

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт новых материалов и технологий

Кафедра «Машиностроение»

Курсовой проект
по дисциплине «Информатика»

Тема:

Разработка программного модуля на языке высокого уровня для решения инженерных задач на примере расчёта и построения резьбовых соединений.

Екатеринбург
2023

1. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Разработка программного модуля на языке высокого уровня для решения инженерных задач на примере расчёта и построения резьбовых соединений.

Цель работы:

Показать умение работать над проектом, а именно:

- Составлять и анализировать этапы проектирования;
- Разделять задание на логически-обособленные подзадачи;
- Алгоритмизировать поставленные задачи;
- Работать со специализированным инженерным программным обеспечением;
- Применять полученные знания в области программирования на языках высокого уровня для решения поставленных задач.

Постановка задачи:

Создать программный модуль для расчёта и построения резьбовых соединений: болтового, винтового, шпилечного.

Задание выполняется по вариантам: вариант №3.

В программном модуле должны быть реализованы следующие функции:

Расчёт винтового соединения;

Упрощённое соединение деталей винтом;

Действительное соединение деталей винтом;

Расчёт резьбовых соединений выполняется в одной программе, которая может содержать одну или несколько форм (например, отдельное окно для каждого расчёта). Для реализации подзадач расчёта могут быть использованы различные элементы визуального программирования: меню, группы переключателей, выпадающие списки и т.д.

Чертежи упрощённых соединений деталей создаются в программном модуле, с помощью средств класса TCanvas для заданных значений варианта (см. лекции «Программирование на языке Pascal»).

Чертежи действительных соединений выполняются в САД-системе для заданных значений варианта, и в дальнейшем могут быть включены в программный модуль.

2. СОДЕРЖАНИЕ

1	Задание на курсовую работу	2 стр.
2	Содержание	4 стр.
3	Введение	5 стр.
4	Винтовое соединение	6 стр.
5	Чертёж Винт М8×30 ГОСТ 17473-80	7 стр.
6	Проектирование программного модуля.	8 стр.
7	Результат работы	20 стр.
8	Заключение.	21 стр.
9	Список используемой литературы.	22 стр.

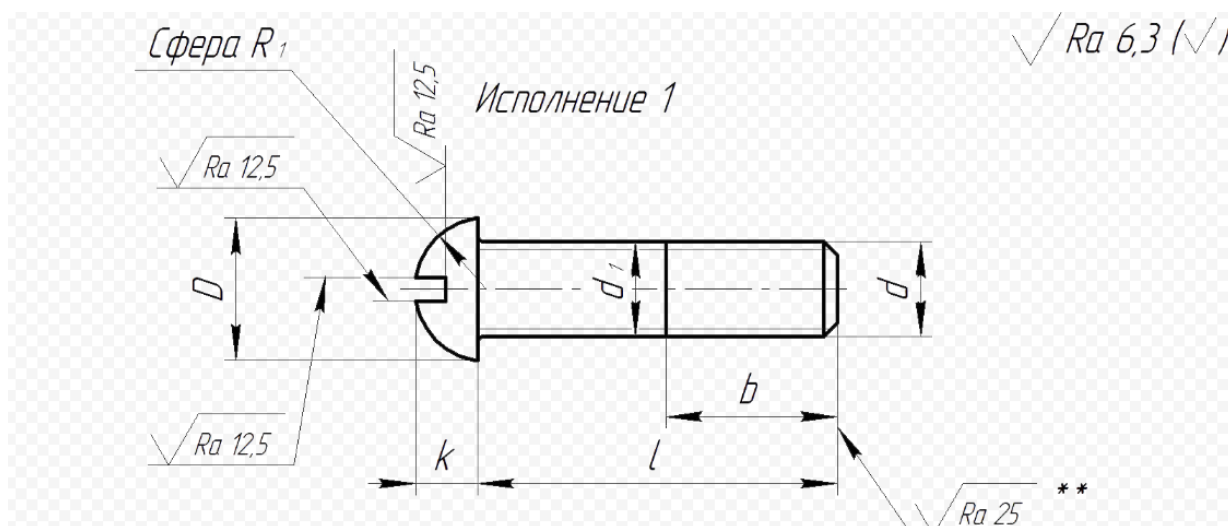
3. ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа по предмету «Информационные технологии в профессиональной деятельности» на тему «Разработка программного модуля на языке высокого уровня для решения инженерных задач на примере расчёта и построения резьбовых соединений». Выполняется согласно методическим указаниям и несет в себе цель дальнейшего развития и закрепления знаний и основ информатики.

Цель работы - с использованием средств визуального программирования написать программу для расчёта резьбовых соединений в соответствии с вариантом. Программа должна позволять вводить исходные данные, выводить необходимые расчетные параметры, а также формировать изображение соответствующих элементов

Постановка задачи

Нам даны таблицы для расчета резьбовых соединений с конкретными данными для каждого варианта они свои. Требуется рассчитать длину и написать программу для построения разъемных резьбовых соединений.



4. ВИНТОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Длину винта рассчитываем по формуле:

$$l = \Phi + 1,5d,$$

$$l = 14 + 1,5 \times 8$$

где: Φ – толщина фланца,

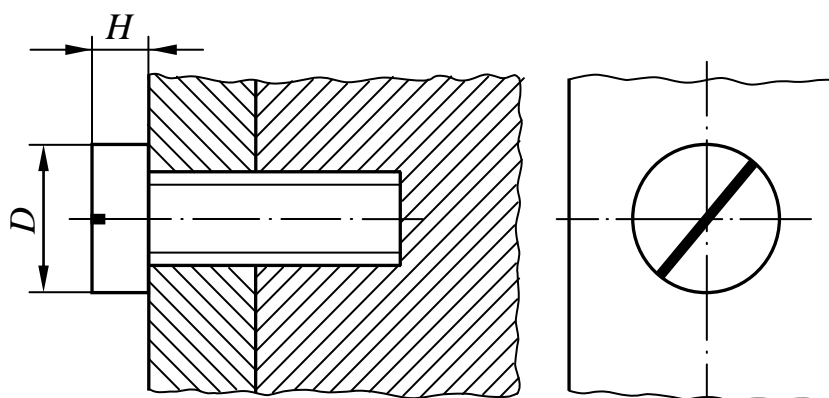
d – диаметр резьбы,

l – длина винта, после расчёта подбирается по ГОСТу ближайшее большее стандартное значение l ст. (прил. 3)

$$l = 14 + 1,5 \times 8 = 26 \text{ мм.}$$

Данное значение соответствует стандартному по ГОСТ 1491-80.

Винт М8×30 ГОСТ 17473-80.

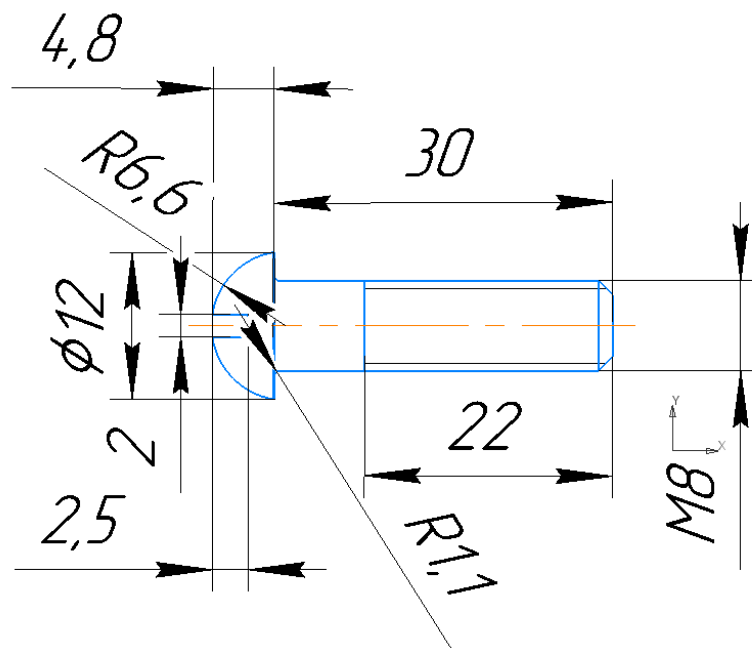


$$H = 0,6d \quad D = 1,5d$$

$$H = 0,6 \times 8 = 4,8 \text{ мм.}$$

$$D = 1,5 \times 8 = 12 \text{ мм.}$$

5. ЧЕРТЁЖ ВИНТ М8×30 ГОСТ 17473-80



6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ.

Главное окно программы

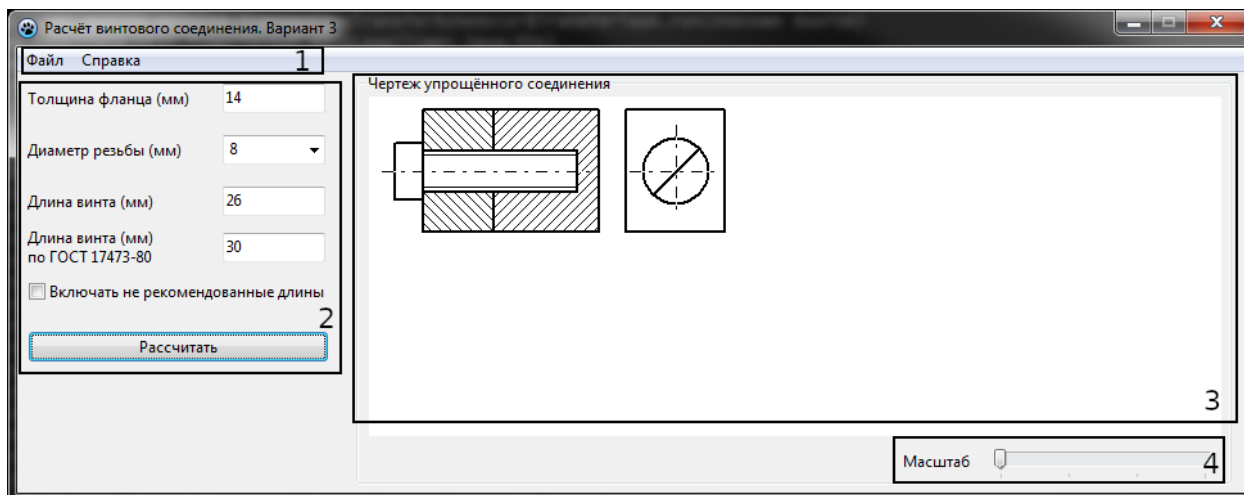


Рисунок 1 Главное окно программы

Реализация главного окна приложения содержится в файлах `main.lfm` и `main.pas`

Элементы главного окна:

1. Стандартное меню приложения
2. Область расчётов
3. Область построения упрощенного чертежа винтового соединения
4. Масштаб чертежа

Стандартное меню приложения

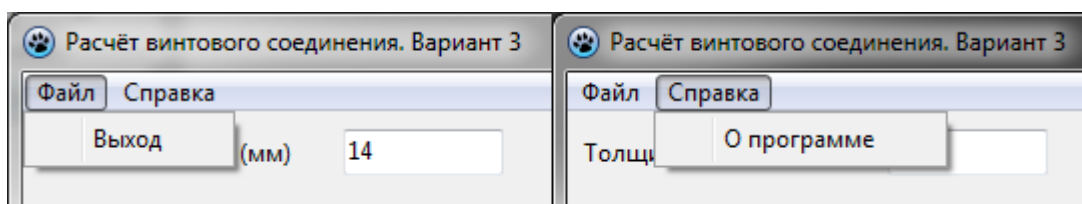


Рисунок 2 Стандартное меню приложения

Меню приложения представлено компонентом TMainMenu и содержит типовые для пользовательского приложения пункты

[Файл -> Выход] – происходит выход из приложения

[Справка -> О программе] – вызывается информационное окно «О программе».

О программе

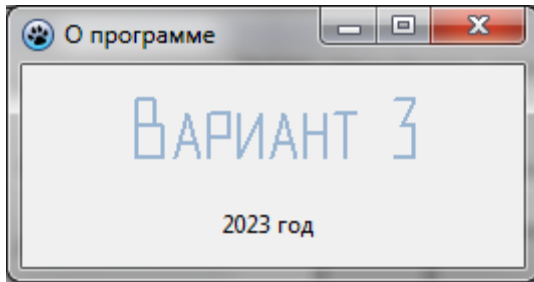


Рисунок 3 Окно «О программе»

Реализация информационного окна содержится в файлах `about.lfm` и `about.pas`.

На форме расположены 2 компонента:

`TPaintBox` – в нём графическим способом отображается номер варианта

`TStaticText` – статический текст с указанием года разработки

В файле `about.pas` содержится массив точек, описывающий вершины букв в фразе «Вариант 3»

```
20  const
21  Lines: array of array of TPoint = (
22      // В
23      ((x: 10; y: 14), (x: 10; y: 1), (x: 1; y: 1), (x: 1; y: 30), (x: 14; y: 30), (x: 14; y: 14), (x: 1; y: 14)),
24
25      // а
26      ((x: 20; y: 30), (x: 26; y: 8), (x: 32; y: 30)),
27      ((x: 22; y: 23), (x: 30; y: 23)),
28
29      // р
30      ((x: 37; y: 30), (x: 37; y: 8), (x: 47; y: 8), (x: 47; y: 20), (x: 37; y: 20)),
31
32      // и
33      ((x: 52; y: 8), (x: 52; y: 30), (x: 63; y: 8), (x: 63; y: 30)),
34
35      // а
36      ((x: 68; y: 30), (x: 74; y: 8), (x: 80; y: 30)),
37      ((x: 70; y: 23), (x: 78; y: 23)),
38
39      // н
40      ((x: 85; y: 8), (x: 85; y: 30)),
41      ((x: 95; y: 8), (x: 95; y: 30)),
42      ((x: 85; y: 18), (x: 95; y: 18)),
43
44      // т
45      ((x: 99; y: 8), (x: 110; y: 8)),
46      ((x: 105; y: 8), (x: 105; y: 30)),
47
48      // з
49      ((x: 129; y: 1), (x: 139; y: 1), (x: 133; y: 14), (x: 139; y: 14), (x: 139; y: 30), (x: 129; y: 30))
50  );
```

Рисунок 4 Массив точек для построения надписи «Вариант 3»

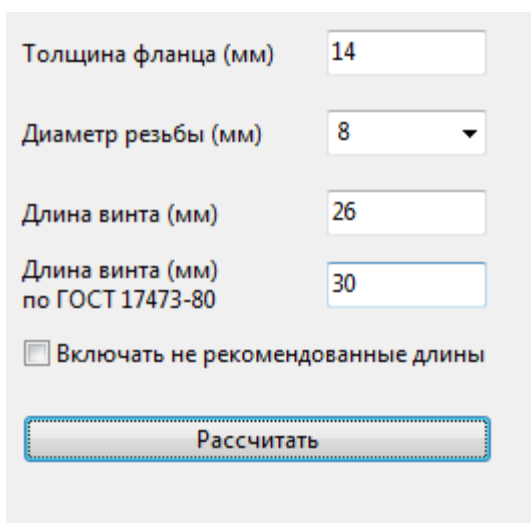
При открытии формы «О программе» происходит итерация по массиву Lines и для каждого элемента массива вызывается метод Polyline(const Points: array of TPoint) компонента TPaintBox, в результате чего формируется надпись «Вариант 3».

Сам набор точек для построения надписи был получен путём предварительного формирования надписи в графическом редакторе и последующим копированием координат вершин букв.

```
59 procedure TAboutForm.PaintBox1Paint(Sender: TObject);
60 var
61     i: integer;
62 begin
63     with PaintBox1.Canvas do
64     begin
65         Pen.Color := clActiveCaption;
66         Pen.Style := psSolid;
67         Pen.Width := 2;
68
69         for i := 0 to Length(Lines) do
70             Polyline(Lines[i]);
71     end;
72 end;
```

Рисунок 5 Процедура формирования надписи «Вариант 3» по массиву координат вершин букв

Область расчётов



Толщина фланца (мм)	14
Диаметр резьбы (мм)	8
Длина винта (мм)	26
Длина винта (мм) по ГОСТ 17473-80	30

Включать не рекомендованные длины

Рассчитать

Рисунок 6 Область построения чертежа

Включает компоненты:

Толщина фланца [TEdit] – стандартное поле ввода для указания пользователем толщины фланца.

Диаметр резьбы [TComboBox] – раскрывающийся список для выбора пользователем значения из возможных вариантов, представленных в ГОСТ 17473-80

Длина винта [TEdit] - стандартное поле ввода в режиме “Только для чтения” (свойство `ReadOnly = True`). В данное поле заносится рассчитанное по формуле $l = \Phi + 1,5d$ значение длины винта, после нажатия пользователем кнопки «Рассчитать».

Длина винта по ГОСТ [TEdit] - стандартное поле ввода в режиме “Только для чтения” (свойство `ReadOnly = True`). В данное поле заносится подходящее (ближайшее большее или равное расчётному) значение по ГОСТ длины винта. Если ГОСТ не содержит подходящих длин, данное поле останется пустым и будет вызвано окно с описанием текста ошибки

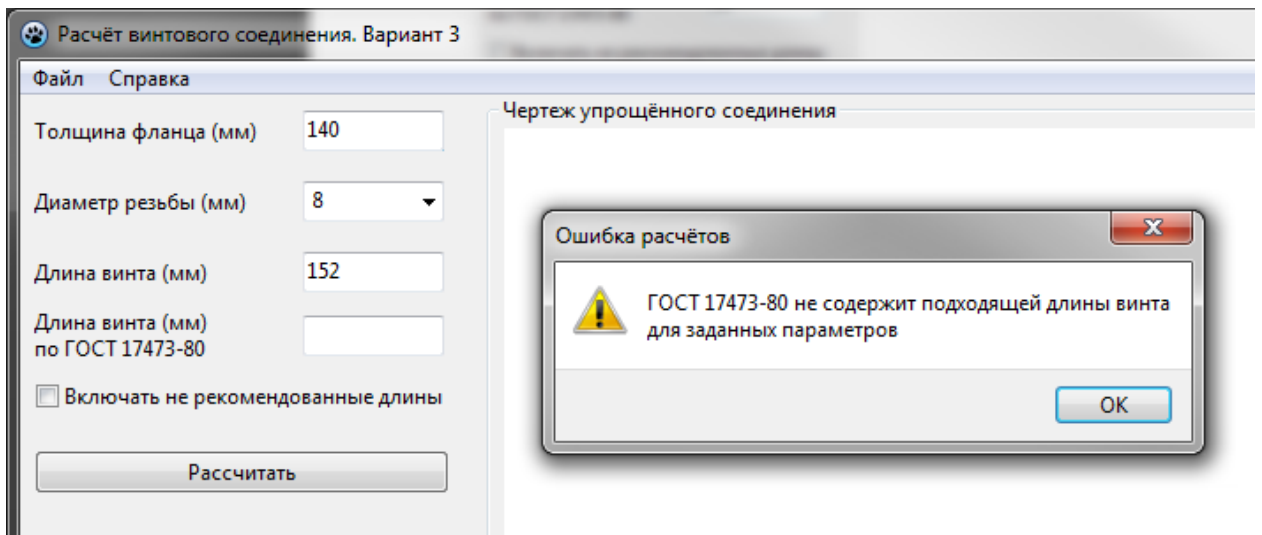


Рисунок 7 Ошибка при недопустимых входных параметрах расчета

Включать не рекомендованные длины [TCheckBox] – позволяет пользователю использовать длины винтов, которые не рекомендованы, но допускаются ГОСТ'ом 17473-80. Если в результате расчётов длины винта ближайшим большим значением по ГОСТ окажется не рекомендованное значение, и будет установлен флажок, разрешающий их использование – в поле “Длина винта по ГОСТ” значение будет отображено со звёздочкой:

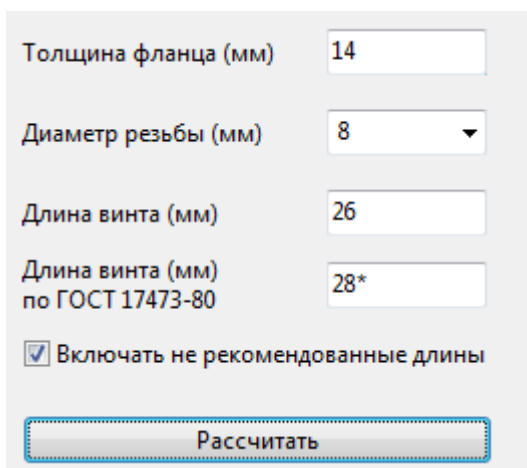


Рисунок 8 Использование не рекомендованных длин

Рассчитать [TButton] – вызывает функции расчета длины винта и последующего построения чертежа по введённым и рассчитанным параметрам.

Расчёт длины винта

Логика расчёт длины винта содержится в модуле `gost17473` (файл `gost17473.pas`).

В модуле описаны дополнительные классы и структуры данных:

```
11  TLength = record
12      Value: double;
13      isRecommend: boolean;
14  end;
15  PLength = ^TLength;
```

Рисунок 9 Структура TLength.

`Value` – длина винта по ГОСТ 17473-80

`isRecommend` – рекомендуется / не рекомендуется ГОСТ'ом

```
17  TDimension = record
18      diameter: double;
19      headDiameter: double;
20      headHeight: double;
21      lengths: array of TLength;
22  end;
```

Рисунок 10 Структура TDimension.

`Diameter` – диаметр резьбы

`headDiameter` – диаметр головки

`headHeight` – высота головки

`lengths` – возможные варианты длин, определённые в ГОСТ'е

```
24  TGOST = class(TObject)
25      public
26          function findClosestRight(diameter:double; calculatedLength: double; useNotRecommend:boolean): PLength;
27          function findDimension(diameter:double): TDimension;
28  end;
```

Рисунок 11 Класс TGOST.

findClosestRight – функция поиска ближайшей большего значения для рассчитанной длины винта

findDimension – функция получения объекта с описанием размеров, для указанного диаметра резьбы.

В модуле описан массив dimensions типа TDimension, который включает все возможные значения из ГОСТ 17473-80

```
33  const
34  dimensions: array of TDimension = (
35  (
36    diameter: 1;
37    headDiameter: 2.0;
38    headHeight: 0.7;
39    lengths: (
40      (Value: 2; isRecommend: True),
41      (Value: 2.5; isRecommend: False),
42      (Value: 3; isRecommend: True),
43      (Value: 3.5; isRecommend: False),
44      (Value: 4; isRecommend: True),
45      (Value: 5; isRecommend: True)
46    )
47  ),
48
49  (
50    diameter: 1.2;
51    headDiameter: 2.3;
52    headHeight: 0.8;
53    lengths: (
54      (Value: 2; isRecommend: True),
55      (Value: 2.5; isRecommend: False),
56      (Value: 3; isRecommend: True),
57      (Value: 3.5; isRecommend: False),
58      (Value: 4; isRecommend: True)
```

Рисунок 12 Массив dimensions

При нажатии кнопки «Рассчитать» на главной форме происходит вычисление длины винта по формуле $l = \Phi + 1,5d$

```
96  calculatedLength := flange + diametr * 1.5;
```

Рисунок 13 Расчёт длины винта

Полученное значение передаётся как параметр функции findClosestRight, вместе со значением диаметра резьбы и признаком использования не рекомендованных длин.

```

499 function TGOST.findClosestRight(diameter: double; calculatedLength: double; useNotRecommend: boolean): PLength;
500 var
501     dimension: TDimension;
502     i: integer;
503 begin
504     for dimension in dimensions do
505     begin
506         if (dimension.diameter = diameter) then
507             Break;
508         end;
509
510     Result := nil;
511     for i := 1 to (length(dimension.lengths) - 1) do
512         if ((dimension.lengths[i].Value >= calculatedLength) and (useNotRecommend or dimension.lengths[i].isRecommend)) then
513         begin
514             Result := @dimension.lengths[i];
515             Break;
516         end;
517     end;

```

Рисунок 14 Функция поиска ближайшего равного/большого значения длины винта

В функции на первом этапе происходит итерация по элементам массива `dimensions` в поисках нужного диаметра резьбы.

После того как найден элемент массива, описывающий характеристики винта с указанной резьбой начинается итерация по массиву возможных вариантов длин.

Элемент массива `lengths` считается найденным, если выполняются условия:

- длина винта по ГОСТ'у больше или равна рассчитанной длине
- данное значение является рекомендованным, или, пользователь указал использование не рекомендованных значений.

Если ГОСТ не содержит подходящего значения длины винты для указанных входных параметров, функция вернёт пустой указатель. В противном случае – указатель на элемент массива `lengths`.

После того, как все значения определены и вычислены, вызывается функция построения упрощенного чертежа для данного винтового соединения.

Построение чертежа упрощенного соединения винтового соединения

Функции построения чертежа определены в модуле drawing (файл drawing.pas).

Данный модуль содержит класс TDrawing, инкапсулирующий логику расчёта и отрисовки чертежа.

```
11 TDrawing = class(TObject)
12     public
13         constructor Create(image: TImage);
14         procedure clean();
15         procedure draw(flange: double; screwLength: double; screwDiameter: double;
16             headDiameter: double; headHeight: double; scale: integer);
17     private
18         image: TImage;
19
20         axis: TRect;
21         flange1: TRect;
22         flange2: TRect;
23         screw: array[0..8] of TPoint;
24
25         procedure calcAxis();
26         procedure calcFlange1(flange: double; screwDiameter: double; headHeight: double);
27         procedure calcFlange2(flange: double; screwLength: double);
28         procedure calcScrew(diameter: double; length: double;
29             headDiameter: double; headHeight: double);
30
31         procedure drawAxis();
32         procedure drawFlange1();
33         procedure drawFlange2();
34         procedure drawScrew();
35         procedure drawTop(headDiameter: double);
36     end;
```

Рисунок 15 Класс TDrawing

Конструктор данного класса принимает в качестве параметра указатель на объект TImage, на котором будет происходить дальнейшая отрисовка. Конструктор вызывается с главной формы и передаёт ссылку на Image1.

Процедура clean, реализованная в классе TDrawing выполняет функцию очистки области построения чертежа, и вызывается каждый раз после выполнения расчётов, или изменения масштаба чертежа.

Draw – основная функция данного класса, которая принимает входные параметры:

Flanger – толщина фланца
screwLength – длина винта по ГОСТ'у
screwDiameter – диаметр резьбы винта
headDiameter – диаметр головки винта
headHeight – высота головки винта
scale – масштаб.

В модуле описана глобальная переменная dotPerMM количество точек (пикселей) на миллиметр, и по умолчанию установленная в значение “3” – то есть одному миллиметру соответствуют три экранных пикселя.

В момент вызова функции draw переданное значение масштаба суммируется со значением dotPerMM – в результате получается значение данной переменной выступает коэффициентом умножения для всех процедур вычисления координат.

Процедура draw сперва последовательно вызывает процедуры расчёта координат для всех элементов чертежа. Затем вызывает функции отрисовки элементов.

Элементы чертежа рисуются с помощью следующих методов объекта Canvas:

Polygon – рисует замкнутую область по массиву точек. С помощью данного метода строится чертёж винта

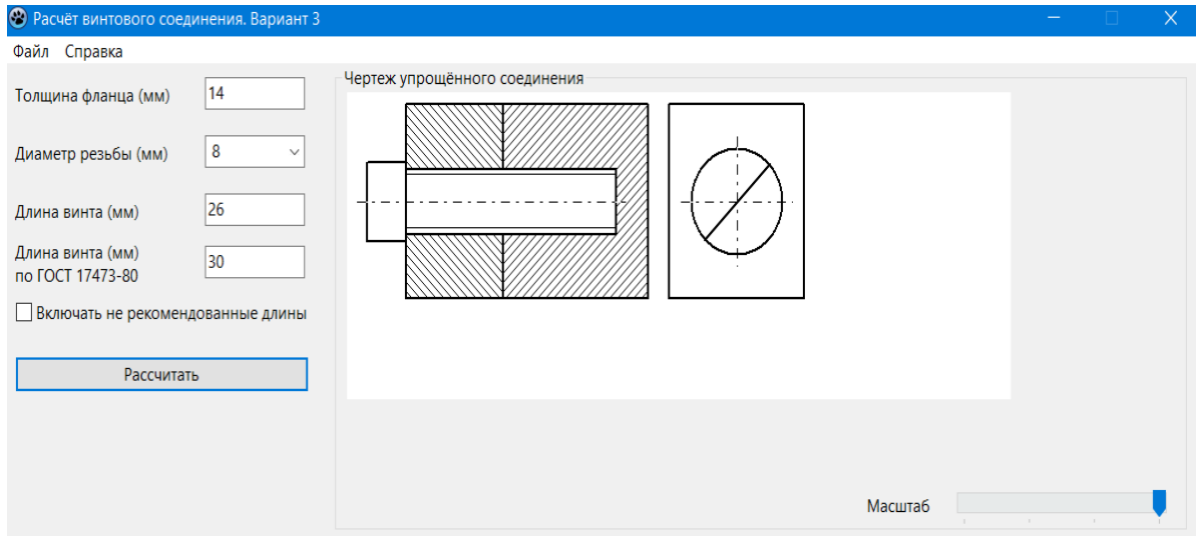
Rectangle – рисует прямоугольник. В качестве параметров выступает либо объект типа TRect (отрисовка обоих фланцев на основном виде), либо координаты верхней левой и нижней правой вершин прямоугольника (отрисовка фланца на виде сверху)

Line – рисует линию. В качестве параметров выступает либо объект типа TRect (отрисовка горизонтальной оси на основном виде), либо координаты линии в формате X1,Y1,X2,Y2 (обеих осей на виде сверху).

MoveTo/LineTo – устанавливает начальную координату, и строит линию до второй координаты (отрисовка резьбы винта на основном виде).

EllipseC – рисует эллипс от центра, с указанными радиусами по вертикали/горизонтали (отрисовка головки винта на виде сверху).

7. РЕЗУЛЬТАТ РАБОТЫ.



8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В данной курсовой работе по предмету «Информационные сервисы в проектной деятельности» на тему «Разработка программного модуля на языке высокого уровня для решения инженерных задач на примере расчёта и построения резьбовых соединений» проведены работы с изучением, построением и программированием винтового соединения.

Были получены навыки работы в среде визуальной разработки «Lazarus», а именно разработка программного модуля для расчета формул, вывод построения винтового соединения в визуальной среде.

Были получены навыки работы с программой «Компас 3Д», а именно построение чертежа винта.

9. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Лазарь (программное обеспечение)
/https://en.wikipedia.org/wiki/Lazarus_(software)/ [электронный
текст]/Свободная энциклопедия/дата обращения: 25.04.2023 г.

2. Компас САПР
https://ru.wikipedia.org/wiki/Компас_(САПР)/[электронный текст]/Свободная
энциклопедия/дата обращения: 26.04.2023 г.

3. Информатика [электронный текст]: Куренников Д.В., Маянц М.Л.,
Поляков П.А. – Екатеринбург: УРФУ имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина, 2018 г.

4. Программирование на языке Паскаля [электронный текст] -
https://studfile.net/preview/1901572/Конспект лекций/ Партин А.С. –
Екатеринбург. ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2003 г.

5 .Партин, А.С. Программирование на языке Паскаль. [Текст] Конспект
лекций./ Партин А.С. – Екатеринбург. ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2003. – 77с.5.

ГОСТ

6. 17473-80 Винты с цилиндрической головкой с классом точности А и В.