Разработка инструментов моделирования объектно-ориентированных программных систем основанных на языке UML и

интегрированных среду Eclipse.

Владимир Юрьевич Романов,
Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова
Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики
vromanov@cmc.msu.ru,
vladimir.romanov@gmail.com

Раздел 3.
Graphical Editing Framework базовый инструмент построения графического интерфейса для систем моделирования

Graphical Editing Framework

GEF

- Интерактивный уровень
- Отображение Модель-Вид
- Интеграция с верстаком

Draw2d

- Перерисовка
- Планировка
- Печать

SWT
canvas

Уровень взаимодействия с аппаратурой

Пакет Draw2d

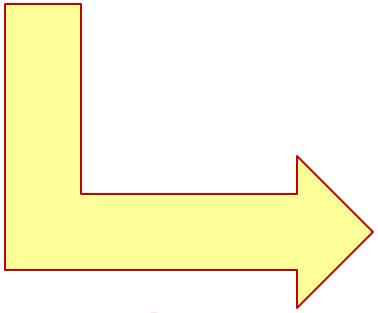
Введение в Draw2d

- Представляется отдельным подключаемым модулем
- Легковесная графическая система (работает на одном потоке управления)
- Используется GEF для рисования графических примитивов
- Обрабатывает события от мыши
- Изображения строятся из фигур – аналогов окон
- Фигуры располагаются на различных уровнях изображения

Draw2d. Фигуры

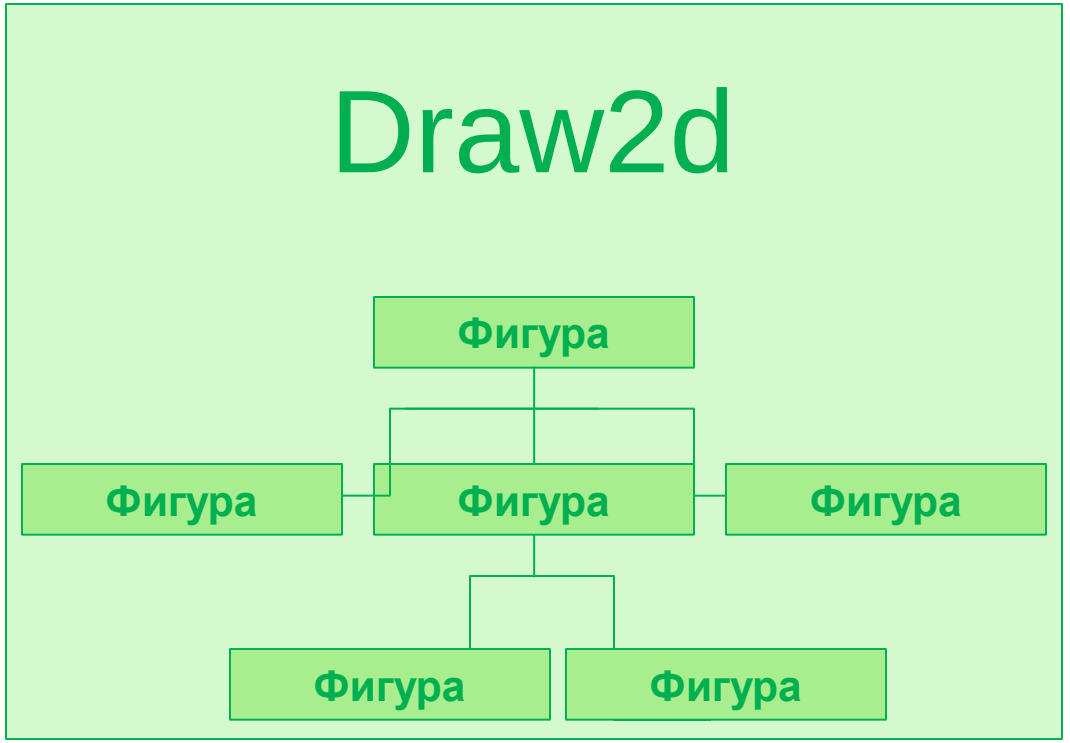
SWT

Canvas



События:

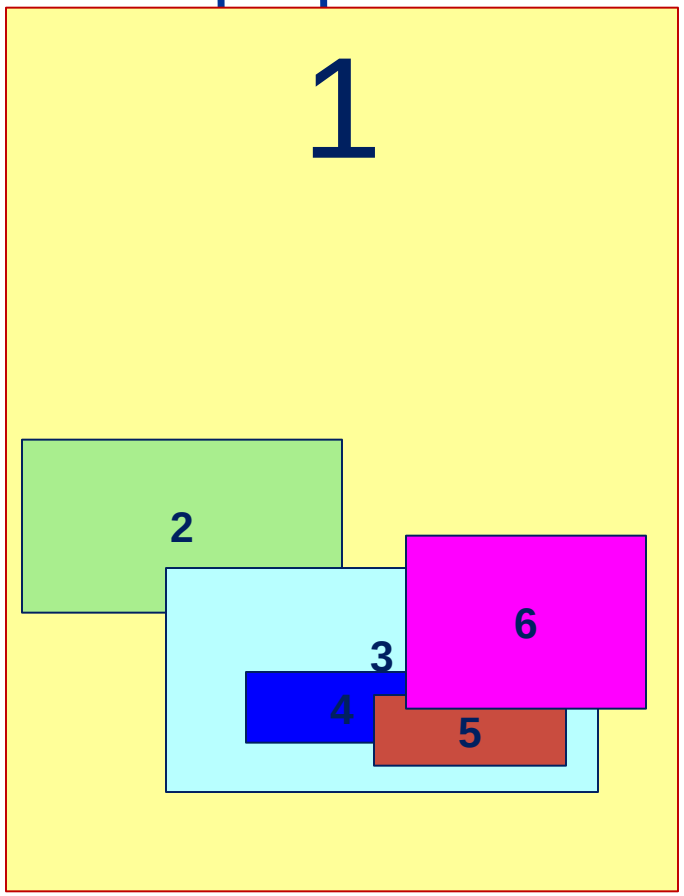
Paint
Mouse
Key
Focus



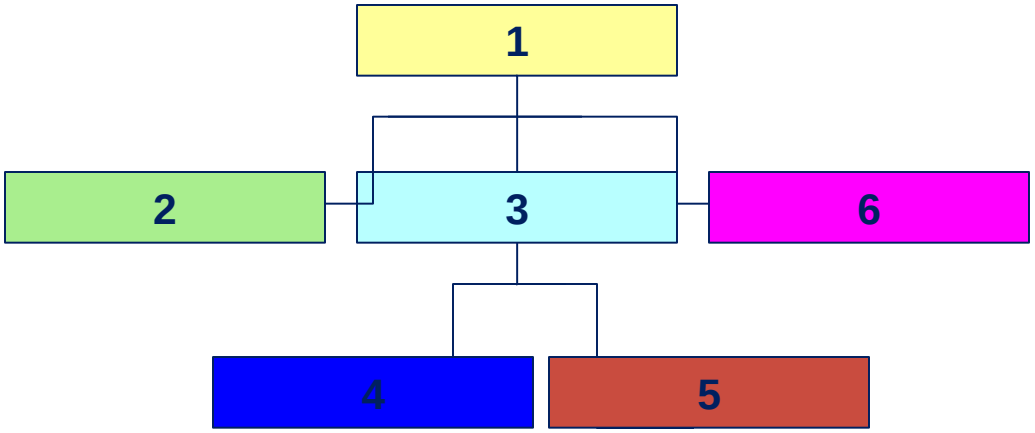
Draw2d – легковесная система

- Графическая система работает в рамках одного легковесного потока управления
- Графические объекты (фигуры) трактуются как окна ***не*** прямоугольной формы
- **В отличие от «прямоугольных» графических систем фигуры позволяют создавать сложные изображения не потребляя много ресурсов системы**
- Фигуры могут быть вложены друг в друга
- Фигуры могут принимать фокус ввода
- Фигуры могут принимать события от мыши
- Фигуры имеют собственную координатную систему
- Фигуры имеют собственный курсор

Порядок рисования и поиска фигур в иерархии



- Фигуры образуют дерево
- Родители отсекают детей по границам
- Последний нарисованный наверху
- Поиск нажатой мышью фигуры в обратном порядке



Функциональные возможности фигур (1)

- Регистрация и дерегистрация «слушателей» фигур
- Уведомление слушателей фигур о нажатии мыши над фигурой
- Уведомление слушателей о структурных изменениях в иерархии фигур, в перемещении и изменении размера фигур
- Манипуляция иерархией фигур
  - ***Добавление и удаление фигур-детей***
  - ***Операции доступа к фигурам-родителям и фигурам-детям***
- Задание планировщика размещения фигур
- Задание положения и размера фигуры

Функциональные возможности фигур (2)

- Задание курсора мыши, показываемого при проходе мыши над фигурой
- Задание подсказки, показываемой при проходе мыши над фигурой
- Задание фокуса ввода и считывание его текущего положения
- Описание прозрачности и видимости фигуры
- Выполнение преобразования координат
- Рисование фигуры

Подкласс фигур Shape

Shape (Шейп)

- ***Могут сами себя заполнить и нарисовать границы с конфигурируемыми толщиной и типом линии границы***
- ***Возможно рисование в режиме исключающего ИЛИ (XOR)***
- ***Примеры подклассов класса Shape:***
  - Ellipse
  - Triangle
  - Rectangle
  - Rounded Rectangle
  - Polyline
  - Polygon

Подкласс фигур Widget

Widget (Управляющий элемент)

- ***Фигуры, позволяющие выполнять ввод информации в приложения использующие подключаемый модуль Draw2D***

- ***Примеры управляющих элементов***
  - Button (Кнопка)
  - Check Box (Переключатель)
  - Label (Метка)

Подклассы фигур Layer и Pane

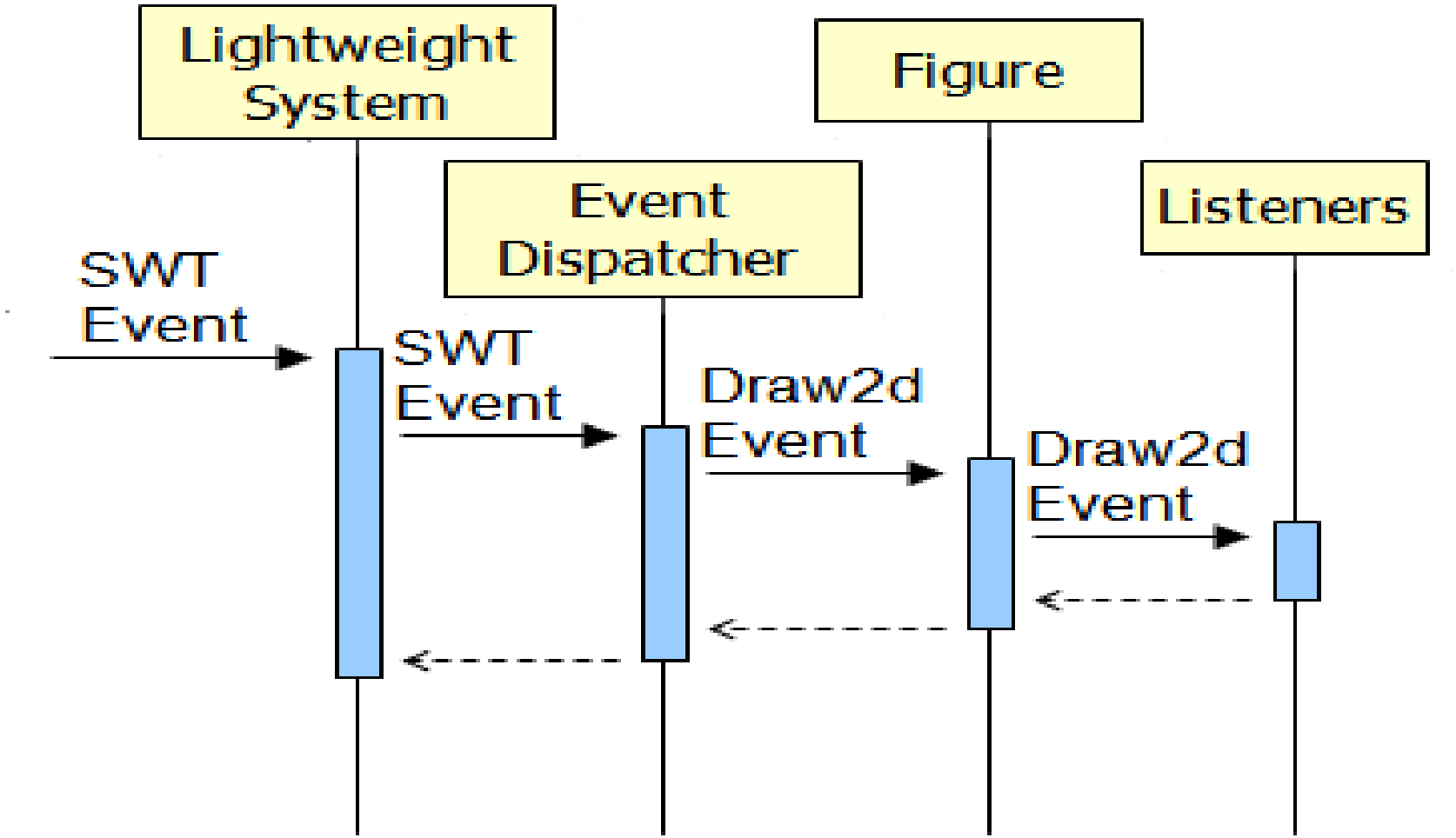
Layer (Уровень) и Pane (Панель)

- ***Эти фигуры предназначены для хранения фигур-детей.***
- ***Позволяют выполнять масштабирование фигур***
- ***Позволяют выполнять скруллинг (пролистывание) фигур***
- ***Позволяют размещать фигуры на разных уровнях***

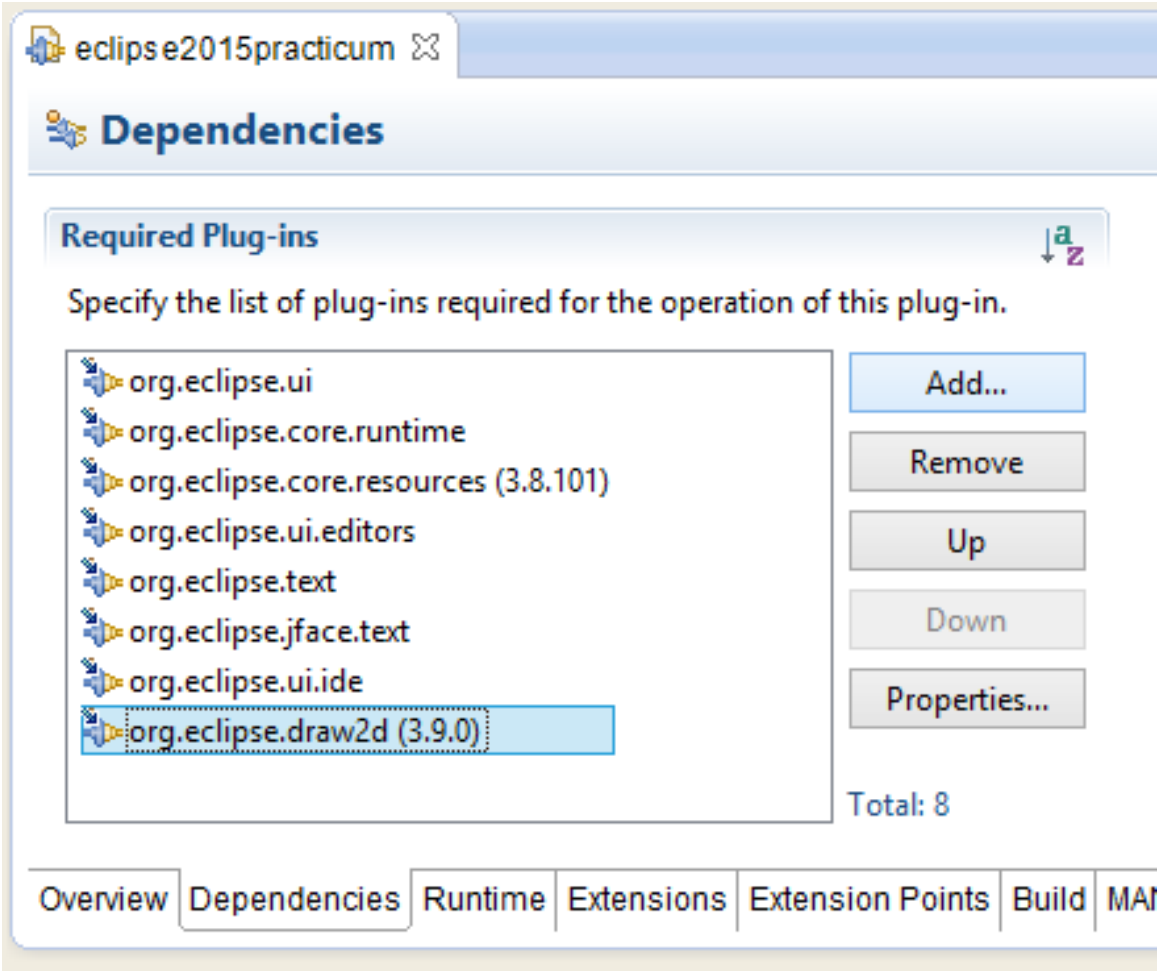
Класс LightweightSystem

- ***Выполняет отображение панелей (canvas) SWT в модуль Draw2d. Содержит 3 компоненты:***
  - Корневая фигура класса *LightweightSystem*. Является «родительской» фигурой для корневой фигуры приложения. Наследует графическое окружение *SWT*: шрифт, основной и фоновый цвета
  - Диспетчер событий: класс *SWTEventDispatcher* транслирует события *SWT* в соответствующие события *Draw2D*. Отслеживает какие события в фокусе, в какую фигуру направлены события мыши, для какой фигуры запрошена подсказка
  - Менеджер обновления. Отвечает за перерисовку и обновление фигур. Метод *performUpdate*() вызывается когда приходит запрос на перерисовку *canvas* на которых рисуются фигуры. Менеджер хранит список фигур которые изменены или должны быть перерисованы. Умалчиваемый менеджер *DeferredUpdateManager* позволяет выполнять обновления асинхронно, запрашивая выполнение этой работы через поток управления интерфейса пользователя.

Обработка событий



Подключение плагина ***draw2d*** (подключение jar-файла к проекту Eclipse)



Использование draw2d в оконном приложении. Создание приложения в функции *main()*

```
package samples.draw2d;

import org.eclipse.draw2d.ColorConstants;
import org.eclipse.draw2d.Figure;
import org.eclipse.draw2d.LightweightSystem;
import org.eclipse.draw2d.LineBorder;
import org.eclipse.draw2d.XYLayout;
import org.eclipse.swt.graphics.Color;
import org.eclipse.swt.widgets.Display;
import org.eclipse.swt.widgets.Shell;

import uml.images.UMLImages;

public class Draw2DWindows {
    public static void main(String args[ ]) {
```

Создание главного окна приложения

```
// …

Display d = new Display();

// Загрузка изображений из файлов в память.
UMLImages.load();

// Создаем на мониторе окно с пиктограммой.
final Shell shell = new Shell(d);
shell.setSize(600, 400);
shell.setText("Draw2D Samples");
shell.setImage(UMLImages.diagramImage);

LightweightSystem lws = new LightweightSystem(shell);

// …
```

Вставка в окно простейшей фигуры

Корневая фигура

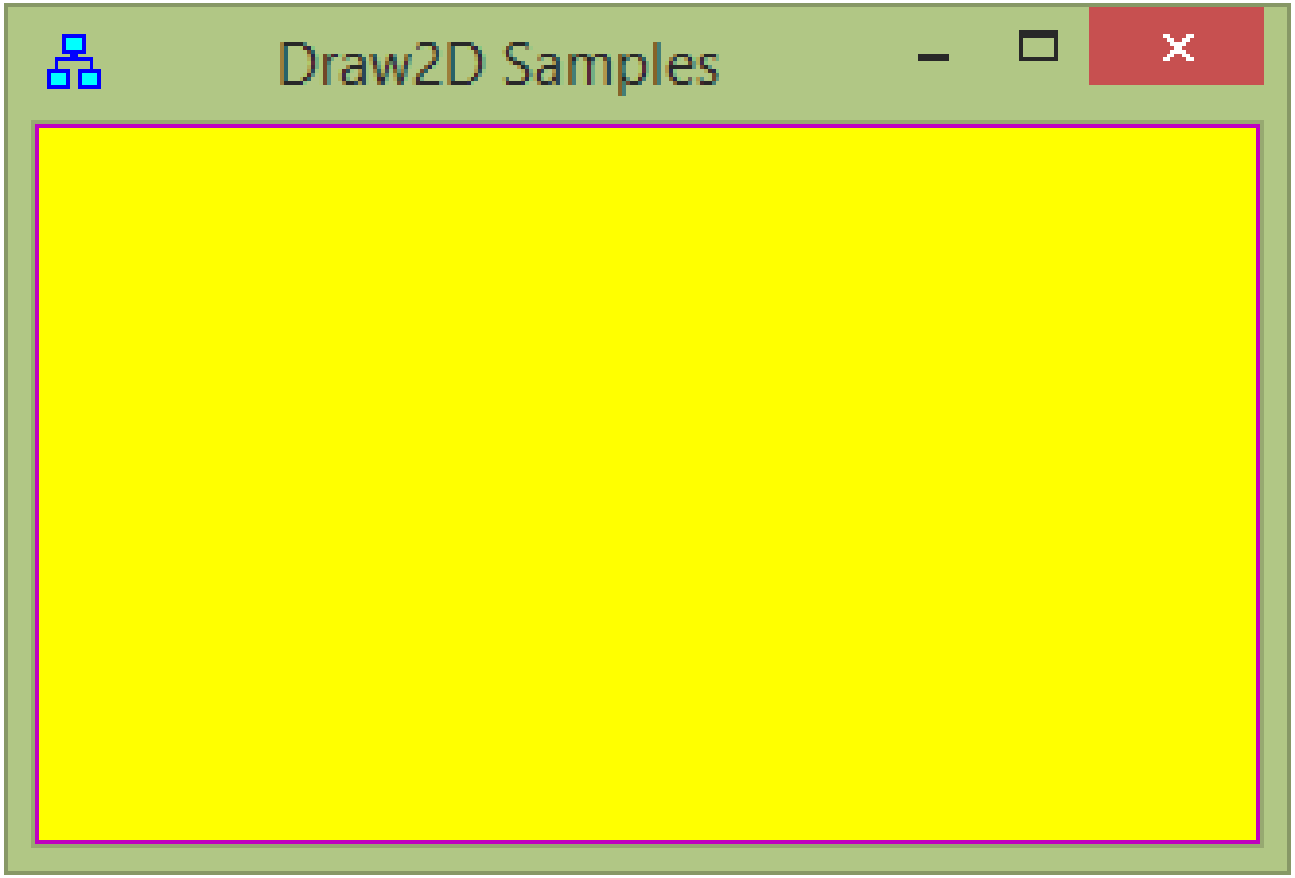
```
// Создаем корневую фигуру.
Figure contents = new Figure();
contents.setOpaque(true); // Фигура не прозрачна.
contents.setBackgroundColor( ColorConstants.yellow );
contents.setBorder( new LineBorder(new Color(d, 192, 0, 192)) );

// Задаем планировщик для всех фигур вложенных
// в корневую фигуру.
// При вставке вложенной фигуры должны указываться
// абсолютные координаты X и Y этой фигуры.
XYLayout contentsLayout = new XYLayout();
contents.setLayoutManager(contentsLayout);

// Вставка вложенных фигур делается здесь.

lws.setContents(contents);
```

Фигуры – дети могут иметь произвольные абсолютные координаты

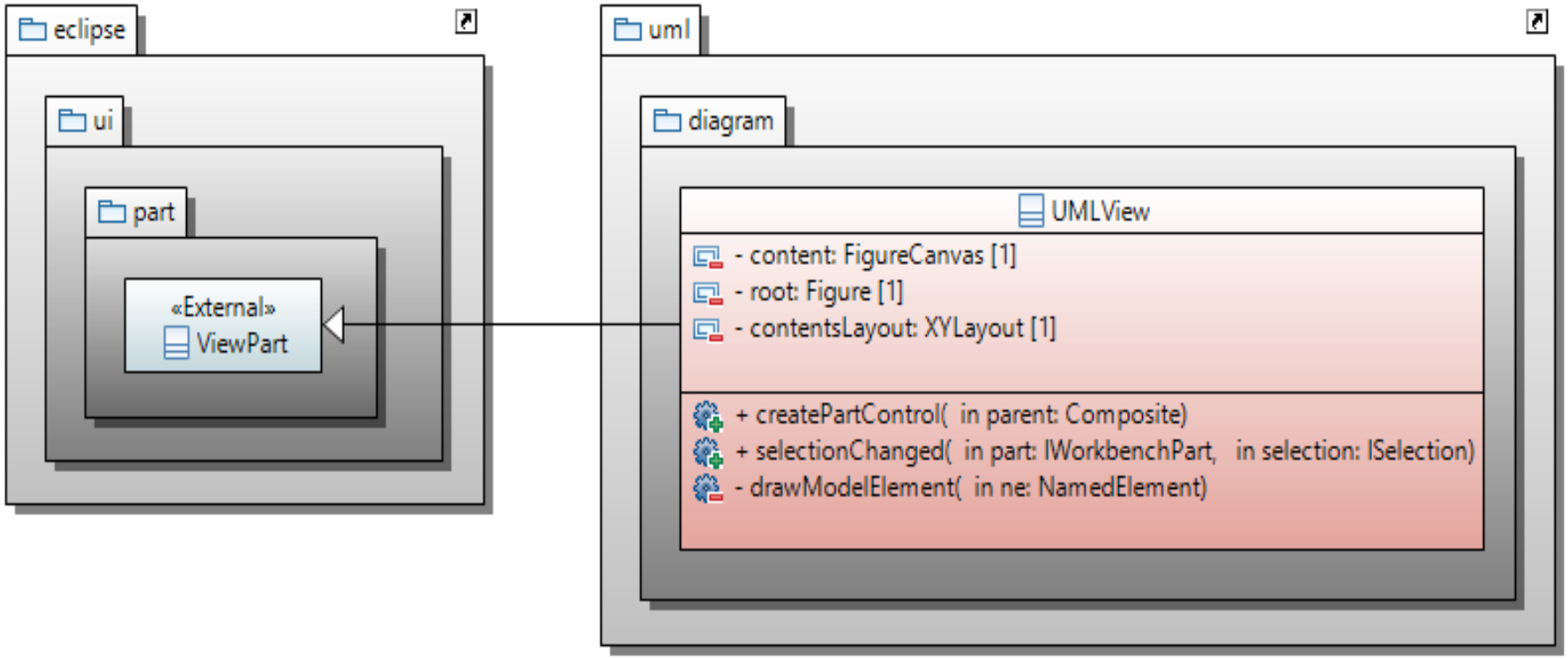
Цикл в оконном приложении

```
        shell.open();

        while (!shell.isDisposed())
            while (!d.readAndDispatch())
                d.sleep();
        }
    }
```

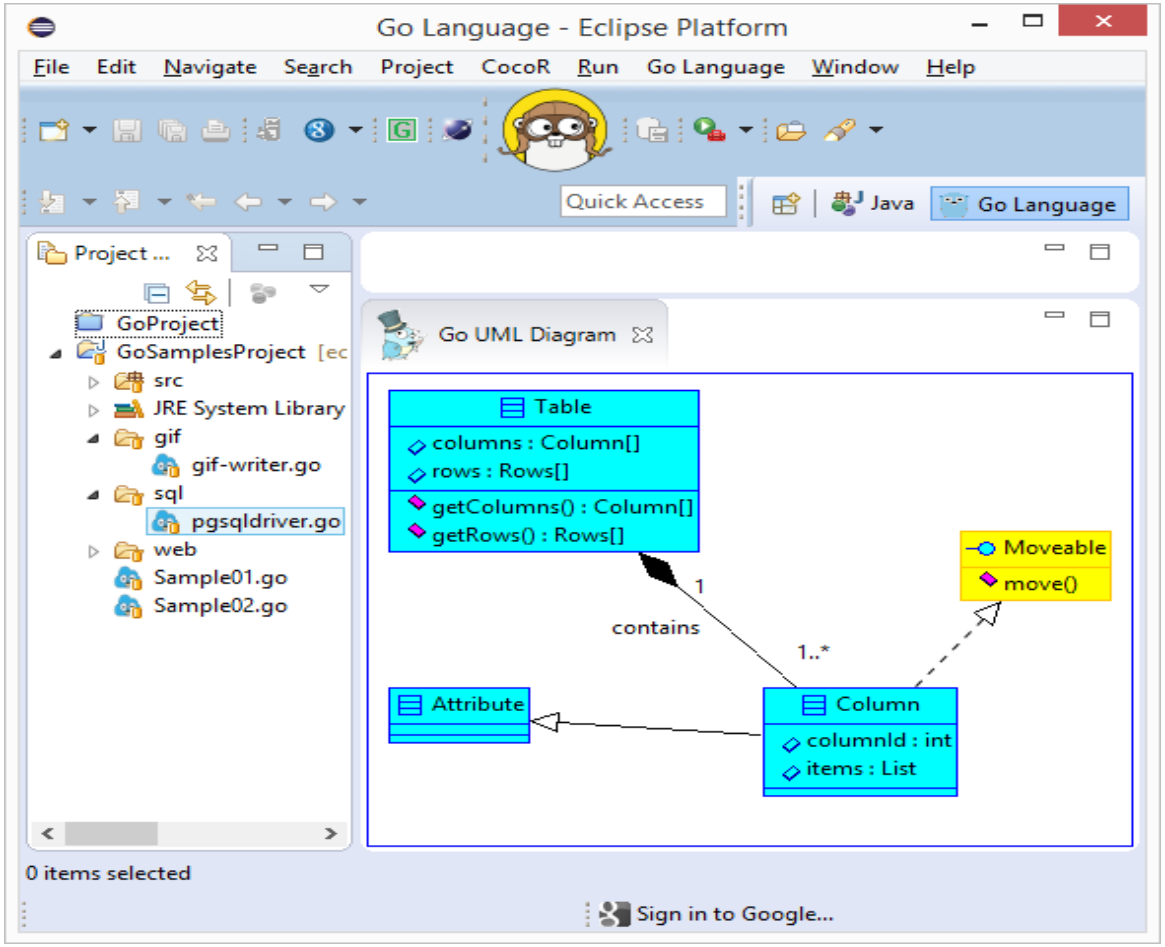
Приложение с простейшей фигурой – желтым прямоугольником



Расширение среды Eclipse для визуализации UML диаграмм



Расширение Eclipse для UML-диаграмм. Пример UML-диаграммы



Использование **Draw2D** в плагине (расширении) среды Eclipse

```
package uml.diagram;

import org.eclipse.draw2d.ColorConstants;
import org.eclipse.draw2d.Figure;
import org.eclipse.draw2d.FigureCanvas;
import org.eclipse.draw2d.LineBorder;
import org.eclipse.draw2d.XYLayout;
import org.eclipse.draw2d.geometry.Rectangle;
import org.eclipse.swt.graphics.Color;
import org.eclipse.swt.widgets.Composite;
import org.eclipse.ui.part.ViewPart;

public class UMLDiagramView extends ViewPart {
    private FigureCanvas content;
    private Figure root;
    private XYLayout contentsLayout;

    public UMLDiagramView() {
    }
```

Использование библиотеки *Draw2D* в плагине среды Eclipse (фон для UML-диаграмм)

```
@Override
public void createPartControl (Composite parent) {
    content = new FigureCanvas (parent, 0);
    content.setBackground( new Color(null, 0, 255, 192) );

    root = new Figure();
    content.setContents(root);

    contentsLayout = new XYLayout();
    root.setLayoutManager(contentsLayout);

    root.setBorder(new LineBorder(ColorConstants.blue, 2));
    root.setOpaque(true);
    root.setBackgroundColor(ColorConstants.white);
}
```

Основные возможности **draw2d**. Границы

- GroupBoxBorder - предоставляет границы используемые для группирования управляющих элементов
- TitleBarBorder – границы аналогичные границам окон
- CompoundBorder – граница, состоящая из двух границ
- FrameBorder – аналог TitleBarBorder. Может использоваться для создания фигур внутри границ
- FocusBorder – окружает фигуру границами, аналогичными изображению границ фигуры в фокусе
- LineBorder – окружает фигуру линией заданной ширины
- MarginBorder – невидимые границы (отступ от изображения фигуры)
- SchemeBorder – границы имитирующие тени
- ButtonBorder – границы имитирующие кнопку

Основные возможности **draw2d**. Планировщики (Layout)

- ***Планировщики используются для задания размеров и положения фигур-детей данной фигуры.***
  - FlowLayout – располагает фигуры в строки или колонки
  - DelegatingLayout – делегирует размещение фигур *локаторам* этих фигур. Фигура должна предоставить экземпляр подкласса класса *Locator* в качестве *ограничения* (constraint) этой фигуры
  - XYLayout – помещает фигуру в пределы (положение и размеры) заданные прямоугольником
  - ScrollPaneLayout – используется для прокрутки изображения фигур с помощью линеек прокрутки и поля просмотра (*viewport*).
  - ViewportLayout – используется для управления полем просмотра

Основные возможности **draw2d**. Уровни

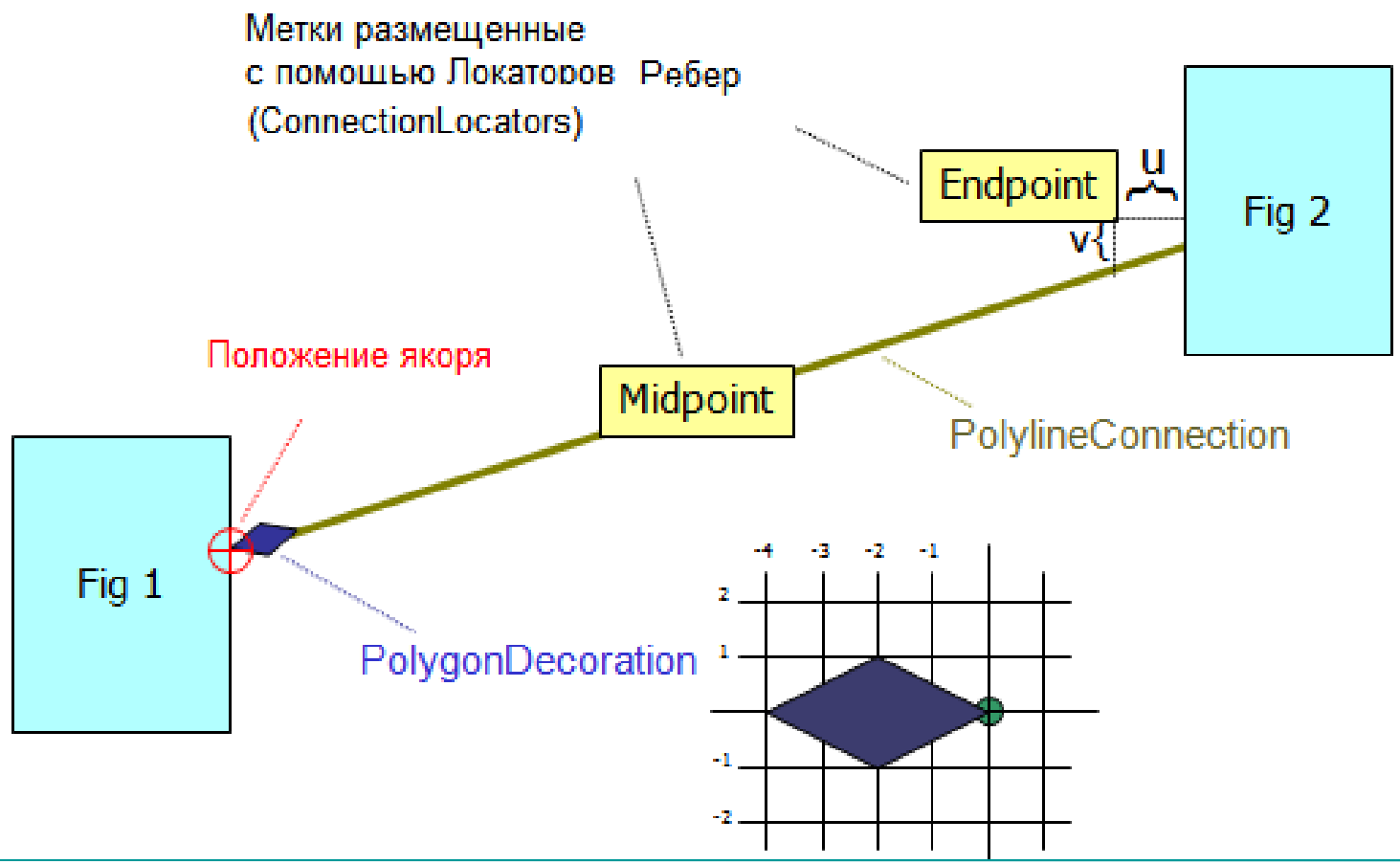
- ***Уровни (Layers)** – прозрачные фигуры, предназначенные для использования панелях уровней (LayersPanes). Методы containsPoint() и findFigureAt() переопределяются так, что бы нажатие мышью «проходило сквозь» уровень*

- ***FreeformLayer** – предоставляет дополнительные возможности уровня, который не имеет границ по всем четырем направлениям. Они не имеют фиксированных границ и начала. Их фигуры-дети могут иметь отрицательные координаты*

- ***ConnectionLayer** – разновидность FreeformLayer , позволяющий добавлять фигуры-ребра (connection).*

- ***LayerPanes** – фигуры предназначенные для хранения уровней. Предназначены для создания, добавления, вставки, хранения, переупорядочивания уровней*

Ребра, декорации ребер, якоря и локаторы



Основные возможности **draw2d**. Локаторы (Locators)

- ***Классы, реализующие интерфейс Locator, предназначены для размещения фигур присоединенных к ребрам. Единственный метод интерфейса:***

  void relocate(IFigure target);

- ***Подклассы класса ConnectionLocator используются для размещения фигур, которые присоединены к ребрам (connection). Они могут быть использованы для размещения стрелок на концах ребер или для размещения на ребрах других обозначений (adorns) или надписей.***

- ***Локаторы предполагают, что фигура остается присоединенной к ребру в определенном месте при перемещении ребра***

Основные возможности **draw2d**. Предопределенные локаторы

- ***ArrowLocator* – *предназначен для размещения стрелок на ребрах***
- ***EndpointLocator* – *предназначен для размещения конечных точек ребра***
- ***MidpointLocator* – *предназначен для размещения фигур в середине ребра***
- ***ConnectionEndpointLocator* - *предназначен для размещения фигур в начале или конце ребра***
- ***RelativeLocator* – *предназначен для задания положения фигуры в относительных координатах (от 0 до 1)***

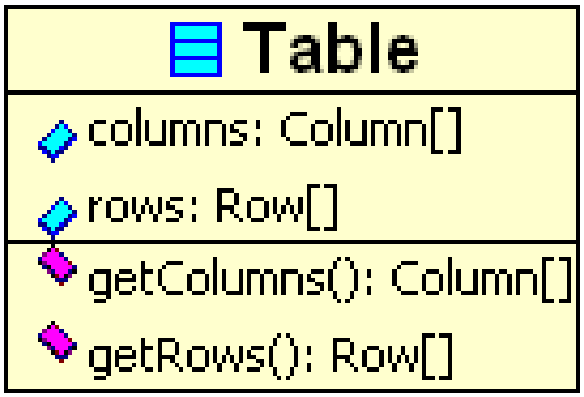
Основные возможности **draw2d**. Якоря ребер (Anchors)

- ***Anchor (якорь) – представляет способ присоединения ребра к фигуре. Вычисляет точку соединения и сообщает зарегистрированным слушателям что конец ребра передвинут***
- ***ChopboxAnchor – вычисляет точку пересечения ребра и фигуры, при условии что ребро направлено к центру фигуры***
- ***LabelAnchor – подкласс класса ChopboxAnchor. Ребро должно быть направлено к текстовой метке (label). Положение якоря зависит от центра метки.***
- ***EllipseAnchor – вычисляет точку пересечения ребра и эллипса, при условии что ребро направлено к центру эллипса***
- ***XYAnchor – для задания якорей с фиксированной позицией***

Основные возможности **draw2d**. Маршрутизаторы ребер (Routers)

- ***Router** (маршрутизатор) – используется для задания пути от одного якоря ребра до другого якоря ребра*
- ***NullConnectionRouter** – просто рисует прямую линию от одного якоря до другого якоря*
- ***AutomaticRouter** – базовый класс маршрутизаторов, которые предотвращают пересечение ребер*
- ***BendpointConnectionRouter** – маршрутизатор для ломаной линии, точки который задает пользователь*
- ***ManhattanConnectionRouter** – маршрутизатор для ломаной линии, отрезки которой всегда расположено под углом 90 градусов относительно друг друга*

Построение диаграммы классов языка UML



Узел графа на UML – диаграмме классов

Простой узел UML-диаграммы.

```
public class UMLClassNode extends Figure {

    public UMLClassNode (String string) {
        ToolbarLayout layout = new ToolbarLayout();
        setLayoutManager(layout);

        setBorder(new LineBorder(ColorConstants.black, 1));
        setOpaque(true); // Фигура не прозрачна.

        add(new Label(string));
    }
}
```

Сборка UML-диаграммы в оконном приложении

```
public class UMLClassFigureTest {

public static void main (String args[ ]) {
        Display d = new Display();

        final Shell shell = new Shell(d);
        shell.setSize(400, 400);
        shell.setText("UMLClassFigure Test");

        LightweightSystem lws = new LightweightSystem(shell);

        Figure contents = new Figure();

        XYLayout contentsLayout = new XYLayout();
        contents.setLayoutManager(contentsLayout);

      // Вставка изображения

        lws.setContents(contents);

        shell.open();
        while (!shell.isDisposed())
                while (!d.readAndDispatch())
                        d.sleep();
 }
}
```

Фигуры – дети могут иметь произвольные координаты

Корневая фигура

Вставка узлов-классов в корневую фигуру UML-диаграммы

```
public class UMLDiagramFactory {
    public static void addDiagram (Figure contents) {
        XYLayout contentsLayout = new XYLayout();
        contents.setLayoutManager(contentsLayout);

        Figure classFigure1 = new UMLClassNode("Table");
        contents.add(classFigure1);

        contentsLayout.setConstraint(classFigure1,
            new Rectangle(10, 10, -1, -1));

        Figure classFigure2 = new UMLClassNode("Column");
        contents.add(classFigure2);

        contentsLayout.setConstraint(classFigure2,
            new Rectangle(200, 200, -1, -1));
    }
}
```

Вставка узла-класса в корневую фигуру UML-диаграммы

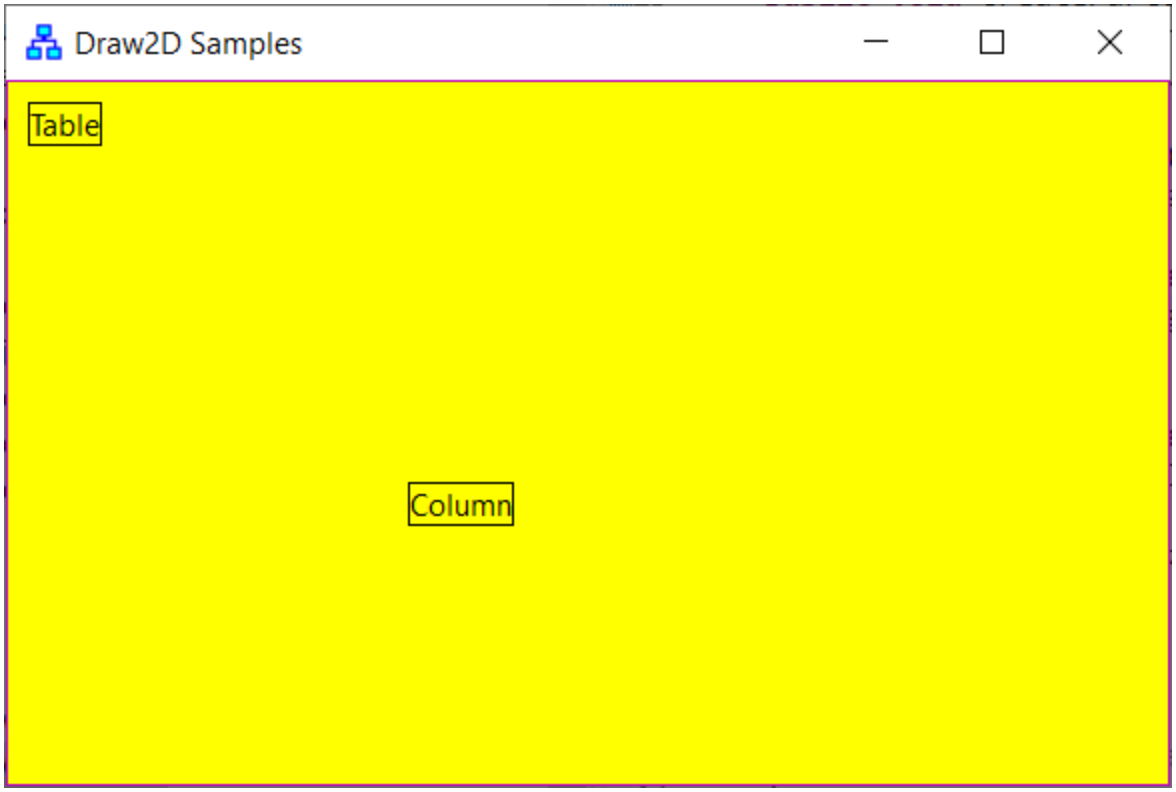
```
Figure umlClass = new UMLClassNode("Table");
contents.add(umlClass);

contentsLayout.setConstraint(umlClass,
                new Rectangle(10,10, -1,-1));
```

Вставка узла-класса в корневую фигуру

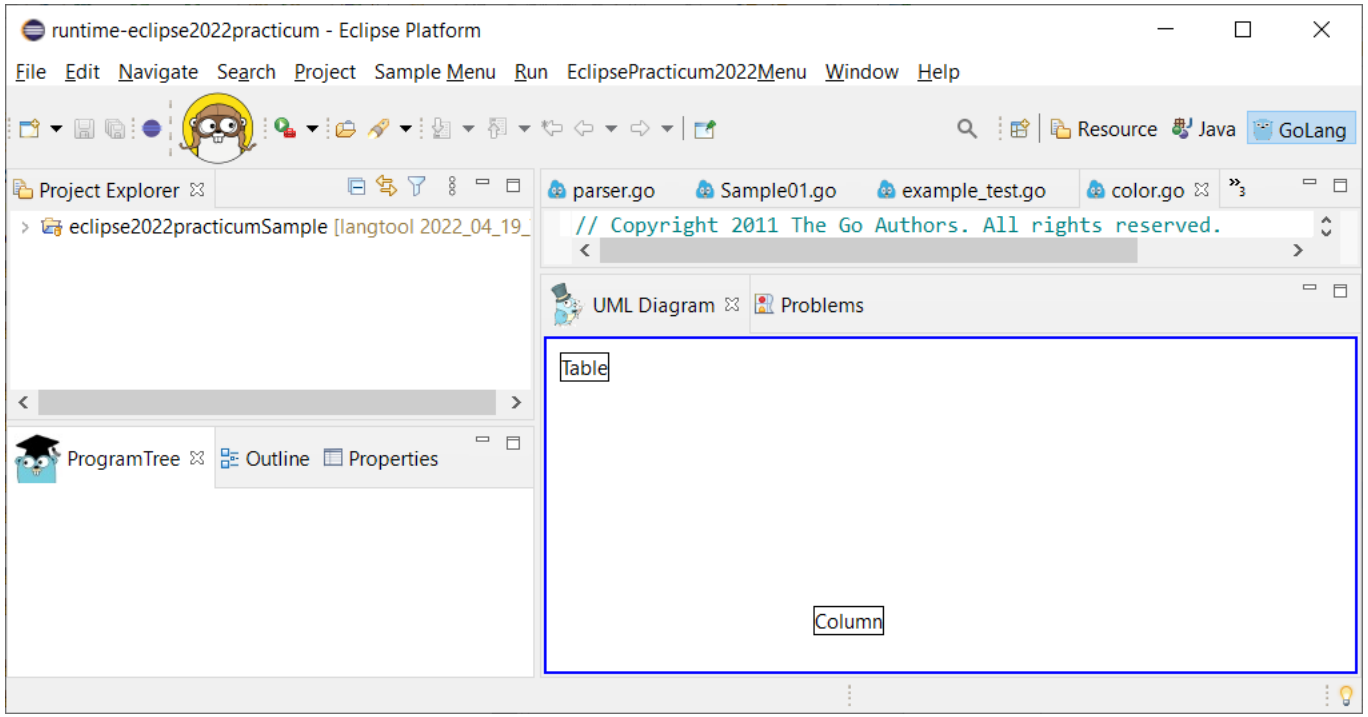
Задание координат узла

Задание размеров узла (-1 – настройка на размер содержимого)

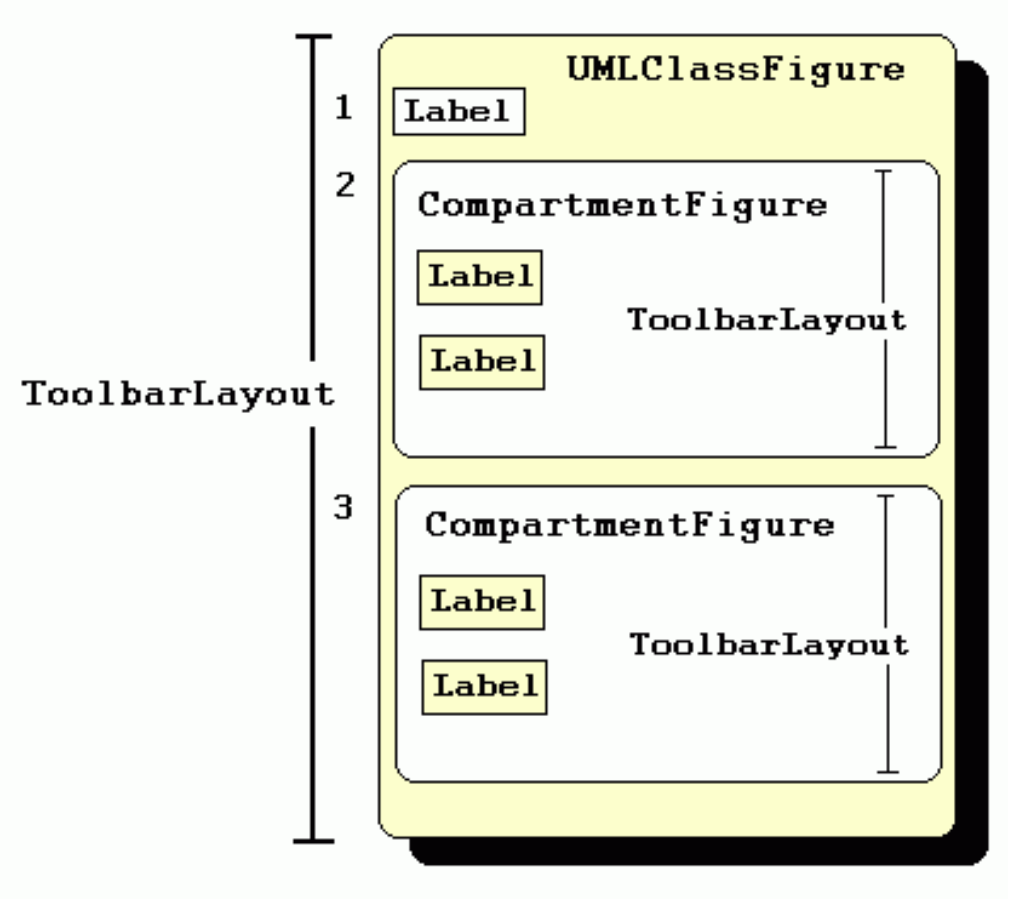
Отрисовка на UML-диаграмме простейших узлов-классов.



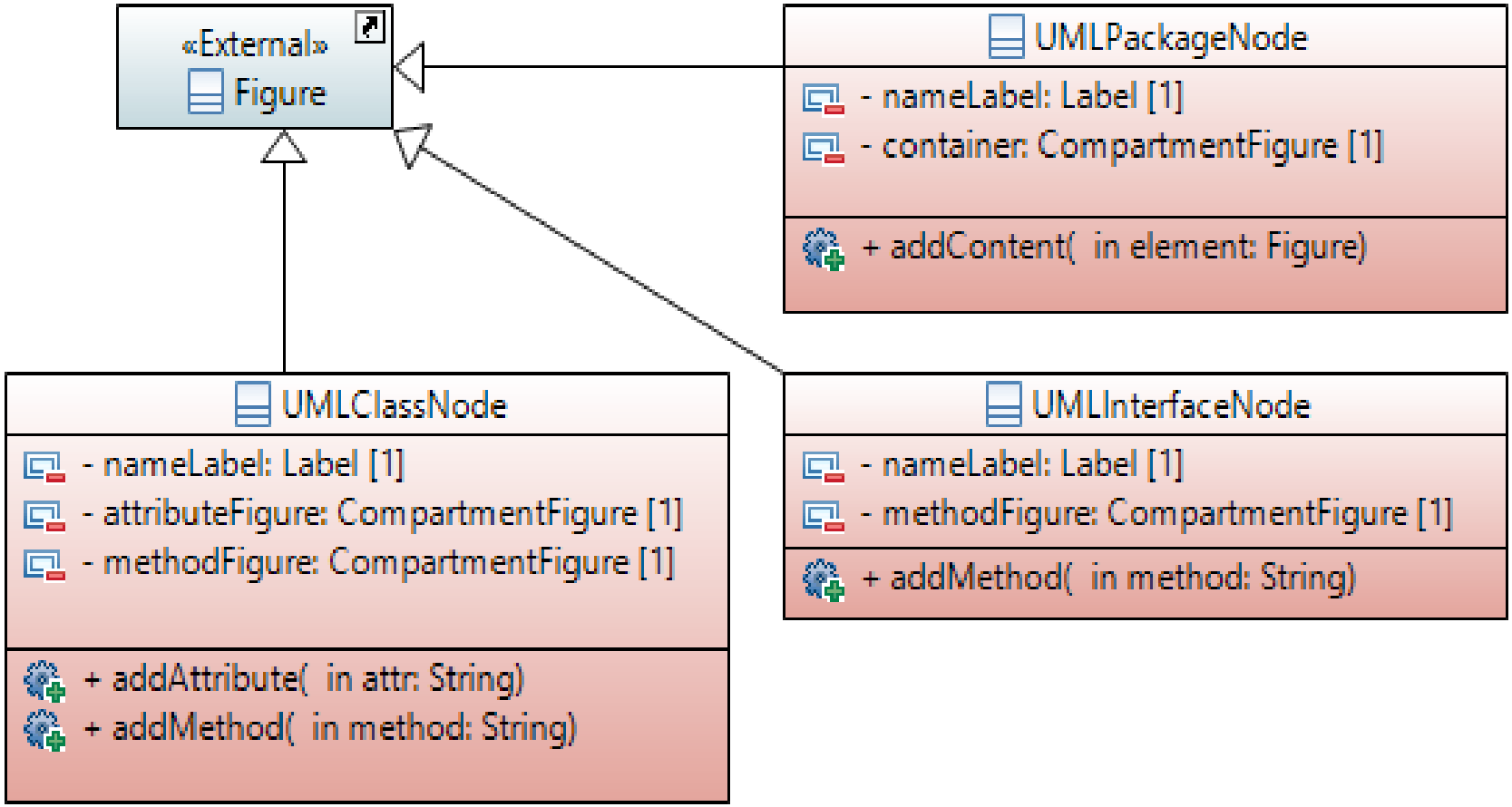
Отрисовка на UML-диаграмме простейших узлов-классов.



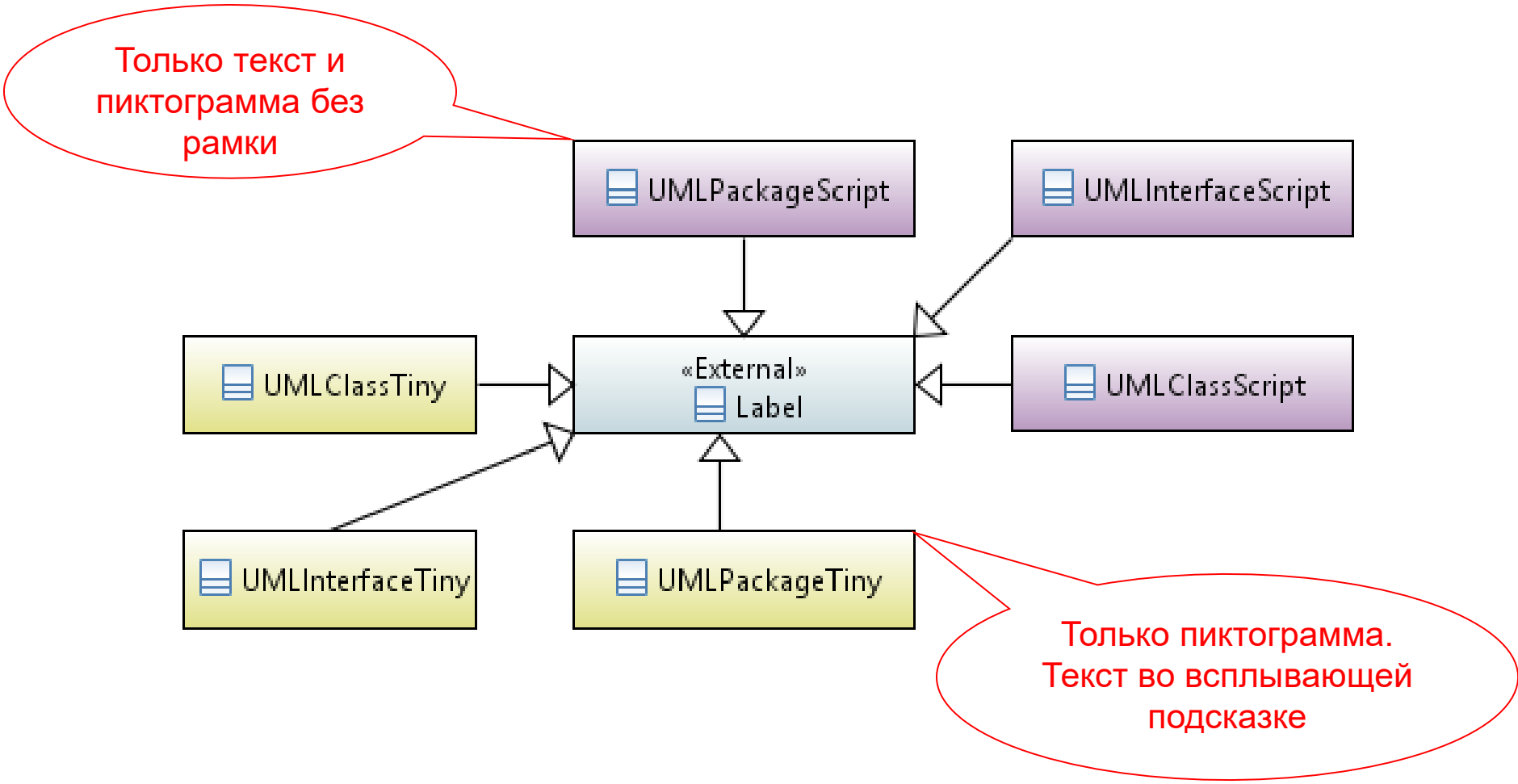
Структура узла графа на диаграмме классов



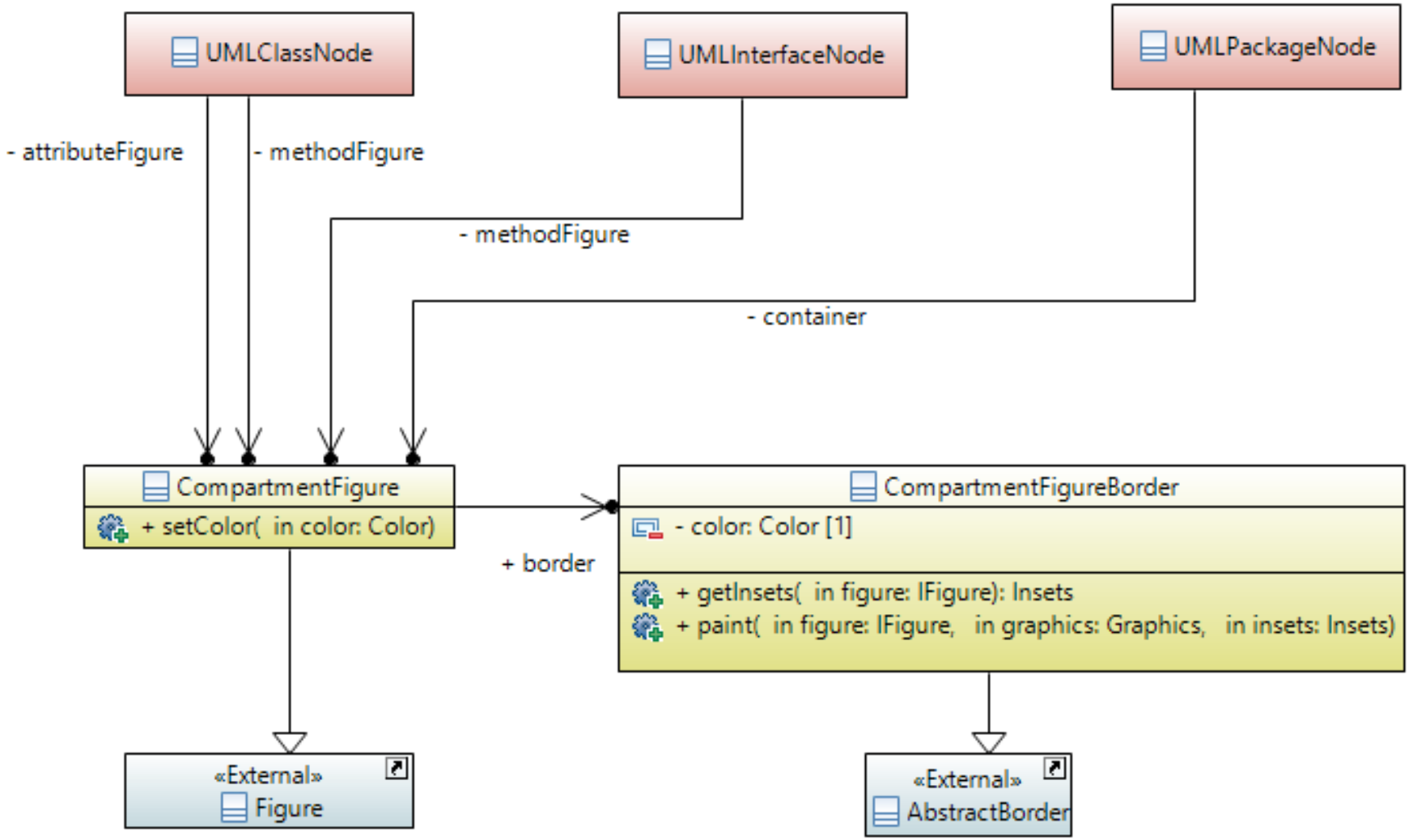
Узлы UML-диаграммы. Узлы с секциями



Узлы UML-диаграммы. Узлы без секций



Секции и границы UML-диаграммы



Граница содержимого узла

```
public class CompartmentFigureBorder extends AbstractBorder {

    public Insets getInsets(IFigure figure)
            { return new Insets(1,0,0,0); }

    public void paint(IFigure figure, Graphics graphics, Insets insets)  {
                graphics.drawLine(getPaintRectangle(figure, insets).getTopLeft(),
                  tempRect.getTopRight());
    }

}
```

Фигура – секция узла

```
public class CompartmentFigure extends Figure {

  public CompartmentFigure() {
        ToolbarLayout layout = new ToolbarLayout();
        layout.setMinorAlignment(ToolbarLayout.ALIGN_TOPLEFT);
        layout.setStretchMinorAxis(false);
        layout.setSpacing(2);
        setLayoutManager(layout);
        setBorder( new CompartmentFigureBorder() );
    }

}
```

Создание фигуры – узла графа

```
public class UMLClassNode extends Figure {

public static Color classColor = new Color(null, 255, 255, 206);

private CompartmentFigure attributeFigure = new CompartmentFigure();
private CompartmentFigure methodFigure  = new CompartmentFigure();

public UMLClassNode (String name) {
    ToolbarLayout layout = new ToolbarLayout();
    setLayoutManager(layout);

    setBorder( new LineBorder(ColorConstants.black, 1)  );
    setBackgroundColor(classColor);
    setOpaque(true); // Фигура не прозрачна.

    add( new Label(name, UMLImages.classImage) );
    add(attributeFigure);
    add(methodFigure);
}
public CompartmentFigure getAttributesCompartment()
       { return attributeFigure; }
 public CompartmentFigure getMethodsCompartment()
       { return methodFigure;  }
}
```

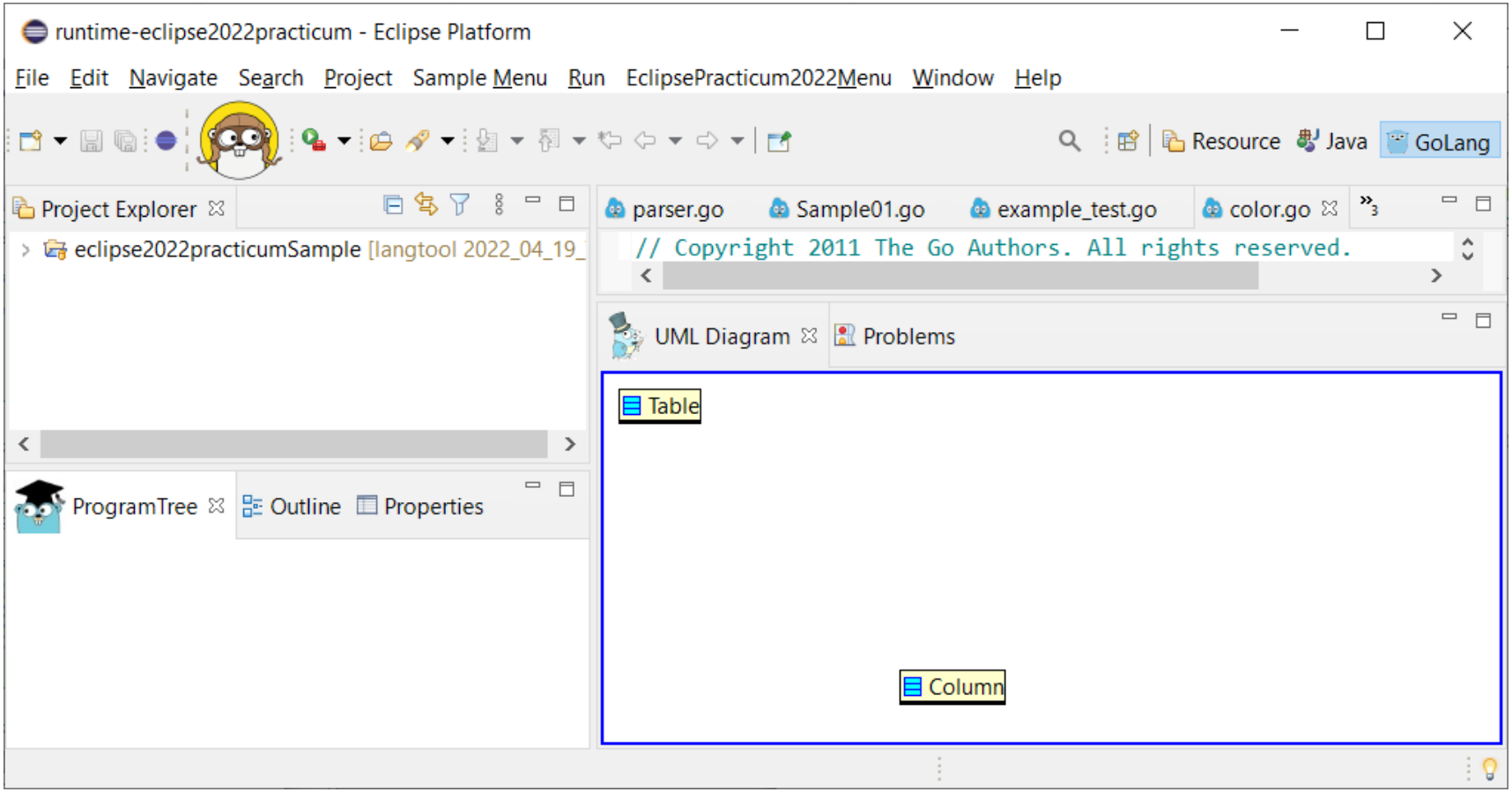
Добавление пиктограммы для узла графа

```
public class UMLClassNode extends Figure {

public static Color classColor = new Color(null, 255, 255, 206);

private CompartmentFigure attributeFigure = new CompartmentFigure();
private CompartmentFigure methodFigure  = new CompartmentFigure();

public UMLClassNode (String name) {
      Image classImage = new Image(null,
                  UMLImages.class.getResourceAsStream("classIcon.gif"));

   ToolbarLayout layout  =  new ToolbarLayout();
   setLayoutManager(layout);
    setBorder( new  LineBorder(ColorConstants.black, 1)  );
   setBackgroundColor(classColor);
   setOpaque(true); // Фигура не прозрачна.

   add( new Label(name, classImage) );
   add(attributeFigure);
   add(methodFigure);
}
```

Добавление пиктограммы для узла графа

```
public class UMLClassNode extends Figure {

public static Color classColor = new Color(null, 255, 255, 206);

private CompartmentFigure attributeFigure = new CompartmentFigure();
private CompartmentFigure methodFigure  = new CompartmentFigure();

public UMLClassNode (String name) {
    ToolbarLayout layout  =  new ToolbarLayout();
    setLayoutManager(layout);
     setBorder( new  LineBorder(ColorConstants.black, 1)  );
    setBackgroundColor(classColor);
    setOpaque(true); // Фигура не прозрачна.

    add( new Label(name, UMLImages.classImage) );
    add(attributeFigure);
    add(methodFigure);
}
```

Узлы-классы с пиктограммами на UML-диаграмме.



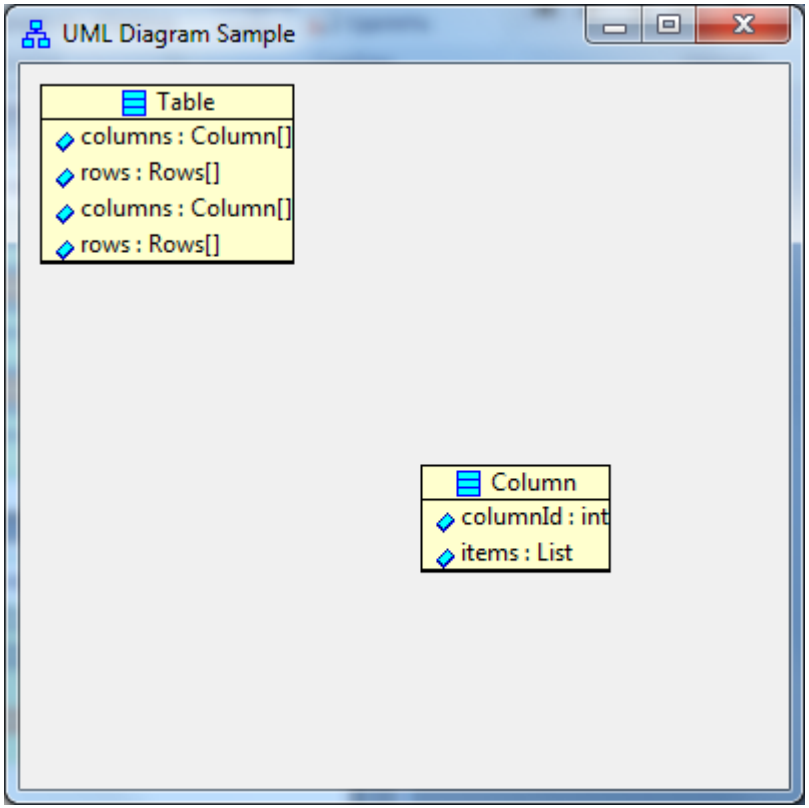
Добавление атрибутов класса

```
public static void addDiagram(Figure contents) {
        XYLayout contentsLayout = new XYLayout();
        contents.setLayoutManager(contentsLayout);

         UMLClassNode classFigure1 = new UMLClassNode ("Table");
        classFigure1.addAttribute("columns : Column[]");
        classFigure1.addAttribute("rows : Rows[]");
        contents.add(classFigure1);

        contentsLayout.setConstraint(classFigure1,
                                        new Rectangle(10, 10, -1, -1));

         UMLClassNode classFigure2 = new UMLClassNode ("Column");
        classFigure2.addAttribute("columnId : int");
        classFigure2.addAttribute("items : List");
        contents.add(classFigure2);

        contentsLayout.setConstraint(classFigure2,
                                        new Rectangle(200, 200, -1, -1));
}
```

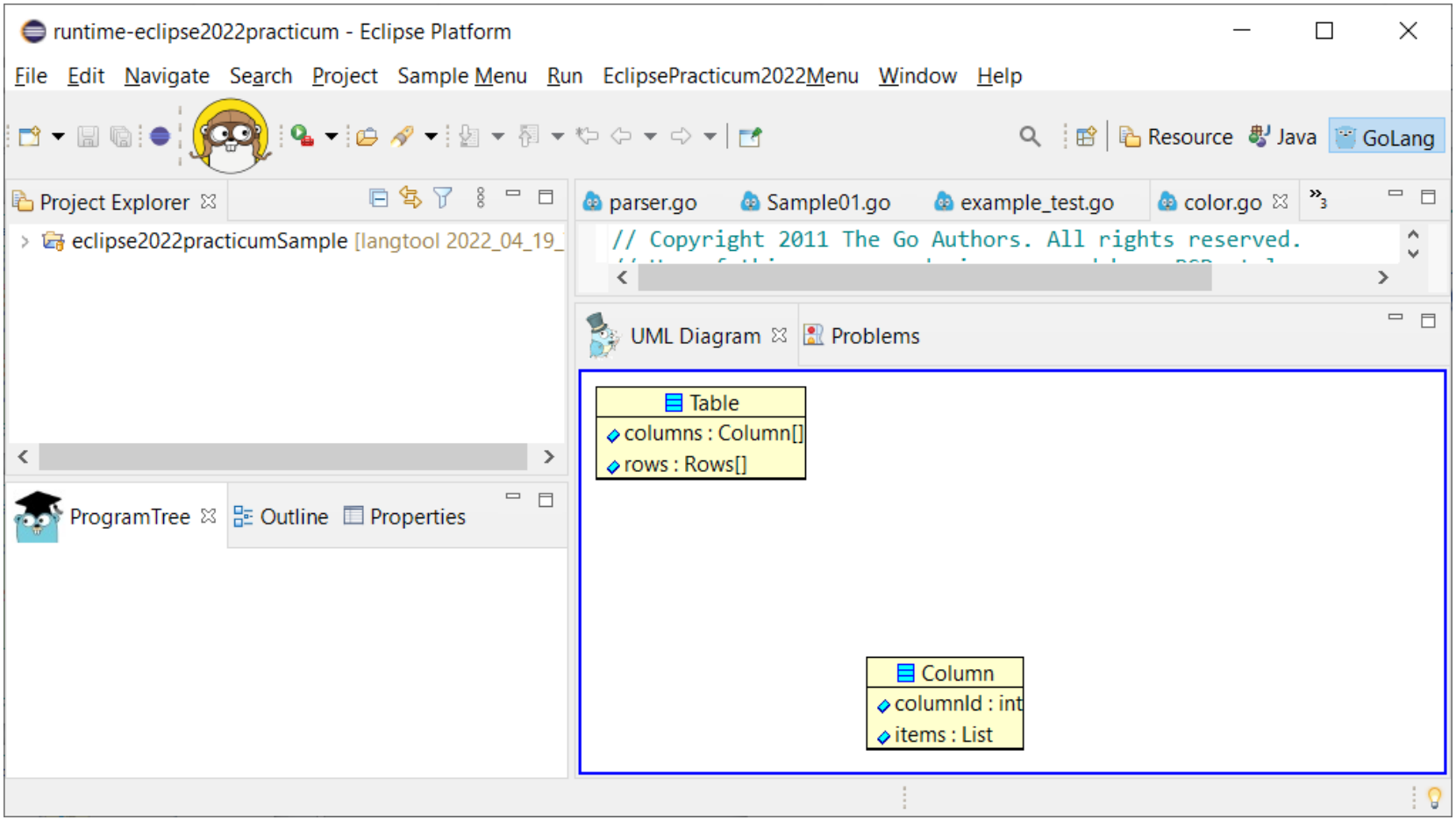
Создание атрибута класса – узла

```
public class UMLClassNode extends Figure {

    public static Color classColor = new Color(null, 255, 255, 206);

    private CompartmentFigure attributeFigure = new CompartmentFigure();
    private CompartmentFigure methodFigure  = new CompartmentFigure();

    // …


      public void addAttribute(String attr) {
          attributeFigure.add( new Label(attr, UMLImages.attributeImage) );
      }
}
```

На UML-диаграмме показываются атрибуты класса



На UML-диаграмме показываются атрибуты класса



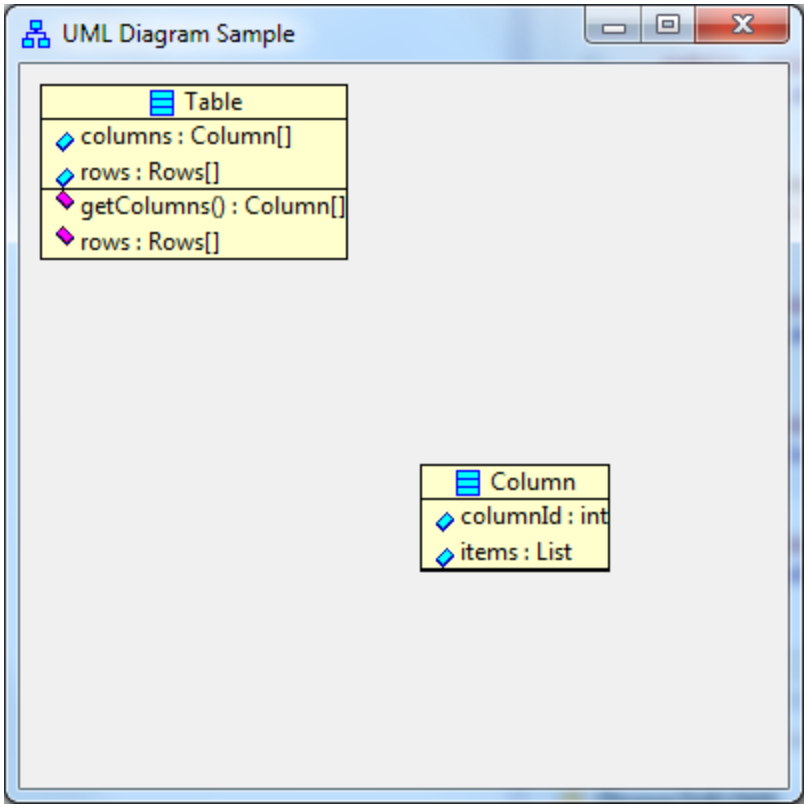
Добавление методов класса

```
public static void addDiagram(Figure contents) {
        XYLayout contentsLayout = new XYLayout();
        contents.setLayoutManager(contentsLayout);

        UMLClassNode classFigure1 = new UMLClassNode ("Table");
        classFigure1.addAttribute("columns : Column[]");
        classFigure1.addAttribute("rows : Rows[]");
        classFigure1.addMethod("getColumns() : Column[]");
        classFigure1.addMethod("getRows() : Rows[]");
        contents.add(classFigure1);

        contentsLayout.setConstraint(classFigure1, new Rectangle(10, 10, -1, -1));

        UMLClassNode classFigure2 = new UMLClassNode ("Column");
        classFigure2.addAttribute("columnId : int");
        classFigure2.addAttribute("items : List");
        contents.add(classFigure2);

        contentsLayout.setConstraint(classFigure2, new Rectangle(200, 200, -1, -1));
}
```

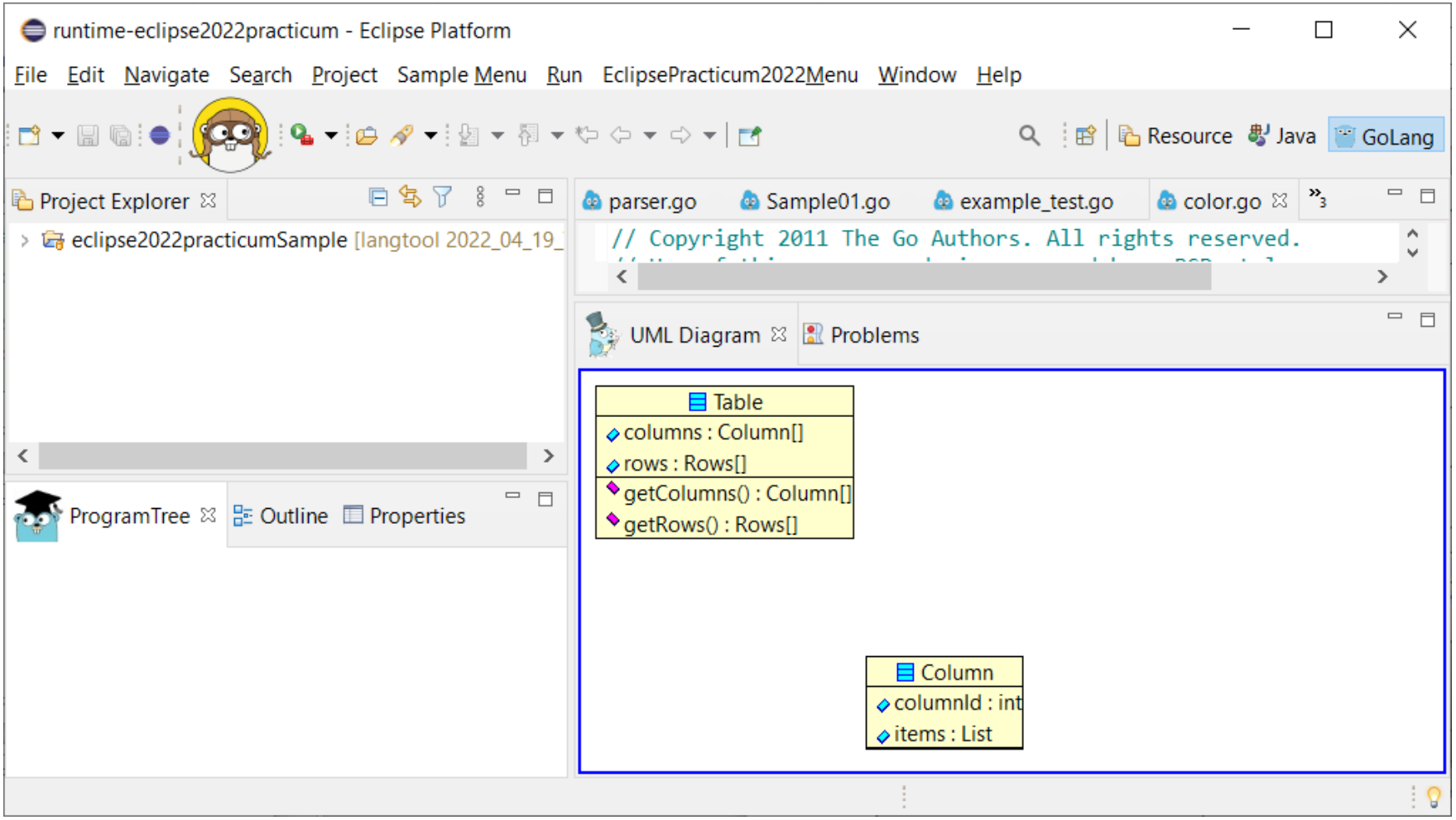
Создание метода для класса – узла

```
public class UMLClassNode extends Figure {

    public static Color classColor = new Color(null, 255, 255, 206);

    private CompartmentFigure attributeFigure = new CompartmentFigure();
    private CompartmentFigure methodFigure  = new CompartmentFigure();

    // …


      public void addAttribute(String attr) {
          attributeFigure.add(new Label(attr, UMLImages.attributeImage));
        }

      public void addMethod(String method) {
          methodFigure.add(new Label(method, UMLImages.methodImage));
      }
}
```

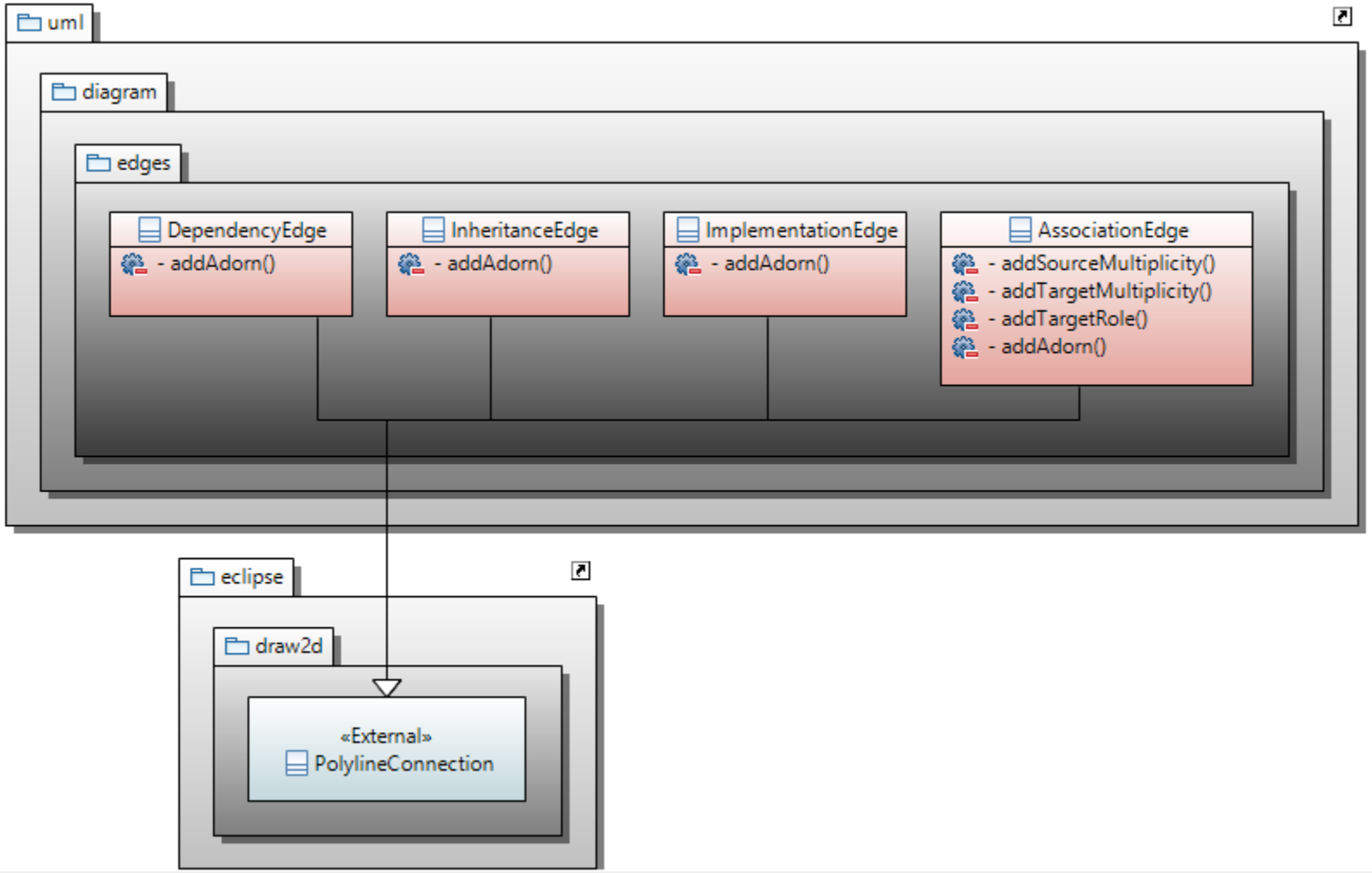
На UML-диаграмме показываются методы класса



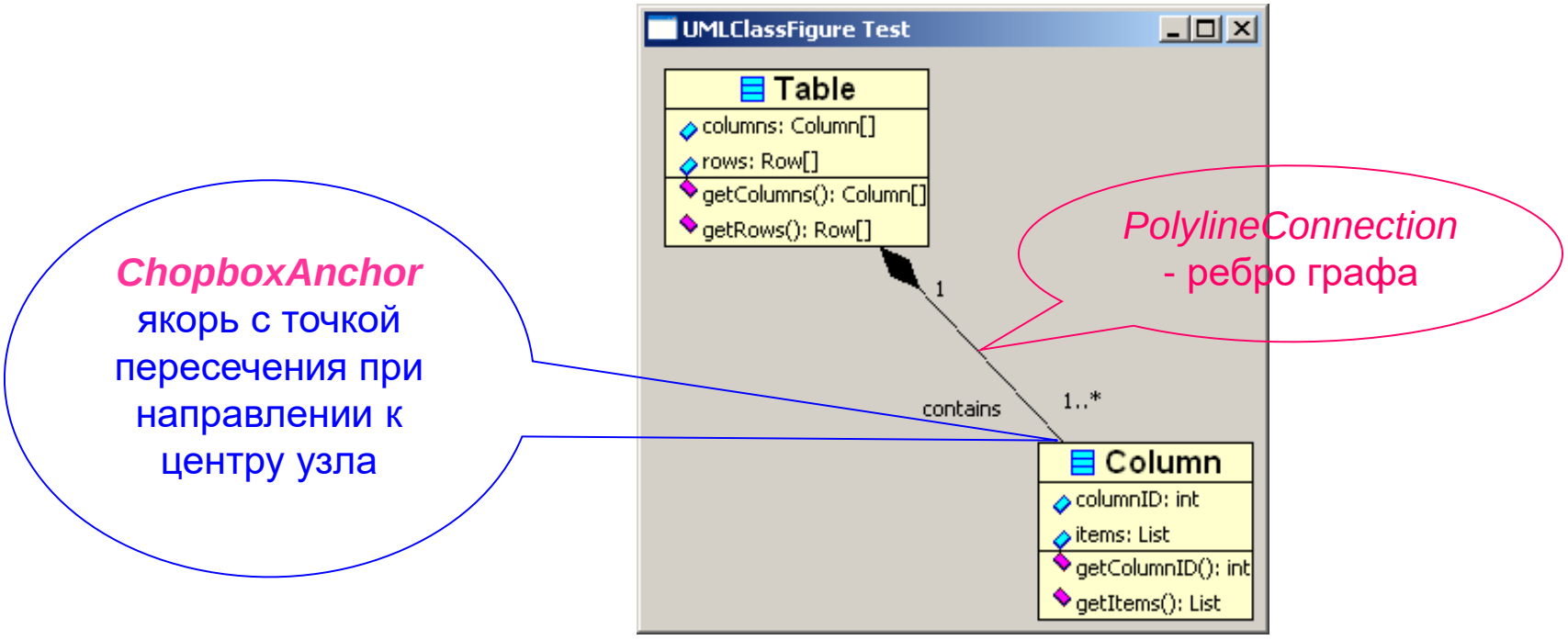
На UML-диаграмме показываются методы класса



Ребра на диаграмме статической структуры языка UML



Ребро – отношение ассоциации языка UML



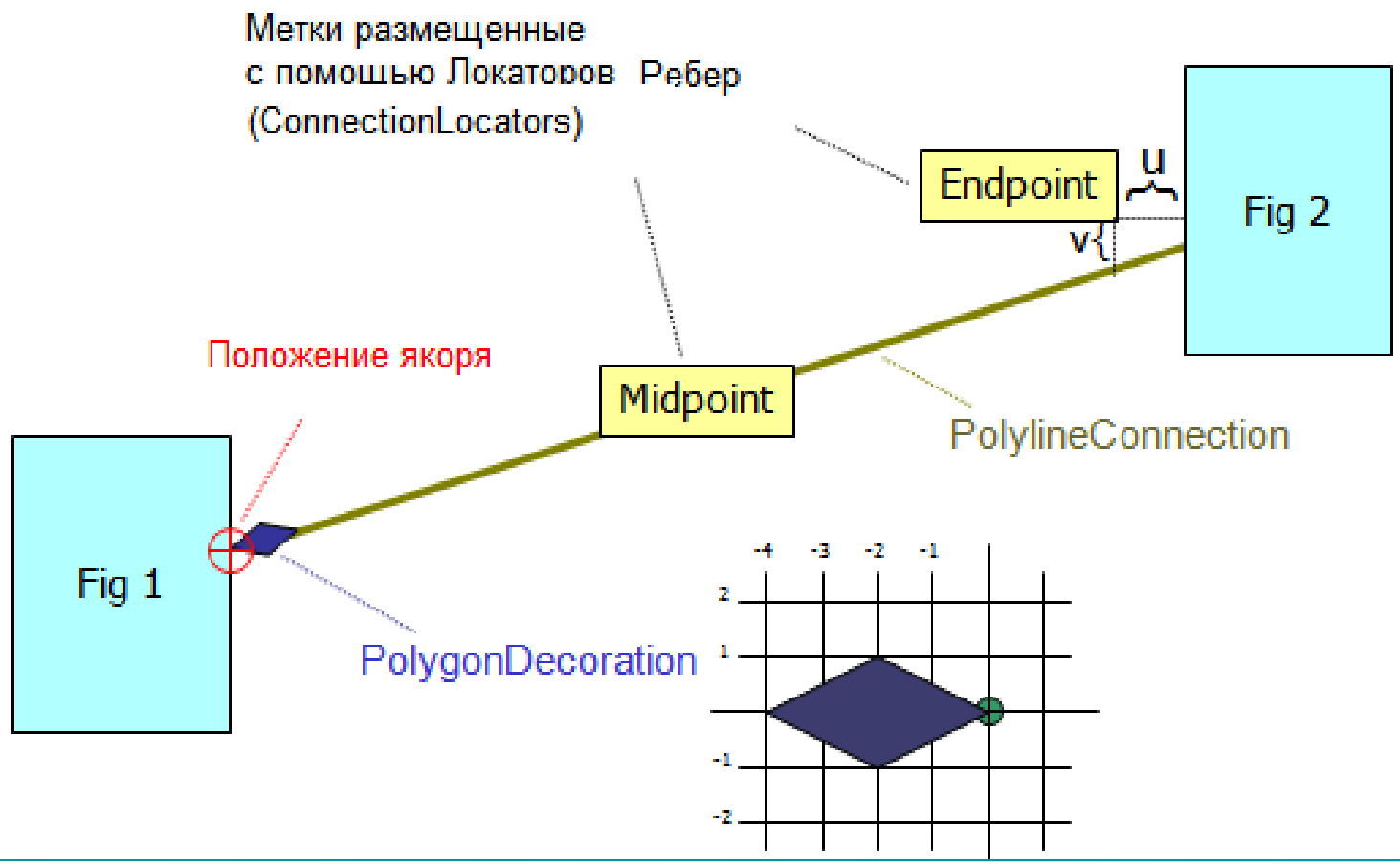
Добавление отношения ассоциации

```
public static void addDiagram(Figure contents) {
        XYLayout contentsLayout = new XYLayout();
        contents.setLayoutManager(contentsLayout);

         UMLClassNode  classFigure1 = new UMLClassNode ("Table");
        classFigure1.addAttribute("columns : Column[]");
        classFigure1.addAttribute("rows : Rows[]");
        classFigure1.addMethod("getColumns() : Column[]");
        classFigure1.addMethod("getRows() : Rows[]");
        contents.add(classFigure1);
        contentsLayout.setConstraint(classFigure1,
                                        new Rectangle(10, 10, -1, -1));

         UMLClassNode classFigure2 = new UMLClassNode ("Column");
        classFigure2.addAttribute("columnId : int");
        classFigure2.addAttribute("items : List");
        contents.add(classFigure2);
        contentsLayout.setConstraint(classFigure2,
                                        new Rectangle(200, 200, -1, -1));

        AssociationEdge as = new AssociationEdge(classFigure1, classFigure2);
        contents.add(as);
}
```

Отношение ассоциации на диаграмме классов

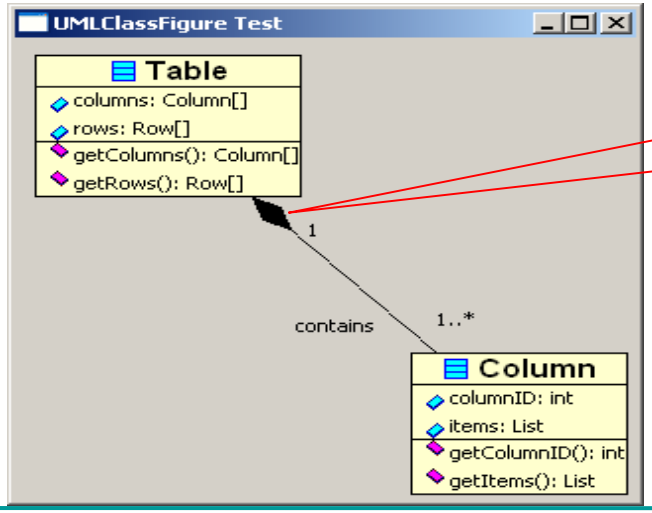
```
public class AssociationEdge extends PolylineConnection {

        public AssociationEdge(UMLClassNode classFigure1, UMLClassNode classFigure2)  {
                ChopboxAnchor sourceAnchor = new ChopboxAnchor(classFigure1);
                ChopboxAnchor targetAnchor = new ChopboxAnchor(classFigure2);

                setSourceAnchor(sourceAnchor);
                setTargetAnchor(targetAnchor);

                addAdorn();
            }
}
```

Ребра, декорации ребер, якоря и локаторы



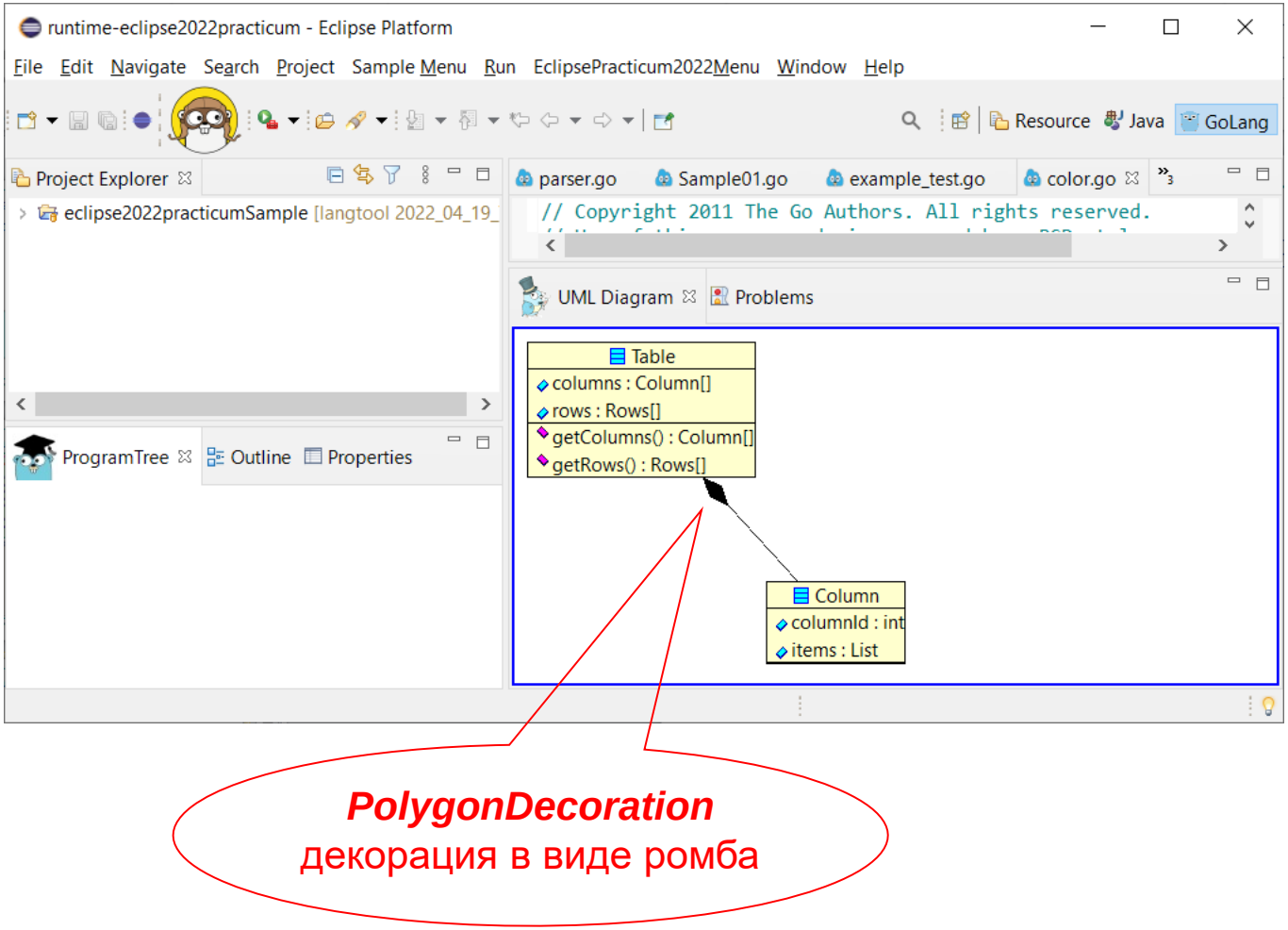
Создание декорации для ребра графа

```
private void addAdorn() {
        PolygonDecoration decoration = new PolygonDecoration();

        PointList decorationPointList = new PointList();
        decorationPointList.addPoint( 0,  0);
        decorationPointList.addPoint(-2,  2);
        decorationPointList.addPoint(-4,  0);
        decorationPointList.addPoint(-2, -2);

        decoration.setTemplate(decorationPointList);
        setSourceDecoration(decoration);
    }
```



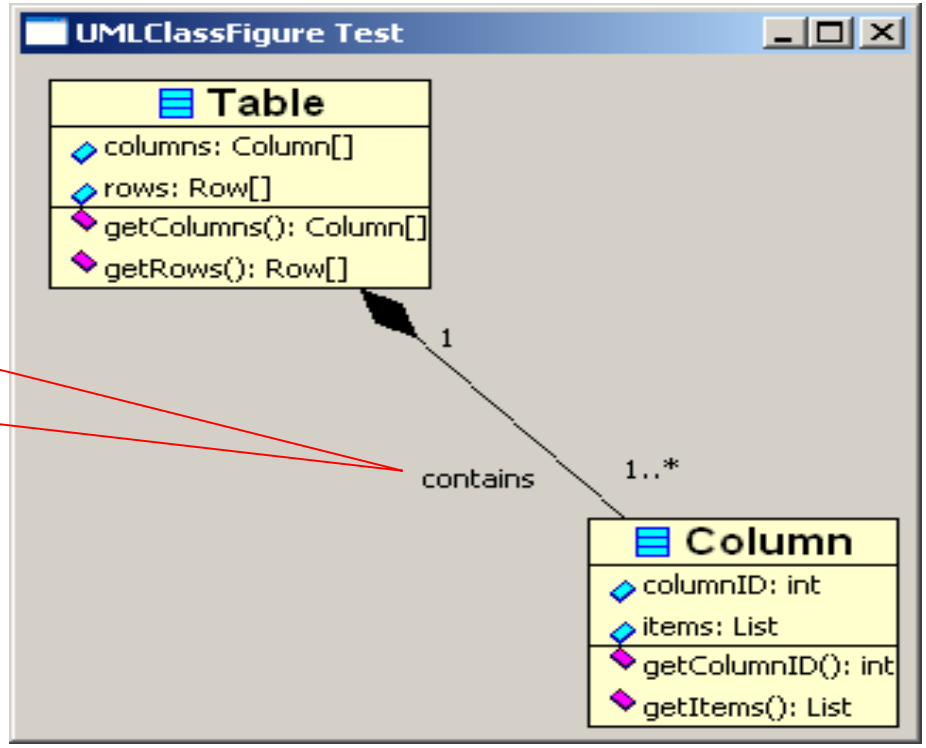
PolygonDecoration декорация в виде ромба

Создание декорации для ребра графа



Создание меток для ребер графа

Метка – роль окончания отношение ассоциации



Добавление множественности для отношения ассоциации

```
public class AssociationEdge extends PolylineConnection {

public AssociationEdge(UMLClassNode classFigure1, UMLClassNode classFigure2)
{
        ChopboxAnchor sourceAnchor = new ChopboxAnchor(classFigure1);
        ChopboxAnchor targetAnchor = new ChopboxAnchor(classFigure2);
        setSourceAnchor(sourceAnchor);
        setTargetAnchor(targetAnchor);

        addAdorn();
        addSourceMultiplicity("1..*");
        addTargetMultiplicity("1..*");
}

}
```

Задание положения множественности для отношения ассоциации

```
Label targetMultiplicityLabel


public void addTargetMultiplicity(String multiplicity) {
        ConnectionEndpointLocator targetEndpointLocator =
                                new ConnectionEndpointLocator(this, true);

        targetEndpointLocator.setVDistance(15);

        targetMultiplicityLabel = new Label(multiplicity);
        add(targetMultiplicityLabel, targetEndpointLocator);
}

public void setTargetMultiplicity(String multiplicity) {
        targetMultiplicityLabel.setText(multiplicity);
}
```

Смещение по вертикали

Смещение относительно конца ребра

Задание положения множественности для отношения ассоциации

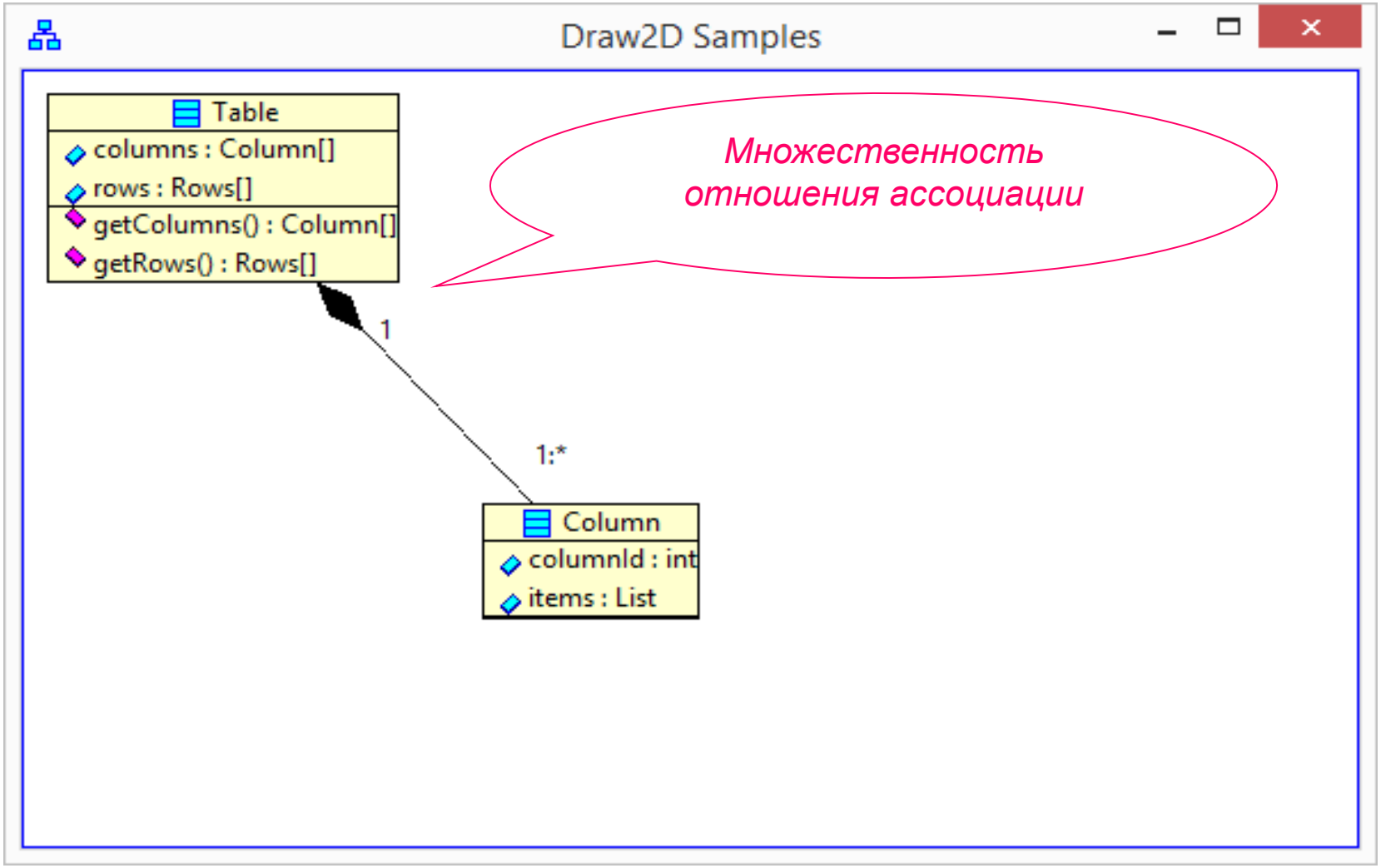
```
Label sourceMultiplicityLabel;

public void addSourceMultiplicity(String multiplicity) {
    ConnectionEndpointLocator sourceEndpointLocator =
                                        new ConnectionEndpointLocator(this, false);
    sourceEndpointLocator.setVDistance(15);

    sourceMultiplicityLabel = new Label("1");
    add(sourceMultiplicityLabel, sourceEndpointLocator);
}

public void setSourceMultiplicity(String multiplicity) {
    sourceMultiplicityLabel.setText(multiplicity);
}
```

Смещение относительно начала ребра

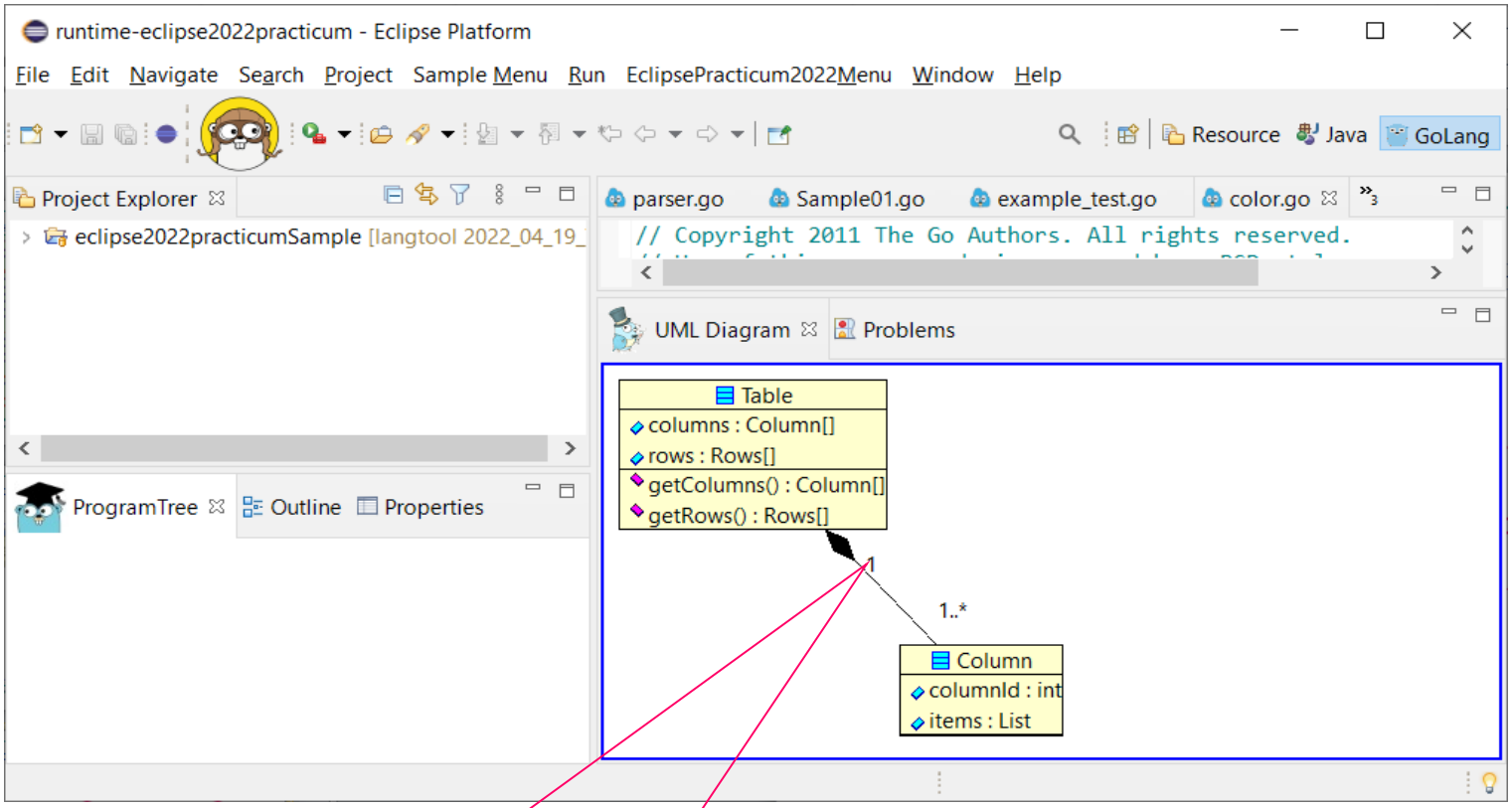
Множественность ассоциации

```
public static void addDiagram(Figure contents) {
        XYLayout contentsLayout = new XYLayout();
        contents.setLayoutManager(contentsLayout);

        UMLClassNode classFigure1 = new UMLClassNode ("Table");
        classFigure1.addAttribute("columns : Column[]");
        classFigure1.addAttribute("rows : Rows[]");
        classFigure1.addMethod("getColumns() : Column[]");
        classFigure1.addMethod("getRows() : Rows[]");
        contents.add(classFigure1);
        contentsLayout.setConstraint(classFigure1,  new Rectangle(10, 10, -1, -1));

         UMLClassNode classFigure2 = new UMLClassNode ("Column");
        classFigure2.addAttribute("columnId : int");
        classFigure2.addAttribute("items : List");
        contents.add(classFigure2);
        contentsLayout.setConstraint(classFigure2,  new Rectangle(200, 200, -1, -1));

        AssociationEdge as = new AssociationEdge (classFigure1, classFigure2);
        contents.add(as);

        as.setSourceMultiplicity("1");
        as.setTargetMultiplicity("1..*");
}
```

Множественность отношения ассоциации



Множественность отношения ассоциации



Множественность отношения ассоциации

Создание меток роли для отношения ассоциации

```
Label targetRole;

public void addTargetRole(String role) {
    ConnectionEndpointLocator relationshipLocator
                                    = new ConnectionEndpointLocator(this, true);
    relationshipLocator.setUDistance(30);
    relationshipLocator.setVDistance(-20);

    targetRole = new Label(role);
    add(targetRole, relationshipLocator);
}


public void setTargetRole(String role) {
    targetRole.setText(role);
}
```

Конечная (target) точка ребра?

Надпись на ребре

Создание меток роли для отношения ассоциации

```
Label sourceRole;

public void addSourceRole(String role) {
    ConnectionEndpointLocator relationshipLocator
                                    = new ConnectionEndpointLocator(this, false);
    relationshipLocator.setUDistance(10);
    relationshipLocator.setVDistance(-10);

    sourceRole = new Label(role);
    add(sourceRole , relationshipLocator);
}

public void setSourceRole(String role) {
    sourceRole.setText(role);
}
```

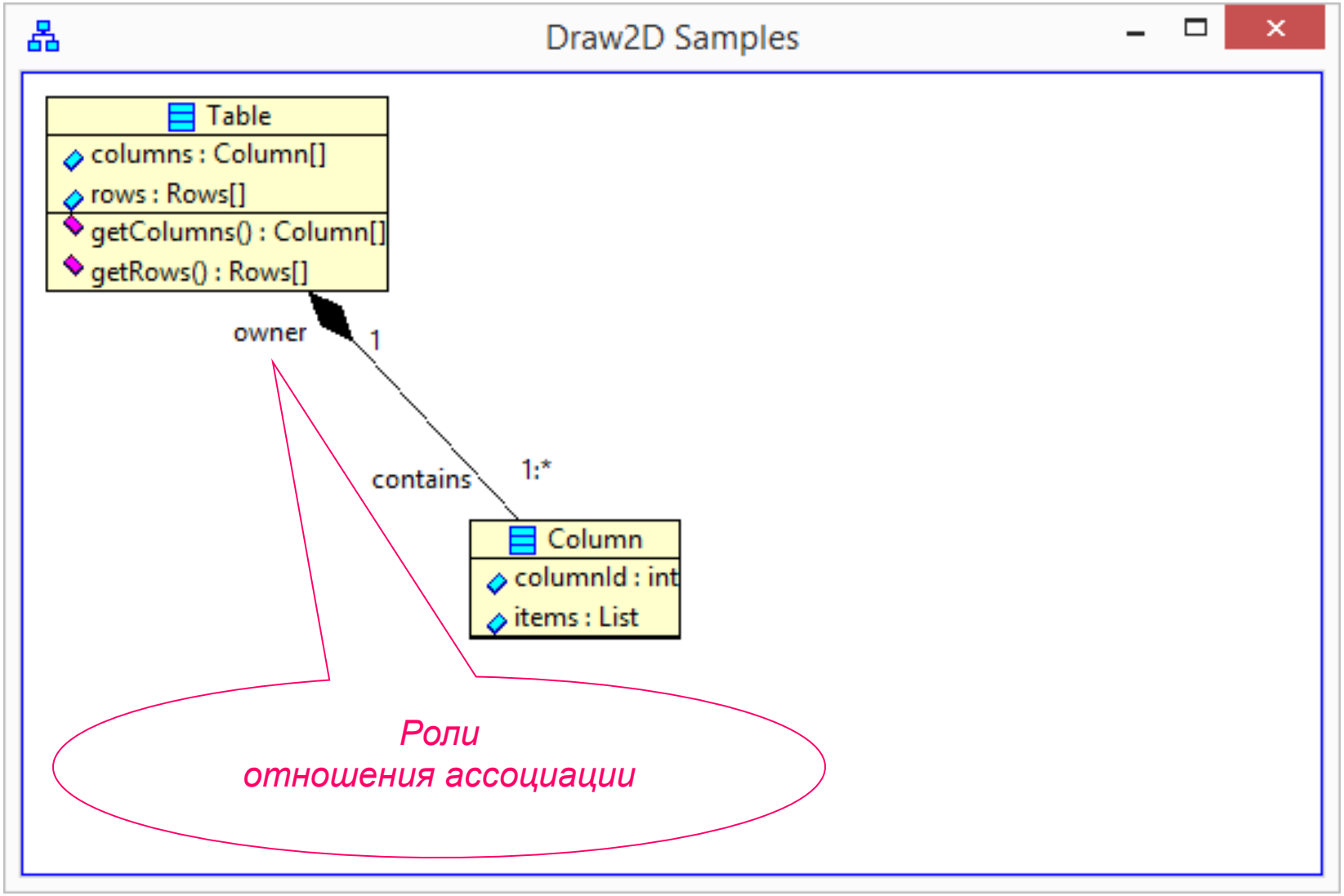
Конечная (target) точка ребра?

Надпись на ребре

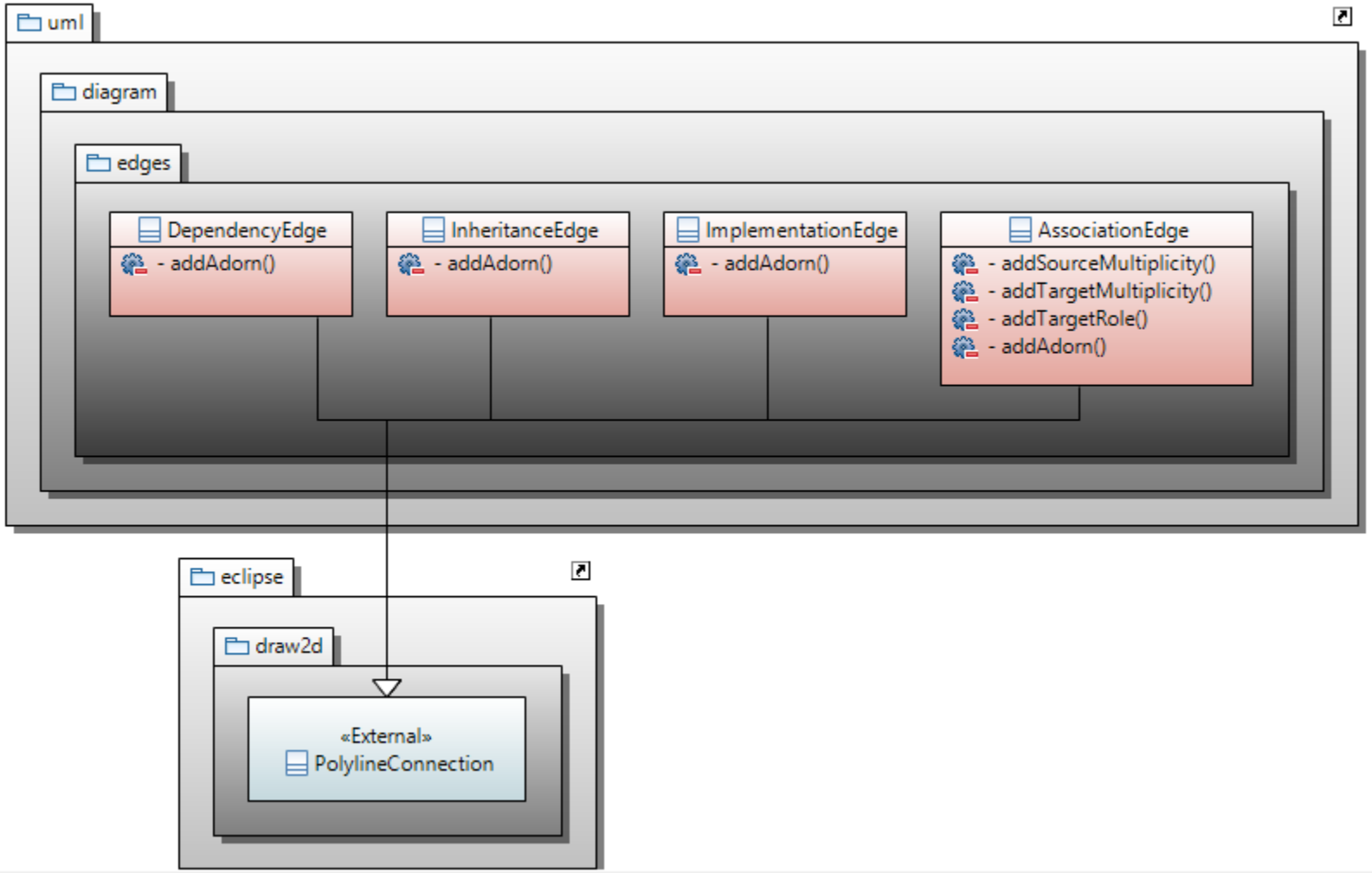
Создание меток роли для отношения

```
public static void addDiagram(Figure contents) {
        XYLayout contentsLayout = new XYLayout();
        contents.setLayoutManager(contentsLayout);

        UMLClassNode classFigure1 = new UMLClassNode ("Table");
        classFigure1.addAttribute("columns : Column[]");
        classFigure1.addAttribute("rows : Rows[]");
        classFigure1.addMethod("getColumns() : Column[]");
        classFigure1.addMethod("getRows() : Rows[]");
        contents.add(classFigure1);
        contentsLayout.setConstraint(classFigure1,  new Rectangle(10, 10, -1, -1));

         UMLClassNode classFigure2 = new UMLClassNode ("Column");
        classFigure2.addAttribute("columnId : int");
        classFigure2.addAttribute("items : List");
        contents.add(classFigure2);
        contentsLayout.setConstraint(classFigure2,  new Rectangle(200, 200, -1, -1));

        AssociationEdge as = new AssociationEdge (classFigure1, classFigure2);
        contents.add(as);

        as.setSourceMultiplicity("1");
        as.setTargetMultiplicity("1..*");

       as.addSourceRole("owner");
        as.addTargetRole("contains");
}
```

Роли отношения ассоциации



Ребра на диаграмме статической структуры языка UML



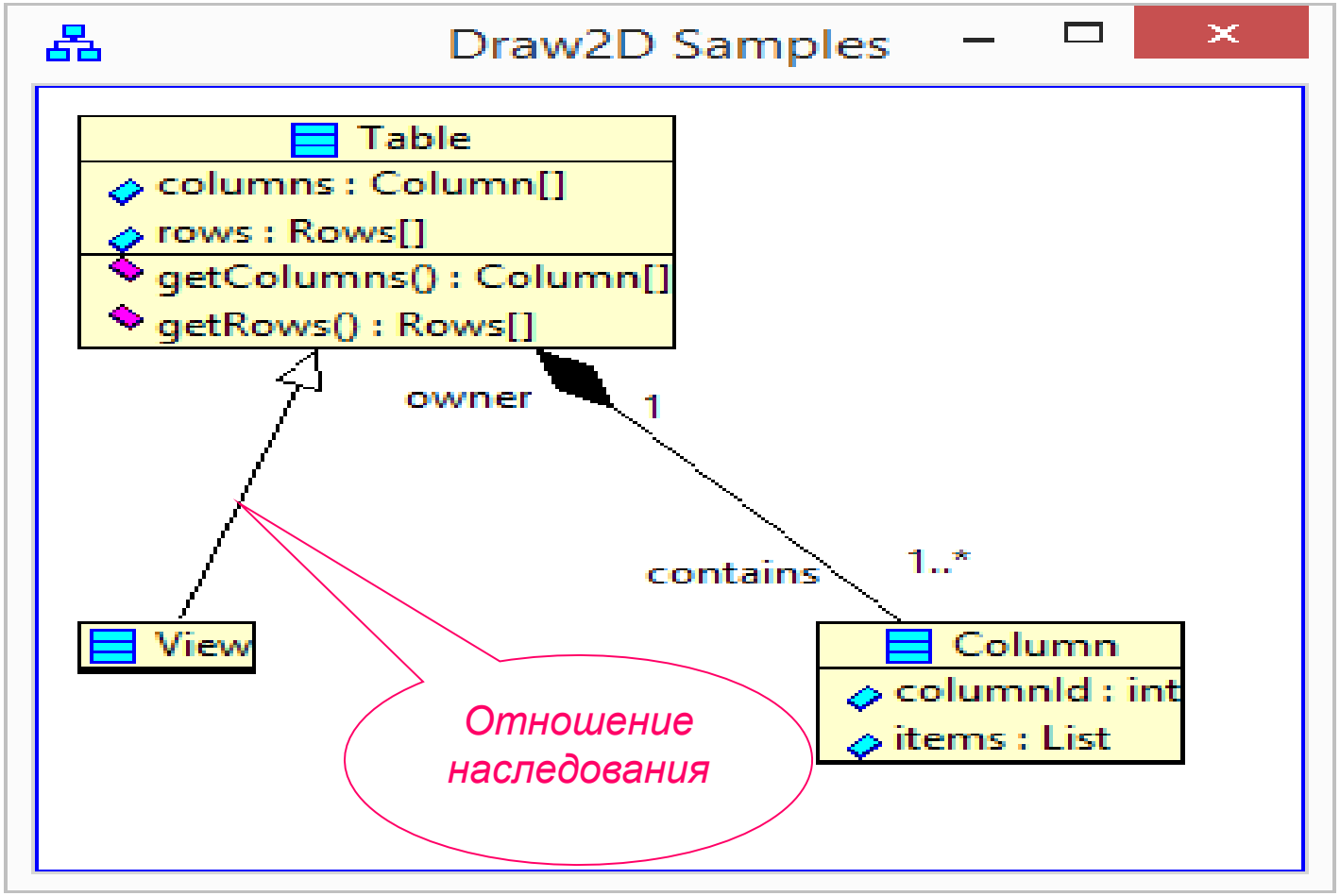
Создание ребра для отношения наследования

```
private static void addDiagram(Figure contents) {

        // …

        UMLClassNode viewNode = new UMLClassNode("View");
        contents.add(viewNode);

        Rectangle constraintView = new Rectangle(10, 200, -1, -1);
        contentsLayout.setConstraint(viewNode, constraintView);

        InheritanceEdge inhitance = new InheritanceEdge(viewNode, tableNode);
        contents.add(inhitance);
}
```

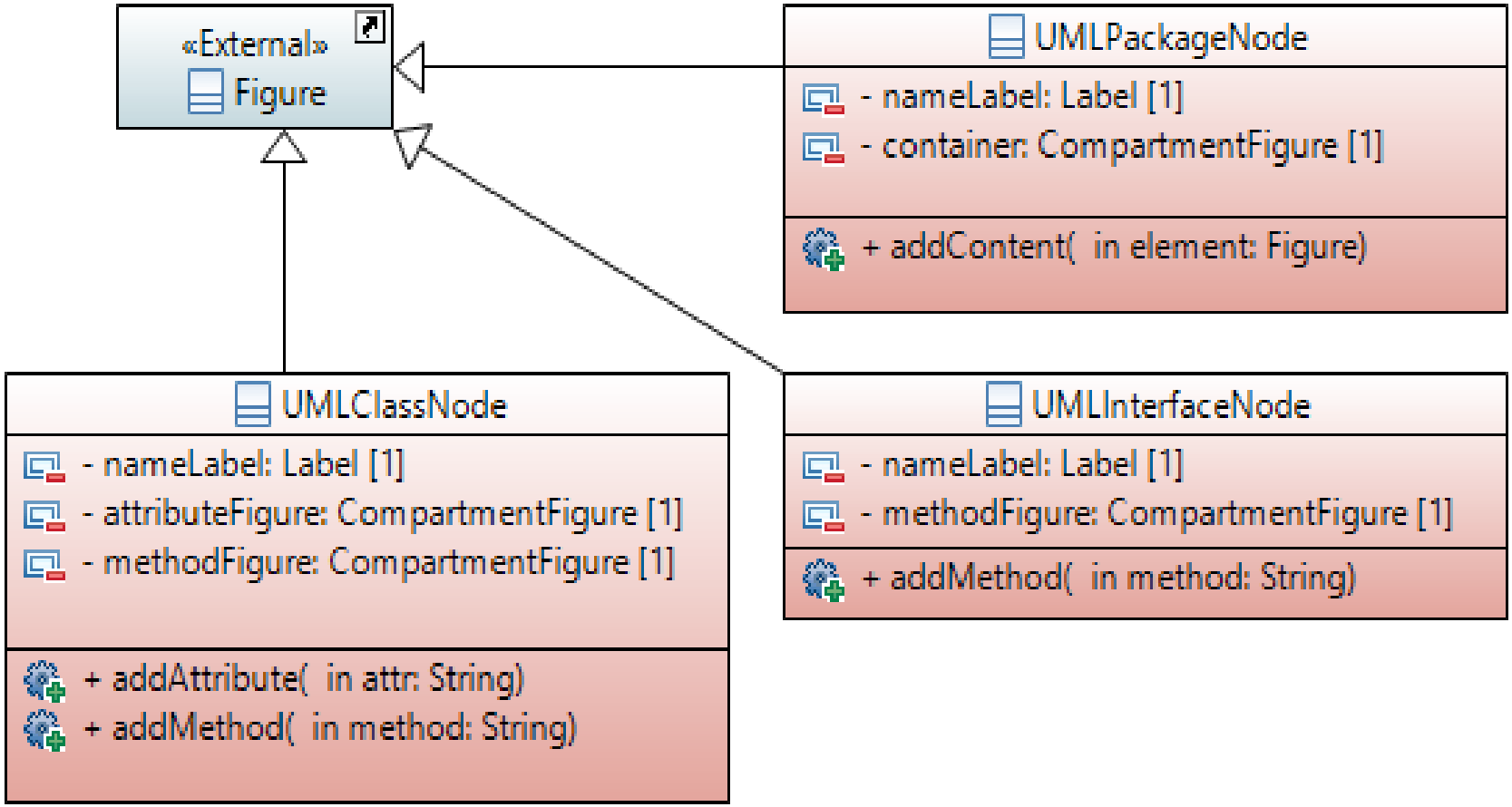
Создание ребра отношения наследования

```
 public class InheritanceEdge extends PolylineConnection {
public InheritanceEdge (UMLClassNode source, UMLClassNode target) {
        // ChopboxAnchor - ребра будут направлены в центр узла.
        ChopboxAnchor sourceAnchor = new ChopboxAnchor(source);
        ChopboxAnchor targetAnchor = new ChopboxAnchor(target);
        setSourceAnchor(sourceAnchor);
        setTargetAnchor(targetAnchor);

        addAdorn();
}

private void addAdorn() {
        PolygonDecoration decoration = new PolygonDecoration();
        decoration.setBackgroundColor(ColorConstants.white);

        PointList decorationPointList = new PointList();
        decorationPointList.addPoint(0, 0);
        decorationPointList.addPoint(-2, 2);
        decorationPointList.addPoint(-2, -2);
        decoration.setTemplate(decorationPointList);
        setTargetDecoration(decoration);
}
}
```

Отношение наследования



Узлы UML-диаграммы. Узлы с секциями



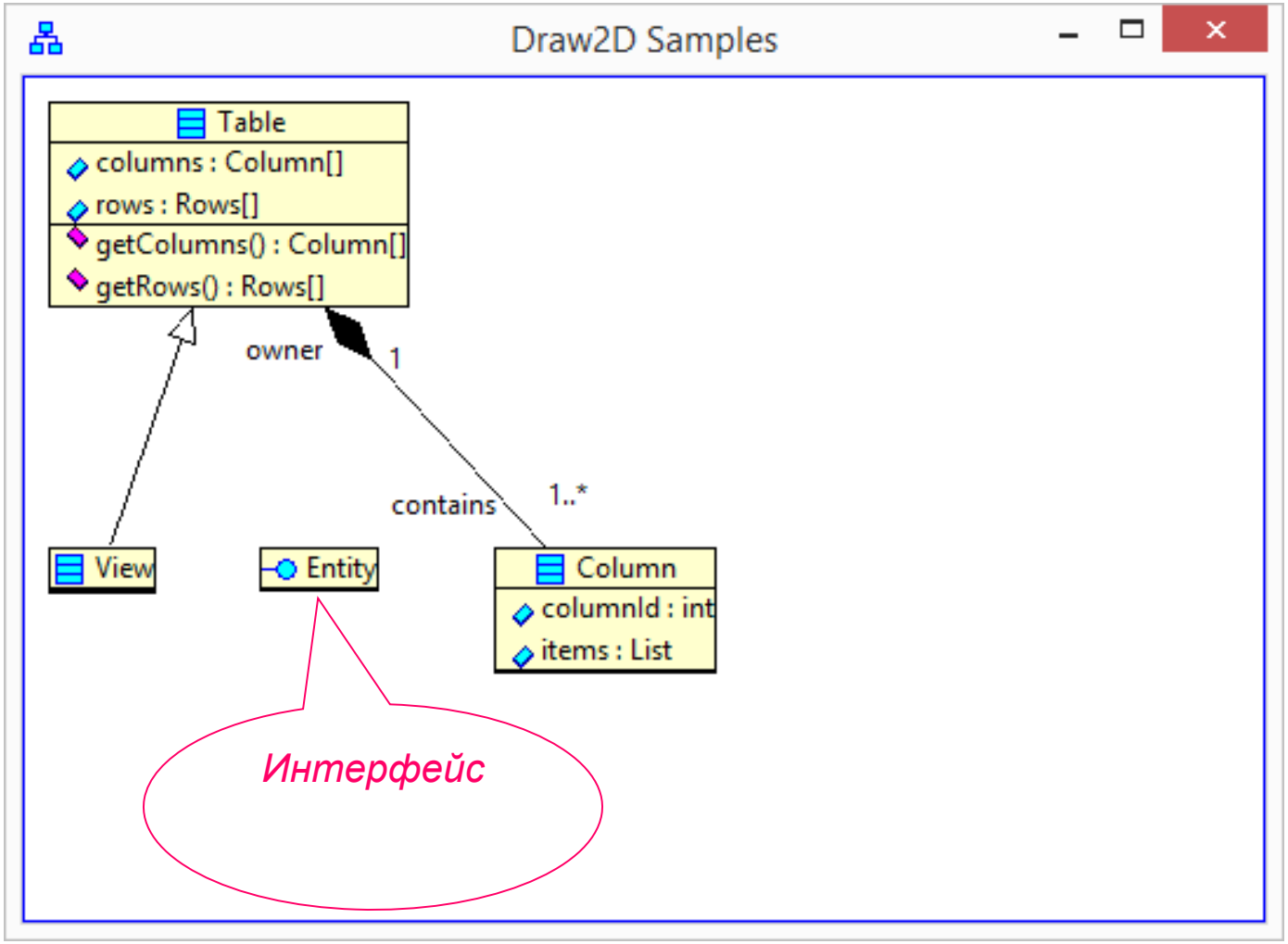
Узел диаграммы классов – интерфейс класса

```
private static void addDiagram(Figure contents) {

        // …

        UMLInterfaceNode entityNode = new UMLInterfaceNode ("Entity");
        contents.add(entityNode);

        Rectangle constraintEntity = new Rectangle(100, 200, -1, -1);
        contentsLayout.setConstraint(entityNode, constraintEntity);
}
```

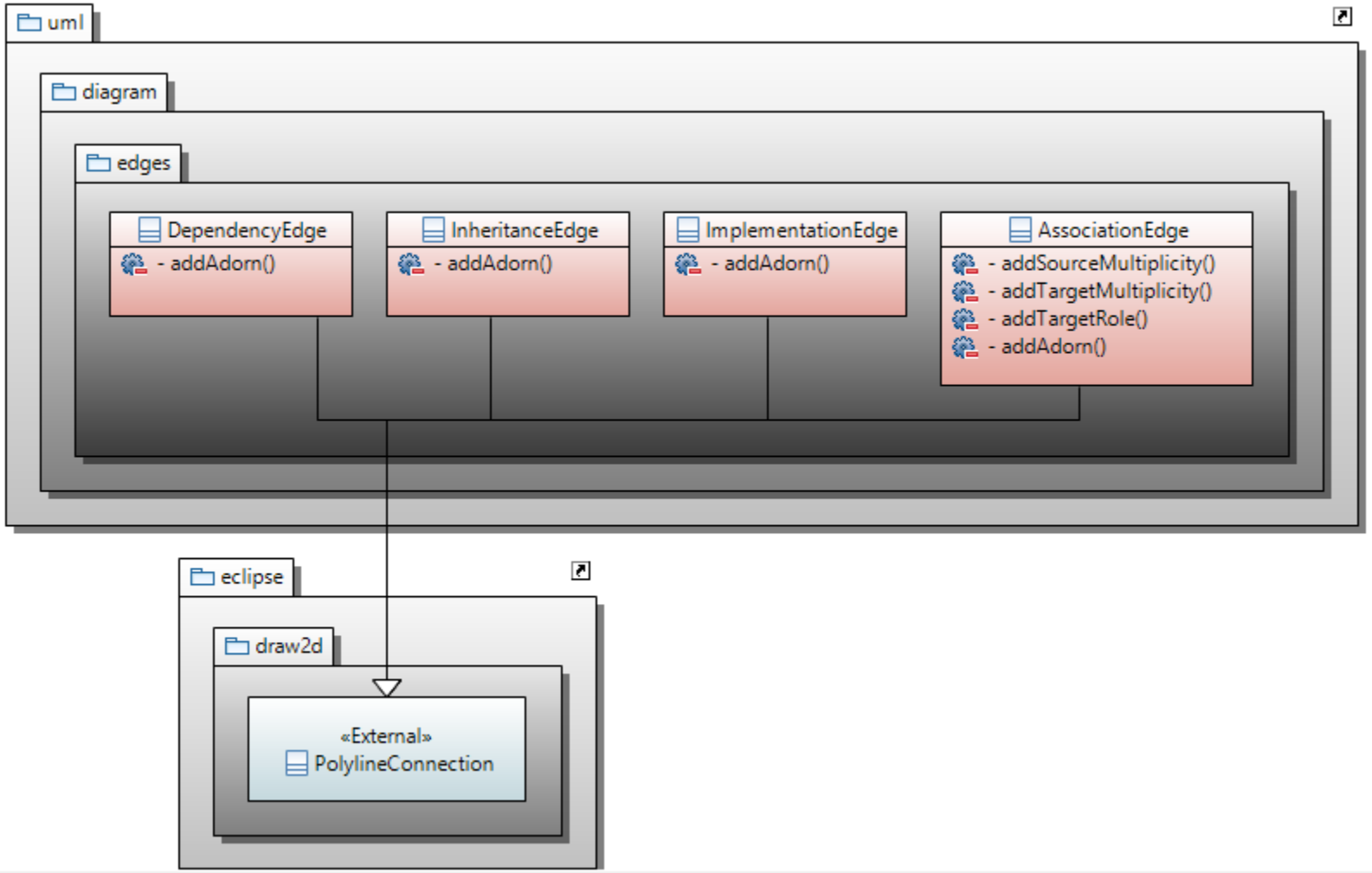
Узел диаграммы классов - интерфейс класса

```
public class UMLInterfaceNode extends Figure {
        public static Color interfaceColor = new Color(null, 255, 255, 206);

        private CompartmentFigure methodFigure = new CompartmentFigure();

        public UMLInterfaceNode (String name) {
                ToolbarLayout layout = new ToolbarLayout();
                setLayoutManager(layout);

                setBackgroundColor(interfaceColor);
                setBorder(new LineBorder(ColorConstants.black, 1));
                setOpaque(true); // Фигура не прозрачна.

                add(new Label(name, UMLImages.interfaceImage));
                add(methodFigure);
        }

        public void addMethod(String method) {
                methodFigure.add(new Label(method, UMLImages.methodImage));
        }
}
```

Изображение интерфейса класса



Ребра на диаграмме статической структуры языка UML



Создание ребра для отношения реализации

```
        private static void addDiagram(Figure contents) {

          // …

           UMLInterfaceNode entityNode = new UMLInterfaceNode ("Entity");
          contents.add(entityNode);

          Rectangle constraintEntity = new Rectangle(100, 200, -1, -1);
          contentsLayout.setConstraint(entityNode, constraintEntity);

          ImplementationEdge implement = new ImplementationEdge(viewNode, entityNode);
          contents.add(implement);
        }
}
```

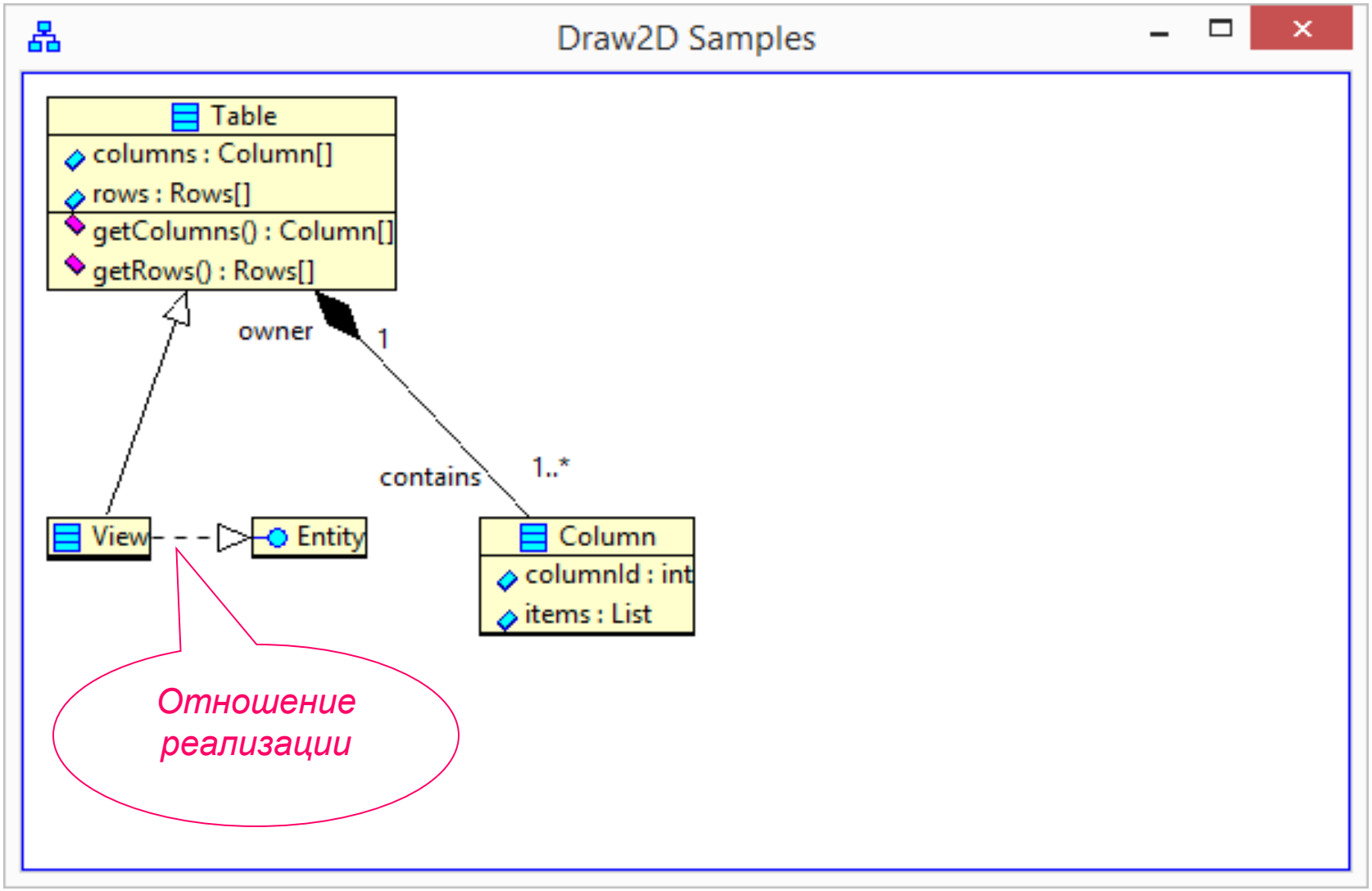
Отношение реализации классом интерфейса

```
public class ImplementationEdge extends PolylineConnection {

public ImplementationEdge(UMLClassNode source, UMLInterfaceNode target) {
        // ChopboxAnchor - ребра будут направлены в центр узла.
        ChopboxAnchor sourceAnchor = new ChopboxAnchor(source);
        ChopboxAnchor targetAnchor = new ChopboxAnchor(target);
        setSourceAnchor(sourceAnchor);
        setTargetAnchor(targetAnchor);

        setLineStyle(SWT.LINE_CUSTOM); // штриховая линия отношения
        setAntialias(SWT.ON);
        setLineDash(new float[] { 5.0f, 5.0f });

        addAdorn(); // стрелка отношения
}

// ...
}
```

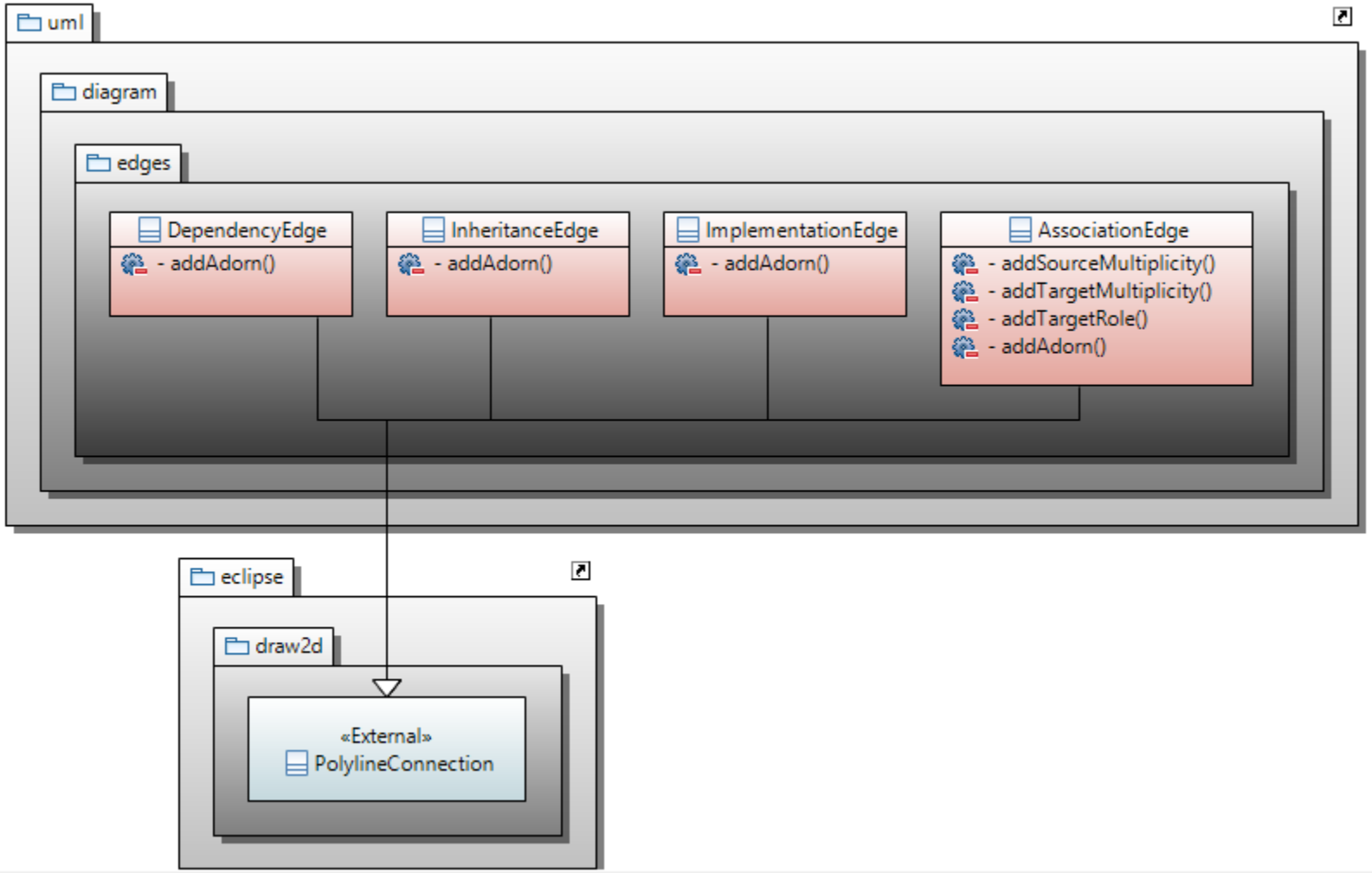
Отношение реализации классом интерфейса

```
// ...

        private void addAdorn() {
                PolygonDecoration decoration = new PolygonDecoration();
                decoration.setBackgroundColor(ColorConstants.white);

                PointList decorationPointList = new PointList();
                decorationPointList.addPoint(-2,  2);
                decorationPointList.addPoint( 0,  0);
                decorationPointList.addPoint(-2, -2);
                decoration.setTemplate(decorationPointList);

                setTargetDecoration(decoration);
        }
}
```

Изображение отношения реализации



Ребра на диаграмме статической структуры языка UML



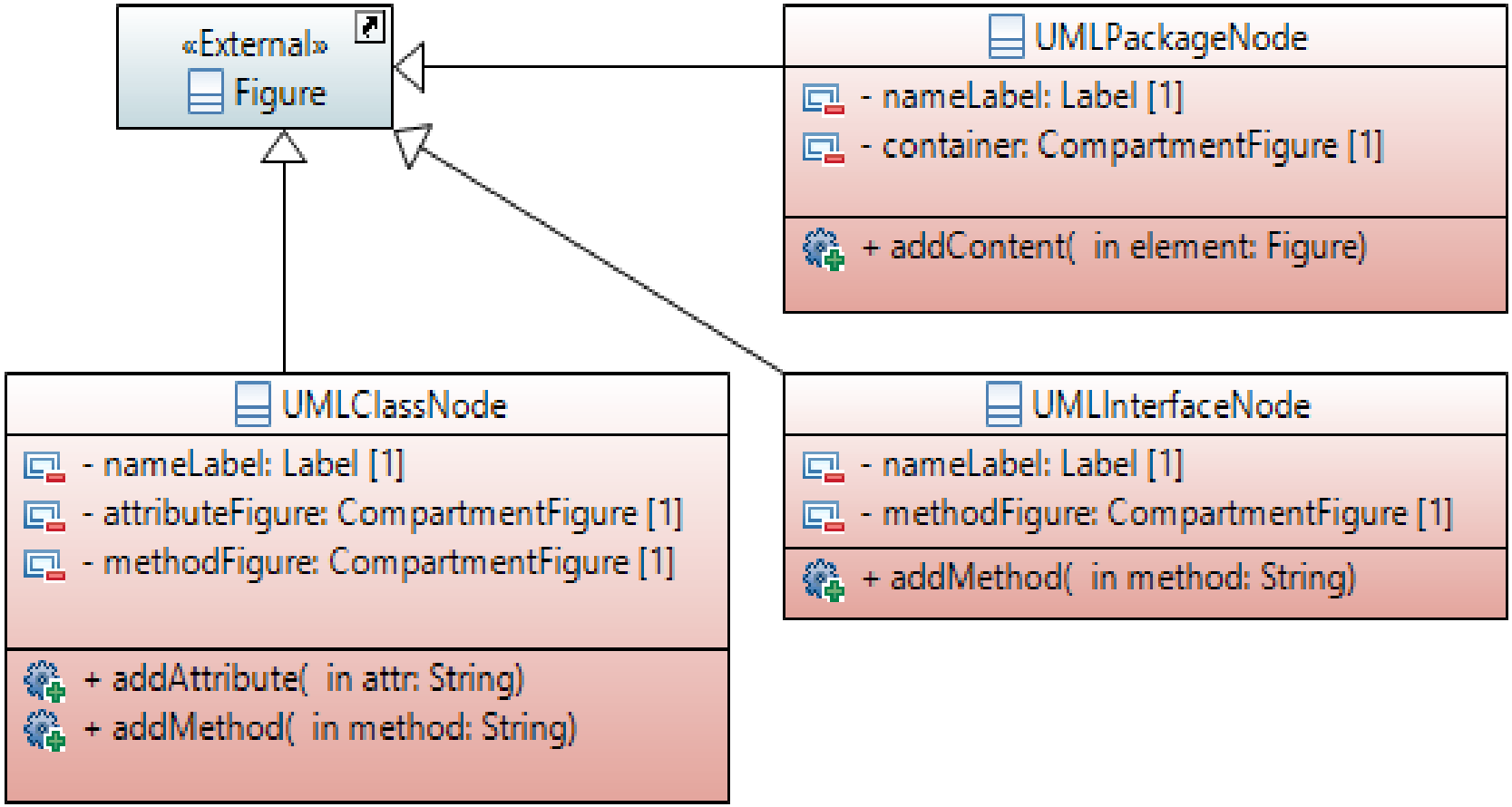
Отношение зависимости произвольных элементов диаграмм

```
public class DependencyEdge extends PolylineConnection {

public DependencyEdge(Figure source, Figure target) {
        // ChopboxAnchor - ребра будут направлены в центр узла.
        ChopboxAnchor sourceAnchor = new ChopboxAnchor(source);
        ChopboxAnchor targetAnchor = new ChopboxAnchor(target);
        setSourceAnchor(sourceAnchor);
        setTargetAnchor(targetAnchor);

        setLineStyle(SWT.LINE_CUSTOM);
        setAntialias(SWT.ON);
        setLineDash(new float[] { 5.0f, 5.0f });

        addAdorn();
}
// …
```

Создание ребра для отношения зависимости (2)

```
// ...

        private void addAdorn() {
                PolylineDecoration decoration = new PolylineDecoration();

                PointList decorationPointList = new PointList();
                decorationPointList.addPoint(-2,  2);
                decorationPointList.addPoint( 0,  0);
                decorationPointList.addPoint(-2, -2);
                decoration.setTemplate(decorationPointList);
                setTargetDecoration(decoration);
        }
}
```

Узлы UML-диаграммы. Узлы с секциями



Пакет классов и интерфейсов

```
public class UMLPackageNode extends Figure {
    public static Color packageColor = ColorConstants.lightGreen;

    private Label nameLabel;
    private CompartmentFigure container;

    public UMLPackageNode (String packageName) {
       ToolbarLayout layout = new ToolbarLayout();
       layout.setSpacing(2);
       setLayoutManager(layout);

       setBorder( new LineBorder(ColorConstants.darkGreen, 1)  );
       setBackgroundColor(packageColor);
       setOpaque(true); // Фигура не прозрачна.

       nameLabel = new Label(packageName, UMLImages.packageImage);
       nameLabel.setLabelAlignment(PositionConstants.LEFT);
       nameLabel.setBorder( new MarginBorder(5) );
       add(nameLabel);

    //…
```

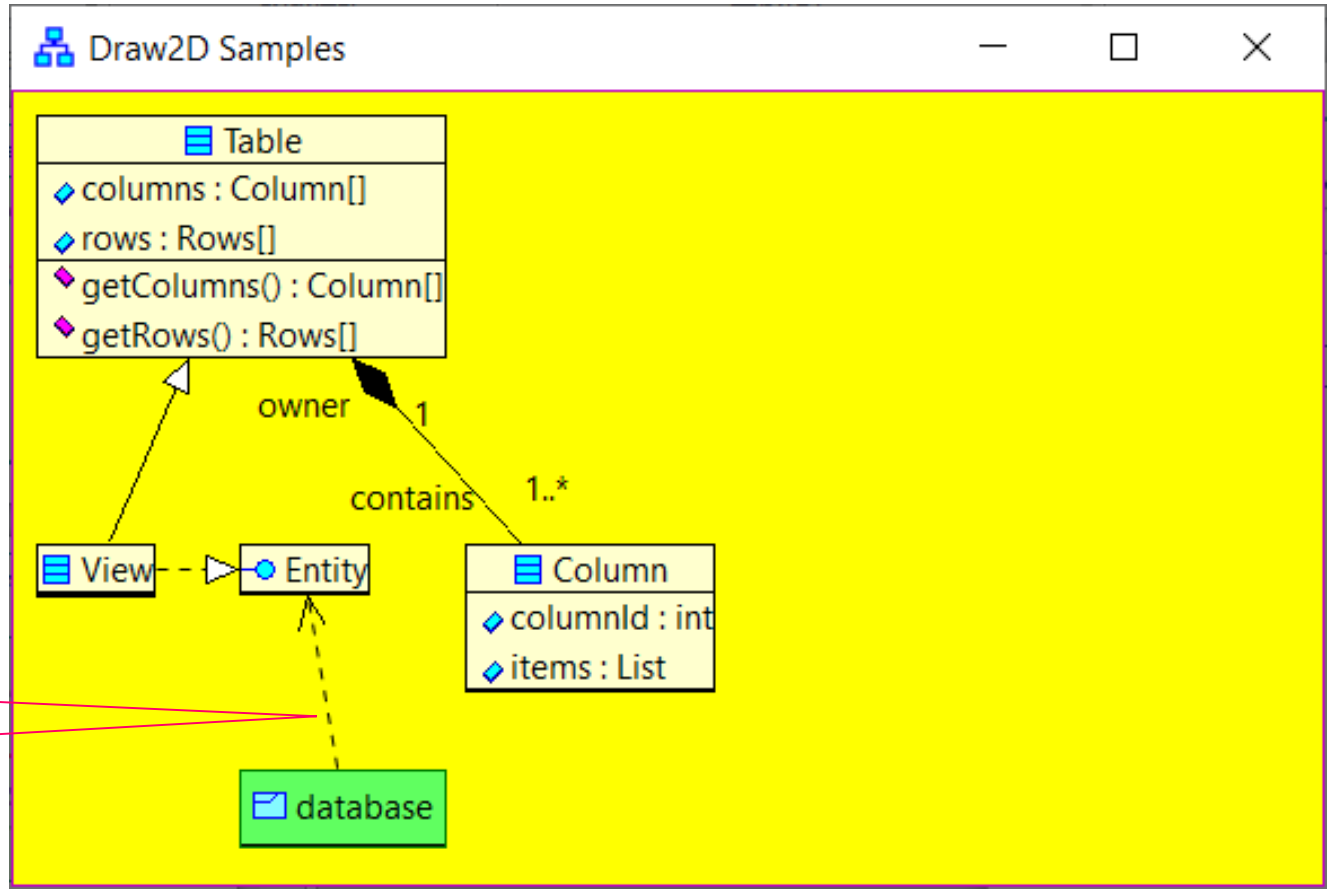
Создание узла для пакета

```
        //…

            ToolbarLayout containerlayout = new ToolbarLayout(true);
            containerlayout.setSpacing(5);

            container = new CompartmentFigure();
            container.setBackgroundColor(packageColor);
            container.setLayoutManager(containerlayout);
            add(container);
        }

        public void addContent(Figure element) {
            container.add(element);
        }
}
```

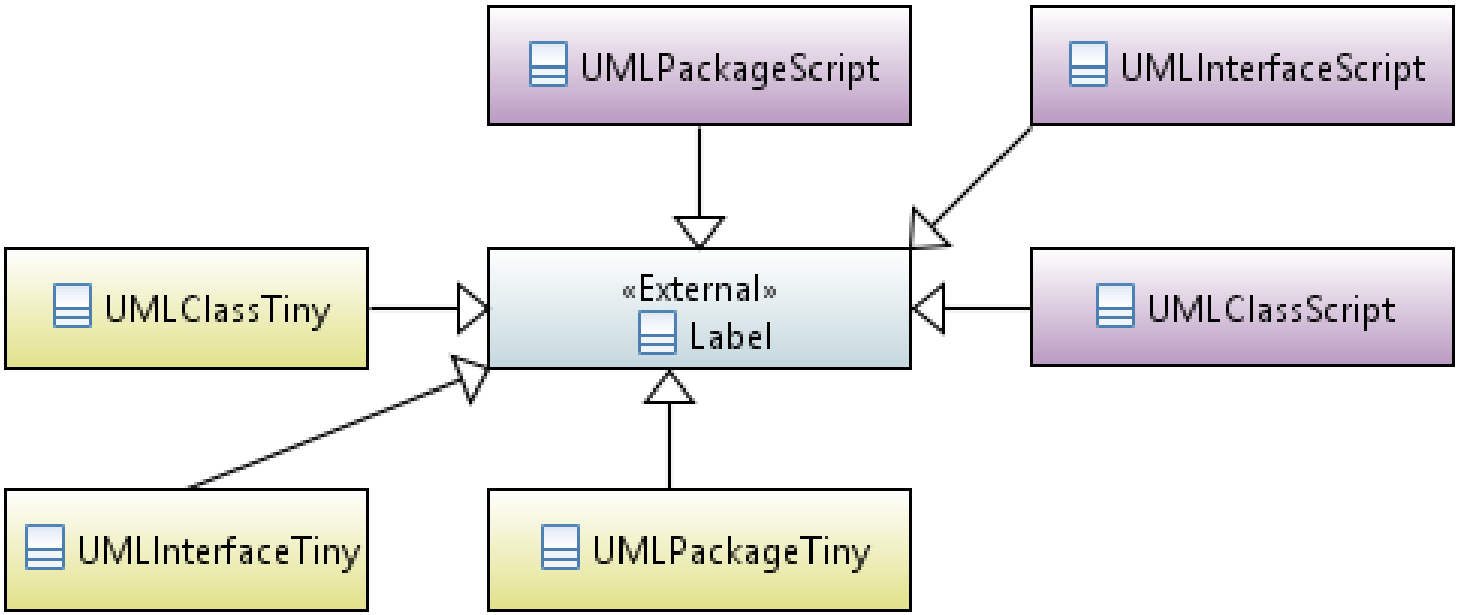
Отношение зависимости пакета от класса

```
        private static void addDiagram(Figure contents) {

          // …

           UMLInterfaceNode entityNode = new UMLInterfaceNode ("Entity");
          contents.add(entityNode);

          // …

          UMLPackageNode packageNode = new UMLPackageNode ("database");
          contents.add(packageNode);

          Rectangle constraintPackage = new Rectangle(100, 300, -1, -1);
          contentsLayout.setConstraint(packageNode, constraintPackage);

          DependencyEdge dependency = new DependencyEdge(packageNode, entityNode);
          contents.add(dependency);
        }
}
```

Изображение отношения зависимости пакета от класса



Узлы UML-диаграммы. Узлы без секций



Узел-надпись для класса. Только пиктограмма и текст

```
public class UMLClassScript extends Label {

    UMLClassScript (String name) {
        super(name, UMLImages.classImage);
    }
}
```

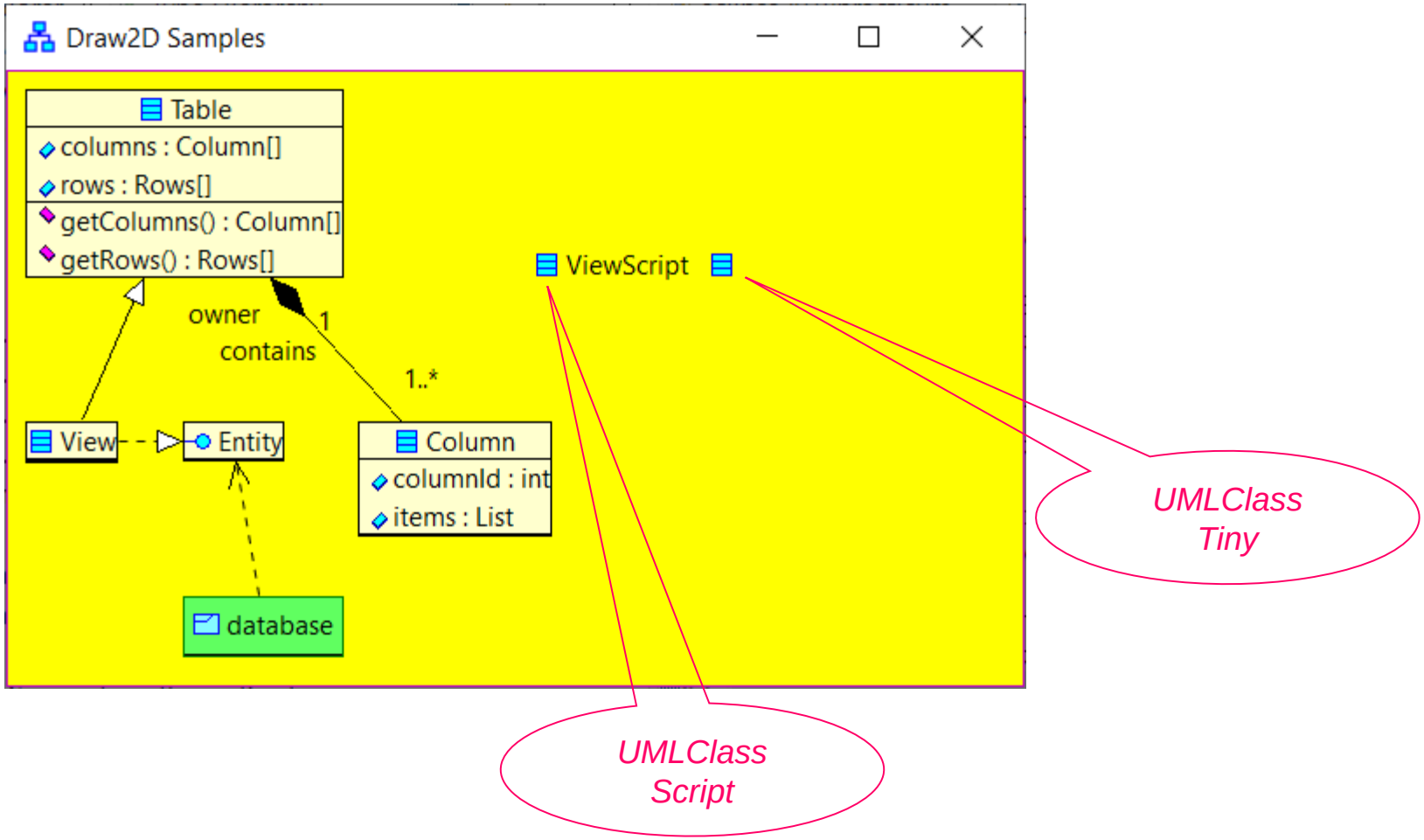
Минимальный узел-пиктограмма класса. Текст во всплывающей подсказке.

```
public class UMLClassTiny extends Label {

    public UMLClassTiny (String className) {
        super(UMLImages.classImage);
        setToolTip(  new Label(className)  );
    }
}
```

Минимальный узел-пиктограмма класса. Текст во всплывающей подсказке.

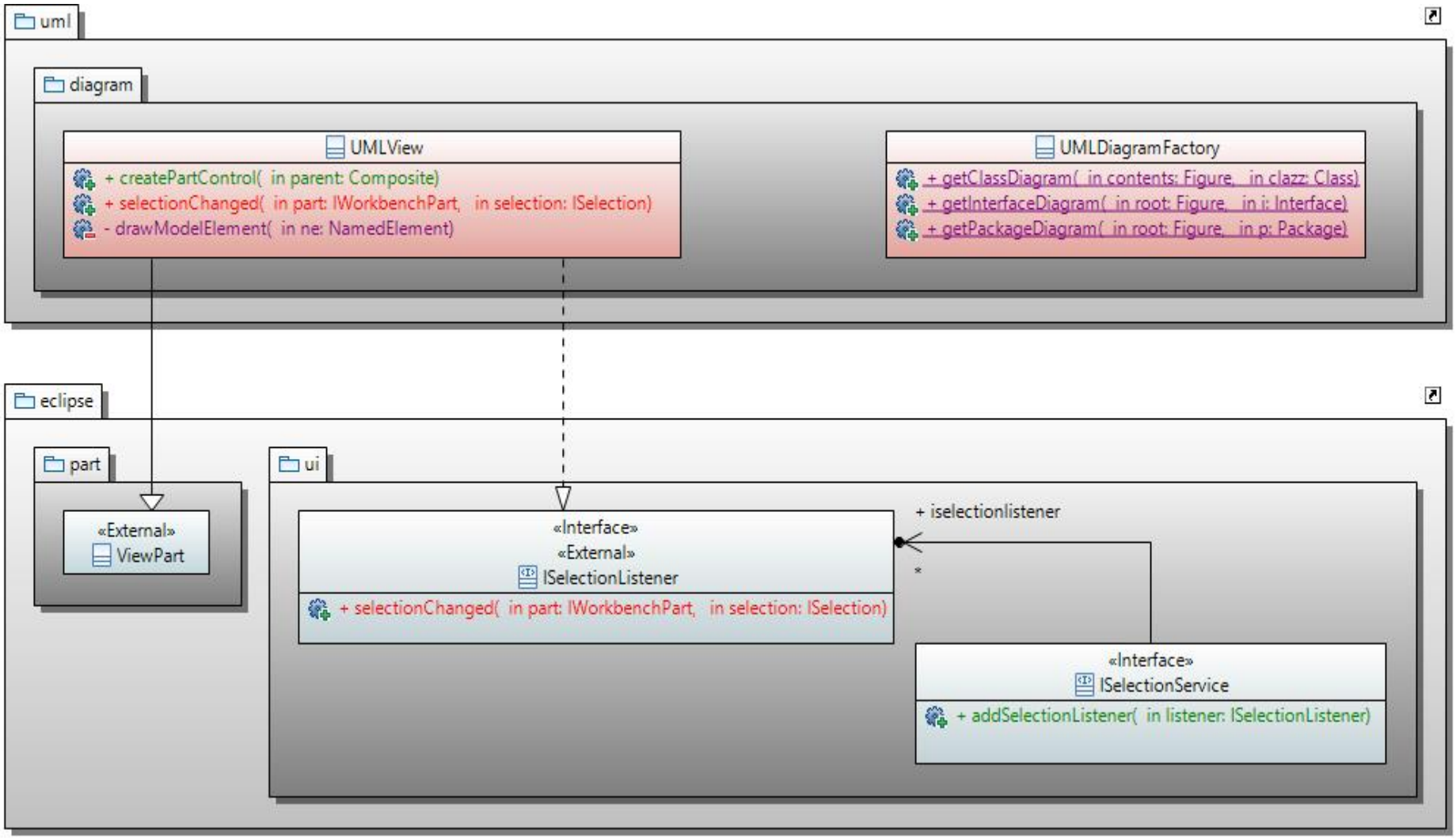
```
UMLClassScript scriptNode = new UMLClassScript("ViewScript");
contents.add(scriptNode);

Rectangle constraintScript = new Rectangle(300, 100, -1, -1);
contentsLayout.setConstraint(scriptNode, constraintScript);

UMLClassTiny tinyNode = new UMLClassTiny("RowTiny");
contents.add(tinyNode);

Rectangle constraintTiny = new Rectangle(400, 100, -1, -1);
contentsLayout.setConstraint(tinyNode, constraintTiny);
```

На диаграмму добавлены узлы UMLClassScript и UMLClassTiny.



Механизм слушателей
События выбора

Механизм слушателей события выбора



Регистрация слушателя события выбора

```
public class UMLView extends ViewPart implements ISelectionListener {

@Override
public void createPartControl(Composite parent) {
        content = new FigureCanvas(parent, 0);

        root = new Figure();
        content.setContents(root);

        contentsLayout = new XYLayout();
        root.setLayoutManager(contentsLayout);

        root.setBorder(new LineBorder(ColorConstants.blue, 1));
        root.setOpaque(true);
        root.setBackgroundColor(ColorConstants.white);

        addDiagram(root);

        ISelectionService ss = getSite()
                        .getWorkbenchWindow()
                        .getSelectionService();
        ss.addSelectionListener(this);
}
```

Обработка события выбора

```
@Override
public void selectionChanged(IWorkbenchPart part, ISelection selection) {
        System.out.format("%n part: %s %n", part);
        System.out.format("   selection : %s %n", selection);

        String s = part.toString();
        if (!s.startsWith("uml.tree.view.UMLTreeView"))
                return;

        if (part == this)
                return;

        if (!(selection instanceof IStructuredSelection))
                return;

        IStructuredSelection iStructuredSelection = (IStructuredSelection) selection;

        System.out.format("selection: %s%n", iStructuredSelection);
        List<?> list = iStructuredSelection.toList();
        if (list.isEmpty()) return;

        // …
```

Обработка события выбора (2)

```
        // …

        Object leaf = list.get(list.size()-1);
        System.out.format("selected tree node kind: %s%n", leaf.getClass());

        if ( !(leaf  instanceof  UMLTreeElement) )
                return;

        UMLTreeElement te = (UMLTreeElement) leaf;
        Element me = te.getModelElement();

        if ( !(me instanceof NamedElement) )
                return;

        NamedElement ne = (NamedElement) me;
        System.out.format("element kind: %s%n", ne.getClass());
        System.out.format("element name: %s%n", ne.getQualifiedName());

        drawModelElement (ne);
}
```

Отрисовка выбранного элемента UML-модели программы

```
private void drawModelElement (NamedElement ne) {
        System.out.format("selected UML-model element: %s : %s%n",
                                ne.getName(), ne.getClass());

        if (ne instanceof Class)
                UMLDiagramFactory.getClassDiagram (root, (Class) ne);
        else
        if (ne instanceof Interface)
                UMLDiagramFactory.getInterfaceDiagram(root, (Interface) ne);
        else
        if (ne instanceof Package)
                UMLDiagramFactory.getPackageDiagram(root, (Package) ne);
}
```

Стирание диаграммы

```
public class UMLDiagramFactory {

        private static Figure contents;

        private static void clearContents (Figure contents) {
           UMLDiagramFactory.contents = contents;

           contents.removeAll();

           Border a = new LineBorder(ColorConstants.blue, 1);
           Border b = new MarginBorder(5);
           contents.setBorder(new CompoundBorder(a, b));
        }
```

Построение диаграммы для класса выбранного в UML-модели

```
public static void getClassDiagram (Figure contents, Class clazz) {
        clearContents(contents);

        ToolbarLayout layout = new ToolbarLayout(false);
        layout.setSpacing(50);
        contents.setLayoutManager(layout);

        UMLClassNode node = new UMLClassNode (clazz.getQualifiedName());
        contents.add(node );

        drawSubTypes(clazz, node );

        drawSuperTypes(clazz, node );

        drawAttributes(clazz, node );

        drawMethods(clazz, node );
}
```

Добавление предков класса выбранного в UML-модели

```
private static void drawSuperTypes (Class clazz, UMLClassNode classNode) {
        FlowLayout manager = new FlowLayout();
        manager.setMinorSpacing(30);

        Figure level = new Figure();
        level.setLayoutManager(manager);

        contents.add(level, 0);

        // Добавляем суперкласс.
        EList<Classifier> generals = clazz.getGenerals();

        if (!generals.isEmpty()) {
                String name = generals.get(0).getName();
                UMLClassNode superNode = new UMLClassNode(name);
                level.add(superNode);

                contents.add( new InheritanceEdge(classNode, superNode) );
        }
// ...
```

Добавление интерфейсов реализуемых классом

```
// ...
        // Добавляем реализованные классом интерфейсы.
        clazz.getImplementedInterfaces().stream()
        .map(i -> i.getName())
        .forEach(name -> {
                UMLInterfaceNode interfaceNode = new UMLInterfaceNode (name);
                level.add(interfaceNode);

                ImplementationEdge e = new ImplementationEdge(classNode, interfaceNode);
                e.setConnectionRouter( new ManhattanConnectionRouter() );
                e.setSourceAnchor( new TopAnchor(classNode) );
                e.setTargetAnchor( new BottomAnchor(interfaceNode) );
                contents.add(e);
        });

}
```

Добавление атрибутов и методов класса

```
private static void drawAttributes (Class clazz, UMLClassNode classNode) {
        clazz.getOwnedAttributes().stream()
        .forEach(a -> classNode.addAttribute( UMLText.getAttributeText(a)) );
}

private static void drawMethods (Class clazz, UMLClassNode classNode) {
        clazz.getOwnedOperations().stream()
        .forEach(m -> classNode.addMethod( UMLText.getMethodSignature(m)) );
}
```

Класс для получения текстового представления элемента UML модели

```
public class UMLText  {

public static String getAttributeText (Property p) {
        Type t = p.getType();
        String text = p.getName() + " : " + (t == null ? "?" : t.getName());
        return text;
}

static public String getMethodSignature (Operation op) {
        Type t = op.getType();

        String opTypeText = "";
        if (t != null)
                opTypeText = " : " + t.getName();

        String opNameText = op.getName();

        String paramsText = "";

// …
```

Класс для получения текстового представления элемента UML модели

```
// …
        for (Parameter par : op.getOwnedParameters()) {
                if (par.getDirection() == ParameterDirectionKind.RETURN_LITERAL)
                        continue; // Этот параметр уже взяли как тип метода.

                if (!paramsText.isEmpty())
                        paramsText += ", ";

                paramsText = paramsText + par.getName() + " : ";

                Type type = par.getType();
                paramsText = paramsText + (type == null ? "?" : type.getName());
        }

        String opText = opNameText + "(" + paramsText + ") " + opTypeText;
        return opText;
}
```

Событие выбора элемента модели