МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»

ИИТК/09.03.01/Информатика и вычислительная техника/Автоматизированные системы обработки информации и управления
институт/ факультет/ подразделение
Информатики и вычислительной техники
кафедра/ цикловая комиссия

ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНТЕГРАЛЫ

Преподаватель _____ Семенкина М. Е.
подпись, дата

Обучающиеся группы БИА21-01 Путинцев А.Ю.
Юрченко М.А.
Турсунов Д.М.
Сухарева А.С.

Красноярск 2022

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы: Изучение возможных путей для вычисления определенных интегралов с помощью компьютера.

Задачи:

1. Реализовать численное нахождение определенных интегралов от произвольной функции (квадратурные формулы треугольников, трапеций, Симпсона).

2. Выполнить тестирование на 8 различных тестовых интегралах. Сравнить погрешности полученных результатов. (Интегралы для точной оценки можно вычислить вручную)

3. Построить графики функций и квадратур. Сравнить погрешности полученных для различного числа точек, разбивающих отрезок.

ХОД РАБОТЫ

1. Сначала объявляем меню для выбора функций-формул.

   исполняемый файл integral.cpp

```
double function(double x, int s) {
    switch (s)
    {
    case 1:
        return x;
    case 2:
        return x+1;
    case 3:
        return sqrt(x);
    case 4:
        return pow(x, 2);
    case 5:
        return pow(x,3);
    case 6:
        return sin(x);
    case 7:
        return cos(x);
    case 8:
        return pow(sin(x)-cos(x),2);
    default:
        return 0.0;
    }
}
```

2. Пишем код для нахождения определенных интегралов от произвольной функции квадратурной формулы прямоугольников. Код приведен ниже:

```
double sumofInt(double lbound, double ubound, int n, double dx, int
s) {
    double recarea;
    double funcvalue;
    double xi;
    double sum = 0;
    if (s == 3) {
        for (int i = 1; i < n; i++) {
            xi = lbound + i * dx;
```

```
            if (xi == 0) {
                recarea = 0;
            }
            else {
                funcvalue = function(xi, s);
                recarea = funcvalue * dx;
            }
             sum += recarea;
        }
    }
    else {
        for (int i = 1; i < n; i++) {
            double xi = lbound + i * dx;
            double funcvalue = function(xi, s);
            double recarea = funcvalue * dx;
            sum += recarea;
    }
    }
    sum = round(sum * 100000000000) / 100000000000;
    return sum;
}
```

3. Пишем код для нахождения определенных интегралов от произвольной функции квадратурной формулы трапеций. Код приведен ниже:

```
double sumofIntTrap(double lbound, double ubound, int n,
double dx, int s) {
    double sum = 0;
    double f1 = function(lbound,s);
    double f2 = function(ubound,s);
    double tf;
    double xi;
    if (s == 3) {
        for (int i = 1; i < n; i++) {
            xi = lbound + (i * dx);
            if (xi == 0) {
                tf = 0;
            }
            else {
                tf = function(xi, s);
```

```
                tf = tf * 2;
            }
            sum = sum + tf;
        }
    }
    else {
    for (int i = 1; i < n; i++) {
        xi = lbound + (i * dx);
        tf = function(xi, s);
        tf = tf * 2;
        sum = sum + tf;
    }
    }
    sum = sum + f1 + f2;
    sum = (dx * sum) / 2;
    sum = round(sum * 100000000000) / 100000000000;
    return sum;
}
```

4. Пишем код для нахождения определенных интегралов от произвольной функции Симпсона. Код приведен ниже:

```
double sumofIntSimp(double lbound, double ubound, int n,
double dx, int s) {
    double sum = 0;
    double f1 = function(lbound, s);
    double f2 = function(ubound, s);
    bool flag = 0;
    double tf;
    double xi;

    if (s == 3) {
        for (int i = 1; i < n; i++) {
            xi = lbound + (i * dx);
            if (flag == 0) {
                if (xi == 0) {
                    tf = 0;
```

```
                }
                else {
                    tf = function(xi, s);
                    tf = tf * 4;
                }
                sum = sum + tf;
                flag = 1;
            }
            else {
                if (xi == 0) {
                    tf = 0;
                }
                else {
                    tf = function(xi, s);
                    tf = tf * 2;
                }
                sum = sum + tf;
                flag = 0;
            }
        }
    }
    else {
        for (int i = 1; i < n; i++) {
            xi = lbound + (i * dx);
            if (flag == 0) {
                tf = function(xi, s);
                tf = tf * 4;
                sum = sum + tf;
                flag = 1;
            }
            else {
                tf = function(xi, s);
                tf = tf * 2;
                sum = sum + tf;
                flag = 0;
            }
        }
    }
```

```
    sum = sum + f1 + f2;
    sum = (dx * sum) / 3;
    sum = round(sum * 100000000000) / 100000000000;
    return sum;
}
```

исполняемый файл integralsUI.h

// Получение вводимых данных

```
n = Double::Parse(textBox6->Text);
ubound = Double::Parse(textBox1->Text);
lbound = Double::Parse(textBox2->Text);
```

// Визуализация графика функции

```
dx = (double)(ubound - lbound) / n;
double step = 0.01;
a = lbound - 25;
b = ubound + 25;
x = a;
if (s == 3) {
      while (x < 0) {
            y = function(x, s);
            this->chart1->Series[0]->Points->AddXY(x, y);
            x += step;
      }
      x = x + step;
      while (x < b) {
            y = function(x, s);
            this->chart1->Series[1]->Points->AddXY(x, y);
            x += step;
      }
}
      else {
      while (x <= b) {
      y = function(x, s);
      this->chart1->Series[0]->Points->AddXY(x, y);
      x += step;
      }
}
```

//Визуализация квадратуры Симпсона

// Метод Крамера (Метод крамера используется в данной

программе чтобы найти коэффициенты A, B и C для параболы по трем точкам)

```
double x0, y0, x1, y1, x2, y2;
double A, B, C;
for (int j = 0; j < n / 2; j++) {
      x0 = lbound + j * dx * 2;
      y0 = function(x0, s);
      x1 = x0 + dx;
      y1 = function(x1, s);
      x2 = x0 + (2 * dx);
      y2 = function(x2, s);

      double mx[3][3];
      double d1[3][3];
      double d2[3][3];
      double d3[3][3];
      mx[0][0] = pow(x0, 2);
      mx[0][1] = x0;
      mx[0][2] = 1;
      mx[1][0] = pow(x1, 2);
      mx[1][1] = x1;
      mx[1][2] = 1;
      mx[2][0] = pow(x2, 2);
      mx[2][1] = x2;
      mx[2][2] = 1;

      d1[0][0] = y0;
      d1[0][1] = x0;
      d1[0][2] = 1;
      d1[1][0] = y1;
      d1[1][1] = x1;
      d1[1][2] = 1;
      d1[2][0] = y2;
      d1[2][1] = x2;
      d1[2][2] = 1;

      d2[0][0] = pow(x0, 2);
      d2[0][1] = y0;
      d2[0][2] = 1;
      d2[1][0] = pow(x1, 2);
      d2[1][1] = y1;
      d2[1][2] = 1;
      d2[2][0] = pow(x2, 2);
      d2[2][1] = y2;
      d2[2][2] = 1;

      d3[0][0] = pow(x0, 2);
      d3[0][1] = x0;
      d3[0][2] = y0;
      d3[1][0] = pow(x1, 2);
```

```
	d3[1][1] = x1;
	d3[1][2] = y1;
	d3[2][0] = pow(x2, 2);
	d3[2][1] = x2;
	d3[2][2] = y2;

	double opmx, opd1, opd2, opd3;
	opmx = mx[0][0] * ((mx[1][1] * mx[2][2]) - (mx[1][2] * mx[2][1])) -
mx[0][1] * ((mx[1][0] * mx[2][2]) - (mx[1][2] * mx[2][0])) + mx[0][2] *
((mx[1][0] * mx[2][1]) - (mx[1][1] * mx[2][0]));
	opd1 = d1[0][0] * ((d1[1][1] * d1[2][2]) - (d1[1][2] * d1[2][1])) -
d1[0][1] * ((d1[1][0] * d1[2][2]) - (d1[1][2] * d1[2][0])) + d1[0][2] *
((d1[1][0] * d1[2][1]) - (d1[1][1] * d1[2][0]));
	opd2 = d2[0][0] * ((d2[1][1] * d2[2][2]) - (d2[1][2] * d2[2][1])) -
d2[0][1] * ((d2[1][0] * d2[2][2]) - (d2[1][2] * d2[2][0])) + d2[0][2] *
((d2[1][0] * d2[2][1]) - (d2[1][1] * d2[2][0]));
	opd3 = d3[0][0] * ((d3[1][1] * d3[2][2]) - (d3[1][2] * d3[2][1])) -
d3[0][1] * ((d3[1][0] * d3[2][2]) - (d3[1][2] * d3[2][0])) + d3[0][2] *
((d3[1][0] * d3[2][1]) - (d3[1][1] * d3[2][0]));

	A = opd1 / opmx;
	B = opd2 / opmx;
	C = opd3 / opmx;

	rabotka1515::MyForm::chart1->Series->Add(j.ToString());
	this->chart1->Series[j.ToString()]->ChartType =
System::Windows::Forms::DataVisualization::Charting::SeriesChartType::Spline;
	this->chart1->Series[j.ToString()]->BorderWidth = 2;
	this->chart1->Series[j.ToString()]->BorderDashStyle =
System::Windows::Forms::DataVisualization::Charting::ChartDashStyle::Dot;

	for (x = x0; x <= x2; x = x + (dx * 0.1)) {
		y = (A * pow(x, 2) + B * x + C);
		this->chart1->Series[j.ToString()]->Points->AddXY(x, y);
	}

}
sernum = n / 2;
seriesflag = 1;
for (x = lbound; x <= ubound - dx; x = x + dx) {
	y = 0;
	this->chart1->Series[7]->Points->AddXY(x, y);
	y = function(x, s);
	this->chart1->Series[7]->Points->AddXY(x, y);
	y = function(x + dx, s);
	x = x + dx;
	this->chart1->Series[7]->Points->AddXY(x, y);
	x = x - dx;

}
```

// Визуализация квадратуры прямоугольников

```
for (x = lbound; x <= ubound - dx; x = x + dx) {
	y = 0;
	this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
	if (function(x,s)<0) {
		// y<0 y>
		if (function(x + dx, s) > function(x, s)) {
			if (function(x + dx, s) >= 0) {
				y = 0;
				this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
				x = x + dx;
				this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
				x = x - dx;
			}
			else {
				y = function(x + dx, s);
				this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
				x = x + dx;
				this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
				x = x - dx;
			}

		}
		// y<0 y<
		else if (function(x + dx, s) <= function(x, s)) {
			y = function(x, s);
			this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
			x = x + dx;
			this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
			x = x - dx;
		}
	}
		else {
		//y>0 y>
		if (function(x + dx, s) > function(x, s)) {
			y = function(x, s);
			this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
			x = x + dx;
			this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
			x = x - dx;
		}
		//y>0 y<
		else if (function(x + dx, s) <= function(x, s)) {
			if (function(x + dx, s) <= 0) {
				y = 0;
				this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
				x = x + dx;
				this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
```

```
                        x = x - dx;
                }
                else {
                        y = function(x + dx, s);
                        this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
                        x = x + dx;
                        this->chart1->Series[2]->Points->AddXY(x, y);
                        x = x - dx;
                }
        }

    }


}
```

// Визуализация границ

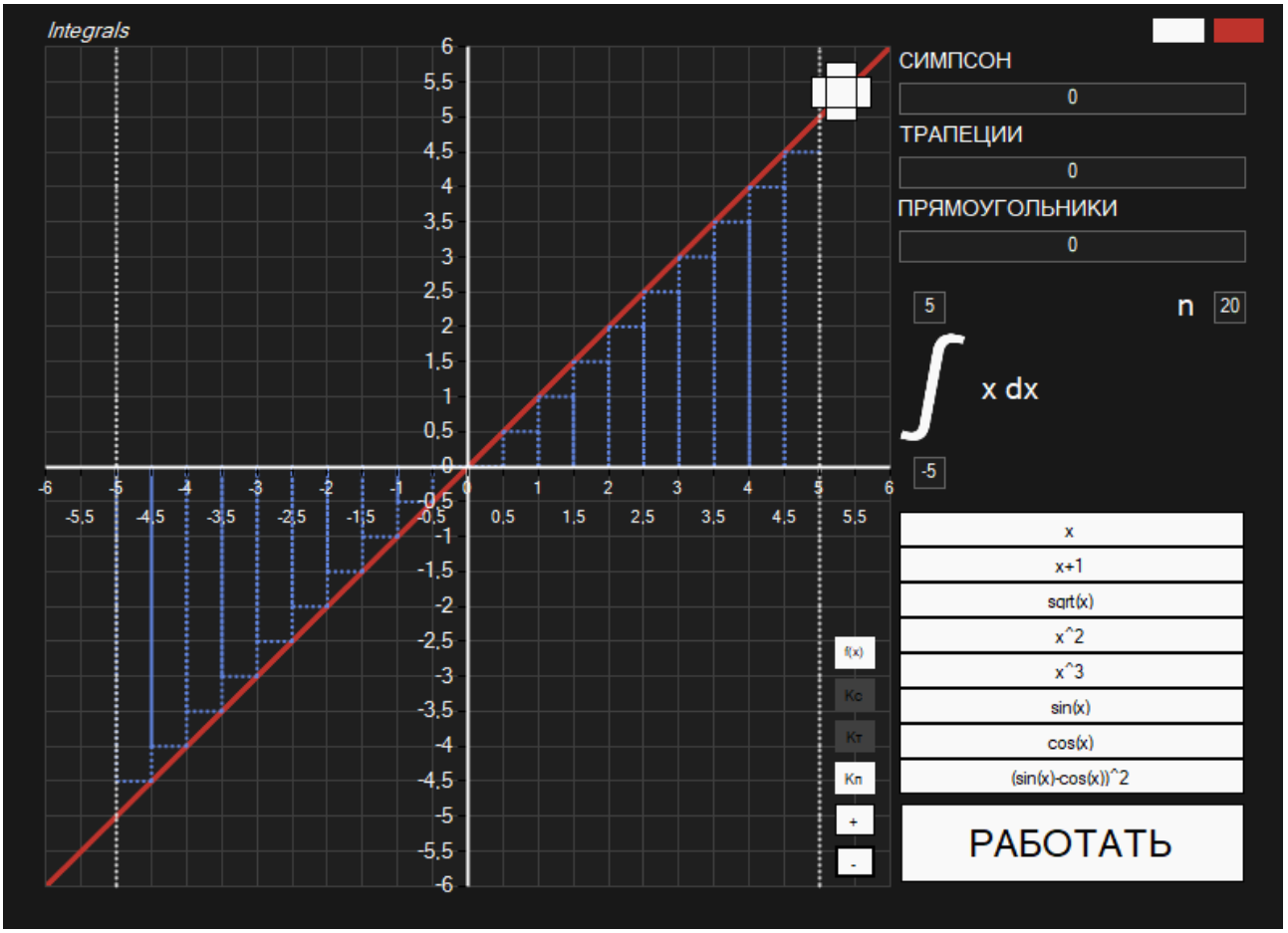
```
for (int i = -50; i < 50; i++) {
      x = lbound;
      y = i;
      this->chart1->Series[3]->Points->AddXY(x, y);
      x = ubound;
      this->chart1->Series[4]->Points->AddXY(x, y);
}
```

// Вывод вычислений из integral.cpp

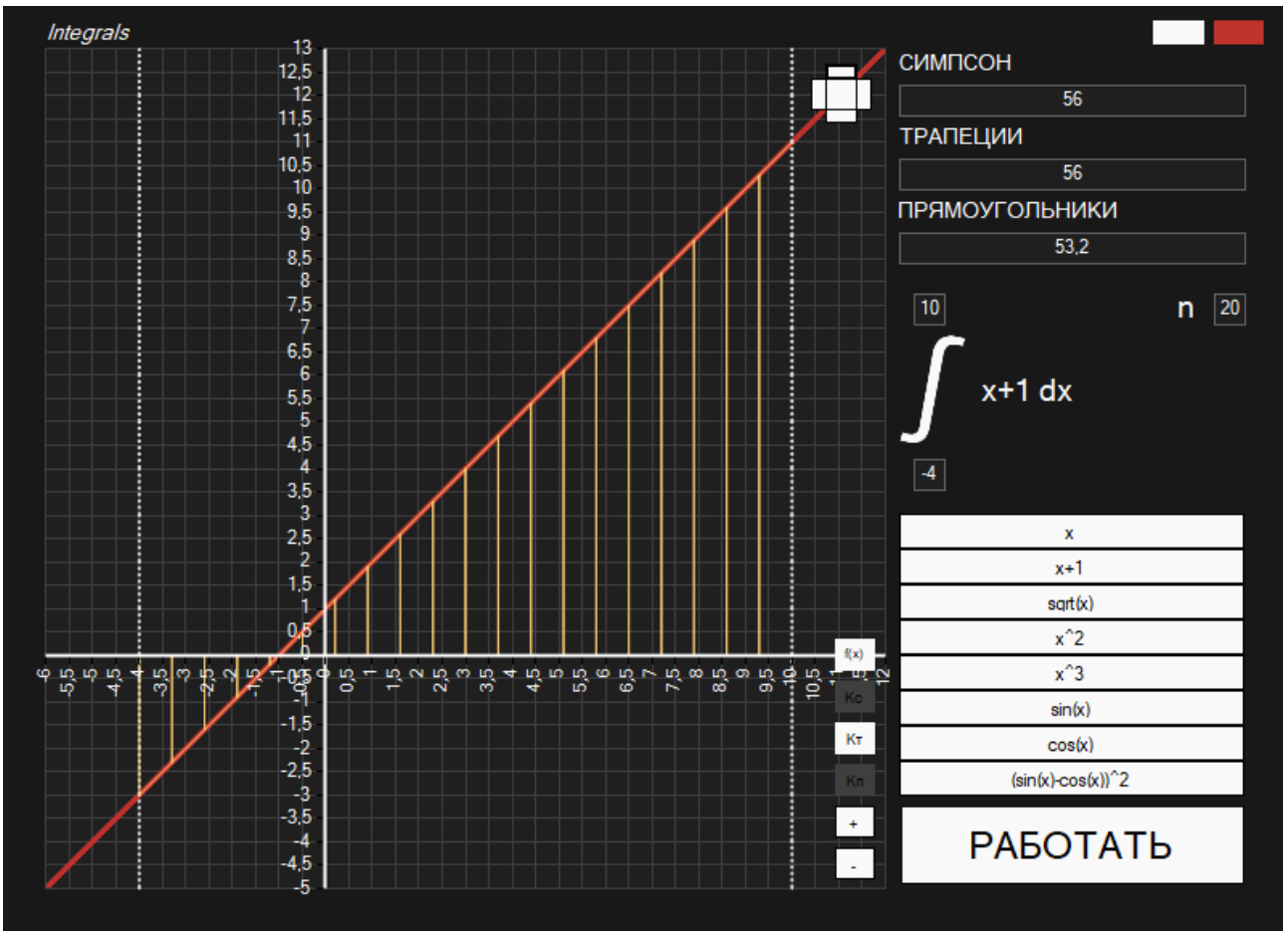
```
this->textBox5->Text = sumofIntSimp(lbound, ubound, n, dx, s).ToString();
this->textBox4->Text = sumofIntTrap(lbound, ubound, n, dx, s).ToString();
this->textBox3->Text = sumofInt(lbound, ubound, n, dx, s).ToString();
```

Графики:

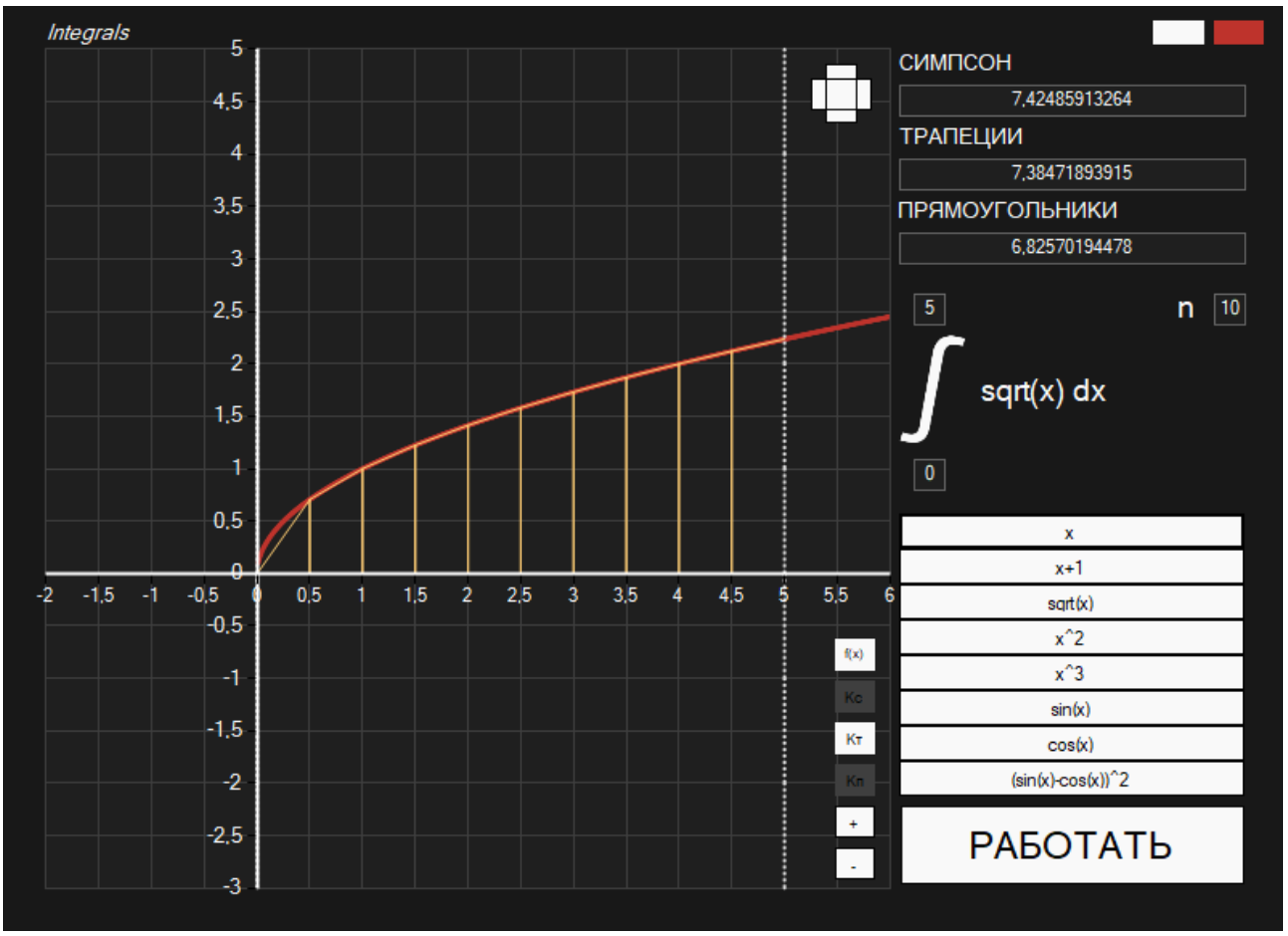
1. Пример работы интеграла от функции x



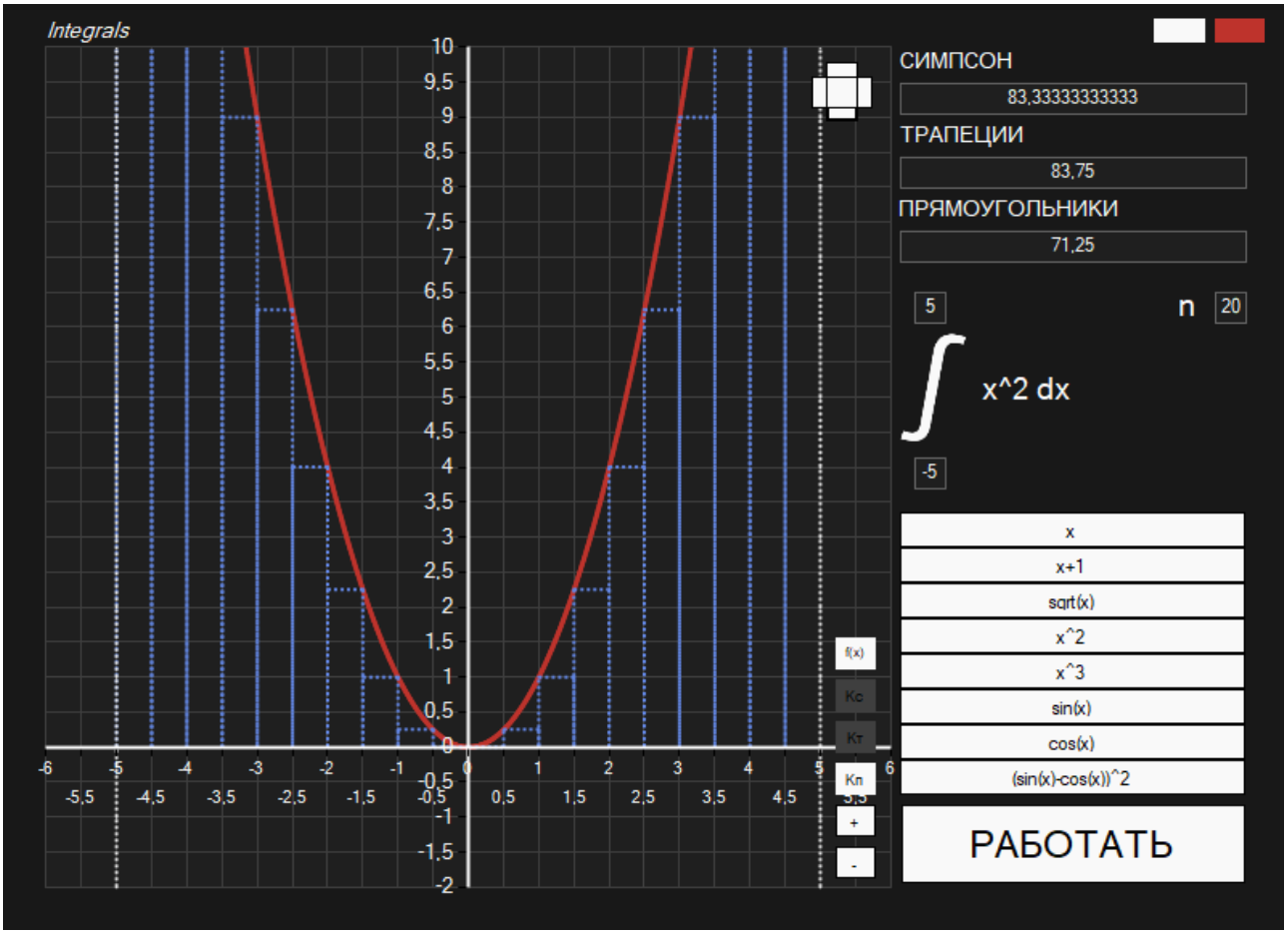
2.Пример работы интеграла от функции x+1



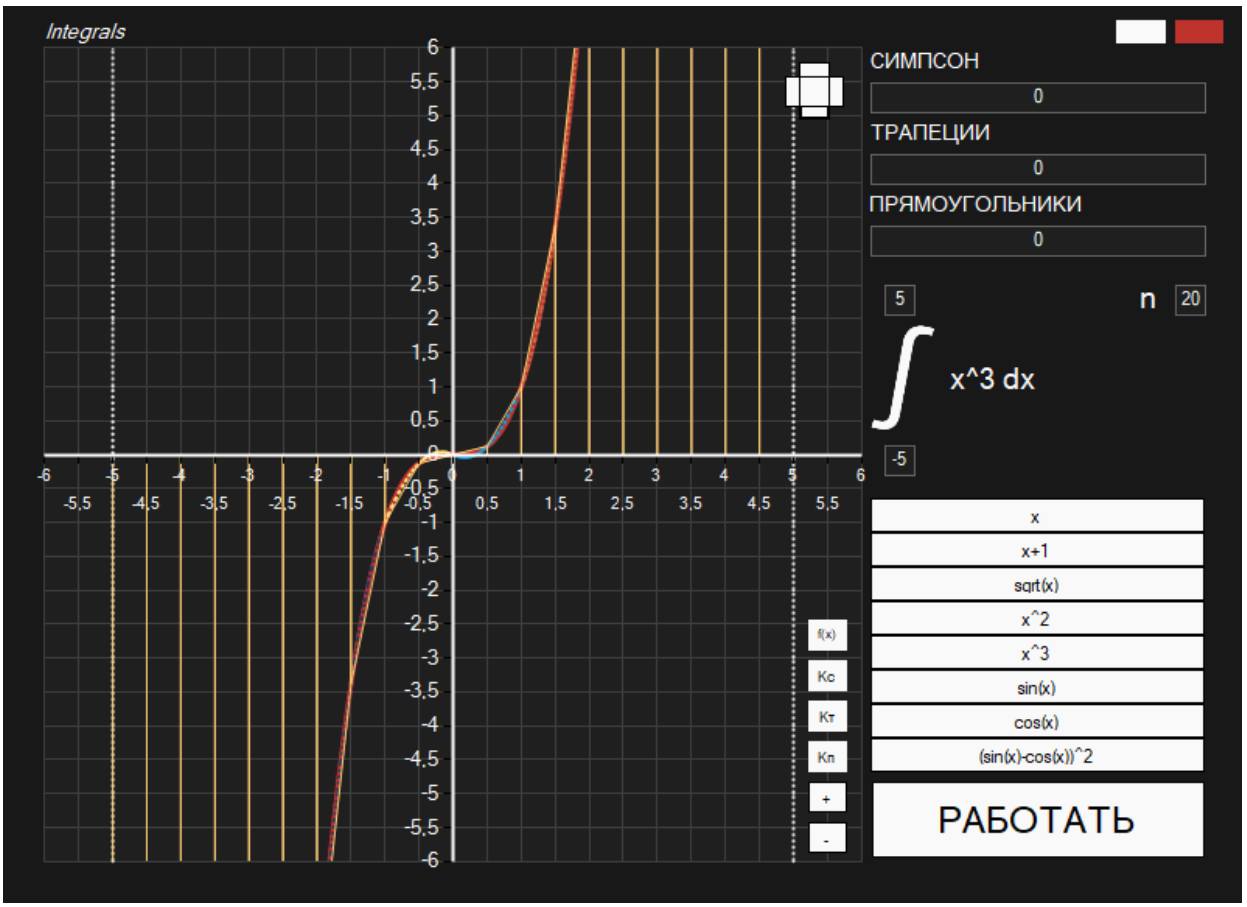
3. Пример работы интеграла от функции $\sqrt{x}$



4. Пример работы интеграла от функции x^2

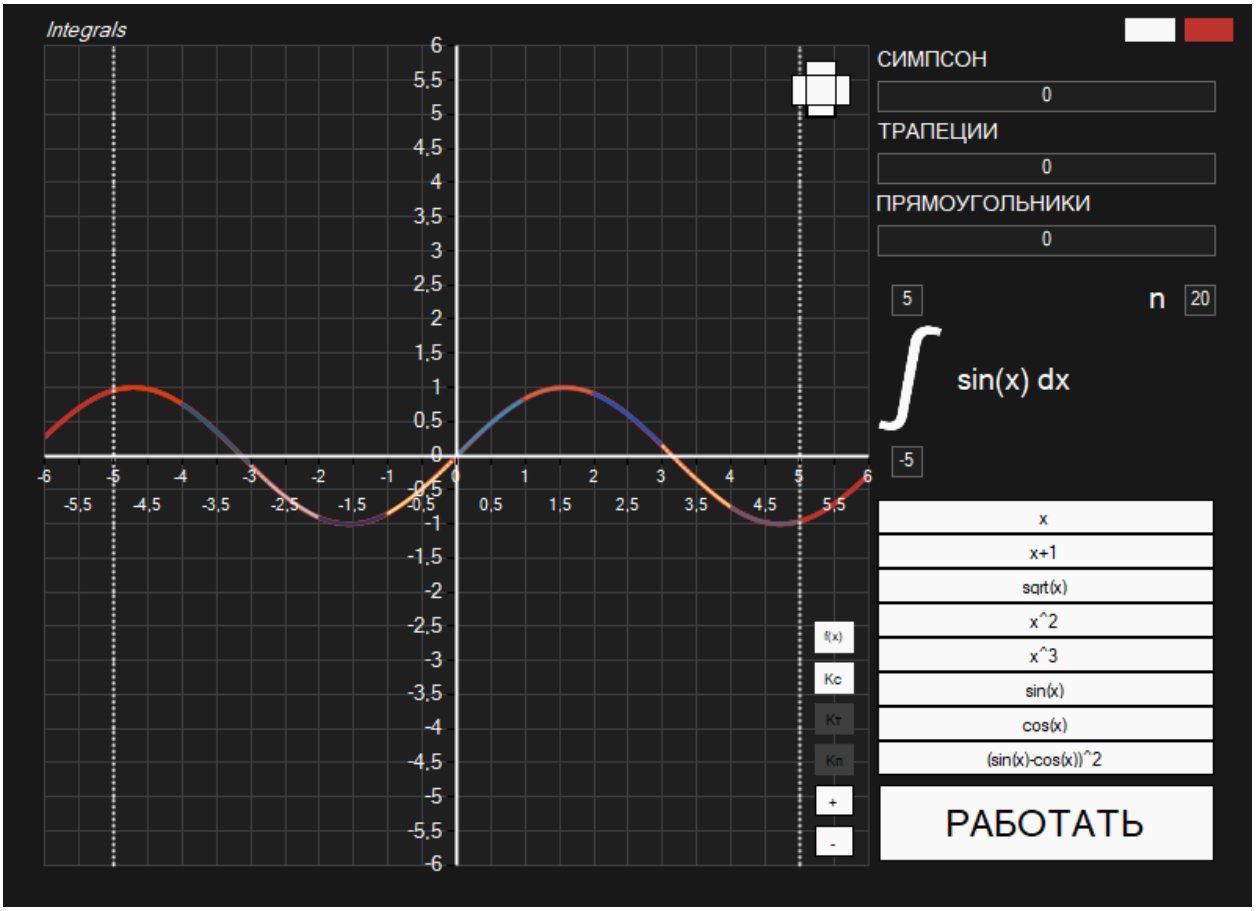


5. Пример работы интеграла от функции x^3



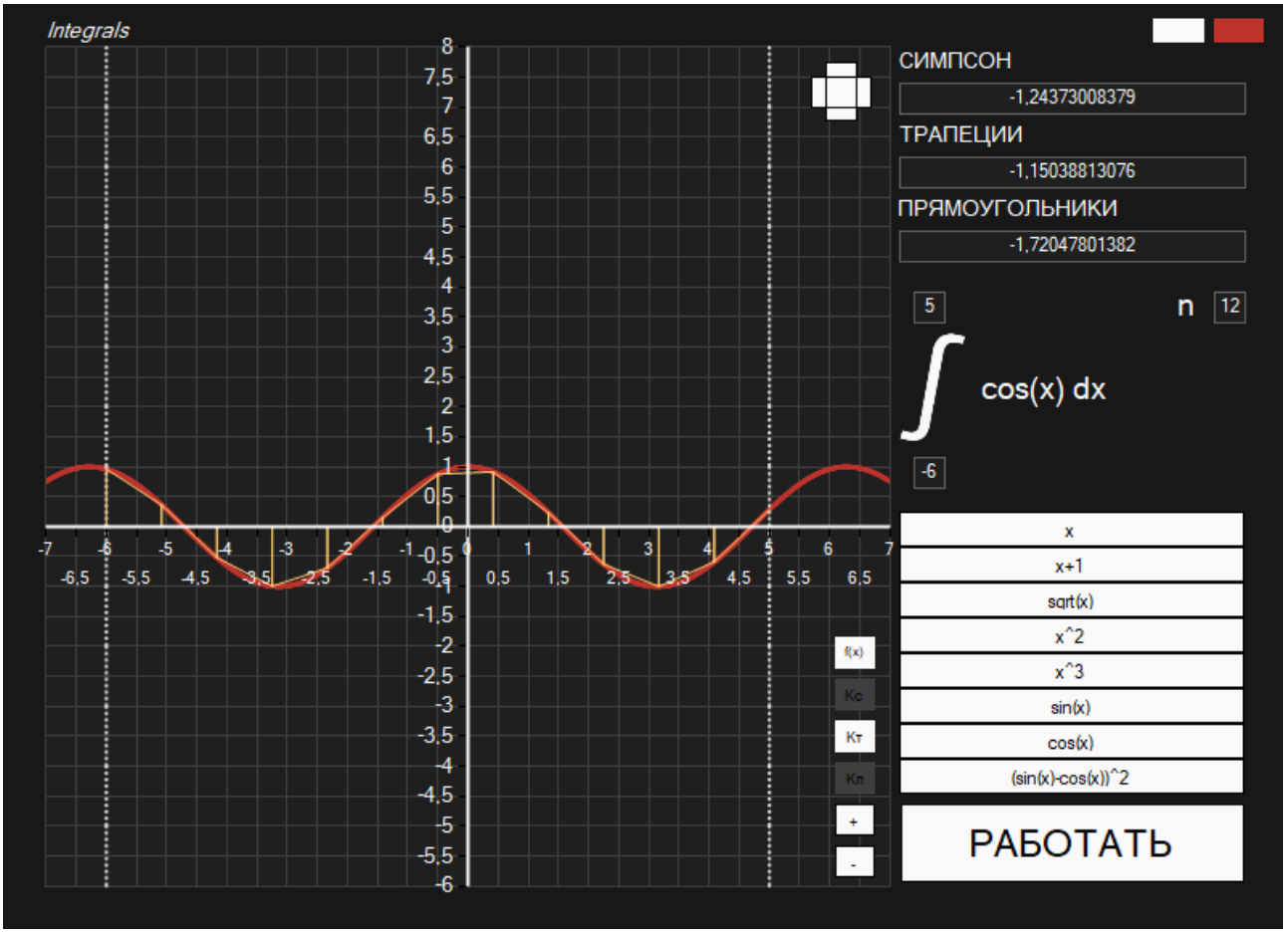
6. Пример работы интеграла от функции

$sinx$



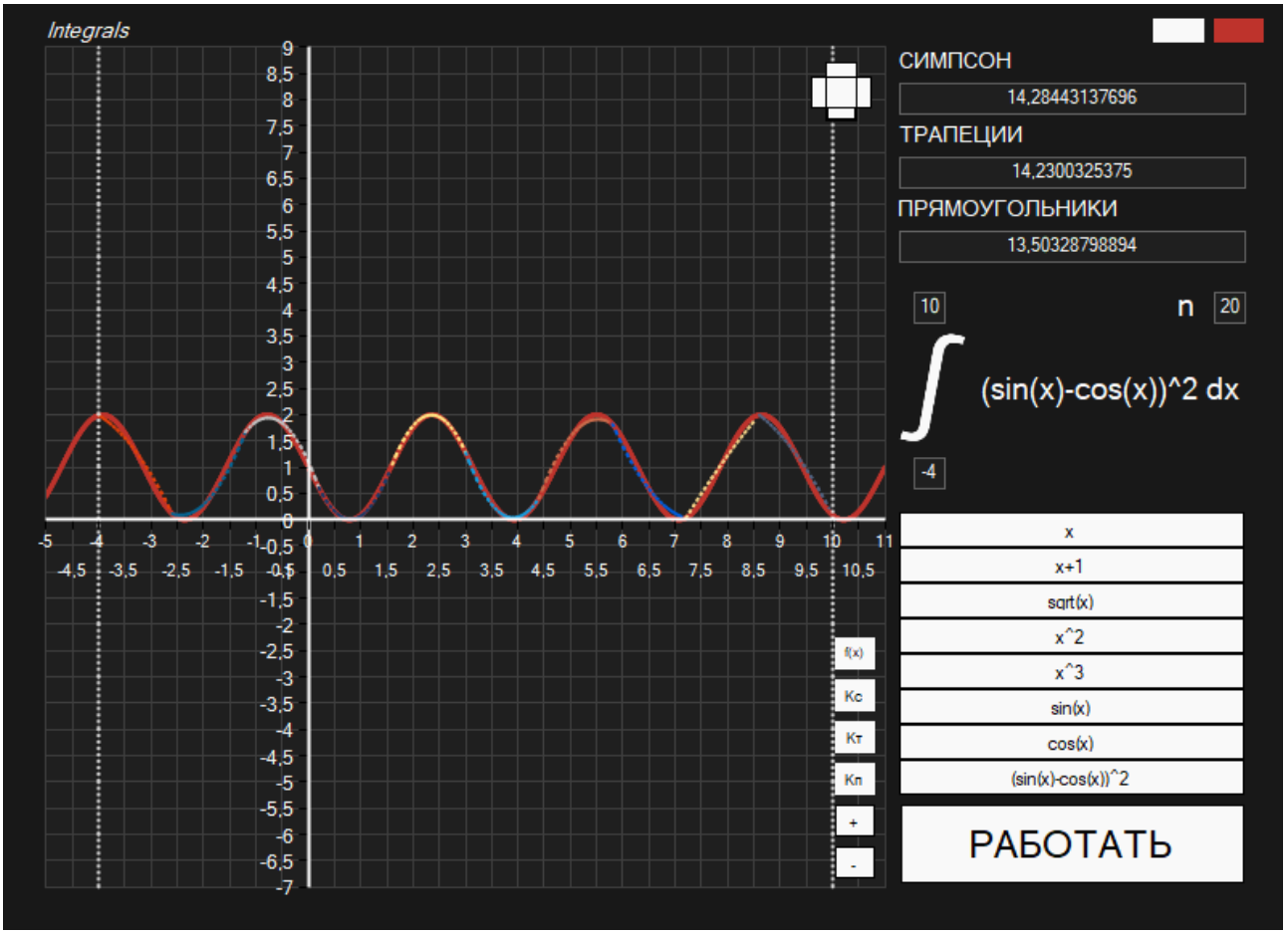
7. Пример работы интеграла от функции

$cos(x)$



8. Пример работы интеграла от функции

$$(sinx - cosx)^2$$



Выводы

Заключением нашей работы стало создание программы, которая позволяет пользователю:

1)вычислить определённый интеграл от любой произвольной функции (что мы и проверили на 8 различных тестовых интегралах);

2) выводить пользователю график функции с квадратурами и настраиваемым количеством шагов (настройка точности подсчетов);