

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра автоматики и  
вычислительной техники

**Методические указания  
к выполнению расчетно-графических работ (РГР)**

По дисциплине: Б1.О.02.01.02 Информатика  
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

Для направления подготовки (специальности)  
04.03.01 Химия  
код направления (специальности)

Неорганическая химия и химия координационных соединений  
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника,  
уровень подготовки Бакалавр  
(указывается классификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Форма обучения: Очная  
очная, очно-заочная (вечерняя), заочная

Кафедра-разработчик: Автоматики и вычислительной техники  
название кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск  
2019

Составитель - Майорова Ольга Викторовна, старший преподаватель кафедры  
автоматики и вычислительной техники

Методические указания к самостоятельной работе студентов рассмотрены и одобрены на  
заседании кафедры-разработчика

---

автоматики и ВТ  
название кафедры

29.05.2019 протокол № 7.  
дата

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие организационно-методические указания.....	4
Перечень тем РГР .....	4
РГР № 1 «Применение компьютера в решении прикладных задач» .....	4
РГР № 2 «Компьютерное моделирование» .....	10
Список рекомендуемой литературы.....	13

### Общие организационно-методические указания

1. Каждым студентом должна быть выполнена РГР.
2. К каждой работе должен быть представлен отчет.  
Структура отчета:
  - Титульный лист (см. приложение 1).
  - Оглавление.
  - Теоретические сведения.
  - Практическая часть работы: постановка задачи, ход и результаты работы. Сравнительный анализ результатов. Листинг программы.
  - Литература.
3. Номер варианта РГР совпадает с последней цифрой в номере зачетной книжки обучающегося.

### Перечень тем РГР

**РГР № 1** «Применение компьютера в решении прикладных задач»

#### Содержание и методические указания к выполнению РГР

*Цель работы* – знакомство с возможностями применения компьютера в решении прикладных задач.

В результате выполнения РГР по данной теме студент должен:

**Знать:**

- методы решения задач;
- понятие численных методов;
- математические основы численных методов вычисления определенного интеграла;
- основы работы в системе программирования и в математических пакетах.

**Уметь:**

- ориентироваться в многообразии методов решения практических задач;
- вычислять определенный интеграл с применением численных методов, используя системы программирования и/или готовые математические системы.

*Содержание темы:* Понятие численных методов, алгоритмы реализации численных методов, решение задач с помощью языка программирования Pascal и в пакетах математических расчетов MathCAD.

#### Методические указания

Рассмотрим задачу о приближённом нахождении значения определённого интеграла

$$I = \int_a^b f(x) dx.$$

Функция  $f(x)$  непрерывна на отрезке интегрирования и имеет на этом отрезке производные до некоторого порядка.

Вычислять значение интеграла  $I$  будем по значениям функции  $f(x)$  в некоторых точках отрезка  $x_i$ . Эти значения  $y_i = f(x_i)$  будем предполагать известными, то есть предполагать, что есть некоторый эффективный способ вычисления значений функции с любой требуемой точностью. Формулы, позволяющие по известным значениям  $y_i$  приближённо определить значение  $I$ , называются *квадратурными формулами*.

Для наглядности прибегнем к геометрической интерпретации смысла определённого интеграла, как площади некоторой криволинейной трапеции, в случае функции  $f(x) \geq 0$ .

При  $f(x) \geq 0$  вычислить интеграл  $I$  значит найти площадь под графиком  $y = f(x)$ , расположенную над отрезком  $[a;b]$ . Разобьём отрезок на части точками деления  $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}$  и положим  $x_0=a$  и  $x_n=b$ . Тогда разбиение отрезка  $[a;b]$  состоит из отрезков  $[x_{i-1};x_i]$  при  $i = 1, \dots, n$ . Вместо площади под графиком, равной  $I$ , будем приближённо находить суммарную площадь узких полосок, лежащих над отрезками разбиения  $[x_{i-1};x_i]$  (см. рис.1).

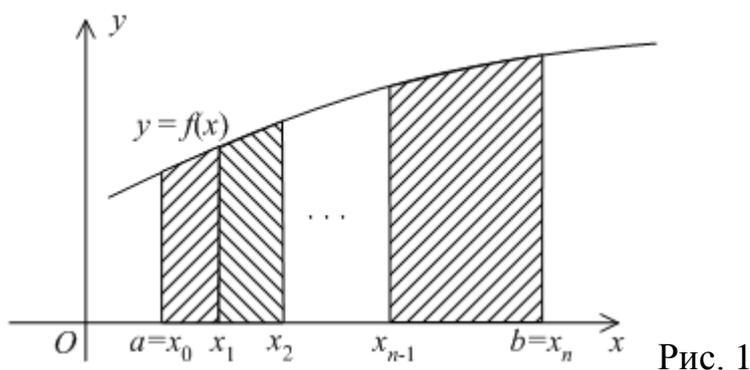


Рис. 1

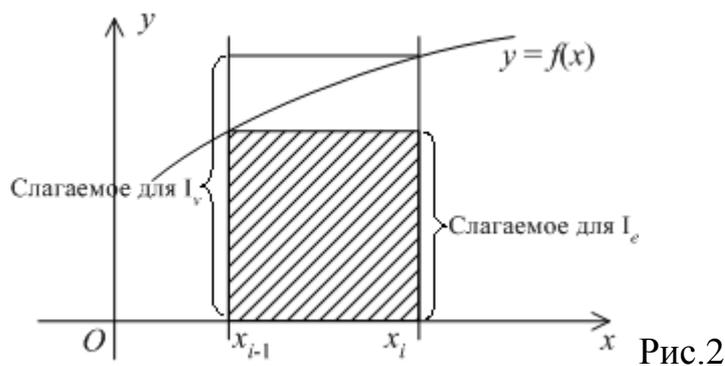
Самый простой метод приближённого вычисления площадей узких полосок – заменить их площадями  $S_i$  прямоугольников, основанием которых служит отрезок  $[x_{i-1};x_i]$  на оси  $Ox$ , а высотой – отрезок, задающий значение функции в одном из концов основания, то есть либо в точке  $x_{i-1}$ , либо в точке  $x_i$ . Тогда в первом случае площадь  $S_i = f(x_{i-1})(x_i - x_{i-1})$ , а во втором  $S_i = f(x_i)(x_i - x_{i-1})$ .

Суммируя по всем отрезкам разбиения, то есть по  $i$  от  $i = 1$  до  $i = n$ , получаем в первом случае *квадратурную формулу левых прямоугольников*:

$$I \approx I_l = \sum_{i=1}^n f(x_{i-1})(x_i - x_{i-1}),$$

а во втором случае *квадратурную формулу правых прямоугольников*:

$$I \approx I_r = \sum_{i=1}^n f(x_i)(x_i - x_{i-1}).$$



Снова рассмотрим отрезки разбиения  $[x_{i-1}; x_i]$ , где  $i = 1, \dots, n$  и  $x_0 = a$ ,  $x_n = b$ , и выберем в качестве точек разметки середины каждого из этих отрезков, т.е. точки

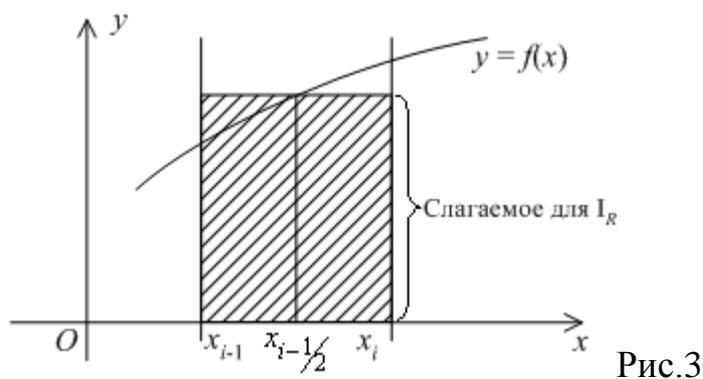
$$\bar{x}_i = \frac{1}{2}(x_{i-1} + x_i).$$

(будем эти середины обозначать  $x_{i-1/2}$ .)

Возьмём за приближённое значение интеграла интегральную сумму, построенную по такому размеченному разбиению. Каждое слагаемое в этой сумме, равное

$$S_i = f(x_{i-1/2})(x_i - x_{i-1}),$$

выражает площадь прямоугольника с основанием  $[x_{i-1}; x_i]$  и высотой, равной значению функции в середине этого отрезка (см. рис. 3):



Получим тогда квадратурную формулу:

$$I \approx I_R = \sum_{i=1}^n f(x_{i-1/2})(x_i - x_{i-1}),$$

называемую *формулой центральных прямоугольников*.

Если взять все отрезки разбиения равной длины  $h = \frac{b-a}{n}$ , то эта квадратурная формула принимает вид

$$I \approx I_R = h \sum_{i=1}^n f(x_{i-1/2}).$$

В этом случае  $x_{i-\frac{1}{2}} = x_i - \frac{h}{2} = a + ih - \frac{h}{2}$

Пусть снова взято разбиение отрезка  $[a;b]$  на части  $[x_{i-1};x_i]$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Приближённо заменим площадь под графиком  $y = f(x)$ , лежащую над промежутком разбиения  $[x_{i-1};x_i]$ , на площадь трапеции, параллельными основаниями которой служат отрезки, задающие значения функции в концах промежутка, то есть  $f(x_{i-1})$  и  $f(x_i)$  (см. рис.4).

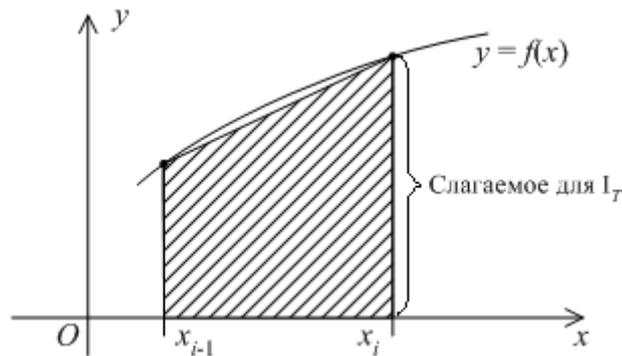


Рис.4

Тогда площадь такой трапеции равна

$$S_i = \frac{1}{2}(f(x_{i-1}) + f(x_i))(x_i - x_{i-1}).$$

Суммируя все площади  $S_i$ , получаем квадратурную формулу трапеций:

$$I \approx I_T = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (f(x_{i-1}) + f(x_i))(x_i - x_{i-1}).$$

Если все отрезки разбиения выбираются одинаковой длины  $h = \frac{b-a}{n}$ , то формула трапеций приобретает вид

$$I \approx I_T = \frac{h}{2} \sum_{i=1}^n (f(x_{i-1}) + f(x_i)).$$

Все значения функции  $f(x_i)$ , кроме  $f(x_0) = f(a)$  и  $f(x_n) = f(b)$ , встречаются в этой формуле по два раза. Поэтому, объединяя равные слагаемые, мы можем записать формулу трапеций в виде

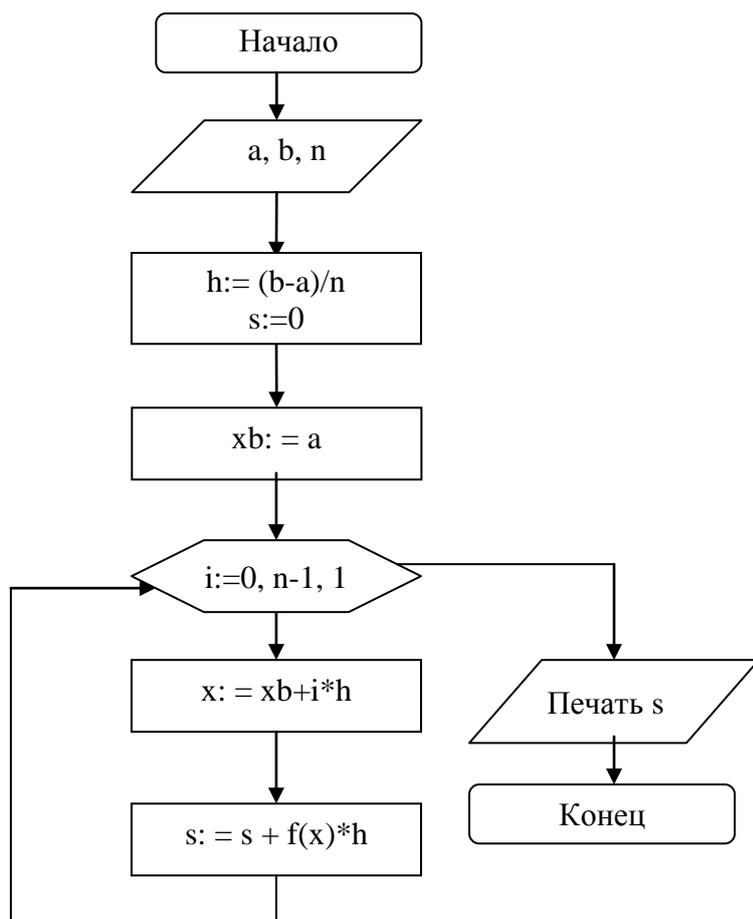
$$I \approx I_T = \frac{h}{2} \left( f(a) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) + f(b) \right) = \frac{h}{2} (f(a) + f(b)) + h \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i),$$

где  $x_i = a + ih$ ,  $i = 1, \dots, n-1$ .

## Примеры выполнения заданий

### Пример № 1.

Условие: Найти значение определенного интеграла  $I = \int_0^2 \frac{1}{x} \sin(x) dx$  методом левых прямоугольников.

Решение: Схема алгоритмаТекст программы на Pascal

```

program integral_1;
var i,n: integer;
    a,b,h,x,xb,s: real;
function f(x:real):real;
begin
f:= (1/x)*sin(x);
end;
begin
write('Введите верхний предел
интегрирования'); readln(a);
write('Введите нижний предел
интегрирования'); readln(b);
write('Введите количество
отрезков'); readln(n);
h:=(b-a)/n; s:=0; xb:=a;
for i:=0 to n-1 do
begin
x:= xb+i*h; s:= s+f(x)*h;
end;
writeln('Интеграл равен',
s:7:2);
end.
  
```

Пример № 2.

*Условие:* Найти значение определенного интеграла  $I = \int_0^2 \frac{1}{x} \sin(x) dx$  методом трапеций.

Решение: Текст программы на Pascal

```

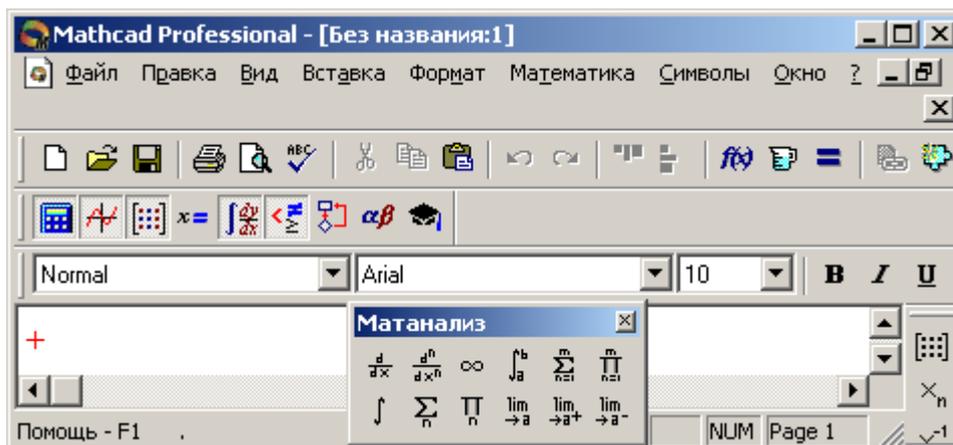
program integral_2;
var i,n: integer; a,b,h,x,s: real;
function f(x:real):real;
begin
f:= (1/x)*sin(x);
end;
begin
write('Введите верхний предел интегрирования'); readln(b);
write('Введите нижний предел интегрирования'); readln(a);
write('Введите количество отрезков'); readln(n);
h:=(b-a)/n; s:=0; x:=a;
for i:=1 to n-1 do begin
x:= x+h; s:= s+f(x); end;
  
```

```
s:=h*((f(a)+f(b))/2 + s);
writeln('Интеграл равен', s:7:2);
end.
```

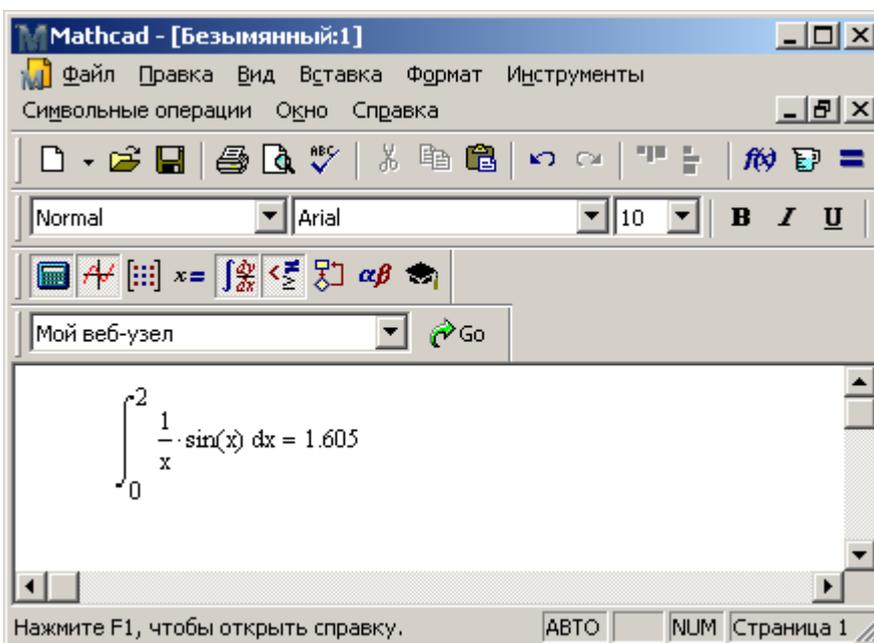
### Пример № 3.

*Условие:* Найти значение определенного интеграла  $I = \int_0^2 \frac{1}{x} \sin(x) dx$  средствами математического пакета MathCAD.

*Решение:* Для вычисления определенного интеграла необходимо выбрать знак интеграла из палитры инструментов.



После этого следует задать пределы интегрирования, подынтегральную функцию и переменную интегрирования, ввести знак = и нажать Enter.



### Варианты РГР

*Задание:* Написать программу на языке программирования Pascal для вычисления значения определенного интеграла методами прямоугольников и трапеций. Построить график подынтегральной функции. Проверить правильность работы программы, сравнив результат вычислений со значением определенного интеграла, полученным в программе MathCAD.

В вариантах заданий указана подынтегральная функция  $f(x)$ , пределы интегрирования  $a$  и  $b$ .

№ п/ п	Варианты заданий	
1	$f(x) = \sin(x) \cdot (x^2 - 5 \cdot x + 3)$	$a = 1 \quad b = 3$
2	$f(x) = \cos(x) \cdot (x^2 - 3 \cdot x + 1)$	$a = 0 \quad b = 2$
3	$f(x) = \sin(x) \cdot (x^2 + 2 \cdot x - 1)$	$a = 1 \quad b = 2$
4	$f(x) = \sin(x) \cdot (x^2 - x - 1)$	$a = 2 \quad b = 4$
5	$f(x) = \cos(x) \cdot (x^2 + 2 \cdot x - 4)$	$a = 0 \quad b = 4$
6	$f(x) = \sin(x) \cdot (x^2 + 2 \cdot x + 1)$	$a = 1 \quad b = 4$
7	$f(x) = \cos(x) \cdot (2 \cdot x^2 - x + 4)$	$a = 0 \quad b = 1$
8	$f(x) = \sin(x) \cdot (x^2 - 0.5 \cdot x + 1)$	$a = 0 \quad b = \pi/2$
9	$f(x) = \cos(x) \cdot (x^2 + 1.5 \cdot x - 2)$	$a = 0 \quad b = \pi/3$
10	$f(x) = \sin(x) \cdot (x^2 + x + 1)$	$a = 0 \quad b = 2 \cdot \pi/3$

## РГР № 2 «Компьютерное моделирование»

### Содержание и методические указания к выполнению РГР

*Цель работы* – знакомство с компьютерным моделированием.

В результате выполнения РГР по данной теме студент должен:

#### **Знать:**

- понятие компьютерного моделирования;
- этапы компьютерного моделирования.

#### **Уметь:**

- ориентироваться в многообразии методов создания моделей;
- создавать компьютерную модель объекта/процесса.

*Содержание темы:* понятие "модель", "моделирование", классификация моделей, этапы создания модели.

### Методические указания

Для выполнения расчетно-графического задания рекомендуется ознакомиться с основными понятиями компьютерного моделирования (модель, этапы моделирования, методы моделирования и пр.). Также потребуется владение навыками работы с программой Microsoft Excel, входящей в состав пакета Microsoft Office.

Исходные данные задачи оформить в таблице Microsoft Excel, задать формулы для вычислений, описать полученные решения, построить соответствующие диаграммы.

### Варианты РГР

1. Ежедневно в рационе питания должно содержаться не менее 9 единиц вещества С1, не менее 8 единиц вещества С2, не менее 12 единиц вещества С3. Для составления рациона используют два вида корма. Содержание количества единиц питательных веществ в 1 кг корма и стоимость 1 кг корма приведены в таблице.

Питательные вещества	Количество единиц питательных веществ в 1 кг корма	
	Корм 1	Корм 2
С1	3	1
С2	1	2
С3	1	6
Стоимость 1 кг корма, руб.	4	6

Требуется составить дневной рацион нужной питательности при минимальной стоимости.

2. Ежедневно в рационе питания должно содержаться не менее 6 кг вещества С1, не менее 150 г вещества С2, не менее 8 мг вещества С3. Для составления рациона используют два вида корма. Содержание количества единиц питательных веществ в 1 кг корма и стоимость 1 кг корма приведены в таблице.

Питательные вещества	Количество единиц питательных веществ в 1 кг корма		
	Корм 1	Корм 2	Корм 3
С1	15	7	9
С2	100	180	240
С3	5	5	35
Стоимость 1 кг корма, руб.	2	4	8

Требуется составить дневной рацион нужной питательности при минимальной стоимости.

3. Для изготовления двух видов продукции Р1 и Р2 используют три вида сырья: С1, С2, С3. Запасы сырья, количество единиц сырья, затрачиваемых на изготовление единицы продукции, а также величина прибыли, получаемая от реализации единицы продукции, приведены в таблице.

Вид сырья	Запас сырья	Количество единиц сырья, идущих на изготовление единицы продукции	
		Р1	Р2
С1	20	2	5
С2	40	8	5
С3	30	5	6
Прибыль от единицы продукции, руб.		50	40

Требуется составить план выпуска продукции, реализующий максимальную прибыль.

4. Для изготовления двух видов продукции Р1 и Р2 используют три вида сырья: С1, С2, С3. Запасы сырья, количество единиц сырья, затрачиваемых на изготовление единицы продукции, а также величина

прибыли, получаемая от реализации единицы продукции, приведены в таблице.

Вид сырья	Запас сырья	Количество единиц сырья, идущих на изготовление единицы продукции	
		P1	P2
C1	30	5	6
C2	40	8	5
C3	20	2	5
Прибыль от единицы продукции, руб.		50	40

Требуется составить план выпуска продукции, реализующий максимальную прибыль.

5. Построить модель броуновского движения, используя возможности табличного процессора MS Excel.
6. С помощью табличного процессора MS Excel построить компьютерную модель для исследования численности популяции с использованием модели неограниченного роста (численность популяции ежегодно увеличивается на определенный процент). Значение начальной численности популяции и процент увеличения задать самостоятельно. Построить график изменения численности популяции с течением времени.
7. С помощью табличного процессора MS Excel построить компьютерную модель для исследования численности популяции с использованием модели ограниченного роста (коэффициент ежегодного увеличения численности = коэффициент роста – коэффициент перенаселенности \* текущее значение численности популяции). Значения начальной численности популяции, коэффициент роста, коэффициент перенаселенности задать самостоятельно. Построить график изменения численности популяции с течением времени.
8. С помощью табличного процессора MS Excel построить модель экспертной системы "Распознавание вещества". В качестве критериев для определения вещества задать признаки, характерные для различных веществ. В ячейки таблицы ввести значения: да, нет или прочерк. По совокупности значений определить вещество.

№	Признак 1	Признак 2	...	Признак N	Вещество (результат распознавания)
1					
...					
N					

9. С помощью табличного процессора MS Excel построить модель экспертной системы "Распознавание жидкости". В качестве критериев для определения вещества задать признаки, характерные для различных жидкостей (вязкость, плотность и т.п.). В ячейки таблицы ввести значения: да, нет или прочерк. По совокупности значений определить вещество.

№	Признак 1	Признак 2	...	Признак N	Вещество (результат)

					распознавания)
1					
...					
N					

10. Тело массой  $m=0,5$  кг движется прямолинейно, причем зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  задается уравнением  $s = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$ , где  $A = 6$  м,  $B = 3$  м/с,  $C = 5$  м/с<sup>2</sup>,  $D=1$  м/с<sup>3</sup>. Найти силу  $F$ , действующую на тело в конце первой секунды движения. Создать и исследовать модель движения тела. Построить графики зависимости скорости и расстояния от времени.

### Список рекомендуемой литературы

1. Волков, Е. А. Численные методы : учеб. пособие / Е. А. Волков. - Изд. 3-е, испр. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2004. - 248 с.
2. Основы программирования в среде Free Pascal [Электронный ресурс] : метод. указания для студентов и курсантов техн. специальностей / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. автоматике и вычисл. техники ; сост. Н. И. Долюк, О. В. Нефедова. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 440 Кб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2015. [http://elib.mstu.edu.ru/2015/M\\_15\\_37.pdf](http://elib.mstu.edu.ru/2015/M_15_37.pdf).
3. Мурманский государственный технический университет. Информатика [Электронный ресурс] : опор. конспект лекций для студентов 1 курса техн. специальностей. Ч. 1 / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. автоматике и вычисл. техники ; сост. Н. И. Долюк, О. В. Майорова. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 665 Кб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. [http://elib.mstu.edu.ru/2012/U\\_12\\_11.pdf](http://elib.mstu.edu.ru/2012/U_12_11.pdf).
4. Информатика. ч. 2 [Электронный ресурс] : опор. конспект лекций для студентов 1 курса техн. специальностей / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. автоматике и вычисл. техники ; сост. Н. И. Долюк, О. В. Нефедова. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 614 Кб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2011. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та.

Приложение 1  
Образец оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра автоматики и  
вычислительной техники

Оценка \_\_\_\_\_  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_ г.

Преподаватель:

Расчетно-графическая работа №\_  
по дисциплине «Информатика»

---

тема РГР

Вариант \_\_\_\_

Выполнил: студент группы

\_\_\_\_\_  
ФИО \_\_\_\_\_  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Мурманск  
20\_\_