

# Технологическая карта проекта «Полярное сияние»

Сегодня мы создадим модель движения заряженной частицы в магнитном поле Земли. С помощью нашего проекта мы сможем наглядно убедиться (и объяснить другим), почему заряженные частицы от Солнца мчатся по спиралевидным траекториям к полюсам, вызывая тем самым свечение атмосферы в полярных зонах, эти свечения и называются полярным сиянием.

Траекторию будем рисовать на фоне звёздного неба, рисунки Space1.bmp и Space2.bmp лежат в рабочей папке, можно приготовить свои рисунки звёздного неба.

В программе будет предусмотрено изменение с помощью ползунков составляющих скоростей частицы vx, vy, vz, можно даже будет увеличить массу частицы (по умолчанию она будет равна массе электрона), можно будет менять заряд заряженной частицы (по умолчанию заряд будет равен заряду электрона). Таким образом, по умолчанию это будет траектория движения электрона в магнитном поле Земли, и с помощью этой программы мы сможем делать физические эксперименты, меняя начальную скорость частицы, заряд и массу, и программа будет вычислять реальную настоящую траекторию частицы в магнитном поле Земли!! Так что это будет очень серьёзная программа.

Итак, если всё ясно, приступаем...

1. Запустите Delphi, сохраните новый проект в папке Полярное сияние, сохраните файлы проекта как Polar.pas и PolarLight.dpr.
2. Скопируйте в папку с проектом два рисунка: Space1.bmp и Space2.bmp.
3. Измените некоторые свойства формы:

Name	frmMain
Caption	Полярное сияние
Icon	Поставьте свою иконку
Width	776
Height	617
BorderStyle	bsSingle (запрещает менять размер окна)
Position	poScreenCenter (размещает окно в центре экрана)
BorderIcons biMaximize	False (запретили возможность распахнуть окно)

4. Разместите на форме следующие объекты и измените их свойства:

А) Бросьте на форму объект Image . Это будет звёздное небо.

Измените некоторые его свойства

Name	Image
Width	512
Height	768
Align	alTop
Picture	Укажите путь к рисунку Space1.bmp

В) Бросьте на форму 4 кнопки:

Name	btnMLines	Name	btnLight
Caption	Магнитное поле (будет рисовать силовые линии магнитного поля земли)	Caption	Отправить частицу (будет рисовать траекторию частицы в магнитном поле Земли)
Name	btnSpace1	Name	btnSpace2
Caption	Небо 1	Caption	Небо 2

С) **Брось на форму 5 объектов TrackBar**. С их помощью мы будем изменять составляющие скорости, массу, заряд частицы. Свойства менять не будем, изменим у них только имена. Подпишите эти ползунки с помощью меток. **Разместите их на форме компактно**. Соответствие между ползунками, их именами, подписями с помощью меток и назначением видно из таблицы:

Name	Подпись меткой (свойство Caption метки)	Назначение
TrackBarX	Vx	<i>Составляющие вектора начальной скорости заряженной частицы.</i>
TrackBarY	Vy	
TrackBarZ	Vz	
TrackBarM	Масса частицы	<i>Масса частицы</i>
TrackBarQ	Заряд	<i>Заряд частицы</i>

А теперь приступаем к программированию ☺

#### 5. Опишем глобальные переменные:

```
var
  frmMain: TfrmMain;
  x, y, z, xn, yn, dx, dy, mx, h, hx, hy, hz, mu, p, r, r2, r3, re, ra, m, q, vx, vy, vz, al, dal, t, dt,
  bx, by, bz, fx, fy, fz, tm: real;
  x8, y8: integer; ll: boolean;
```

#### 6. Сразу после этого напишите процедуру рисования траектории частицы. Сразу после «implementation» и «{\$R \*.DFM}».

```
procedure way(x, y, z, vx, vy, vz, tm: real; cl: integer);
begin
  p:=1e22; mu:=1.26e-6; m:=tm*1.7e-27; t:=0; dt:=1e-3;
  r2:=x*x+y*y; r:=sqrt(r2); r3:=r2*r;
  bx:=mu*3*p*x/r3*y/r2; by:=mu*p/r3*(3*y*y-r*r)/r2;
  bz:=mu*3*p*x/r3*z/r2;
  fx:=q*(vy*bz-vz*by); vx:=vx+fx*dt/m; x:=x+vx*dt;
  fy:=q*(vz*bx-vx*bz); vy:=vy+fy*dt/m; y:=y+vy*dt;
  fz:=q*(vx*by-vy*bx); vz:=vz+fz*dt/m; z:=z+vz*dt;
  x8:=frmMain.Image.Width-2+round((x-z/3)*mx);
  y8:=frmMain.Image.Height-2-round((y-z/3)*mx);
  frmMain.Image.Canvas.moveTo(x8, y8); frmMain.Image.Canvas.pen.Color:=cl;
  repeat r2:=x*x+y*y; r:=sqrt(r2); r3:=r2*r;
    if r>=re then
      begin
        bx:=mu*3*p*x/r3*y/r2; by:=mu*p/r3*(3*y*y-r*r)/r2;
        bz:=mu*3*p*x/r3*z/r2;
        fx:=q*(vy*bz-vz*by); vx:=vx+fx*dt/m; x:=x+vx*dt;
        fy:=q*(vz*bx-vx*bz); vy:=vy+fy*dt/m; y:=y+vy*dt;
        fz:=q*(vx*by-vy*bx); vz:=vz+fz*dt/m; z:=z+vz*dt;
        x8:=frmMain.Image.Width-2+round((x-z/3)*mx);
        y8:=frmMain.Image.Height-2-round((y-z/3)*mx); t:=t+dt;
        frmMain.Image.Canvas.lineTo(x8, y8);
      end;
  until (t>70) or ll or (r<re);
end;
```

#### 7. Напишем обработчик События FormCreate. Чтобы оказаться в этом разработчике просто кликните дважды на форме. Мы это делаем на каждом занятии, поэтому больше меня об этом не спрашивайте!!

```
procedure TfrmMain.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  Image.Width:=768; Image.Height:=512; TrackBarX.Position:=5;
  TrackBarY.Position:=5; TrackBarZ.Position:=5; TrackBarM.Position:=5;
  TrackBarQ.Position:=5; vx:=1e7*TrackBarX.Position;
  vy:=1e7*(TrackBarY.Position-5); vz:=1e7*(TrackBarZ.Position-5);
  tm:=(TrackBarM.Position+1)/6; q:=1.6e-19*(TrackBarQ.Position+10)/15;
end;
```

8. **Напишем обработчик клика на кнопку Магнитное поле.** Будем рисовать силовые линии магнитного поля земли прямо на загруженной картинке.

```
procedure TfrmMain.btnMLinesClick(Sender: TObject);
begin
  frmMain.Image.Canvas.pen.Color:=255000; re:=6.37; ra:=6.97e6; mx:=1e-5;
  p:=1; dx:=3; daL:=0.03; aL:=daL;
  repeat
    x:=dx; y:=dx*Cos(aL)/sin(aL);
    repeat
      r2:=x*x+y*y; r:=Sqrt(r2); r3:=r2*r;
      hx:=3*p*x*y/r3/r2; hy:=p*(3*y*y-r2)/r3/r2;
      hz:=3*p*x*z/r3/r2; dy:=dx*hy/hx; xn:=x+dx; yn:=y+dy;
      frmMain.Image.Canvas.moveTo(frmMain.Image.Width-2+
        round(-x), frmMain.Image.Height-2-round(y));
      frmMain.Image.Canvas.LineTo(frmMain.Image.Width-2+
        round(-xn), frmMain.Image.Height-2-round(yn));
      x:=xn; y:=yn;
      ll:=(x>frmMain.Image.Width-2) or (y>frmMain.Image.Height-2)
    until (y<3) or ll;
    aL:=aL+daL;
  until aL>Pi/2;
end;
```

9. **Напишем обработчик клика на кнопку Отправить частицу**

```
procedure TfrmMain.btnLightClick(Sender: TObject);
begin
  p:=1e22; mu:=1.26e-6; x:=-6.3e7; y:=5e6; z:=5; t:=0; dt:=1e-3;
  frmMain.Image.Canvas.pen.Color:=500000; re:=6.37; ra:=6.97e6; mx:=1e-5;
  p:=1; dx:=3; daL:=0.03; way(x,y,z,vx,vy,vz,tm,255*255*240);
end;
```

10. **Напишем обработчик клика на кнопку Небо 1**

```
procedure TfrmMain.btnSpace1Click(Sender: TObject);
begin
  frmMain.Image.Picture.LoadFromFile('Space1.bmp')
end;
```

11. **Напишем обработчик клика на кнопку Небо 2**

```
procedure TfrmMain.btnSpace2Click(Sender: TObject);
begin
  frmMain.Image.Picture.LoadFromFile('Space2.bmp')
end;
```

12. **Напишем обработчик изменения состояния ползунка TrackBarX** (дважды на него кликните).

```
procedure TfrmMain.TrackBarXChange(Sender: TObject);
begin
  vx:=1e7*TrackBarX.Position;
end;
```

13. **Напишем обработчик изменения состояния ползунка TrackBarY** (дважды на него кликните).

```
procedure TfrmMain.TrackBarYChange(Sender: TObject);
begin
  vy:=1e7*(TrackBarY.Position-5);
end;
```

14. **Напишем обработчик изменения состояния ползунка TrackBarZ** (дважды на него кликните).

```
procedure TfrmMain.TrackBarZChange(Sender: TObject);
begin
  vz:=1e7*(TrackBarZ.Position-5);
end;
```

**15. Напишем обработчик изменения состояния ползунка TrackBarM** (дважды на него кликните).

```
procedure TfrmMain.TrackBarMChange(Sender: TObject);  
begin  
    tm:=(TrackBarM.Position+1)/6;  
end;
```

**16. Напишем обработчик изменения состояния ползунка TrackBarQ** (дважды на него кликните).

```
procedure TfrmMain.TrackBarQChange(Sender: TObject);  
begin  
    q:=1.6e-19*(TrackBarQ.Position+10)/15;  
end;
```

**17. Осторожно создайте новую форму О программе. Сделайте её красивой. Помните, что эта форма – лицо вашего мастерства. Для запуска окна О программе сделайте либо кнопку, либо пункт меню.**

**18. В меню Project выбрали пункт Options.** В отрывшемся диалоге в закладке Application загрузите свою иконку, нажав на кнопку Load Icon. Нажмите ОК. В меню Project выбрали пункт Компилировать. Зайдите в свою папку, найдите откомпилированный exe-файл. Обратите внимание, что файл имеет вашу иконку!! Запустите.

**19. Проведите ряд экспериментов с различными скоростями, массами, зарядами частиц, сделайте вывод о движении частиц в магнитном поле Земли.** Пожелитесь своими наблюдениями с учителем физики! Где было бы видно полярное сияние, если бы масса электрона была меньше? Больше?

**20. Создайте в этой программе что-то своё и неповторимое.** Проявите своё творчество. Подумайте, как вы можете усовершенствовать свою программу.

**21. Перепишите (или отскропируйте и вклейте) в тетрадь настоящий документ.** Проект завершён.