.64270878251964 [4] =>0.92025309491928 [5] => 1.2281419383853 [6] => 0.99177681335024 [7] => 0.31062857142857) [9] => Array ([0] => 1.5102040816327 [1] => 1.220750701635 [2] => 0.82027290032088 [3] => 0.68664123188962 [4] => 0.92981648330184 [5] => 1.1536444339313 [6] => 0.96653010518468 [7] => 0.35500408163265) [10] => Array ([0] => 1.4489795918367 [1] => 1.2238286576298 [2] => 0.8348583222186 [3] => 0.72015408561688 [4] => 0.92021634091633 [5] => 1.1348190570046 [6] => 0.91262596149414 [7] => 0.39937959183673) [11] => Array ([0] => 1.3877551020408 [1] => 1.1944734534326 [2] => 0.87084572408836 [3] => 0.75027326511557 [4] =>0.92903984597147 [5] => 1.0745700063559 [6] => 0.90005317826334 [7] => 0.44375510204082) [12] => Array ([0] => 1.3265306122449 [1] => 1.1923192427747 [2] => 0.88069666790375 [3] => 0.78008365208789 [4] => 0.91761810585614 [5] => 1.0613948753755 [6] => 0.86147149239555 [7] => 0.4881306122449) [13] => Array ([0] => 1.265306122449 [1] => 1.1641868489798 [2] => 0.90929763186934 [3] => 0.79990130570369 [4] => 0.92627298522489 [5] => 1.0128949372792 [6] => 0.8582897001123 [7] => 0.53250612244898) [14] => Array ([0] => 1.2040816326531 [1] => 1.1573134542362 [2] => 0.91447913771642 [3] => 0.82598420424096 [4] => 0.91387811106791 [5] => 1.0050236978066 [6] => 0.83188117155174 [7] => 0.57688163265306) [15] => Array ([0]

=> 1.1428571428571 [1] => 1.1292180277148 [2] => 0.93674803099242 [3] => 0.83799374526652 [4] => 0.92268330715785 [5] => 0.96622317195609 [6] => 0.83584402181814 [7] => 0.62125714285714) [16] => Array ([0] => 1.0816326530612 [1] => 1.1181431651324 [2] => 0.93752138730783 [3] => 0.86056135918569 [4] => 0.90995489358238 [5] => 0.96310368670038 [6] => 0.81916750017003 [7] => 0.66563265306122))

ТаблицаU(x,y),гдеx=0+i*0.85714285714286,t=k*0.12244897959184

k\i----------0----------1----------2----------3----------4----------5----------6----------7

0--2--1.4172963003824--0.34827240462559--0.038776670803999--0.84949771714501--1.835615237527--1.8479005771813--0.8720363103726--

1--2--1.3362429343592--0.47486043161479--0.22547946749777--0.87873046281851--1.6733098740724--1.6832089761041--0--

2--1.9387755102041--1.3573409388574--0.49246867005988--0.25144959627488--0.8827967016917--1.6507333981718--1.5108186971329--0.044375510204082--

3--1.8775510204082--1.2960359862834--0.5847053769319--0.37953054029044--0.90285080762012--1.5144758158524--1.4046574687987--0.088751020408163--

4--1.8163265306122--1.3152700254616--0.60757353446 89--0.41555909494193--0.90419886048494--1.485073644851--1.2744169374654--0.13312653061224--

5--1.7551020408163--1.2680073350358--0.67827510468852--0.50498242601927--0.91867266171223--1.3727531768933--1.2061383417764--0.17750204081633--

6--1.6938775510204--1.2824095412252--0.70054731648845--0.54319735769474--0.91575517414205--1.3441842638154--1.1079871612619--0.22187755102041--

7--1.6326530612245--1.2444090346087--0.75645121961234--0.60603869911793--0.92701204472652--1.2524591738295--1.0651025303235--0.26625306122449--

8--1.5714285714286--1.2531237409563--
0.77543949994674--0.64270878251964--0.92025309491928--
1.2281419383853--0.99177681335024--0.31062857142857--
9--1.5102040816327--1.220750701635--
0.82027290032088--0.68664123188962--0.92981648330184--
1.1536444339313--0.96653010518468--0.35500408163265--
10--1.4489795918367--1.2238286576298--
0.8348583222186--0.72015408561688--0.92021634091633--
1.1348190570046--0.91262596149414--0.39937959183673--
11--1.3877551020408--1.1944734534326--
0.87084572408836--0.75027326511557--0.92903984597147--
1.0745700063559--0.90005317826334--0.44375510204082--
12--1.3265306122449--1.1923192427747--
0.88069666790375--0.78008365208789--0.91761810585614--
1.0613948753755--0.86147149239555--0.4881306122449--
13--1.265306122449--1.1641868489798--
0.90929763186934--0.79990130570369--0.92627298522489--
1.0128949372792--0.8582897001123--0.53250612244898--
14--1.2040816326531--1.1573134542362--
0.91447913771642--0.82598420424096--0.91387811106791--
1.0050236978066--0.83188117155174--0.57688163265306--
15--1.1428571428571--1.1292180277148--
0.93674803099242--0.83799374526652--0.92268330715785--
0.96622317195609--0.83584402181814--0.62125714285714--
16--1.0816326530612--1.1181431651324--
0.93752138730783--0.86056135918569--0.90995489358238--
0.96310368670038--0.81916750017003--0.66563265306122--
idlr12.txt
0,6,15,7
iidlr12.txt
1.0816326530612,1.1181431651324,0.93752138730783,
0.86056135918569,0.90995489358238,0.96310368670038,
0.81916750017003,0.66563265306122
1.0204081632653,1.0893376918714,0.95428277471462,
0.86657521032605,0.91906637908624,0.93233584692946,
0.82868540450569,0.71000816326531
2,1.4172963003824,0.34827240462559,0.03877667080399
9,0.84949771714501,1.835615237527,1.8479005771813,

0.8720363103726
2,1.3362429343592,0.47486043161479,0.22547946749777,
0.87873046281851,1.6733098740724,1.6832089761041,0
1.9387755102041,1.3573409388574,0.49246867005988,
0.25144959627488,0.8827967016917,1.6507333981718,
1.5108186971329,0.044375510204082
1.8775510204082,1.2960359862834,0.5847053769319,
0.37953054029044,0.90285080762012,1.5144758158524,
1.4046574687987,0.088751020408163
1.8163265306122,1.3152700254616,0.6075735344689,
0.41555909494193,0.90419886048494,1.485073644851,
1.2744169374654,0.13312653061224
1.7551020408163,1.2680073350358,0.67827510468852,
0.50498242601927,0.91867266171223,1.3727531768933,
1.2061383417764,0.17750204081633
1.6938775510204,1.2824095412252,0.70054731648845,
0.54319735769474,0.91575517414205,1.3441842638154,1.
1079871612619,0.22187755102041
1.6326530612245,1.2444090346087,0.75645121961234,
0.60603869911793,0.92701204472652,1.2524591738295,
1.0651025303235,0.26625306122449
1.5714285714286,1.2531237409563,0.77543949994674,
0.64270878251964,0.92025309491928,1.2281419383853,
0.99177681335024,0.31062857142857
1.5102040816327,1.220750701635,0.82027290032088,
0.68664123188962,0.92981648330184,1.1536444339313,
0.96653010518468,0.35500408163265
1.4489795918367,1.2238286576298,0.8348583222186,
0.72015408561688,0.92021634091633,1.1348190570046,0.
91262596149414,0.39937959183673
1.3877551020408,1.1944734534326,0.87084572408836,
0.75027326511557,0.92903984597147,1.0745700063559,
0.90005317826334,0.44375510204082
1.3265306122449,1.1923192427747,0.88069666790375,
0.78008365208789,0.91761810585614,1.0613948753755,
0.86147149239555,0.4881306122449
1.265306122449,1.1641868489798,0.90929763186934,
0.79990130570369,0.92627298522489,1.0128949372792,

0.8582897001123,0.53250612244898
1.2040816326531,1.1573134542362,0.91447913771642,
0.82598420424096,0.91387811106791,1.0050236978066,
0.83188117155174,0.57688163265306
1.1428571428571,1.1292180277148,0.93674803099242,
0.83799374526652,0.92268330715785,0.96622317195609,
0.83584402181814,0.62125714285714

abilr12gr29012017.php

```
<?php
function f1($t)
{$r=cos(3*$t);
return 2*$r*$r;
}
function f2($t)
{$r=cos(3*$t);
return 2*$r*$r;
}
function fi($t)
{
return abs(2-0.5*$t);
}
function ksi($t)
{
return 0.3624*$t;
}
$im=imageCreateTrueColor(500,600);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<1000;$i++)
{
        $x=mt_rand(0,imageSX($im));
        $y=mt_rand(0,imageSY($im));
        imageSetPixel($im,$x,$y,$c);
/* Zakrashivaencz pixel*/
}
$ab=array();$u=array();
$u1=array();$uki=array();;$u2=array();
$ff = fopen('idlr13gr.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
```

```
$ab = explode(",", $f);
fclose($ff);
$a=$ab[0];$b=$ab[1];$c1=$ab[2];$d=$ab[3];
$hx=$ab[4];$hy=$ab[5];$v=cos(M_PI_4);
$n=$ab[6];$m=$ab[7];$mx=$ab[8];$my=$ab[9];$mz=$ab[1
0];
$x0=imageSX($im)/2;$y0=imageSY($im)/2;
imageLine($im,$x0,0,$x0,2*$y0,$c);
imageLine($im,0,$y0,2*$x0,$y0,$c);
imageLine($im,$x0-$y0,2*$y0,$x0+$y0,0,$c);
 $x=$a;
$y2=$y0+floor($my*$v*$n*$hy);$y1=$y0;
while ($x+$hx<$b)
{
$x+=$hx;
$x1=$x0+floor($mx*$x);;$y1=$y2;
$x2=$x0+floor($mx*$x)-floor($mx*$v*$n*$hy);
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
for($k=0;$k<=$n;$k++)
{
$x1=$x0-floor($mx*$hy*$v*$k);
$x2=$x0-floor($mx*($hy*$v*$k-$b));
$y2=$y0+floor($my*$v*$k*$hy);$y1=$y2;
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
for($i=0;$i<=$m;$i++)
{
$u[$i]=f1($a+$i*$hx);$u1[$i]=$u[$i]-$hy*f2($a+$i*$hx);
}

for($k=0;$k<=$n+1;$k++)
{
$u2=$u1;$u1=$u;
$y2=$y0+floor($my*($v*$k*$hy-$u1[0]));
$x2=$x0-floor($mx*$hy*$v*$k);
for($i=0;$i<=$m-1;$i++)
{
```

```
$x1=$x2;$y1=$y2;
$y2=$y0+floor($my*($v*$k*$hy-$u1[$i+1]));
$x2=$x0-floor($mx*($hy*$v*$k-($i+1)*$hx));
imageLine($im,$x1,$y1,$x2,$y2,$c);
}
for($i=0;$i<=$m-1;$i++)
if ($i==0) $u[$i]=fi($k*$hy);
 else
if ($i==$m) $u[$i]=ksi($k*$hy);
else
$u[$i]=($u1[$i-1]+$u1[$i+1])/6+2*$u1[$i]/3;
}
ImagePng($im);
imagePng($new_im,"lek3_12.png");
imageDestroy($im);
?>
```

idlr12gr.txt

```
0,6,15,7,40,50,30
```

Задания к работе

1.	$f(x) = x(x+1),$ $\Phi(x) = \cos x,$ $\varphi(t) = 0,$ $\psi(t) = 2(t+1).$	2.	$f(x) = x\cos \pi x,$ $\Phi(x) = x(2-x),$ $\varphi(t) = 2t,$ $\psi(t) = -1.$
3.	$f(x) = \cos\dfrac{\pi x}{2},$ $\Phi(x) = x^2,$ $\varphi(t) = 1 + 2t,$ $\psi(t) = 0.$	4.	$f(x) = (x + 0{,}5(x-1),$ $\Phi(x) = \sin(x + 0{,}2),$ $\varphi(t) = t - 0{,}5,$ $\psi(t) = 3t.$
5.	$f(x) = 2x(x+1) + 0{,}3,$ $\Phi(x) = 2\sin x,$ $\varphi(t) = 0{,}3,$ $\psi(t) = 4{,}3 + t.$	6.	$f(x) = (x + 0{,}2)\sin\dfrac{\pi x}{2},$ $\Phi(x) = 1 + x^2,$ $\varphi(t) = 0,$ $\psi(t) = 1{,}2(t+1).$
7.	$f(x) = x\sin \pi x,$ $\Phi(x) = (x+1)^2,$ $\varphi(t) = 2t,$ $\psi(t) = 0.$	8.	$f(x) = 3x(1-x),$ $\Phi(x) = \cos(x + 0{,}5),$ $\varphi(t) = 2t,$ $\psi(t) = 0.$
9.	$f(x) = x(2x - 0{,}5),$ $\Phi(x) = \cos 2x,$ $\varphi(t) = t^2,$ $\psi(t) = 1{,}5.$	10.	$f(x) = (x+1)\sin \pi x,$ $\Phi(x) = x^2 + x,$ $\varphi(t) = 0,$ $\psi(t) = 0{,}5t.$
11.	$f(x) = (1-x)\cos\dfrac{\pi x}{2},$ $\Phi(x) = 2x + 1,$ $\varphi(t) = 2t + 1,$ $\psi(t) = 0.$	12.	$f(x) = 0{,}5x(x+1),$ $\Phi(x) = x\cos x,$ $\varphi(t) = 2t^2,$ $\psi(t) = 1.$
13.	$f(x) = 0{,}5(x^2 + 1),$ $\Phi(x) = x\sin 2x,$ $\varphi(t) = 0{,}5 + 3t,$ $\psi(t) = 1.$	14.	$f(x) = (x+1)\sin\dfrac{\pi x}{2},$ $\Phi(x) = 1 - x^2,$ $\varphi(t) = 0{,}5t,$ $\psi(t) = 2.$

15.	$f(x) = x^2 \cos \pi x,$ $\Phi(x) = x^2 (x + 1),$ $\varphi(t) = 05t,$ $\psi(t) = t - 1.$	16.	$f(x) = (1 - x^2) \cos \pi x,$ $\Phi(x) = 2x + 0{,}6,$ $\varphi(t) = 1 + 0{,}4t,$ $\psi(t) = 0.$
17.	$f(x) = (x + 0{,}5)^2,$ $\Phi(x) = (x + 1) \sin x,$ $\varphi(t) = 0{,}5(0{,}5 + t),$ $\psi(t) = 2{,}25.$	18.	$f(x) = 1{,}2x - x^2,$ $\Phi(x) = (x + 0{,}6) \sin x,$ $\varphi(t) = 0,$ $\psi(t) = 0{,}2 + 0{,}5t.$
19.	$f(x) = (x + 0{,}5)(x + 1),$ $\Phi(x) = \cos(x + 0{,}3),$ $\varphi(t) = 0{,}5,$ $\psi(t) = 3 - 2t.$	20.	$f(x) = 0{,}5(x + 1)^2,$ $\Phi(x) = (x + 0{,}5) \cos \pi x,$ $\varphi(t) = 0{,}5,$ $\psi(t) = 2 - 3t.$
21.	$f(x) = (x + 0{,}4) \sin \pi x,$ $\Phi(x) = (x + 1)^2,$ $\varphi(t) = 0{,}5t,$ $\psi(t) = 0.$	22.	$f(x) = (2 - x) \sin \pi x,$ $\Phi(x) = (x + 0{,}6)^2,$ $\varphi(t) = 0{,}5t,$ $\psi(t) = 0.$
23.	$f(x) = x \cos \frac{\pi x}{2},$ $\Phi(x) = 2x^2,$ $\varphi(t) = 0,$ $\psi(t) = t^2.$	24.	$f(x) = (x + 0{,}4) \cos \frac{\pi x}{2},$ $\Phi(x) = 0{,}3(x^2 + 1),$ $\varphi(t) = 0{,}4,$ $\psi(t) = 1{,}2t.$
25.	$f(x) = (1 - x^2) + x,$ $\Phi(x) = 2 \sin(x + 0{,}4),$ $\varphi(t) = 1,$ $\psi(t) = (t + 1)^2.$	26.	$f(x) = 0{,}4(x + 0{,}5)^2,$ $\Phi(x) = x \sin(x + 0{,}6),$ $\varphi(t) = 0{,}1 + 0{,}5t,$ $\psi(t) = 0{,}9.$
27.	$f(x) = (x^2 + 0{,}5) \cos \pi x,$ $\Phi(x) = (x + 0{,}7)^2,$ $\varphi(t) = 0{,}5,$ $\psi(t) = 2t - 1{,}5.$	28.	$f(x) = (x + 2)(0{,}5x + 1),$ $\Phi(x) = 2 \cos(x + \frac{\pi}{6}),$ $\varphi(t) = 2,$ $\psi(t) = 4{,}5 - 3t.$

29.	$f(x)=(x^2+1)(1-x),$ $\Phi(x)=1-\sin x,$ $\varphi(t)=1,$ $\psi(t)=0{,}5t.$	30.	$f(x)=(x+0{,}2)\sin\frac{\pi x}{2}$ $\Phi(x)=1+x^2,$ $\varphi(t)=0{,}6t,$ $\psi(t)=1{,}2.$

Программа abilr16gr01022017.php

```
<?php
function f($u,$v)
{
return $u*$u+$v*$v;
}
$im=imageCreateTrueColor(1000,600);
$c=imageColorAllocate($im,220,220,200);
for($i=0;$i<1000;$i++)
{
	$x=mt_rand(0,imageSX($im));
	$y=mt_rand(0,imageSY($im));
	imageSetPixel($im,$x,$y,$c);
}
$ff = fopen('idlr15gr.txt', 'r'); // Текстовый режим
$f = fgets($ff, 999);
$ab = explode(",", $f);
fclose($ff);
$a=$ab[0];$b=$ab[1];$hx=$ab[2];$hy=$ab[3];
$mx=$ab[4];$my=$ab[5];$mz=$ab[6];
$x0=imageSX($im)/2;$y0=imageSY($im)/2;$x01=$x0/2;$y
01=$y0/2;
imageLine($im,$x0,0,$x0,2*$y0,$c);
imageLine($im,0,$y0,2*$x0,$y0,$c);
imageLine($im,$x0-$y0,2*$y0,$x0+$y0,0,$c);
$v=cos(M_PI_4);
$y=$a;
while ($y+$hy<$b)
{
$y+=$hy;
$x=$y;
```

```
$z=f($x,$y);$r1=floor($mz*$z);          $r=floor($mz*$z*$v);
$y2=$y0-floor($mz*$z);
$c=imageColorAllocate($im,floor($mz*$z),floor($mz*$z*$
v),255);
$x0l=$x0-$x01;$x0r=$x0+$x01;
ImageArc($im,$x0,$y2,$r1,$r,0,360,$c); /* Duga */
ImageArc($im,$x0l,$y2,$r1,$r,0,360,$c);
ImageArc($im,$x0r,$y2,$r1,$r,0,360,$c);
$y2=$y0+floor($mz*$z);
ImageArc($im,$x0,$y2,$r1,$r,0,360,$c);
ImageArc($im,$x0l,$y2,$r1,$r,0,360,$c);
ImageArc($im,$x0r,$y2,$r1,$r,0,360,$c);
}
ImagePng($im);
imagePng($new_im,"lek3_12.png");/
imageDestroy($im);
?>
idlr15gr.txt
0,5,0.2,0.2,100,100,5
```

Ответ: abilr16gr01022017.php (рис. 5)

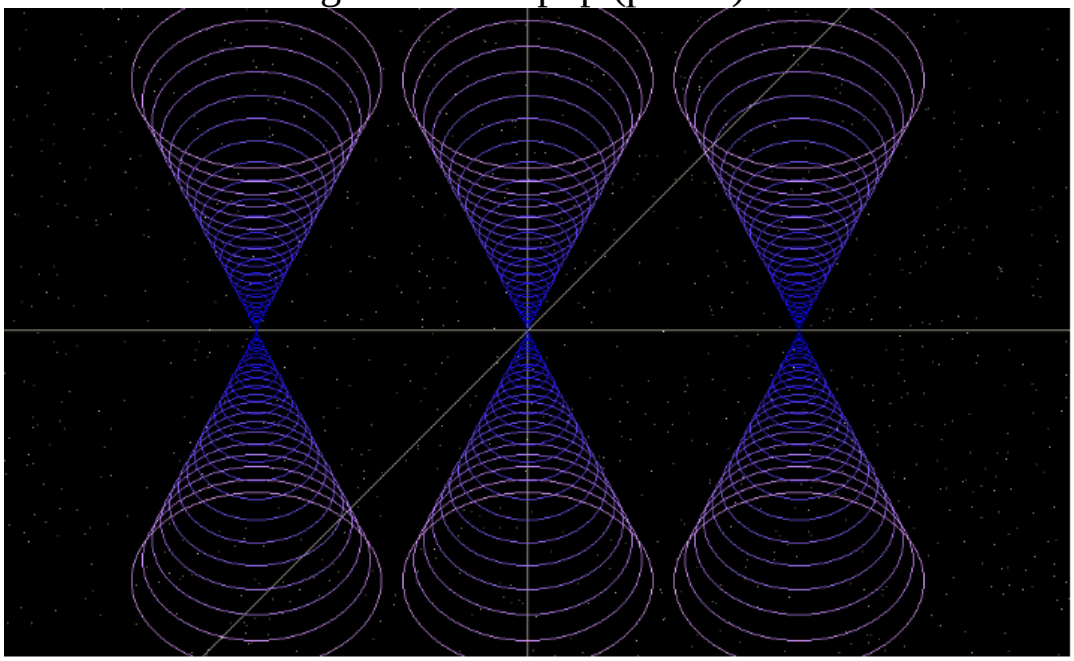


Рис. 5. График, полученный программой abilr16gr01022017.php

Литература

1. *Флэнаган Д.* JavaScript. Подробное руководство: пер. с анг. – СПб: Символ_Плюс, 2008. – 992 с.

2. *Джамеа Крис, Конрад Кинг, Энди Андерсон.* Эффективный самоучитель по креативному Web-дизайну. HTML, XHTML, CSS, JavaScript, PHP, ASP, ActiveX. Текст, графика, звук и анимация: пер с анг. – М.: ООО «ДиаСофтЮП», 2005. – 672 с.

3. *Димитриева М.В*. Самоучителғ JavaScript. – СПб., 2001. – 512 с.

4. Создание Web-сайтов без посторонней помощи / под ред. В.Н. Печникова. – М.: Технический бестселлер, 2006. – 464 с.

5. *Мак-Дональд, Мэтью, Шпушта, Марио*. Microsoft ASP/NET 2.0 с примерами нп C# 2005 для профессионалов: пер. с анг. – М.: ООО «И.Д. Вльямс», 2006. – 1408 с.

6. *Тиге Дж.К.* DHTML и CSS для Internet / пер. с анг. Н.И. Осипова. – 3-е изд., испр. – М.: НТ Пресс, 2005. – 520 с.

7. *Казарин С.А., Клишин А.П.* Среда разработки Java-приложений Eclipse: ПО для объектно-ориентированного программирования и разработки приложений на языке Java; учебное пособие. – М., 2008. – 77 с.

Дополнительная

8. *Дуванов А.А*. Web-конструирование. DHTML. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 512 с.

9. http://www.help.mymoney.ru (материалы по первоначальным шагам в создании и продвижении сайта).

10. http://www.botik.ru/~robot/sale/web.htm (Роботландский университет).

11. http://www.webclub.ru (Российский клуб веб-дизайнеров. Множество материалов по веб-конструированию).

12. http://www.artlebedev.ru/kovodstvo/ – Артемий Лебедев. Руководство по дизайну сайта.

13. http://ru.html.net — учебники HTML, CSS

14. http://html.manual.ru/ — справочник

15. http://wcode.ru/ – учебники

16. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) / под ред. В.Н. Печникова. Соз-

дание Web-сайтов без посторонней помощи. – М., 2006. – 440 с. (Электронная книга).

17. *Ларри Ульман*. Основы программирования на PHP Самоучитель. М. 2001. (Электронная книга0

18. *Лаура Томсон и Люк Веллинг*. Разработка Web-приложений на PHP и MySQL. – М., 2003. (Электронная книга)

19. http://www.help.mymoney.ru (материалы по первоначальным шагам в создании и продвижении сайта).

20. http://www.botik.ru/~robot/sale/web.htm.

21. http://www.webclub.ru (Российский клуб веб-дизайнеров. Множество материалов по веб-конструированию).

22. http://www.artlebedev.ru/kovodstvo/ – Артемий Лебедев. Руководство по дизайну сайта.

23. http://ru.html.net – учебники HTML, CSS.

24. http://html.manual.ru/ – справочник.

25. http://wcode.ru/ – учебники.

26. *Светозарова Г.И., Сигитов Е.В., Козловский А.В*. Практикум по программированию на алгоритмических языках. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. – 1980. – 318 с.

27. Воробьева Г.Н., Данилова А.Н. Практикум по численным методам. – М.: Высшая школа, 1979. – 184 с.

28. *Епанешников А.М., Епанешников В.А*. Программирование в среде TURBO PASCAL 7.0. – 3-е изд., стереотипное. – М.: Диалог-Мифи, 1995. – 277 с.

29. *Пильщиков В.Н*. Сборник упражнений по языку Паскаль. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1989. – 155 с.

Оглавление

Основные функции PHP 4
Преобразование систем счисления 8

Лабораторная работа 1. *Решение алгебраических и трансцентдентных уравнений* 29
Лабораторная работа 2. *Вычисление определенных интегралов* 35
Лабораторная работа 3. *Вычисление конечных сумм* 42
Лабораторная работа 3а. *Вычисление бесконечных сумм* 49
Лабораторная работа 4. *Вычисление бесконечных сумм и определенных интегралов* 56
Лабораторная работа 5. *Вложенные циклы с разветвлениями. Использование массивов* 77
Лабораторная работа 6. *Использование подпрограмм при программировании на языке PHP* 90
Лабораторная работа 7. *Сложные сочетания циклов и разветвлений* 104
Лабораторная работа 8. *Операции над файлами* 115
Лабораторная работа 9. *Операция над файлами. Текстовые файлы* 128
Лабораторная работа 10. *Методы решения систем линейных уравнений* 131
Лабораторная работа 11. *Метод Гаусса* 163
Лабораторная работа 12. *Метод Зейделя* 169

Лабораторная работа 13. *Методы решения систем нелинейных уравнений* 175
Лабораторная работа 14. *Комбинированный метод хорд и касательных* 189
Лабораторная работа 15. *Интерполирование и экстраполирование функции* 195
Лабораторная работа 16. *Численное интегрирование* 206
Задания к работе 206
Лабораторная работа 17. *Численное дифференцирование. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений* 218
Лабораторная работа 18. *Численное дифференцирование. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений* 224
Лабораторная работа 19. *Приближенные методы решения* 231
дифференциальных уравнений в частных производных 231
Лабораторная работа 20. *Приближенные методы решения* 249

дифференциальных уравнений в частных производных (уравнения теплопроводности) 249
Лабораторная работа 21. *Приближенные методы решения* 261
дифференциальных уравнений в частных производных (уравнения колебания струны) 261
Литература 277

Байрамбек Исаевич Алибеков

Лабораторный практикум по Web-программированию на PHP

Редактор Хуршилова М.Б.
Компьютерная верстка Приходченко Е.И.

Подписано в печать 2018. Формат 60×84 $^{1}/_{16}$.
Усл. п. л. . Уч.-изд. л. .
Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство ДГУ
г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 59е

281