Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Компьютерная графика»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль) образовательной программы:	Компьютерные системы
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Выпускающая кафедра:	Технических дисциплин
Форма обучения:	Очная, очно-заочная, заочная

Курс: 3 **Семестр**: 5 (6)

Трудоёмкость:
Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Форма промежуточной аттестации:
Дифференцированный зачет: 5 (6) семестр

Лысьва 2024

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок**.** Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра учебного плана очной и очно-заочной формы обучения, 6-го семестра заочной формы обучения) и разбито на 3 учебных раздела. В каждом разделе предусмотрены аудиторные лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и диф.зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	**Вид контроля**					
	Текущий		**Рубежный**		**Итоговый**	
	С	**ТО**	**ОЛР**			**Диф.зачет**
Усвоенные знания						
З.1 Знать принципы, методы и средства формализации, алгоритмизации и реализации графических моделей; классификацию способов компьютерного представления графических объектов и операций; достоинства и недостатки различных способов представления моделей		ТО				ТВ
З.2 Знать приемы, методы формализации графических объектов, операций над нами		ТО				ТВ
З.3 Знать способы представления графической информации и методы манипулирования (преобразования) объектами и их свойствами		ТО				ТВ
З.4 Знать архитектуру, состав, свойства графических систем		ТО				ТВ
Освоенные умения						
У.1 Уметь составлять графическую модель и показывать теоретические основания модели			ОЛР			ПЗ
У.2 Уметь представлять операции над графической моделью в алгоритмическом и математическом виде			ОЛР			ПЗ
У.3 Уметь оперировать с элементами графической модели			ОЛР			ПЗ
У.4 Уметь провести разработку графического			ОЛР			ПЗ

интерфейса						
У.5 Уметь использовать технологии геометрического 2D и 3D моделирования в научно-технических задач, возникающих в процессе отображения информации			ОЛР			ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 Владеть навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности			ОЛР			КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание диф.зачета

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме диф.зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 11 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме диф.зачета. Диф.зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде диф.зачета и приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде диф.зачета по дисциплине проводится с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности ***всех*** заявленных компетенций.

2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для диф.зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Аффинные преобразования.
2. Системы координат: мировая, объектная, наблюдателя и экранная.
3. Основные виды моделей цифровых изображений.
4. Примитивы компьютерной графики. Группы, характеристики и свойства примитивов.
5. Поверхностные модели объектов: базовые геометрические, поверхности вращения, сопряжения и пересечения.
6. Поверхностные модели объектов: аналитические и составные поверхности.
7. Параллельные (аксонометрические) проекции.
8. Центральные (перспективные) проекции.
9. Стереографическая проекция. Свойства.
10. Проекции на цилиндр. Свободная проекция.
11. Следы плоскости.
12. Цветовая модель RGB
13. Цветовая модель CMYK
14. Цветовая модель HSV
15. Технология сглаживания (Anti-Aliasing)
16. Технология MIP mapping
17. Методы улучшения растровых изображений: антиэлайзинг и дизеринг
18. Фрактальная графика. Принципы использования.
19. Форматы графических файлов
20. Способы представления графической информации
21. Устройства ввода графической информации.
22. Устройства вывода графической информации.
23. Алгоритм Брезенхема
24. Алгоритм Флойда-Стейнберга
25. Цветовые режимы и их характеристики. Особенности цветовых режимов.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Написать функцию создания 3D-примитива.
2. Написать функцию создания 3D-объекта и наложения на него любой текстуры и цвета.
3. Написать функцию перемещения, масштабирования, вращения.
4. Написать функцию алгоритмической анимации и их комбинирования.
5. Написать функцию группировки и клонирования 3D-объекта.
6. Написать функцию освещения и камеры.
7. Написать функцию для обработки событий мыши и клавиатуры.

Ответы на задания приведены в Приложении (А)

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

Пример комплексного задания.

1) Построить 3D-объект. Текстуру и цвет выбрать самостоятельно.

2) Применить к 3D-объекту функцию перемещения, масштабирования, вращения.
3) Применить к 3D-объекту функцию алгоритмической анимации.
4) Провести комбинирование анимации для 3D-объекта.
5) Применить функцию к 3D-объекту группировки и клонирования.
6) Применить функцию освещения и камеры к 3D-объекту.
7) Применение функции событий мыши и клавиатуры к 3D-объекту.

Ответы на задания приведены в Приложении (А)

2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на диф.зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при диф.зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины*.

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в форме диф.зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

PascalABC.NET 3D-графика.
Модуль Graph3D

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1 Написать функцию создания3D-примитива.

Код:

```
usesGraph3D;
begin
vars := Sphere(Origin,1);
end.
```

3D-примитивы и их конструирующие функции

```
Sphere(x, y, z, Radius, Color)
Ellipsoid(x, y, z, RadiusX, RadiusY, RadiusZ, Color)
Cube(x, y, z, SideLength, Color)
Box(x, y, z, SideX, SideY, SideZ, Color)
Cylinder(x, y, z, Height, Radius, Color)
Tube(x, y, z, Height, Radius, InnerRadius, Color)
Cone(x, y, z, Height, Radius, Color)
Prism(x, y, z, Sides, Height, Radius, Color)
Pyramid(x, y, z, Sides, Height, Radius, Color)
Torus(x, y, z, Diameter, TubeDiameter, Color)
Teapot(x, y, z, Color)
Arrow(x, y, z, vx, vy, vz, Color)
Icosahedron(x, y, z, Radius, Color)
Dodecahedron(x, y, z, Radius, Color)
Tetrahedron(x, y, z, Radius, Color)
Octahedron(x, y, z, Radius, Color)
FileModel3D(x, y, z, FileName, Color)
Lego(x, y, z, col, r, h, Color)
Rectangle3D(p: Point3D, Length, Width: real, Normal, LengthDirection:
Vector3D, Color)
Text3D(x, y, z, Text, Height, Color)
Segment3D(p1, p2: Point3D, Thickness, Color)
Segments3D(points: sequence of Point3D, Thickness, Color)
Polyline3D(points: sequence of Point3D, Thickness, Color)
Polygon3D(points: sequence of Point3D, Thickness, Color)
```

2 Написать функцию создания 3D-объекта и наложения на него любой текстуры и цвета.

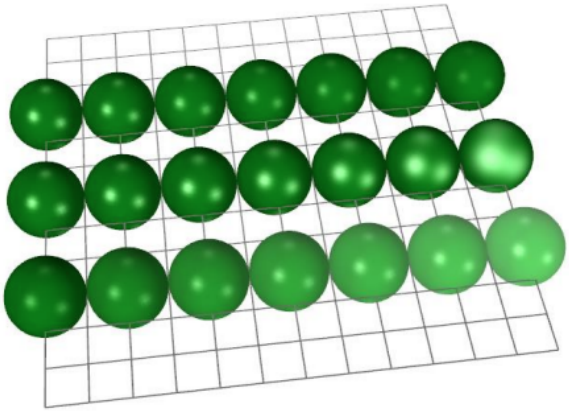
Материалы

- Поверхность 3D-объекта имеет некоторый материал. Простейшим материалом является одноцветный материал, задаваемый цветом. Материал передается как последний параметр при создании 3D-объекта.
- **DiffuseMaterial.** Создает матовую поверхность объекта, на которой свет распространен равномерно во всех направлениях. Его характеристикой является цвет.
- **SpecularMaterial.** Имитирует блестящую поверхность, отражая свет зеркально. Его характеристиками являются яркость и мощность. Его характеристиками являются яркость и размытость
- **EmissiveMaterial.** Создает поверхность, светящуюся заданным светом.
- Материалы можно складывать, используя операцию +
- В примере ниже в первом ряду уменьшается яркость зеркального материала, во втором ряду – увеличивается рассеяние зеркального материала, в третьем – увеличивается интенсивность свечения

Код

```
uses Graph3D;

begin
  for var i:=0 to 6 do
    Sphere(6-2*i,-3,0,1,
      Materials.Diffuse(Colors.Green) +
      Materials.Specular(255-32*i,100));
  for var i:=0 to 6 do
    Sphere(6-2*i,0,0,1,
      Materials.Diffuse(Colors.Green) +
      Materials.Specular(255,100-15*i));
  for var i:=0 to 6 do
    Sphere(6-2*i,3,0,1,
      Materials.Diffuse(Colors.Green) +
      Materials.Specular(128,100) +
      Materials.Emissive(GrayColor(15*i)));
end.
```

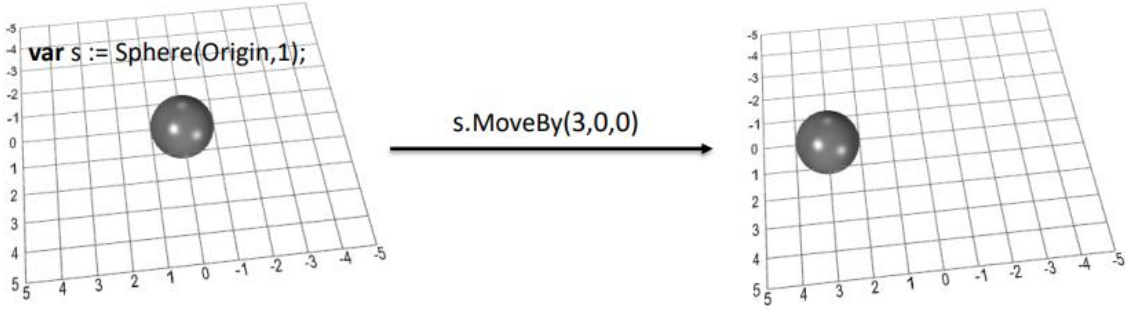
Скриншот



3 Написать функцию перемещения, масштабирования, вращения.

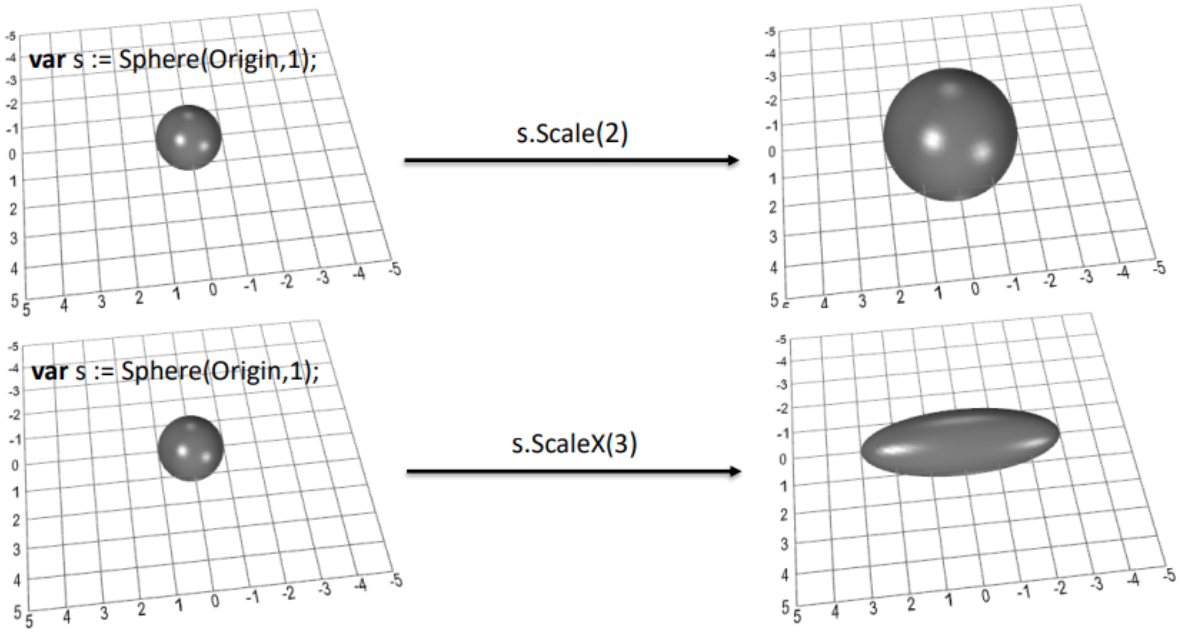
Позиция и перемещение 3D-объекта

- Каждый 3D-объект имеет свойство Position типа Point3D – текущие координаты объекта
- Для большинства 3D-объектов Position задаёт центр объекта, для некоторых – опорную точку (например, для конуса и пирамиды, цилиндра, чайника и трубы точка Position задаёт центр основания, для 3D-стрелки – координату начала стрелки, для остальных – некоторую опорную точку).
- Для 3D-объекта можно также обращаться к свойствам X, Y, Z. Очевидно, Position = P3D(X,Y,Z)
- Измененять координаты 3D-объекта obj можно следующими способами:
  - obj.X := 2; obj.Y := obj.Y + 1; obj.Z += 1;
  - obj.Position := P3D(2,3,4); // переместиться к точке (2,3,4)
  - obj.MoveTo(2,3,4); // переместиться к точке (2,3,4)
  - obj.MoveBy(1,1,0); // переместиться на вектор (1,1,0) относительно текущей точки
  - obj.MoveByX(1); // переместиться по оси OX на 1 относительно текущей точки



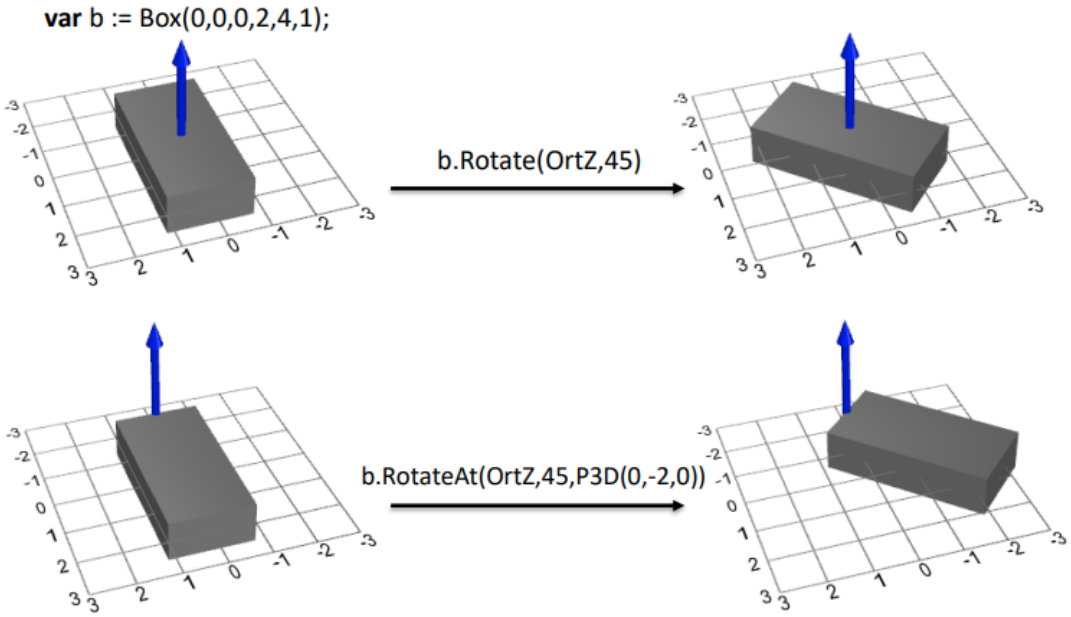
Масштабирование 3D-объекта

- Каждый 3D-объект имеет метод Scale(f), масштабирующий объект в f раз. Если f>1, то объект увеличивается, если 0<f<1, то объект уменьшается
- Можно осуществлять масштабирование только по одной из осей. Для этого используются методы ScaleX(f), ScaleY(f), ScaleZ(f)



Вращение 3D-объекта

- Каждый 3D-объект имеет метод Rotate(axis, angle), вращающий объект на угол alpha вокруг оси axis, проходящей через центр объекта
- Используя метод RotateAt(axis, angle, center), можно осуществлять вращение объекта на угол alpha вокруг оси axis, проходящей через точку center



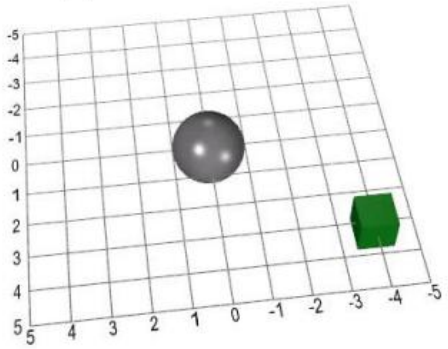
Анимация перемещения

- Для каждого 3D-объекта имеются стандартные алгоритмические анимации положения, масштабирования и поворота. Такую анимацию можно сконструировать, указав параметры, длительность, после чего запустить. После запуска анимации можно **параллельно выполнять другие действия**
- Ниже приводится простейший пример анимации AnimMoveBy перемещения сферы от начала координат на вектор (-4,0,0) за 2 секунды
- Параллельно запускается анимация AnimMoveByX перемещения куба вдоль оси OX на 8 единиц за 3 секунды

Код

```
uses Graph3D;
begin
  var s := Sphere(Origin,1);
// Формируем анимацию к точке (-5,0,0) за 2 секунды
  var a := s.AnimMoveBy(-5,0,0,2);
// Запускаем анимацию
  a.Begin;
// Создаём куб в точке (-4,3,0) и запускаем его анимацию
// по оси OX на 8 единиц за 3 секунды
  Cube(P3D(-4,3,0),1).AnimMoveByX(8,3).Begin;
end.
```

Видео



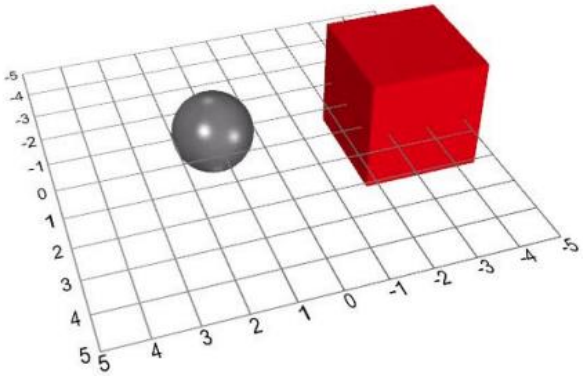
Анимация масштабирования

- Алгоритмическая анимация масштабирования выполняется с помощью методов AnimScale, AnimScaleX, AnimScaleY, AnimScaleZ
- В примере ниже запускается анимация AnimScale масштабирования сферы в 3 раза за 2 секунды
- Одновременно запускается анимация AnimScaleX сплющивания паралеллепипеда в 4 раза за 2 секунды

Код

```
uses Graph3D;
begin
  var s := Sphere(Origin,1);
// Запускаем анимацию масштабирования сферы
// в 3 раза за 2 секунды
  s.AnimScale(3,2).Begin;
  var b := Box(-4,-1,0,3,3,3,Colors.Red);
// Запускаем анимацию сплющивания паралеллепипеда по оси OX
// в 4 раза за 2 секунды
  b.AnimScaleX(0.25,2).Begin;
end.
```

Видео



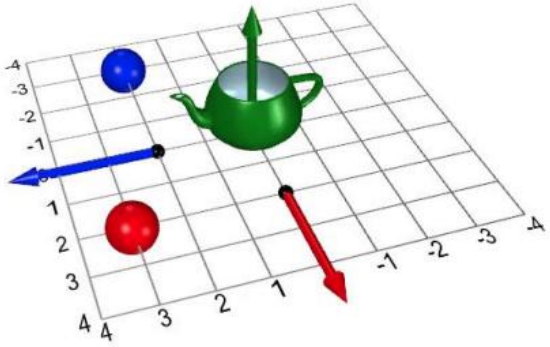
Анимация вращения

- Алгоритмическая анимация вращения выполняется с помощью методов AnimRotate(axis, angle, seconds) и AnimRotateAt(axis, angle, center, seconds). Здесь axis – вектор оси, вокруг которой осуществляется анимация вращения, center – смещение центра вращения относительно центра фигуры
- В примере ниже запускается анимация вращения трёх объектов: чайника относительно своего центра вращения и оси OZ, синей сферы вокруг оси OX и центра, смещённого относительно центра сферы на (0,3,0), и красной сферы вокруг оси OY и центра, смещённого относительно центра сферы на (-3,0,0). Оси вращения изображены стрелками соответствующих цветов, новые центры вращения – маленькими чёрными сферами

Код

```
uses Graph3D;
begin
  var t := Teapot(P3D(0,0,0.9),Colors.Green);
  var s := Sphere(2,-3,0,0.5,Colors.Blue);
  var s1 := Sphere(3,2,0,0.5,Colors.Red);
// Запускаем анимацию вращения чайника вокруг оси OZ
// на 360 градусов за 4 секунды
  t.AnimRotate(OrtZ,360,4).Begin;
// Запускаем анимацию вращения сферы вокруг оси,
// параллельной оси OX и проходящей через точку (0,3,0)
// на 360 градусов за 4 секунды
  s.AnimRotateAt(OrtX,-360,P3D(0,3,0),4).Begin;
// Запускаем анимацию вращения сферы вокруг оси OY
// на 360 градусов за 4 секунды
  s1.AnimRotateAt(OrtY,360,P3D(-3,0,0),4).Begin
end.
```

Видео



4 Написать функцию алгоритмической анимации и их комбинирования.

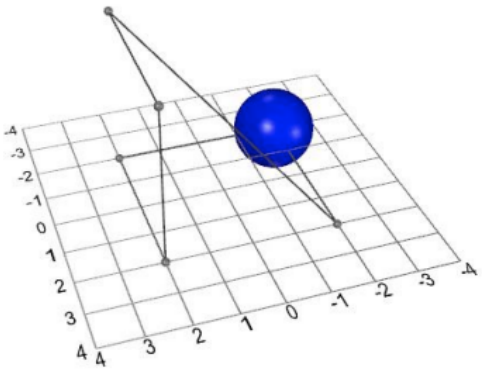
Анимация движения по пути

- Анимация движения по пути выполняется с помощью метода AnimMoveTrajectory(trajectory, seconds), где путь trajectory задаётся в виде последовательности точек
- В примере ниже запускается анимация движения по пути tr, задаваемом массивом точек. Сама траектория движения отображается для наглядности проволочным каркасом, а точки траектории – маленькими сферами

Код

```
uses Graph3D;
begin
  var s := Sphere(P3D(-2,-2,0),1);
  var tr := Arr(P3D(2,-2,0),P3D(2,2,0),P3D(2,2,4),
    P3D(2,-2,4),P3D(-2,2,0),P3D(-2,-2,0));
// Формируем и запускаем анимацию движения по пути,
// задаваемом массивом точек a, в течение 5 секунд
  s.AnimMoveTrajectory(tr,5).Begin;
end.
```

Видео



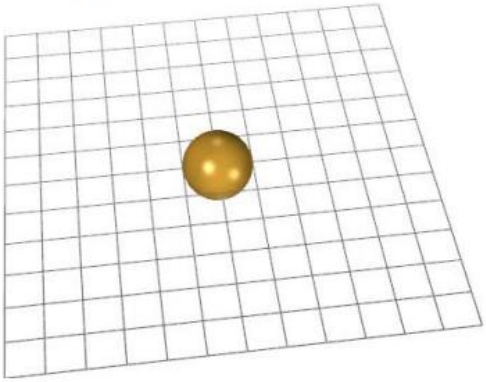
Комбинирование анимаций (+)

- Две анимации a1 и a2 одного и того же объекта или разных объектов могут быть выполнены параллельно или последовательно. Для этого используются следующие операции:
  - a1 + a2 – последовательное выполнение анимаций
  - a1 * a2 – параллельное выполнение анимаций
- В примере ниже приведена последовательная анимация движения сферы, после которой происходит анимация масштабирования

Код

```
uses Graph3D;
begin
  var s := Sphere(0,0,0,1,Colors.Goldenrod);
// В анимации a храним последовательно выполняющиеся
// анимации перемещения и увеличения сферы
  var a := s.AnimMoveByX(3) + s.AnimMoveByY(2) +
           s.AnimScale(2);
  a.Begin;
end.
```

Видео



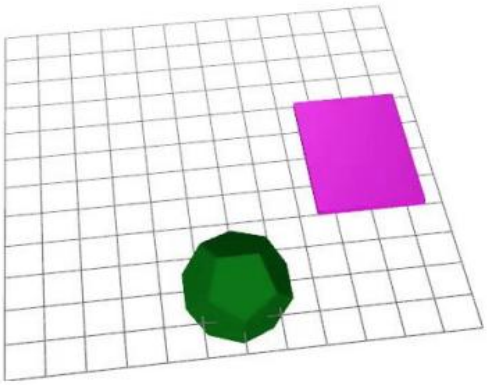
Комбинирование анимаций (*)

- В примере ниже происходит параллельная анимация, при которой Box перемещается вдоль оси OX и одновременно с этим вращается вокруг оси OY
- Параллельно осуществляется вращение другого объекта – додекаэдра – вокруг оси OZ

Код

```
uses Graph3D;

begin
  var r := Box(-4,0,0.1,3,4,0.2,Colors.Fuchsia);
  var d := Dodecahedron(0,4,0,1.5,Colors.Green);
// В анимации a храним одновременно выполняющиеся
// анимацию перемещения и анимацию вращения вокруг оси OY
// Параллельно выполняется анимация вращения додекаэдра
// вокруг оси OZ
  var a1 := r.AnimMoveByX(8,2) *
            r.AnimRotate(OrtY,360*2,2);
  var a2 := d.AnimRotate(OrtZ,360,2);
  var a := a1 * a2;
  a.Begin;
// Можно запустить анимации a1 и a2 отдельно:
// a1.Begin; a2.Begin;
// Это будет равноценно запуску анимации a, равной a1 * a2
end.
```

Видео



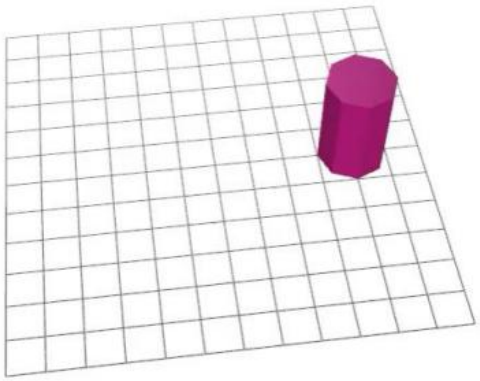
Комбинирование анимаций (+ и *)

- В примере ниже выполняется комбинированная анимация, заключающаяся в последовательном выполнении анимаций перемещения по оси OX, затем по оси OY (каждая в течение 2 секунд). При этом призма вращается вокруг оси OZ на протяжении всего времени перемещения (4 секунды), что достигается использование параллельной анимации

Код

```
uses Graph3D;

begin
  var p := Prism(-4,0,0,8,3,1);
// В анимации a храним одновременно выполняющиеся
// анимацию перемещения и анимацию вращения вокруг оси OY
// Параллельно выполняется анимация вращения додекаэдра
// вокруг оси OZ
  var a :=(p.AnimMoveByX(8,2) + p.AnimMoveByY(4,2)) *
          p.AnimRotate(OrtZ,360*3,4);
  a.Begin;
end.
```

Видео



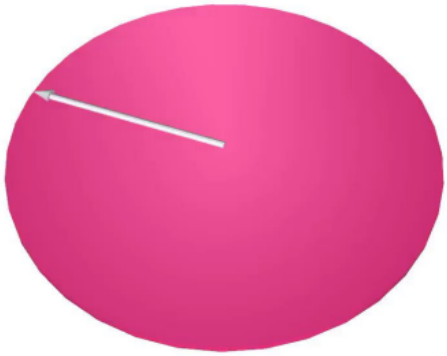
Модификаторы анимаций

- В Graph3D для каждой простой анимации доступны модификаторы AutoReverse, Forever и AccelerationRatio. Они добавляют к основной анимации некоторые свойства
- a.AutoReverse после анимации выполняет эту же анимацию "наоборот" – в результате время анимации удваивается
- a.Forever зацикливает анимацию, выполняя её бесконечно
- a.AccelerationRatio(acc,dec) выполняет анимацию с ускорением acc вначале и замедлением dec в конце (сумма acc и desc не должна быть > 1)

Код

```
uses Graph3D;
begin
  var disc := Cylinder(0,0,0,0.2,6);
  disc.AddChild(Arrow(0,0,0.2,6,0,0);
// Анимация диска со стрелкой
  var a := disc.AnimRotate(OrtZ,360,2);
// К основной анимации добавляем модификаторы,
// возвращающие диск в начальное положение,
// ускоряющие в начале и замедляющие в конце движения
// и зацикливающие этот процесс бесконечно
  a := a.AccelerationRatio(0.5,0.5)
        .AutoReverse.Forever;
  a.Begin;
end.
```

Видео



5 Написать функцию группировки и клонирования 3D-объекта.

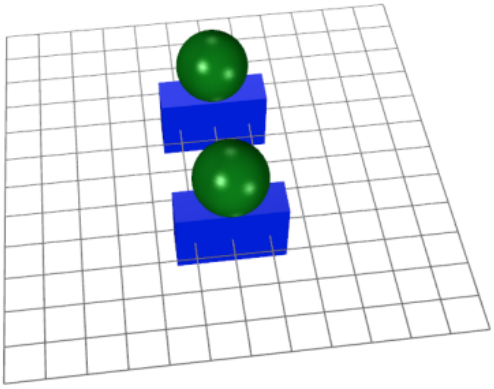
Группировка

- Несколько 3D-объектов можно группировать. После этого их можно перемещать, вращать, анимировать и клонировать как единое целое.
- Для группировки используется функция Group. Возможна многократная вложенная группировка: группы можно объединять в другие группы.
- В программе ниже мы превращаем паралеллепипед и сферу на нём в группу, после чего сдвигаем её по оси OY на -2.
- Затем мы клонируем группу и сдвигаем её по оси OY на 4.

Код

```
uses Graph3D;

begin
  var b := Box(0,0,0,3,1,2,Colors.Blue);
  var s := Sphere(0,0,2,1,Colors.Green);

  var g := Group(b,s);
  g.MoveByY(-2);
  var g1 := g.Clone;
  g.MoveByY(4);
end.
```

Скриншот



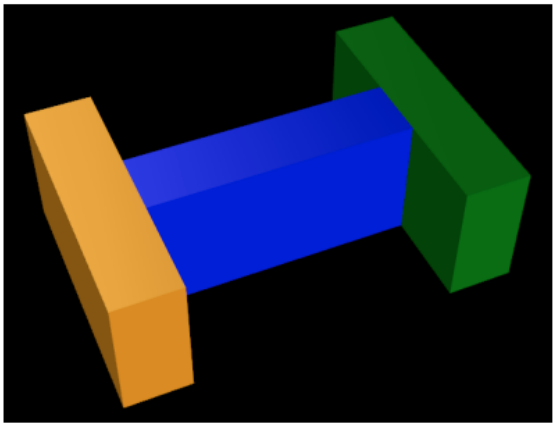
Клонирование

- Любой 3D-объект можно клонировать.
- Клонированный объект будет иметь те же атрибуты, что и исходный. Впоследствии клонированный объект можно сдвинуть, повернуть, изменить цвет и т.д.
- Клонировать объект удобнее чем создавать такой же

Код

```
uses Graph3D;

begin
  View3D.BackgroundColor := Colors.Black;
  View3D.ShowGridLines := False;
  var b := Box(0,0,0,4,1,2,Colors.Blue);
// Клонируем исходный объект
  var b1 := b.Clone;
// Окрашиваем его в другой цвет, поворачиваем и сдвигаем
  b1.Color := Colors.Green;
  b1.Rotate(OrtZ,90).MoveByX(-2.5);
// Вновь клонируем исходный объект
  var b2 := b.Clone;
// Окрашиваем его в другой цвет, поворачиваем и сдвигаем
// в другую сторону
  b2.Color := Colors.Orange;
  b2.Rotate(OrtZ,-90).MoveByX(2.5);
end.
```

Скриншот



6 Написать функцию освещения и камеры.

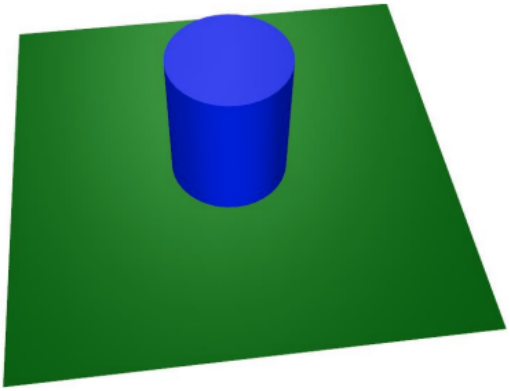
Освещение

- Для задания освещения используются различные типы источников света.
- **AmbientLight** – создаёт источник рассеянного света. Свет исходит со всех сторон.
- **DirectionalLight** – создаёт прямые параллельные лучи в направлении, заданном вектором.
- **PointLight** – создает точечный источник света.
- **SpotLight** – создает источник, который испускает свет на трехмерную сцену по конусу.
- По умолчанию сцена освещается рассеянным светом, дополненным несколькими направленными источниками света
- Будем освещать сцену попеременно (1) DirectionalLight, (2) PointLight и (3) SpotLight

Код

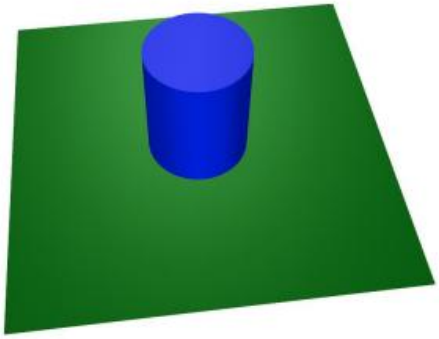
```
uses Graph3D;

begin
  View3D.ShowGridLines := False;
  Cylinder(0,0,0,5,2,True,Colors.Blue);
  Rectangle3D(0,0,-0.01,15,15,OrtZ,OrtX,Colors.Green);
// (1) PointLight
  var p := P3D(-3,3,1);
  Sphere(p,0.3,Colors.White);
  Lights.AddPointLight(GrayColor(64),p);
// (2) DirectionalLight
  var v := V3D(-1,-1,-1);
  Lights.AddDirectionalLight(GrayColor(100),v);
// (3) SpotLight
  var p := P3D(-3,3,1);
  var v := V3D(1,-1,1);
  Sphere(p,0.3,Colors.White);
  Arrow(p,v,Colors.White);
  Lights.AddSpotLight(GrayColor(255),p,v,90,45);
end.
```

Базовая сцена

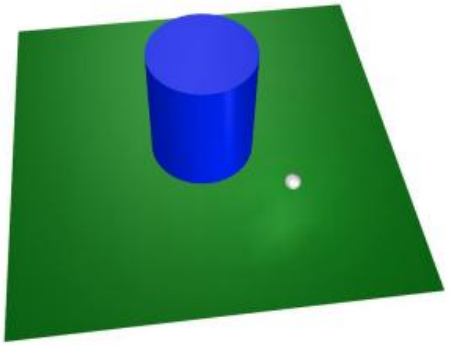


Освещение

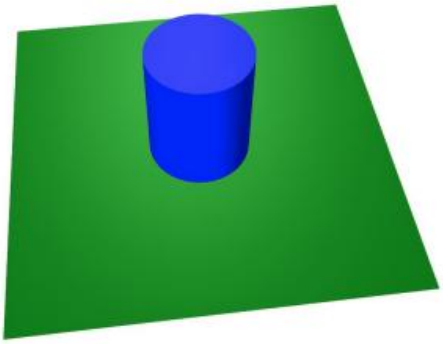
Базовая сцена



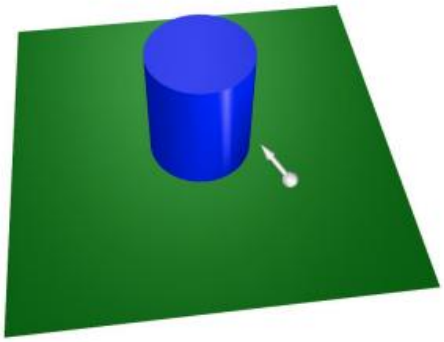
(1) PointLight



(2) DirectionalLight



(3) SpotLight



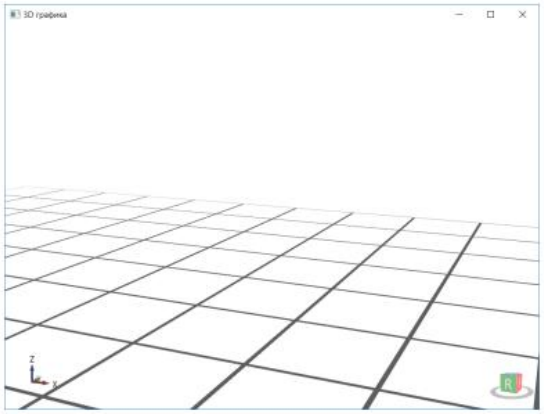
Камера и её свойства

- Камера определяется следующими свойствами:
  Position – точка, из которой мы смотрим на сцену;
  LookDirection – направление просмотра.
- У камеры есть методы:
  MoveBy(dx,dy,dz) – переместиться на вектор (dx,dy,dz);
  Rotate(axis,angle) – повернуть камеру вокруг оси axis на угол angle.
- Ниже демонстрируется пример заготовки игры от первого лица: камера находится внутри героя и может перемещаться и поворачиваться по клавишам.

Код

```
uses Graph3D;

begin
  GridLines.Length := 20;
  GridLines.Width := 20;
  Camera.Position := P3D(0,0,2);
  Camera.LookDirection := V3D(0,10,-2);
  OnKeyDown := k -> begin
    var delta := Camera.LookDirection*0.01;
    case k of
  Key.W: Camera.MoveBy(delta.X,delta.Y,0);
  Key.S: Camera.MoveBy(-delta.X,-delta.Y,0);
  Key.D: Camera.Rotate(OrtZ,1);
  Key.A: Camera.Rotate(OrtZ,-1);
    end;
  end;
end.
```

Скриншот



7 Написать функцию для обработки событий мыши и клавиатуры.

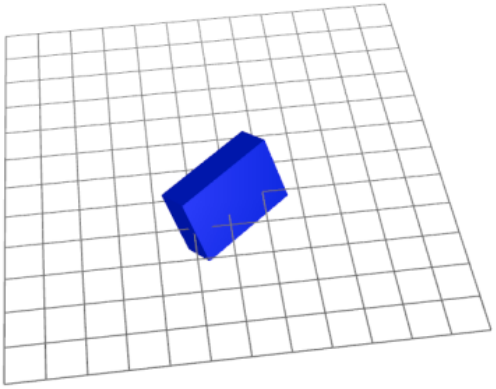
Обработка событий клавиатуры

- Как и в модуле GraphWPF, доступны события OnKeyDown, OnKeyUp.
- Их обработчики – это процедуры с параметром типа Key.
- Лучше всего записывать обработчик в виде лямбда-выражения
- Пример ниже иллюстрирует перемещение объекта стрелками и вращение его вокруг осей при нажатии клавиши с именем оси.

Код

```
uses Graph3D;

begin
  var s := Box(0,0,0,3,1,2,Colors.Blue);
  OnKeyDown := k ->
    case k of
  Key.Left: s.MoveBy(1,0,0);
  Key.Right: s.MoveBy(-1,0,0);
  Key.Up: s.MoveBy(0,-1,0);
  Key.Down: s.MoveBy(0,1,0);
  Key.X: s.Rotate(OrtX,10);
  Key.Y: s.Rotate(OrtY,10);
  Key.Z: s.Rotate(OrtZ,10);
    end;
end.
```

Скриншот



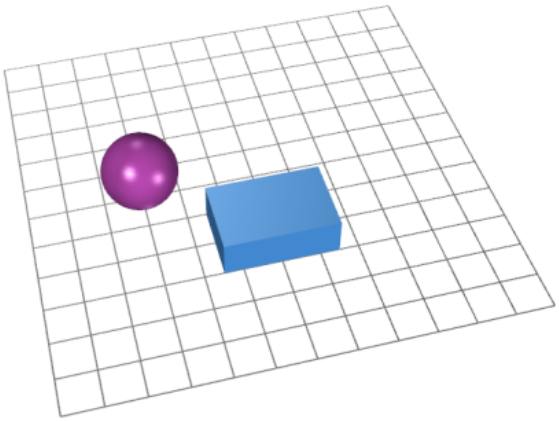
Обработка событий мыши

- Как и в модуле GraphWPF, доступны события OnMouseDown, OnMouseUp, OnMouseMove.
- Их обработчики – это процедуры с параметрами x,y,mb: integer. x,y – это координаты мыши, mb – кнопка мыши: mb = 0 – не нажата, mb = 1 – левая, mb = 2 – правая.
- Пример ниже иллюстрирует выбор ближайшего к точке мыши 3D-объекта с помощью функции FindNearestObject(x,y) и изменение у него цвета на случайный.

Код

```
uses Graph3D;

begin
  var s := Sphere(3,0,1,1);
  var b := Box(0,2,0.5,3,2,1);

  OnMouseDown += procedure (x,y,mb) -> begin
    if mb<>1 then exit;
    var v := FindNearestObject(x,y);
    if v<>nil then
      v.Color := RandomColor;
  end;
end.
```

Скриншот



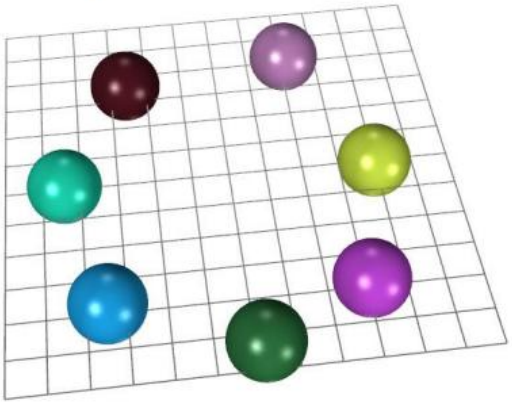
Обработка событий мыши (2)

- Программа ниже иллюстрирует перетаскивание 3D-объектов мышью по плоскости.
- Переменная obj хранит перетаскиваемый объект или nil.
- В обработчике OnMouseDown объект захватывается с помощью FindNearestObject.
- В обработчике OnMouseUp объект освобождается.
- В обработчике OnMouseMove если объект захвачен, то на плоскости OXY ищется точка, соответствующая точке (x,y) под курсором мыши, и если она найдена, к ней перемещается захваченный 3D-объект.

Код

```
uses Graph3D;

begin
  for var i:=-3 to 3 do Sphere(2*i,0,0,1);

  var obj: Object3D;

  OnMouseDown += procedure (x,y,mb) ->
    obj := FindNearestObject(x,y);

  OnMouseUp += procedure (x,y,mb) -> obj := nil;

  OnMouseMove += procedure (x,y,mb) -> begin
    if obj = nil then exit;
    var pp := PlaneXY.PointOnPlane(x,y);
    if pp<>BadPoint then
      obj.Position := pp;
  end;
end.
```

Скриншот



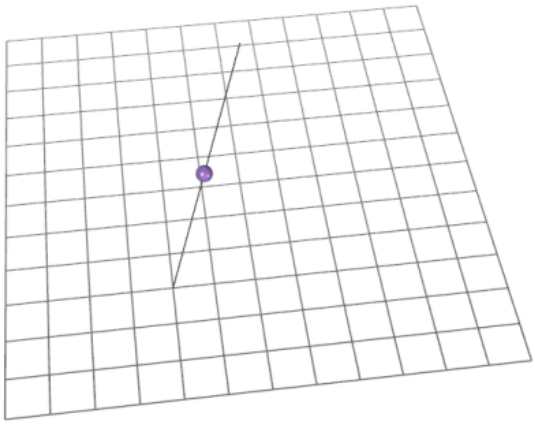
Обработка событий мыши (3)

- Программа ниже иллюстрирует перетаскивание 3D-объекта мышью по прямой.
- В обработчике OnMouseMove для захваченного объекта для прямой, по которой перемещается 3D-объект, ищется ближайшая к курсору мыши точка с помощью метода прямой NearestPointOnLine(x,y). После этого 3D-объект перемещается в эту точку

Код

```
uses Graph3D;

begin
  var p1 := p3D(2,3,0);
  var p := p3D(0,0,5);
  Segment3D(p,p1);
  var s := Sphere(p1,0.2);

  var obj: Object3D;
  OnMouseDown += procedure (x,y,mb) ->
    obj := FindNearestObject(x,y);

  OnMouseUp += procedure (x,y,mb) -> obj := nil;

  OnMouseMove += procedure (x,y,mb) -> begin
    if obj=nil then exit;
    obj.Position := Line(p,p1).NearestPointOnLine(x,y);
  end;
end.
```

Скриншот



Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

Пример комплексного задания.

1) Построить 3D-объект. Текстуру и цвет выбрать самостоятельно.
2) Применить к 3D-объекту функцию перемещения, масштабирования, вращения.
3) Применить к 3D-объекту функцию алгоритмической анимации.
4) Провести комбинирование анимации для 3D-объекта.
5) Применить функцию к 3D-объекту группировки и клонирования.
6) Применить функцию освещения и камеры к 3D-объекту.
7) Применение функции событий мыши и клавиатуры к 3D-объекту.

Код для комплексные задания:

```
usesGraph3D;
begin
//Освещение
varl := P3D(-3,3,1);
Sphere(l,0.3,Colors.White);
Lights.AddPointLight(GrayColor(64),l);
vars := Torus(0, 0, 0, 5, 2, Colors.Gold); //Создание 3добьекта
//Анимацияы
varanim := s.AnimMoveByX(8,2) *
s.AnimRotate(OrtY,360*2,2);
OnKeyDown := k ->
casek of
//Перемещение
Key.Left: s.MoveBy(1,0,0);
Key.Right: s.MoveBy(-1,0,0);
Key.Up: s.MoveBy(0,-1,0);
```

```
Key.Down: s.MoveBy(0,1,0);
//Масштабирование
Key.S: s.Scale(2);
//Повороты по осям
Key.X: s.Rotate(OrtX,10);
Key.Y: s.Rotate(OrtY,10);
Key.Z: s.Rotate(OrtZ,10);
Key.C: s.Color := Colors.Aqua; //Измененицвета
Key.M: s.Material := Materials.Diffuse(Colors.Azure); //Изменениематериала
Key.K: s.Clone(); //Клонирование
Key.A: anim.Begin; //Запусканимации
end;
end.
```