

Объектно-ориентированные CASE-технологии

Метамодель языка UML.

Практикум: визуализация UML-моделей программ и данных

Романов Владимир Юрьевич,
Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова
Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики
vromanov@cs.msu.su,
romanov.rvy@yandex.ru

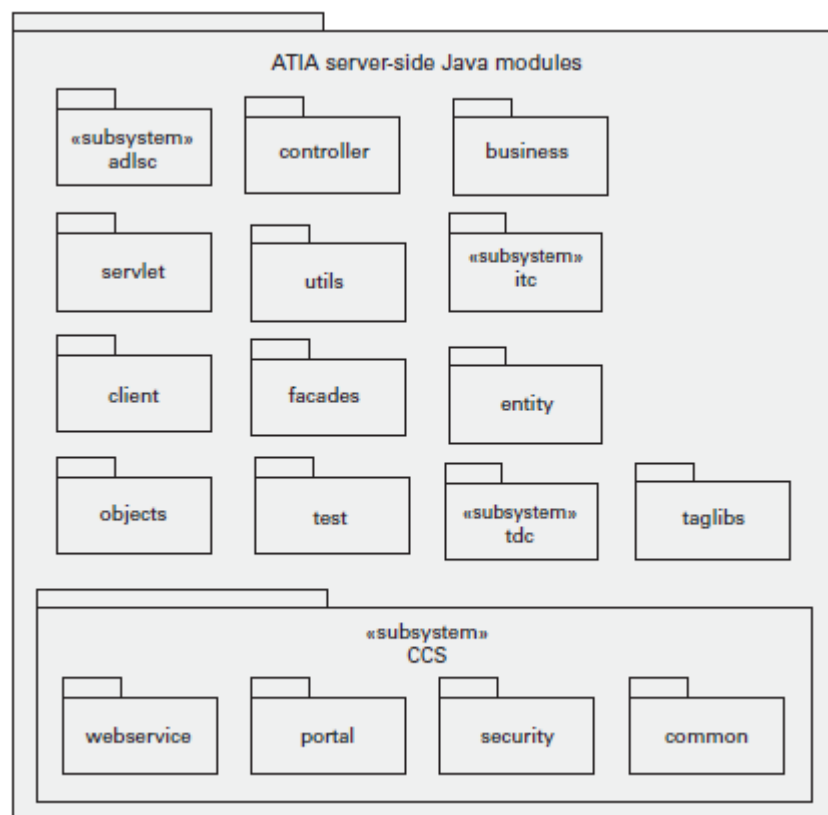
1. Визуализация программы

1.1. Нотация языка UML

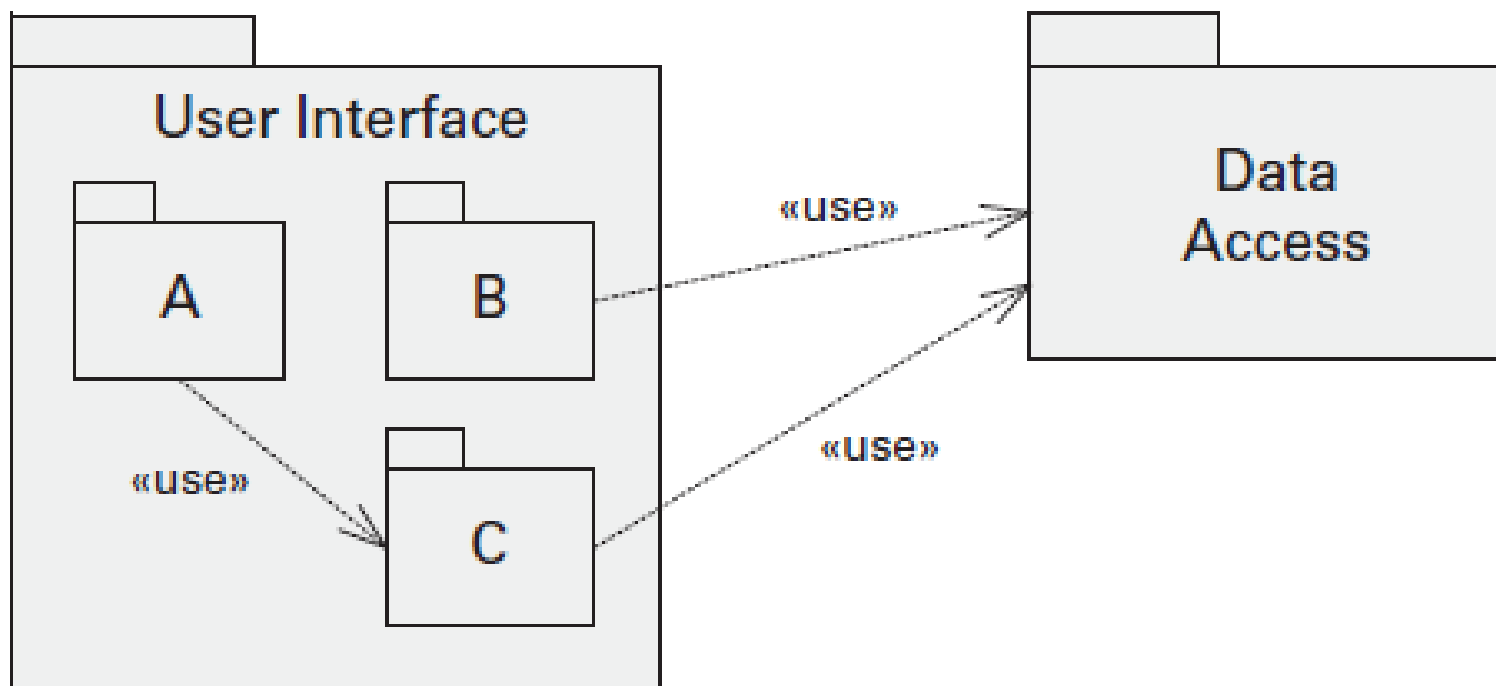
Нотация UML. Структура системы

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025

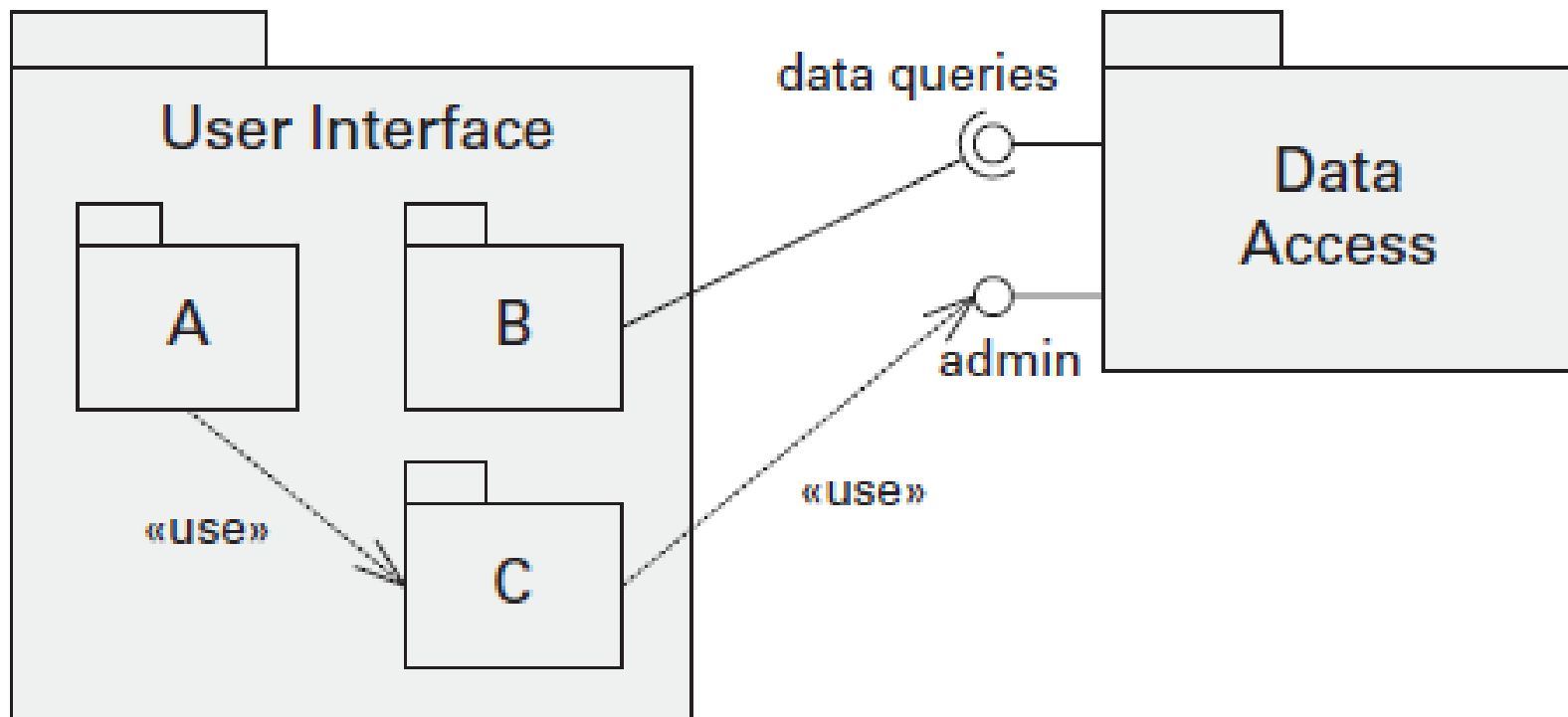


Нотация UML. Зависимости между пакетами



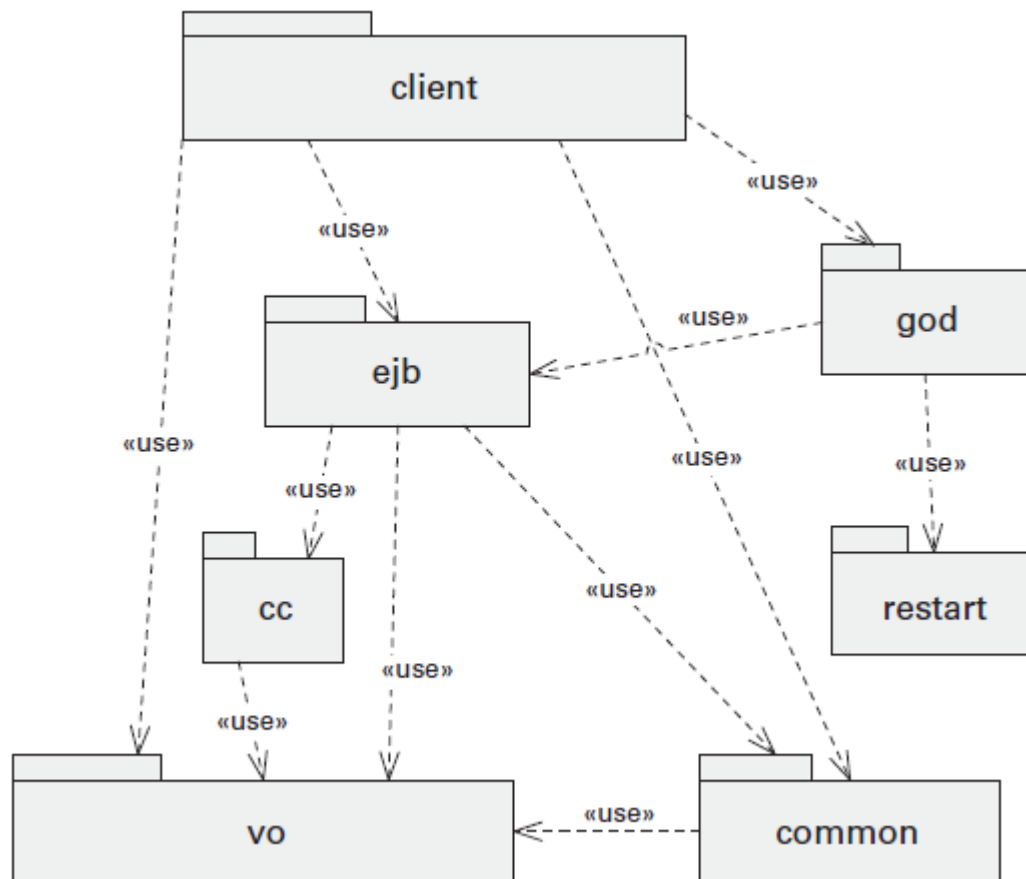
Нотация UML. Зависимости между пакетами.

Уточнение - зависимость через интерфейсы



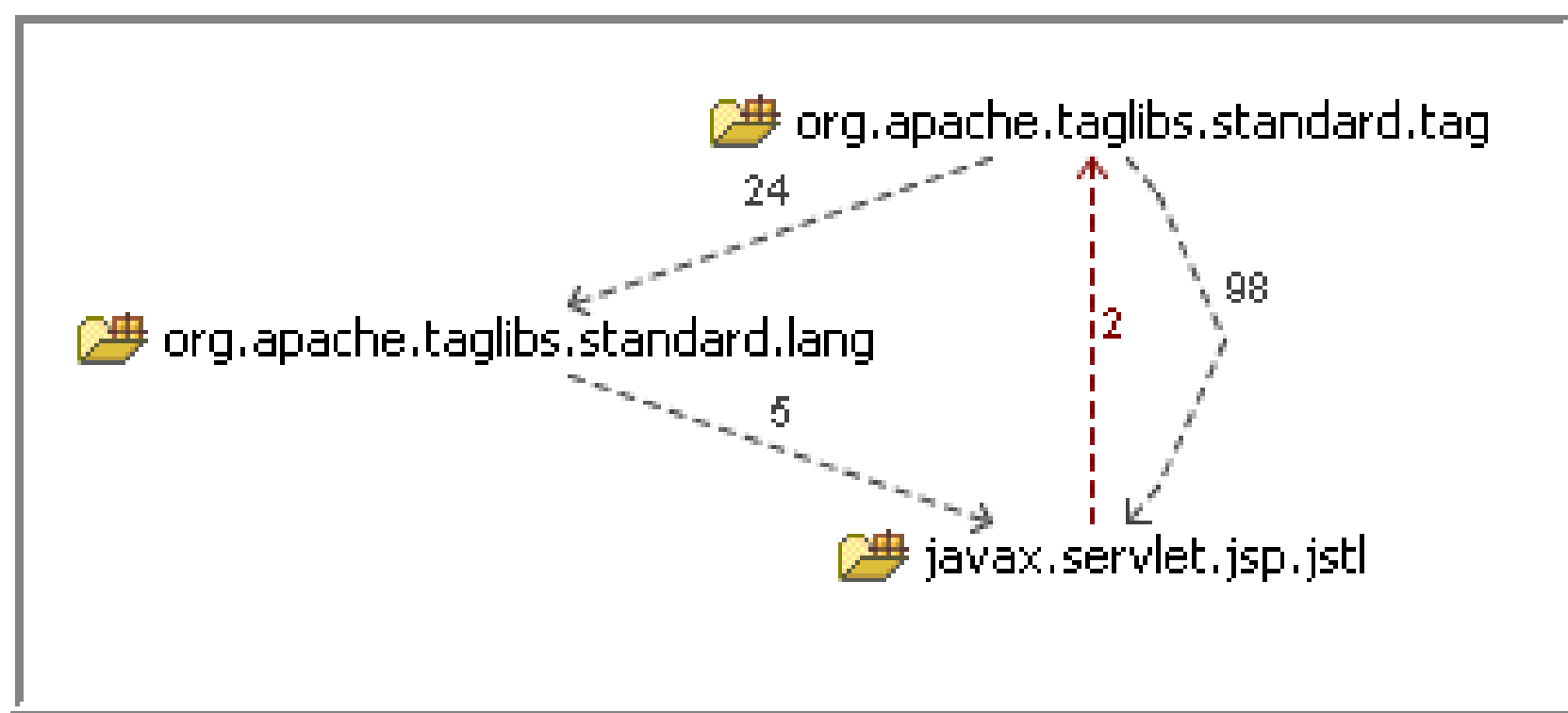
Нотация UML.

По уровневая визуализация пакетов системы



1.1. Нотация UML.

Оценка степени зависимости между пакетами системы

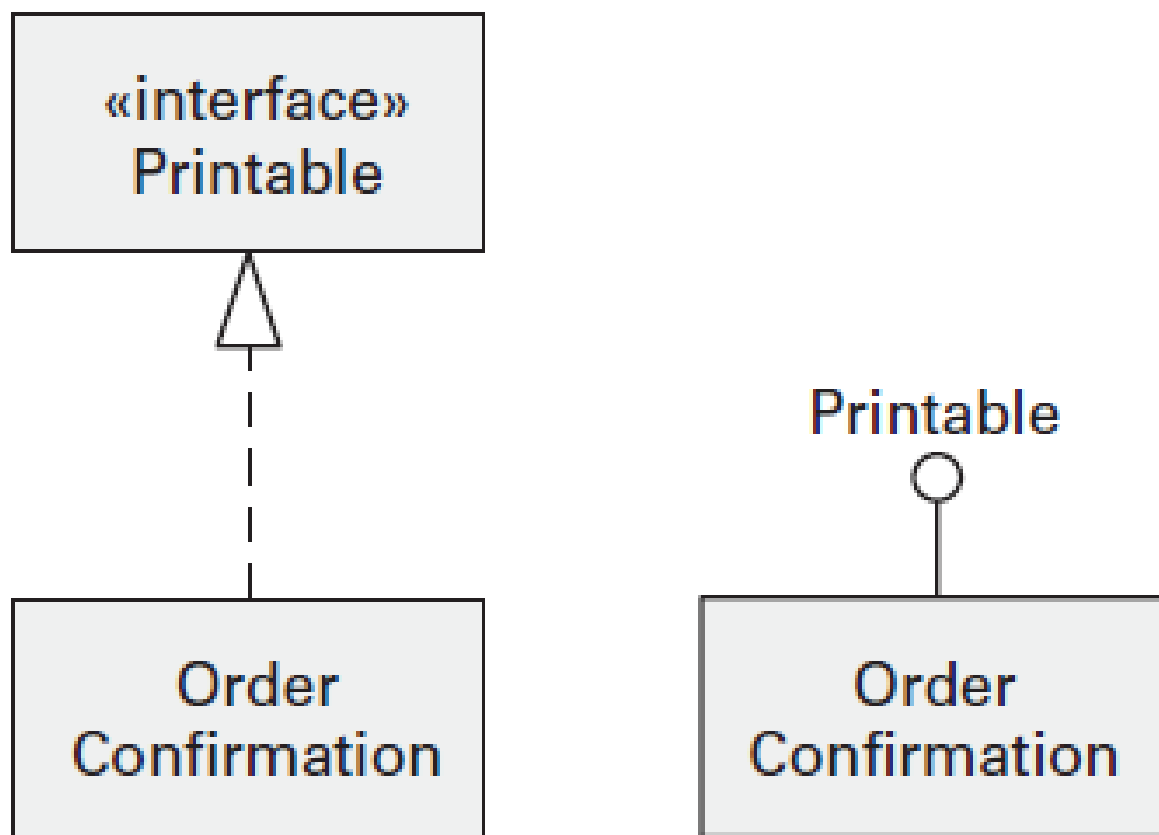


Нотация UML.

Реализация классами интерфейсов

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

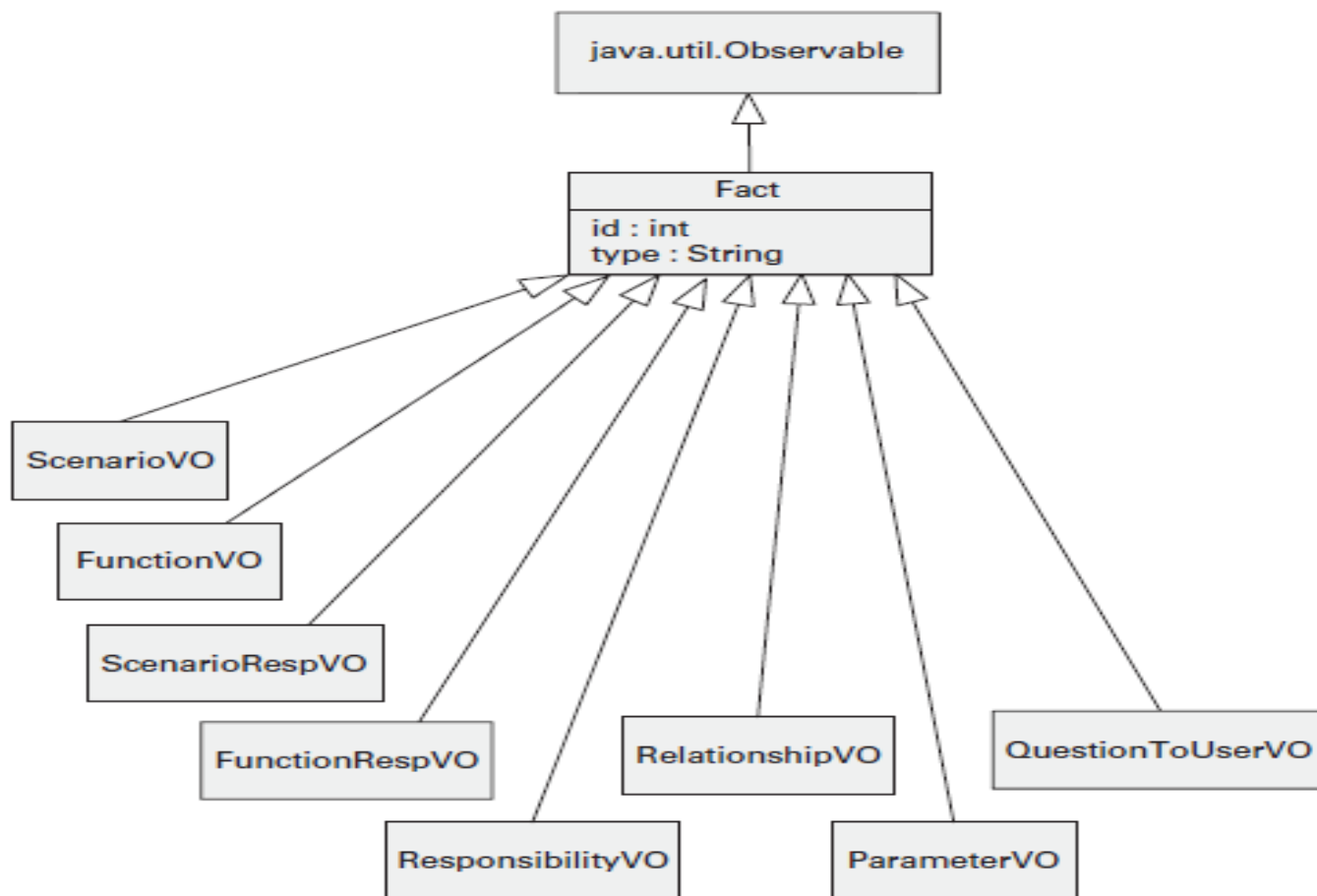
Романов Владимир Юрьевич ©2025



Нотация UML. Отношения наследования для класса

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

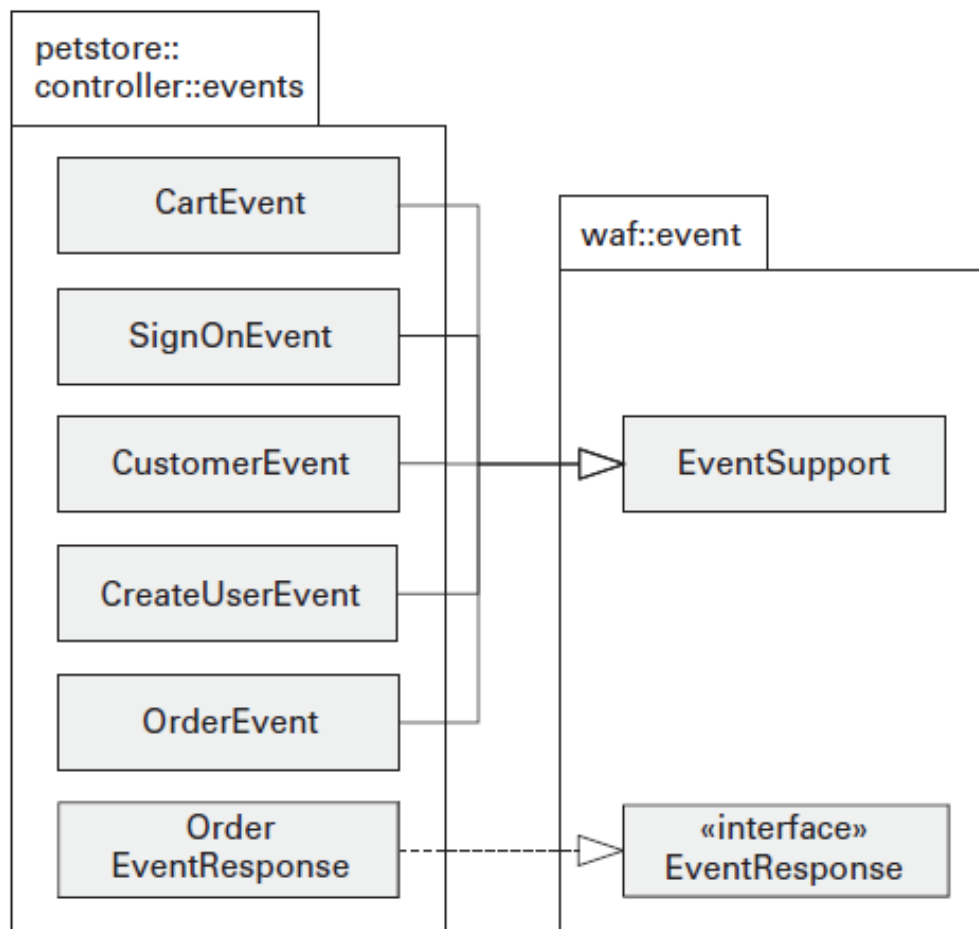
Романов Владимир Юрьевич ©2025



Нотация UML. Отношения наследования при визуализации пакетов

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

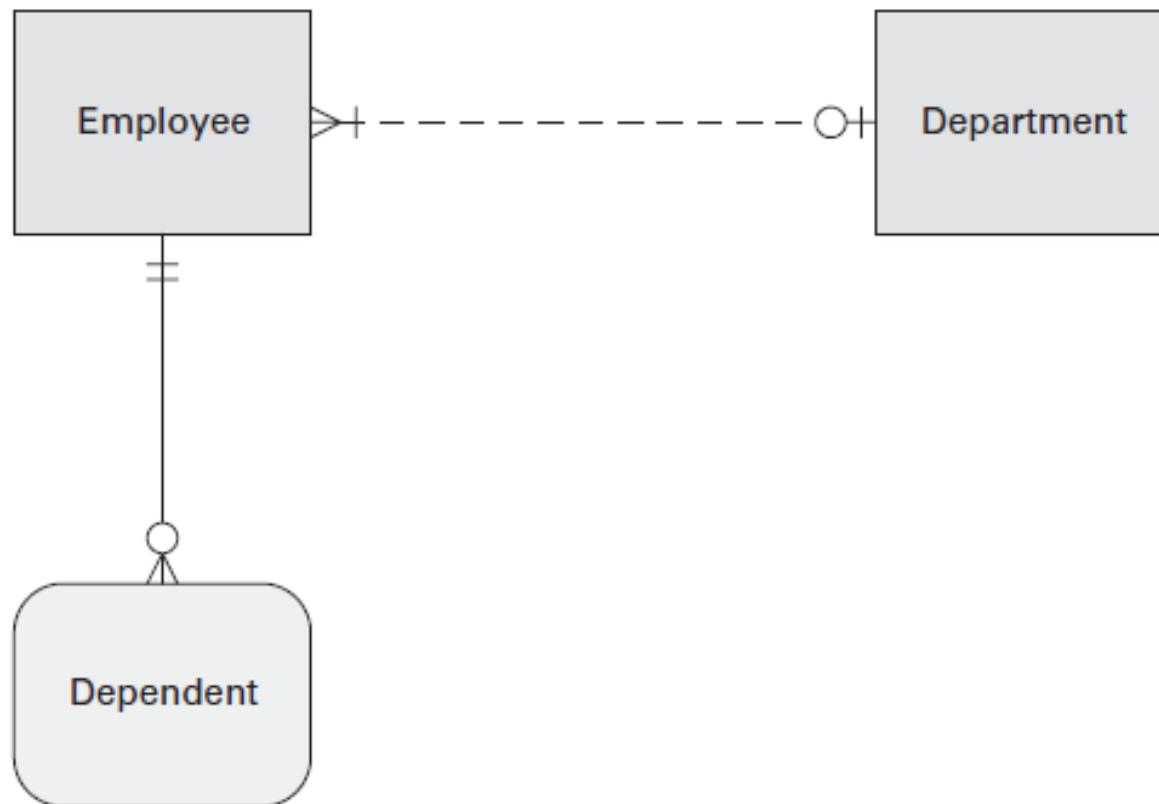
Романов Владимир Юрьевич ©2025



Нотация Entity-Relationship (Сущность-Отношение). Моделирование данных

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

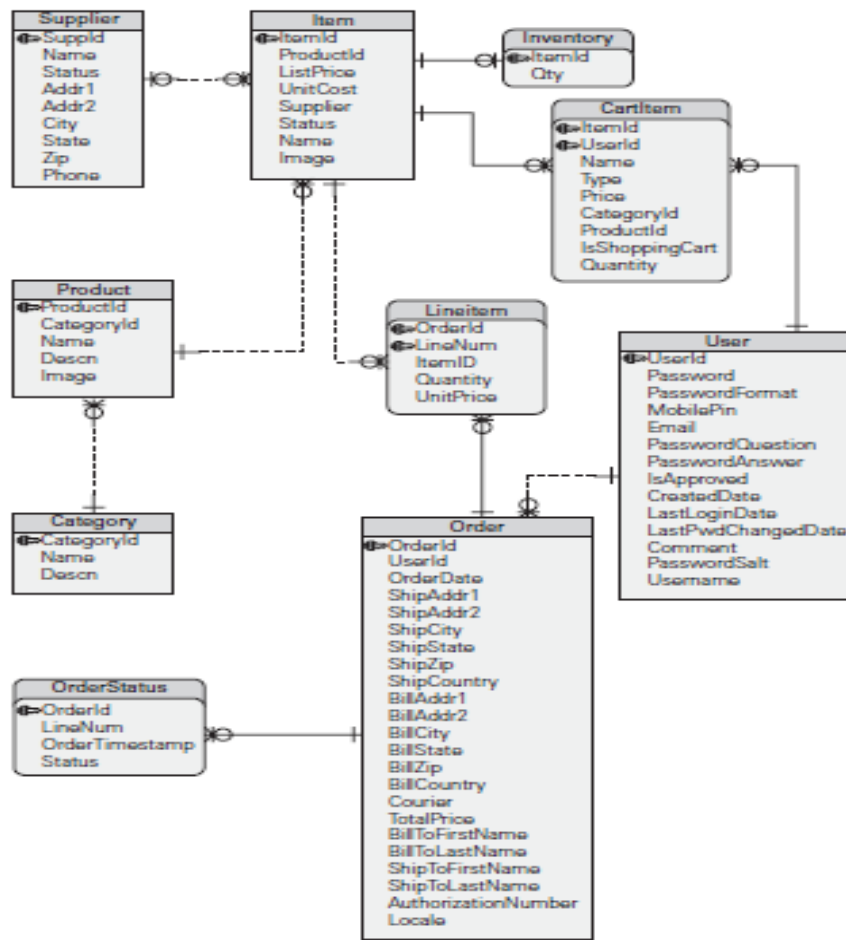
Романов Владимир Юрьевич ©2025



Нотация Entity-Relationship (Сущность-Отношение). Моделирование данных

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

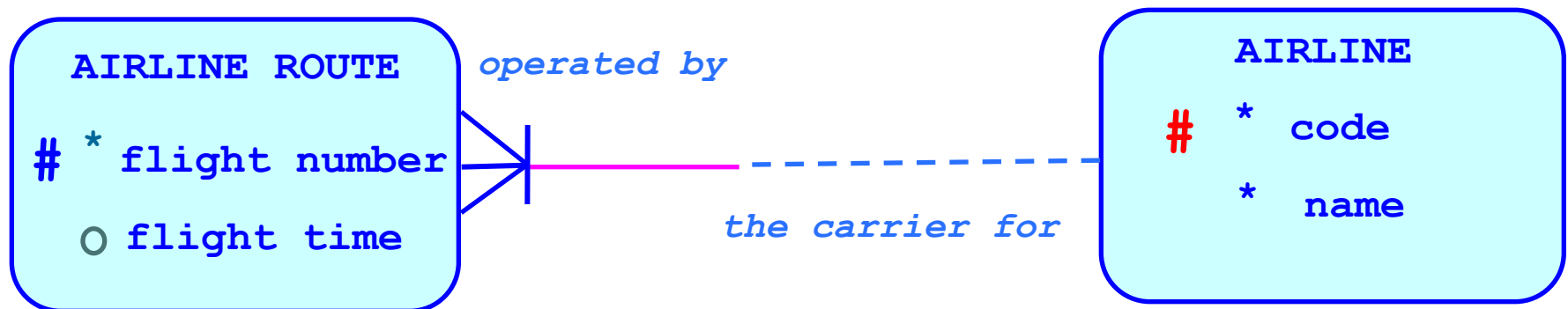
Романов Владимир Юрьевич ©2025



Нотация Entity-Relationship (Сущность-Отношение). от фирмы Oracle

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



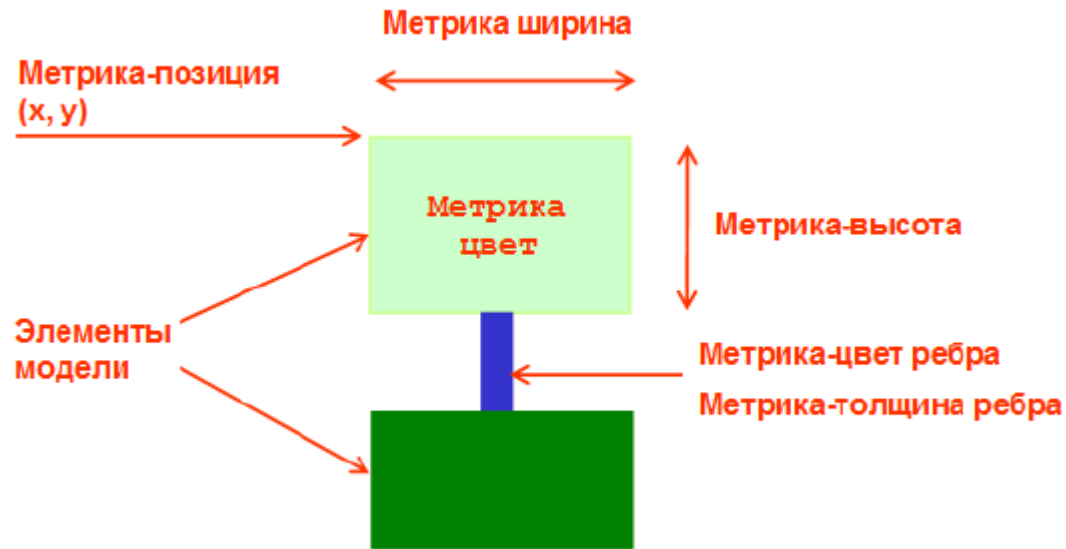
1. Визуализация программы

1.2. Полиметрические виды

1.1. Полиметрические виды. Принципы формирования

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

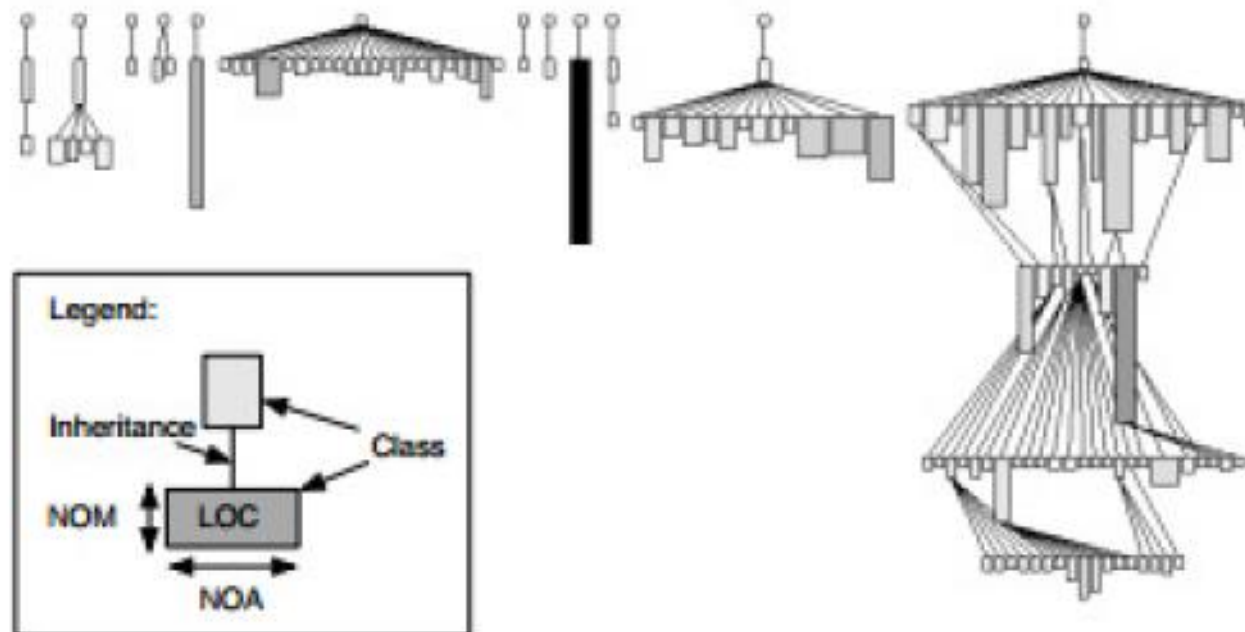
Романов Владимир Юрьевич ©2025



1.1. Полиметрические виды. Пример использования размера и цвета в диаграмме сложности пакета

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025

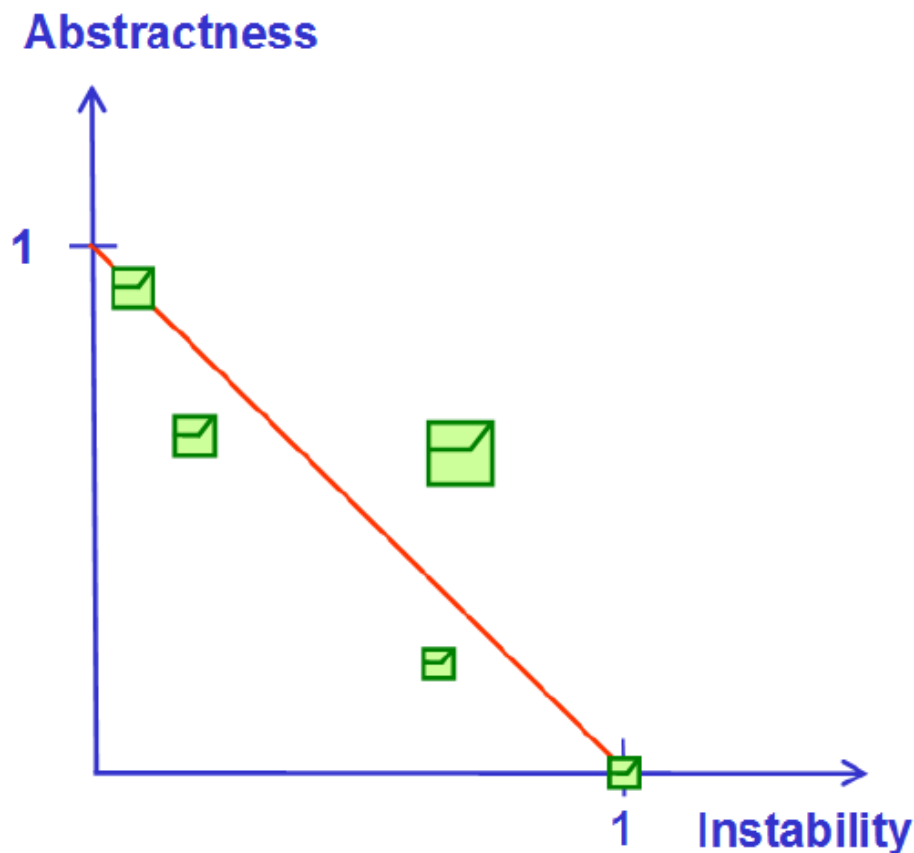


- **LOC** – (Lines Of Code) строк кода
- **NOM** – (Number Of Methods) количество методов
- **NOA** – (Number Of Attributes) количество атрибутов

1.2. Полиметрические виды. Пример использования размера и координат для визуализации абстрактности и нестабильности пакета

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



1. Визуализация программы

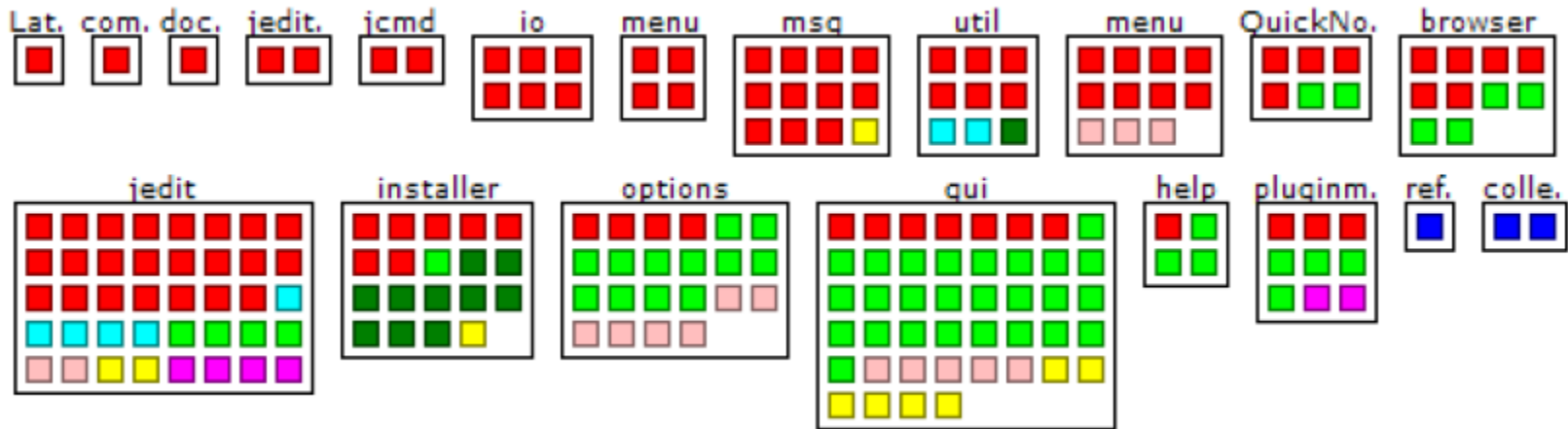
1.3. Карты распределения

Карты распределения.

Распределение свойств среди кода объектов

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



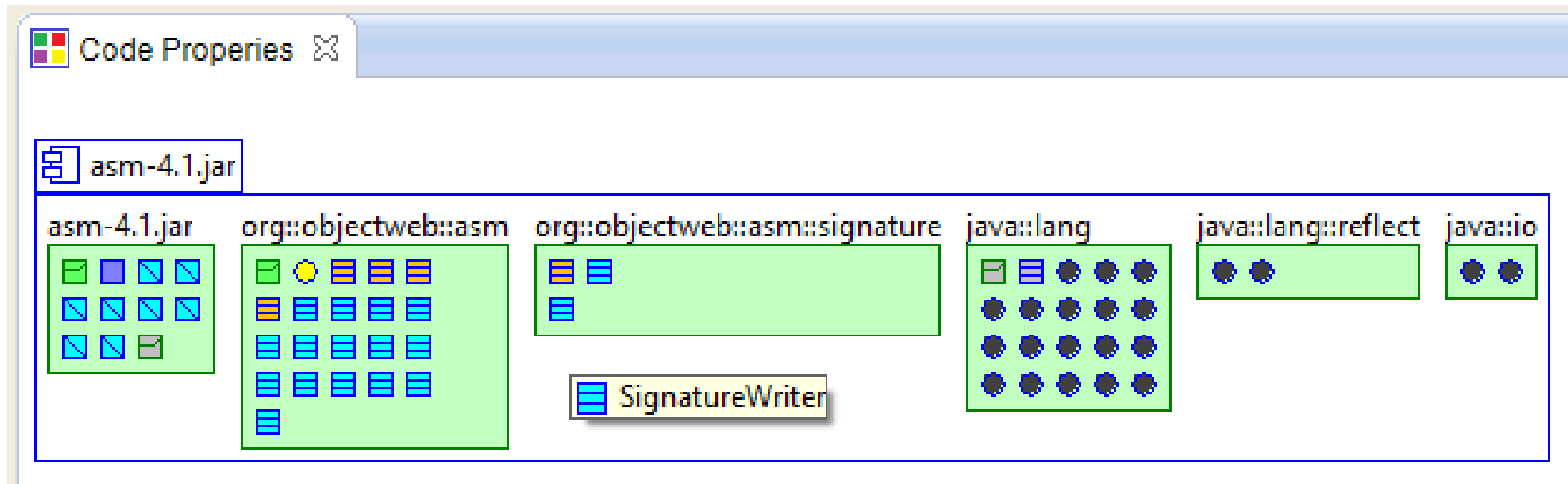
- Красный – классы ядра расположенные в верху иерархии наследования
- Синий – классы интерфейса пользователя
- Зеленый – внутренние классификаторы программы

Карты распределения.

Распределение свойств среди кода объектов

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



1. Визуализация программы

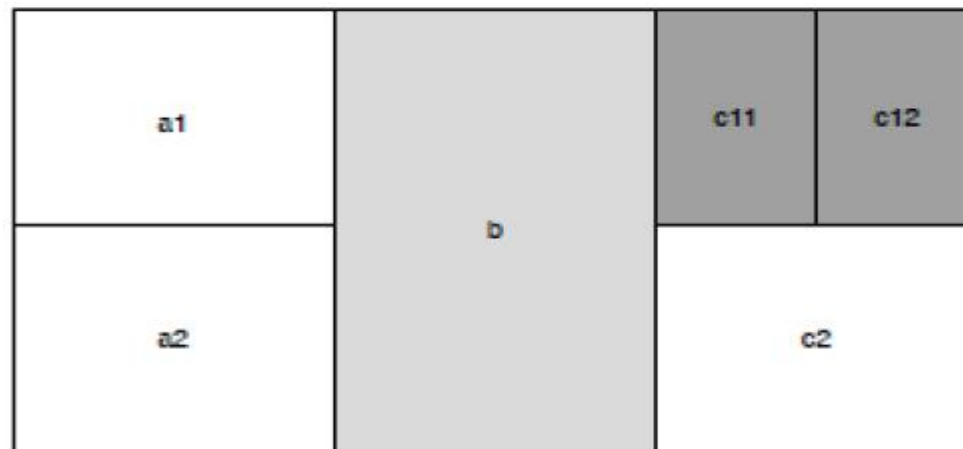
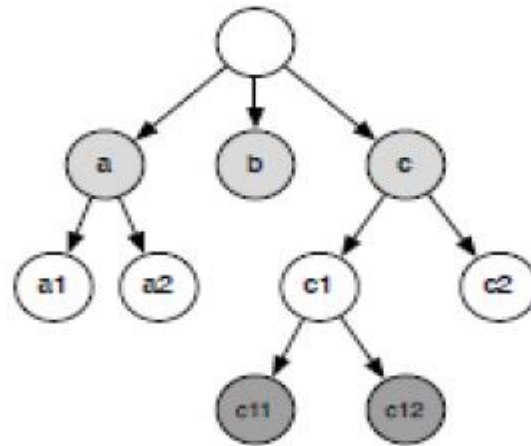
1.4. Деревья-карты распределения

1.4. Деревья - карты.

Принцип формирования

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

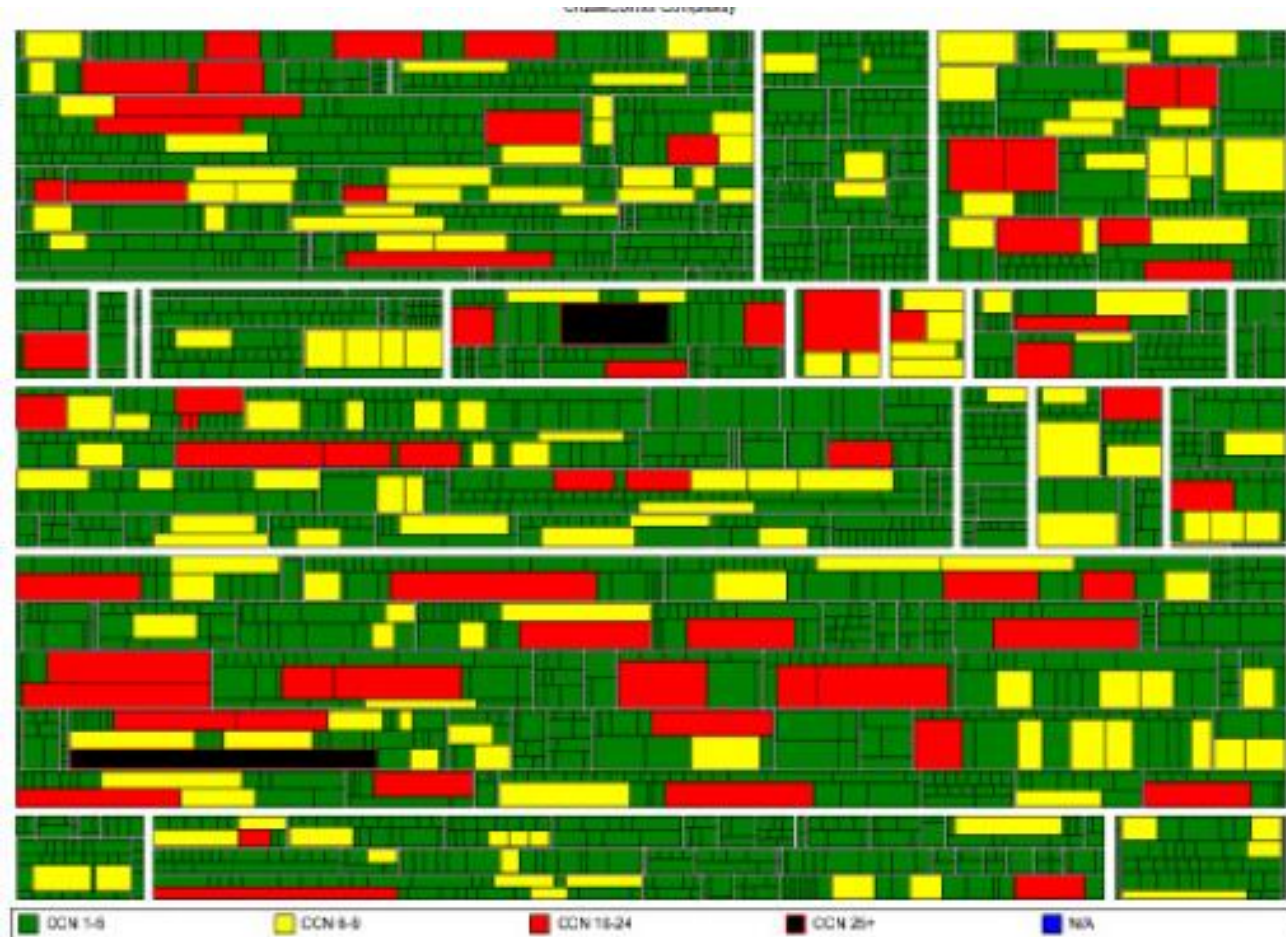
Романов Владимир Юрьевич ©2025



1.4.1. Деревья - карты. Визуализация свойств классов с помощью деревьев-карт

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



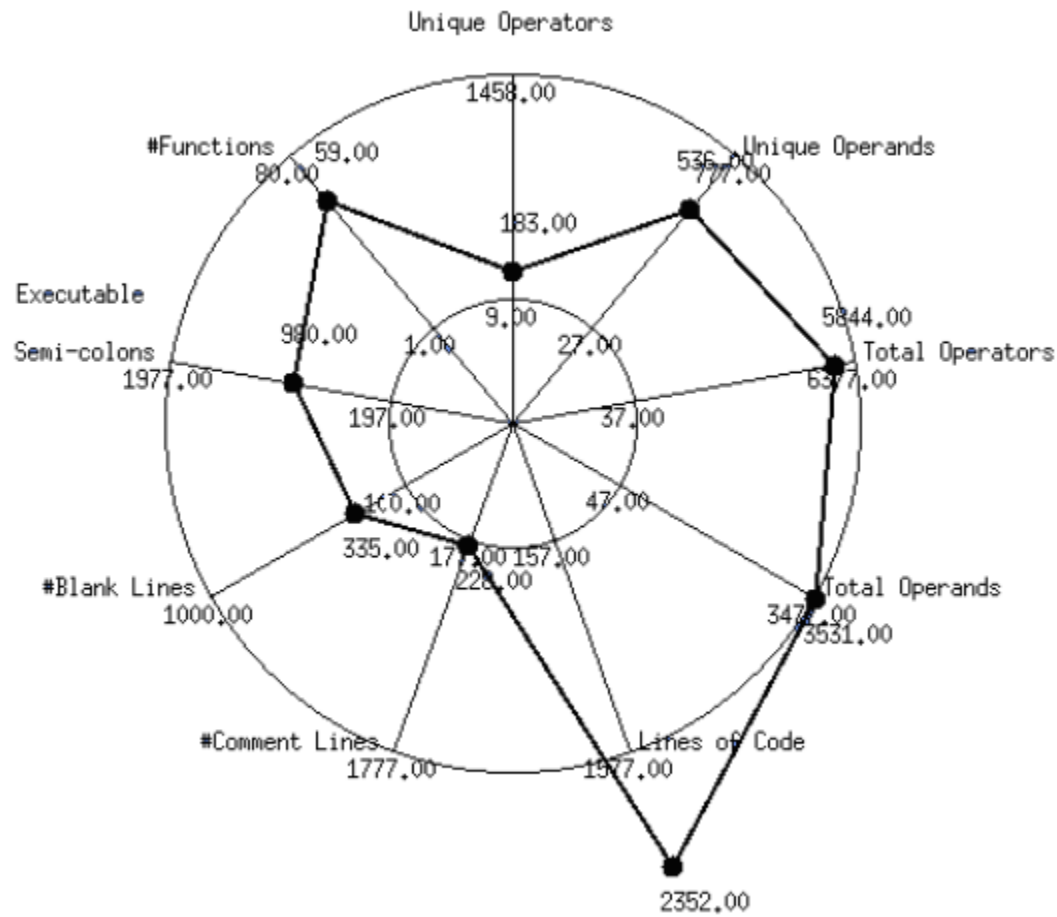
1. Визуализация программы

1.5. Полярные диаграммы

Визуализация метрик с помощью полярной диаграммы. Метрики класса

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

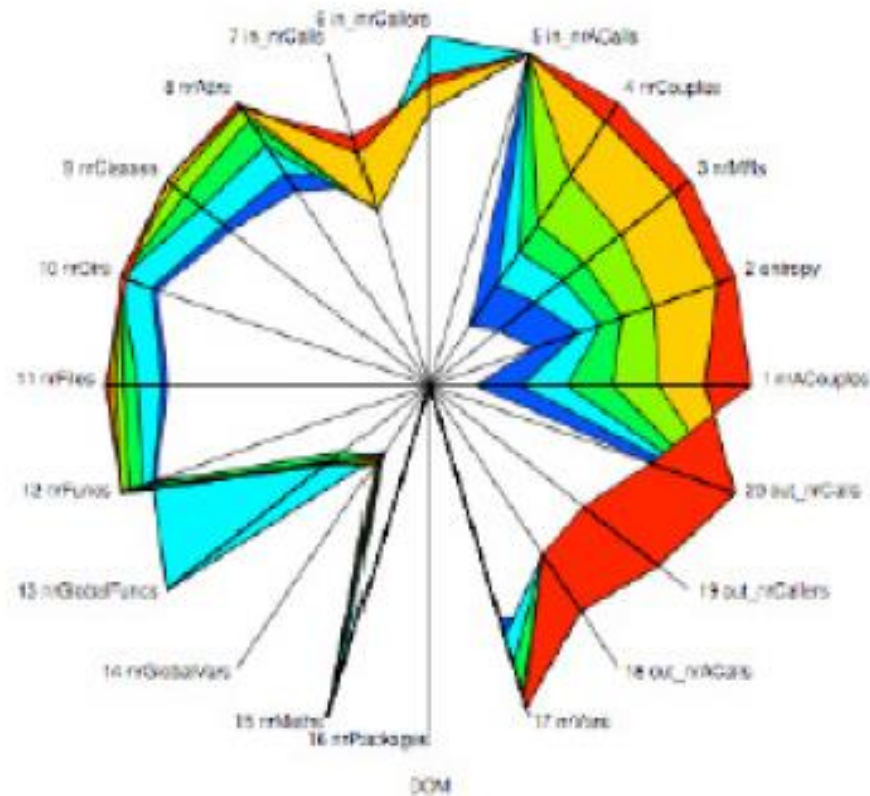
Романов Владимир Юрьевич ©2025



2.2. Визуализация эволюции класса с помощью полярной диаграммы.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

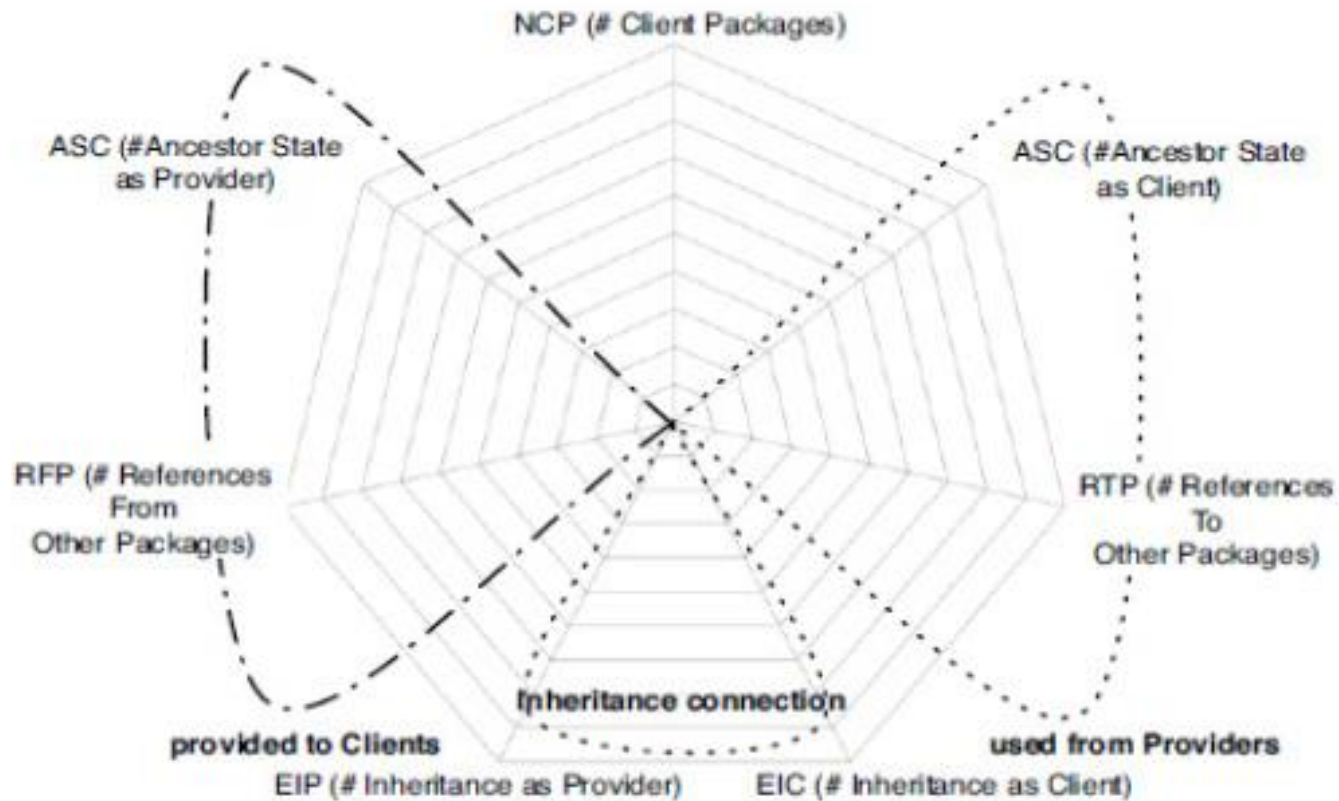
Романов Владимир Юрьевич ©2025



2.3. Визуализация связей и метрик пакета с помощью полярной диаграммы - бабочки.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



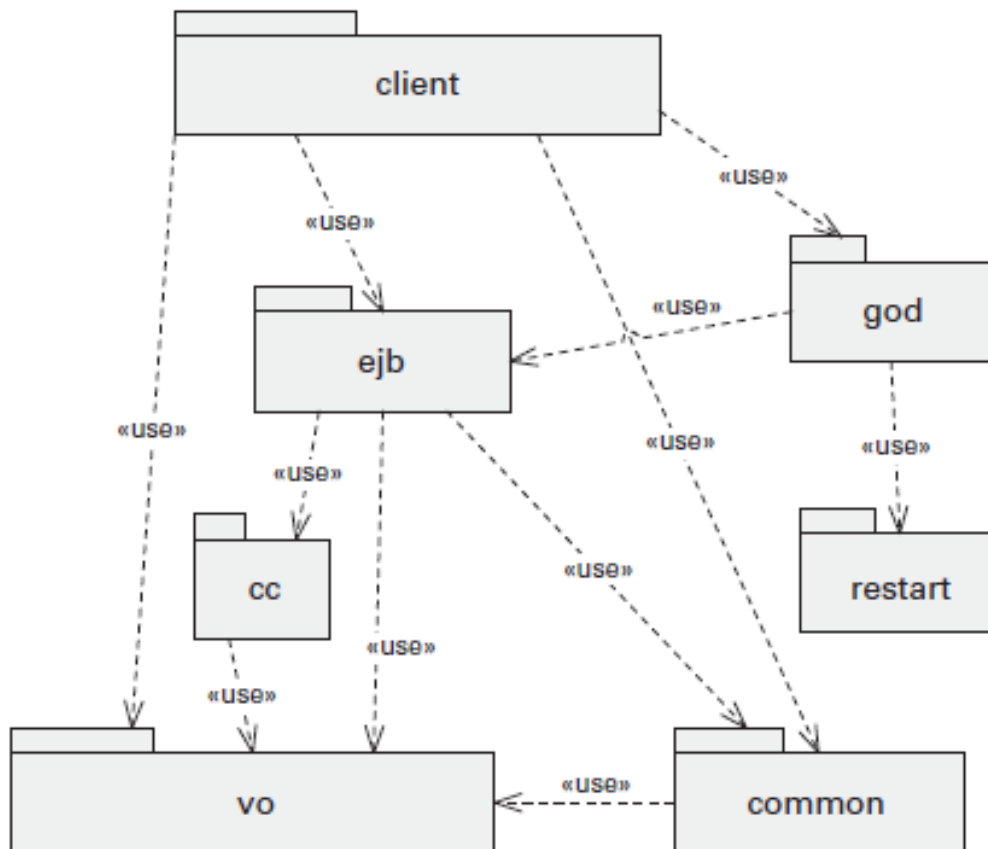
1. Визуализация программы

1.6. Матрицы структурной зависимости

Матрица структурной зависимости. Пакеты для визуализации матрицей

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



Матрица структурной зависимости (DSM).

Визуализация матрицей

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025

<http://www.dsmweb.org/>

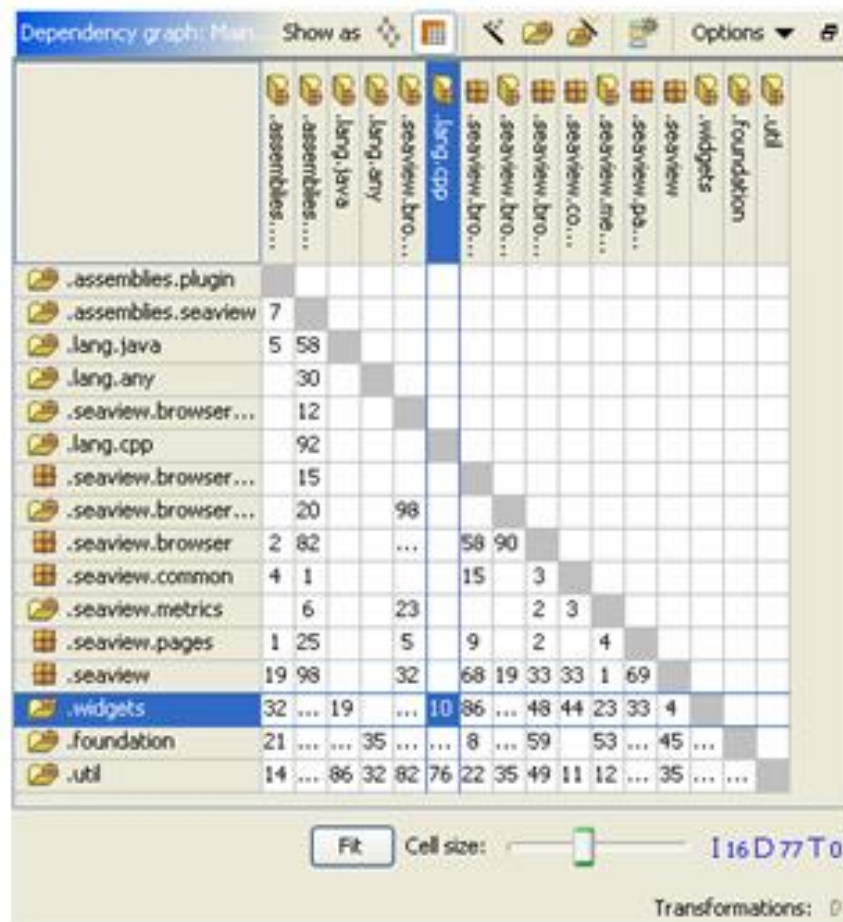
using module \ used module	client	ejb	cc	god	restart	common	vo
client	0	0	0	0	0	0	0
ejb	1	0	0	1	0	0	0
cc	0	1	0	0	0	0	0
god	1	0	0	0	0	0	0
restart	0	0	0	1	0	0	0
common	1	1	0	0	0	0	0
vo	1	1	1	0	0	1	0

Матрица структурной зависимости

Анализ степени зависимости.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

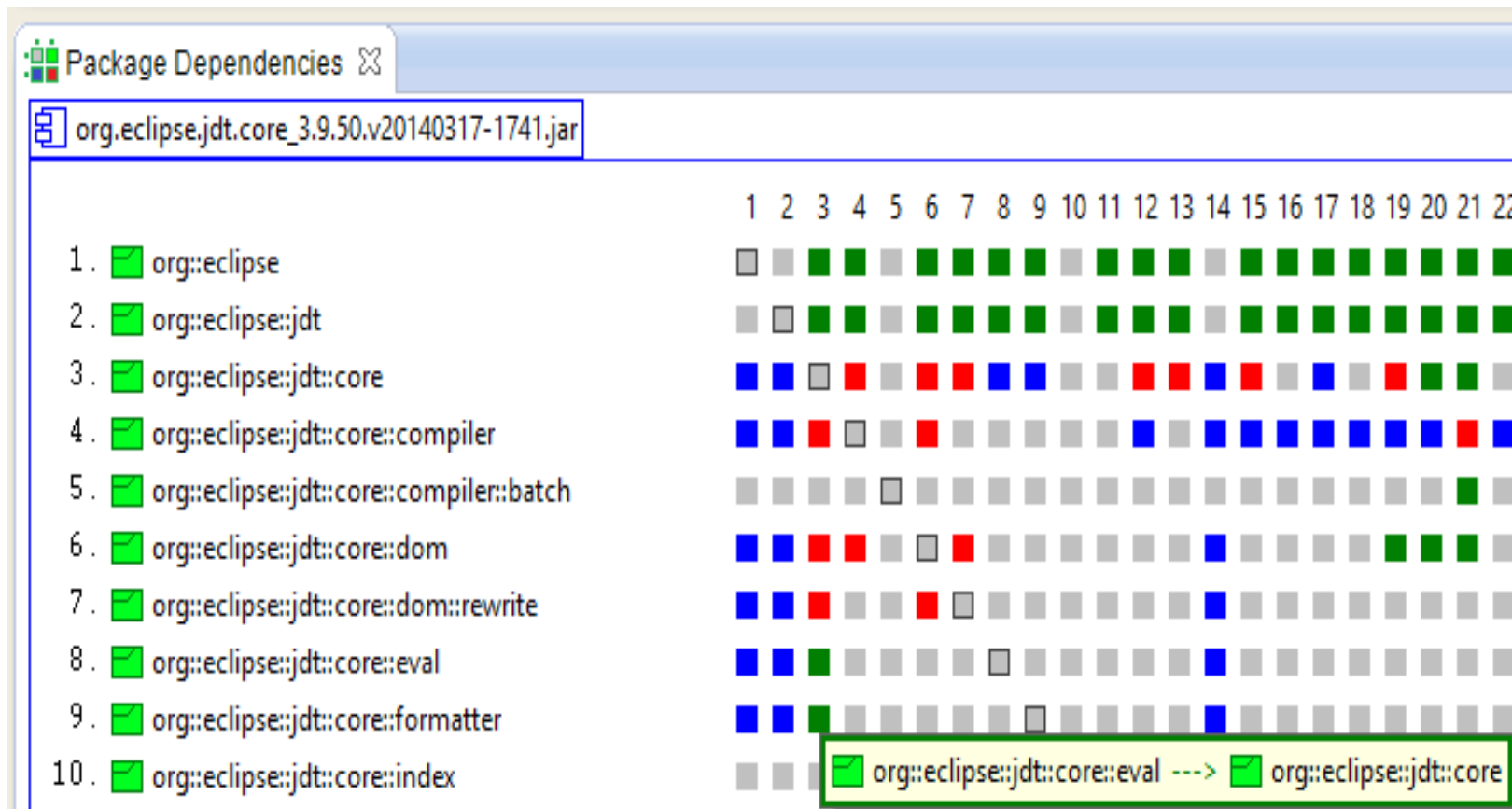
Романов Владимир Юрьевич ©2025



3.1. Визуализация с помощью точечной диаграммы. Визуализация связей между пакетами.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

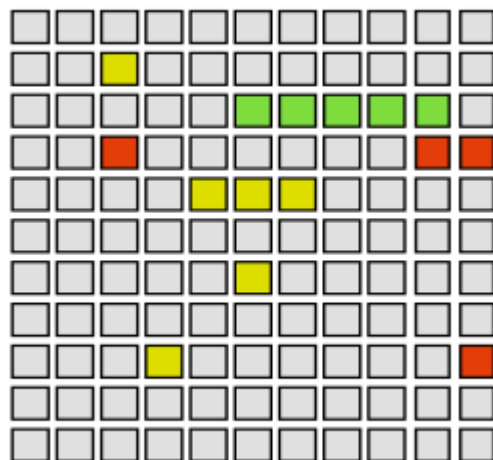
Романов Владимир Юрьевич ©2025



3.2. Визуализация с помощью точечной диаграммы. Визуализация связей между компонентами (jar-файлами).

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



1. Визуализация программы

1.7. Метафора города при визуализации программы



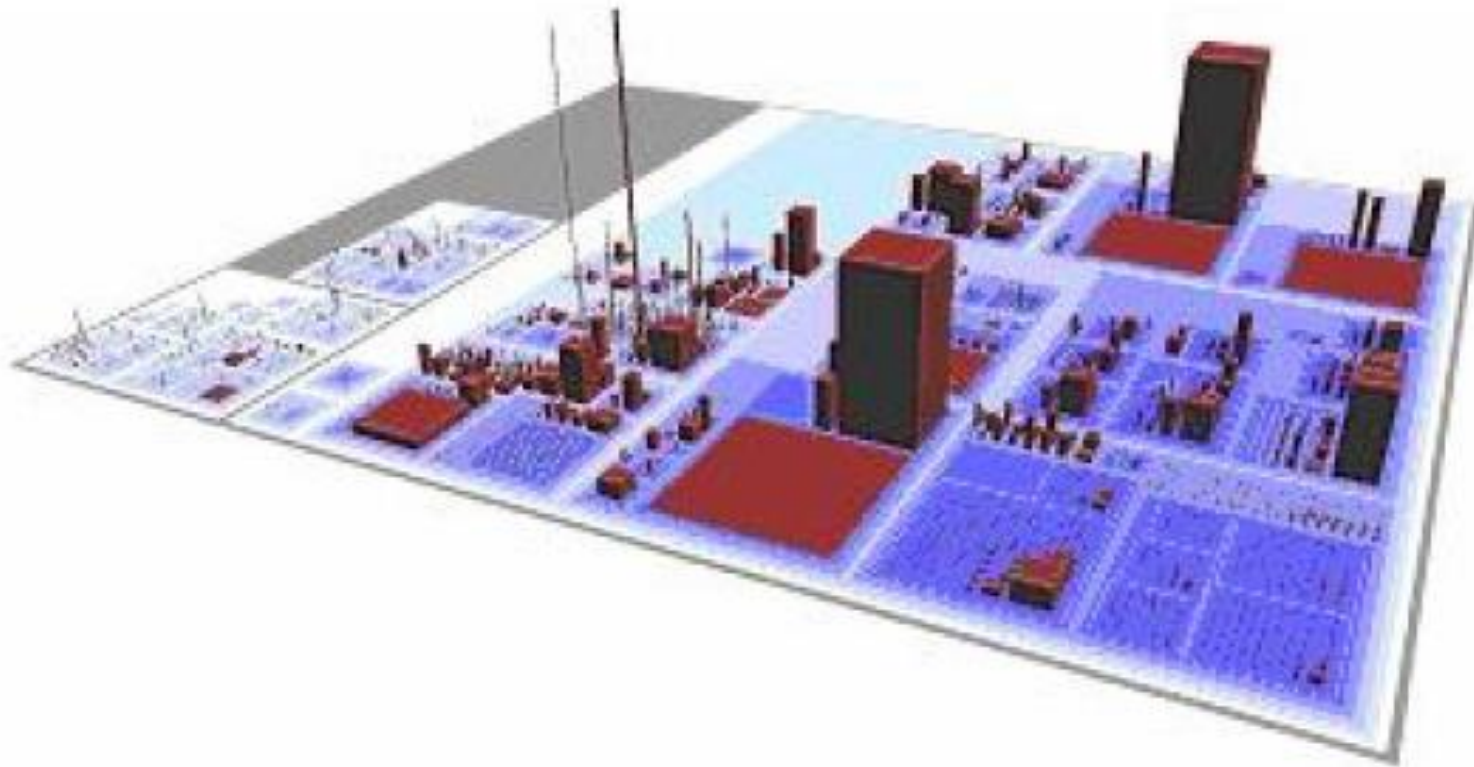
1.7. 1. Кварталы города – это пакеты UML (Java)



4.1. Визуализация структуры и метрик с помощью карты города.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

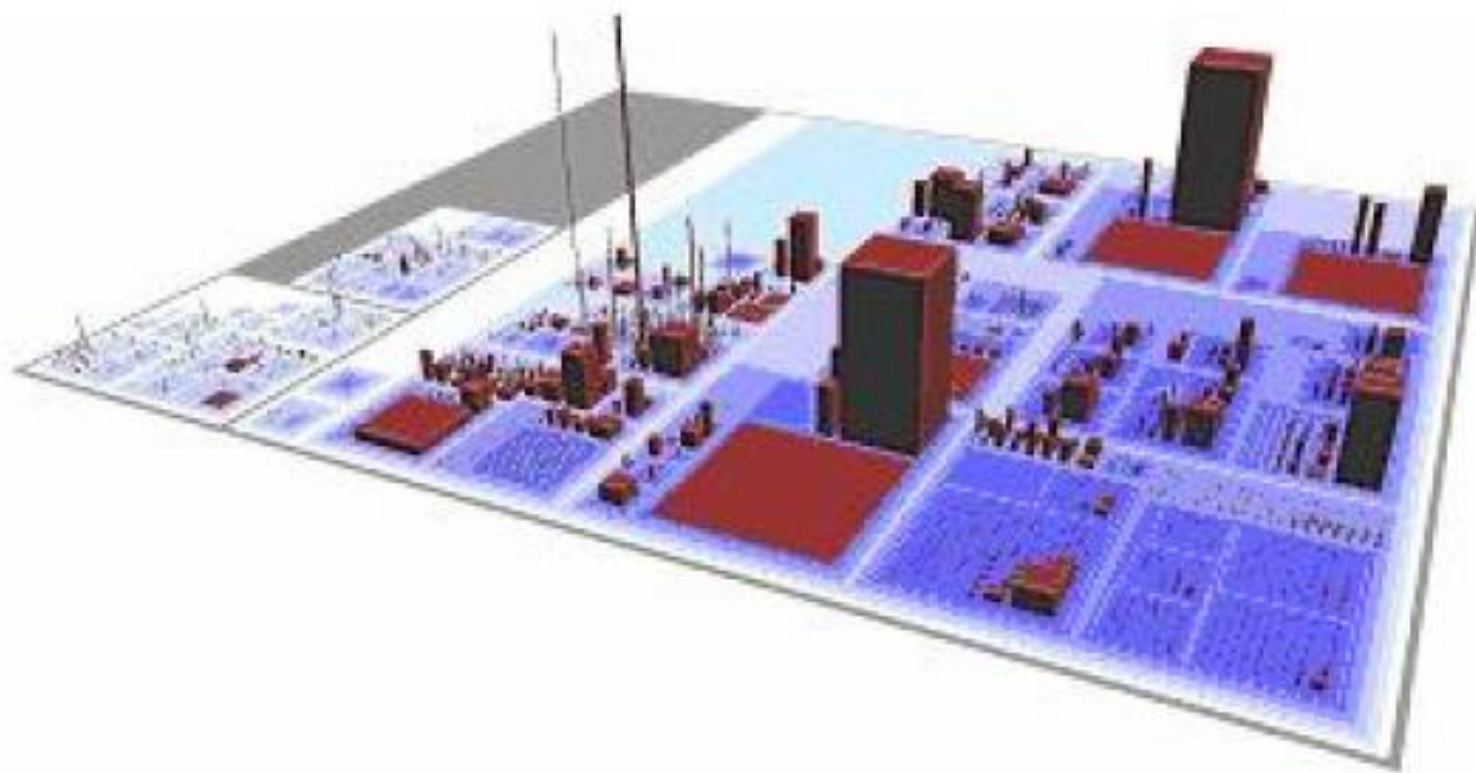
Романов Владимир Юрьевич ©2025



Визуализация структуры и метрик с помощью карты программы-города.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

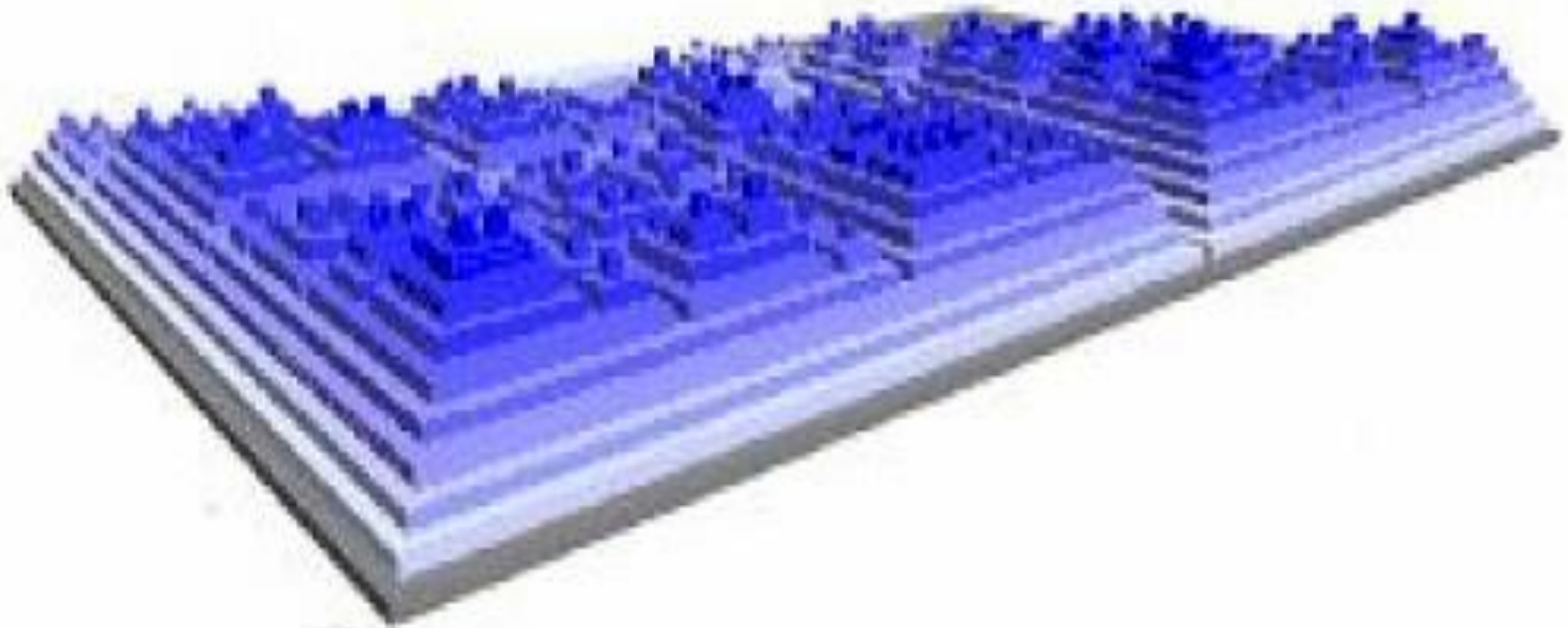
Романов Владимир Юрьевич ©2025



4.1.1. Визуализация топологии программы-города.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

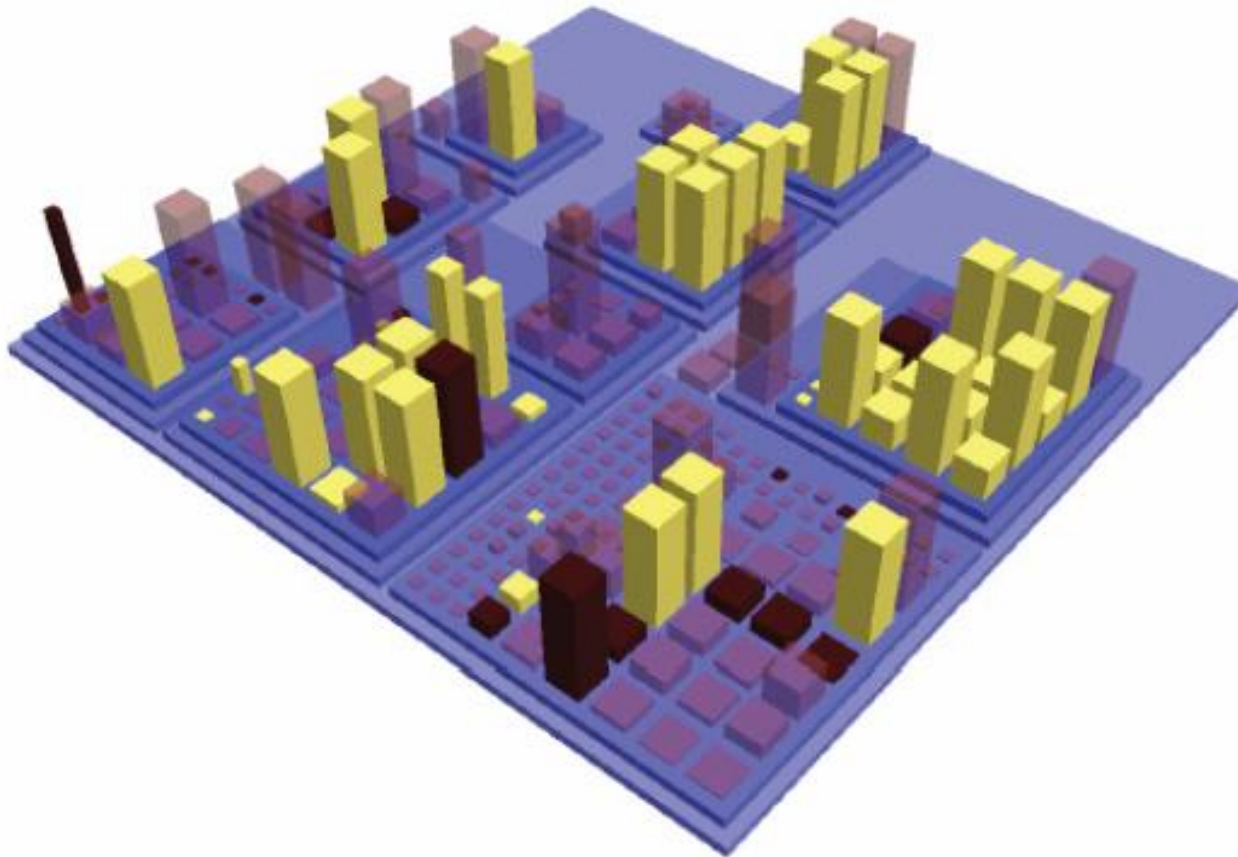
Романов Владимир Юрьевич ©2025



Визуализация свойств классов с помощью расцветки программы-города.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

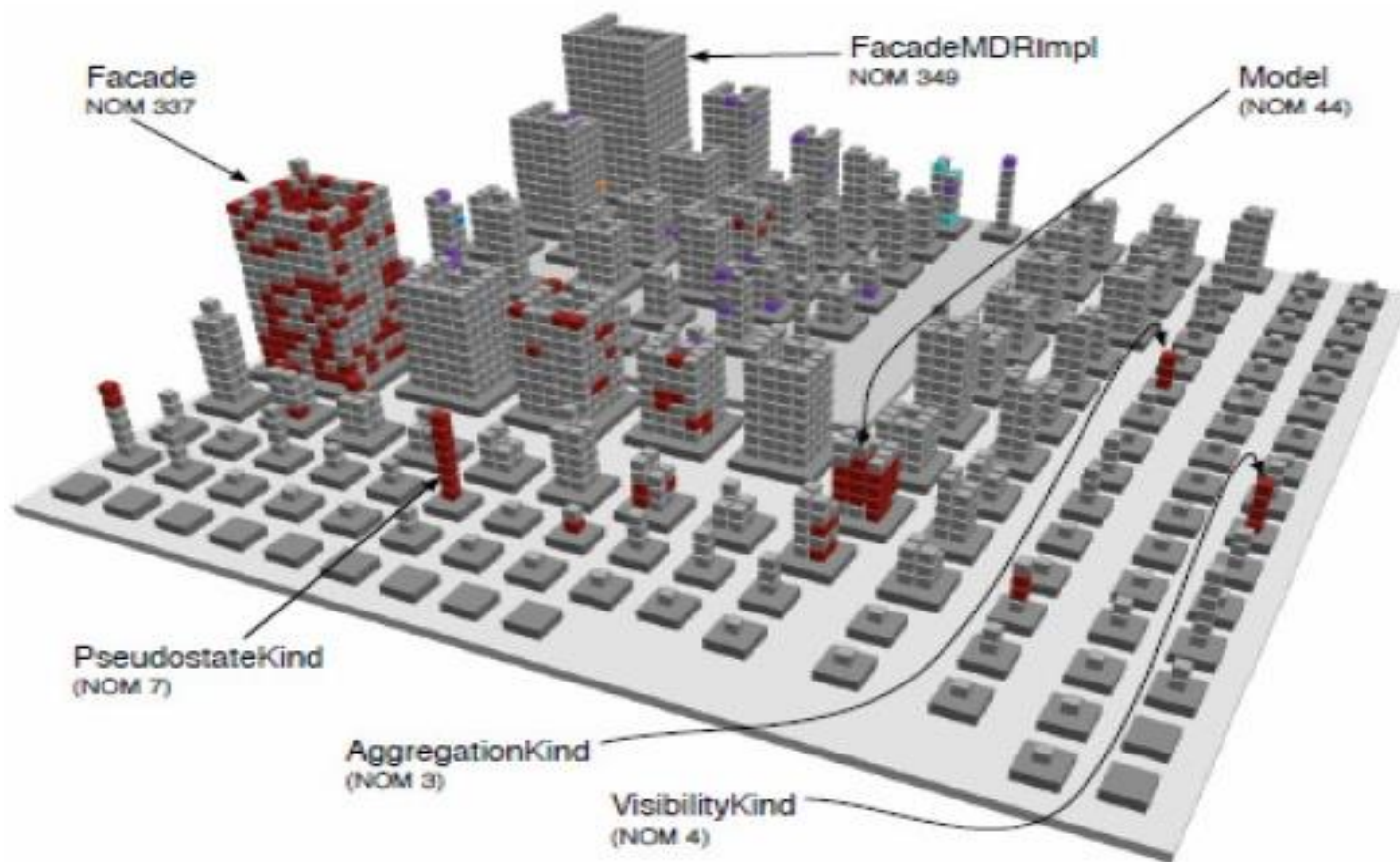
Романов Владимир Юрьевич ©2025



4.1.2. Визуализация методов классов и их дефектов помощью расцветки программы-города.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

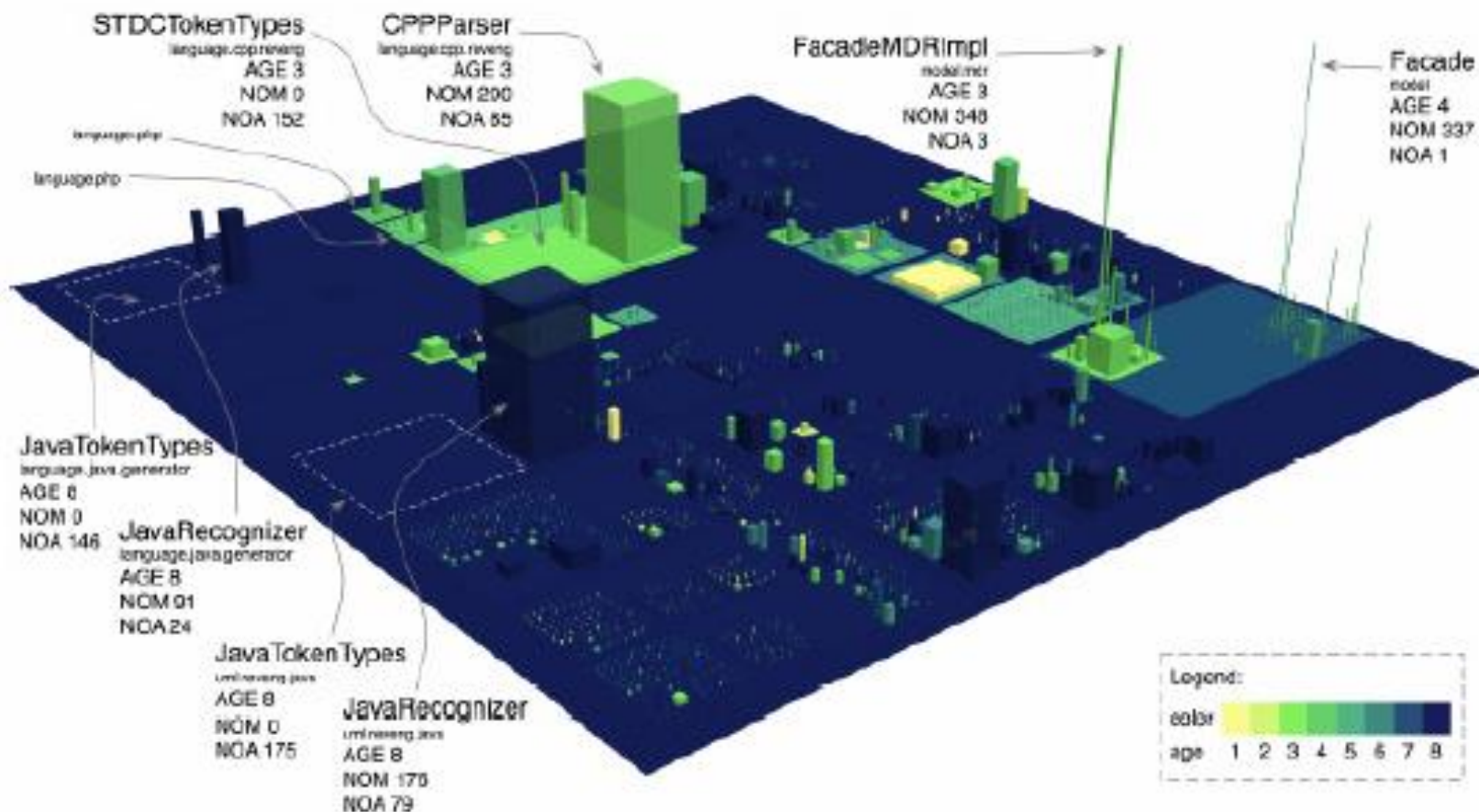
Романов Владимир Юрьевич ©2025



4.2. Визуализация эволюции программы с помощью расцветки программы-города.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

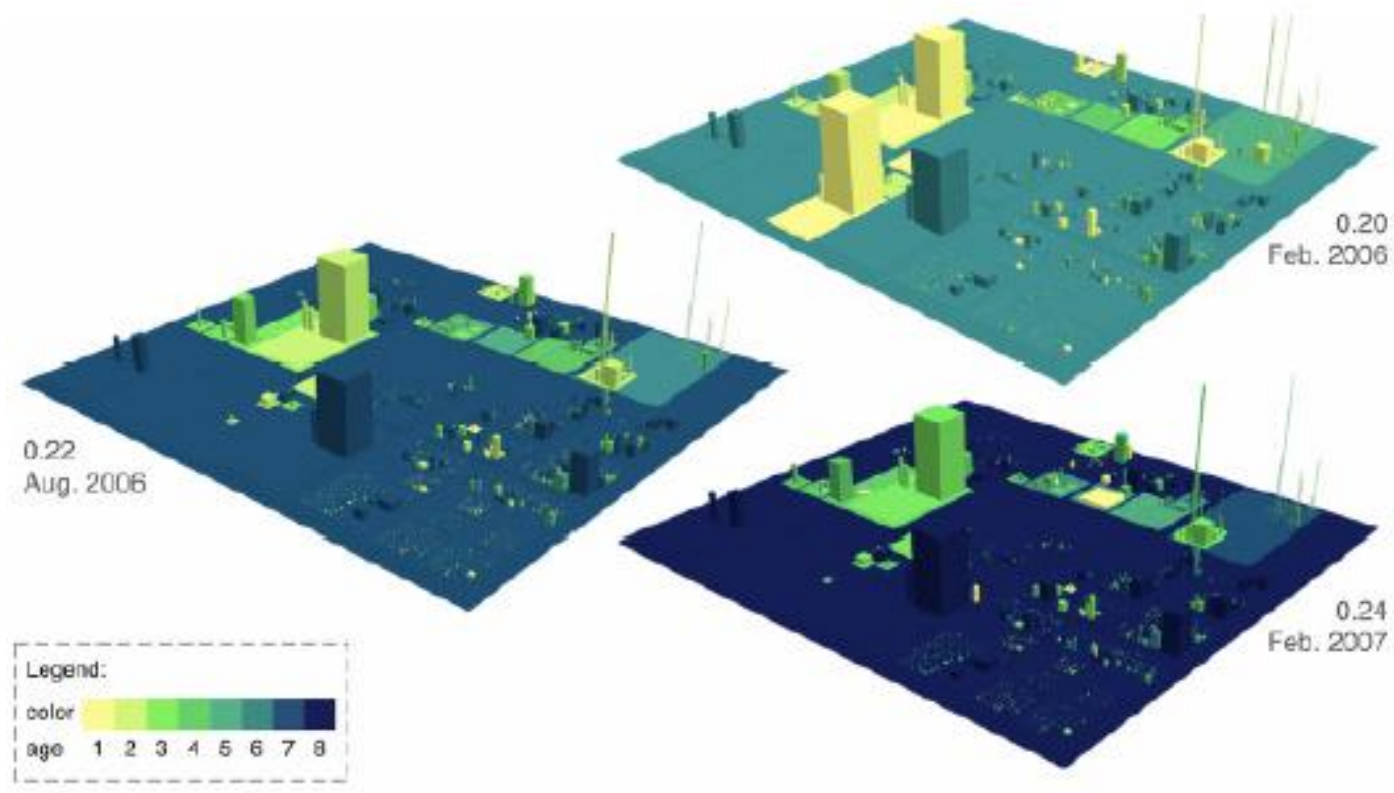
Романов Владимир Юрьевич ©2025



4.2.2. Сочетание карты возраста программы и путешествия во времени

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

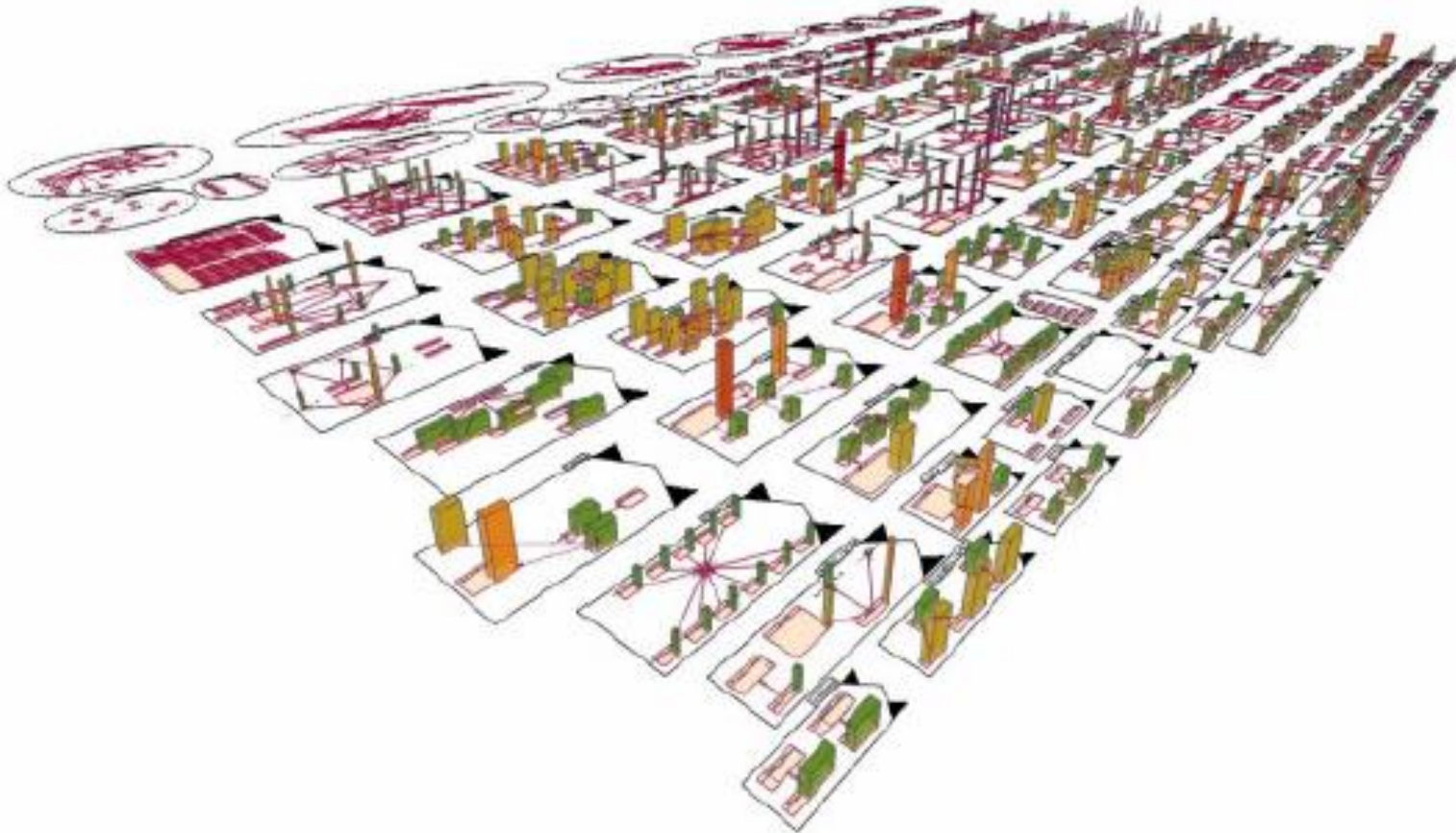
Романов Владимир Юрьевич ©2025



4.3. Сочетание карты программы-города и диаграммы UML

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025





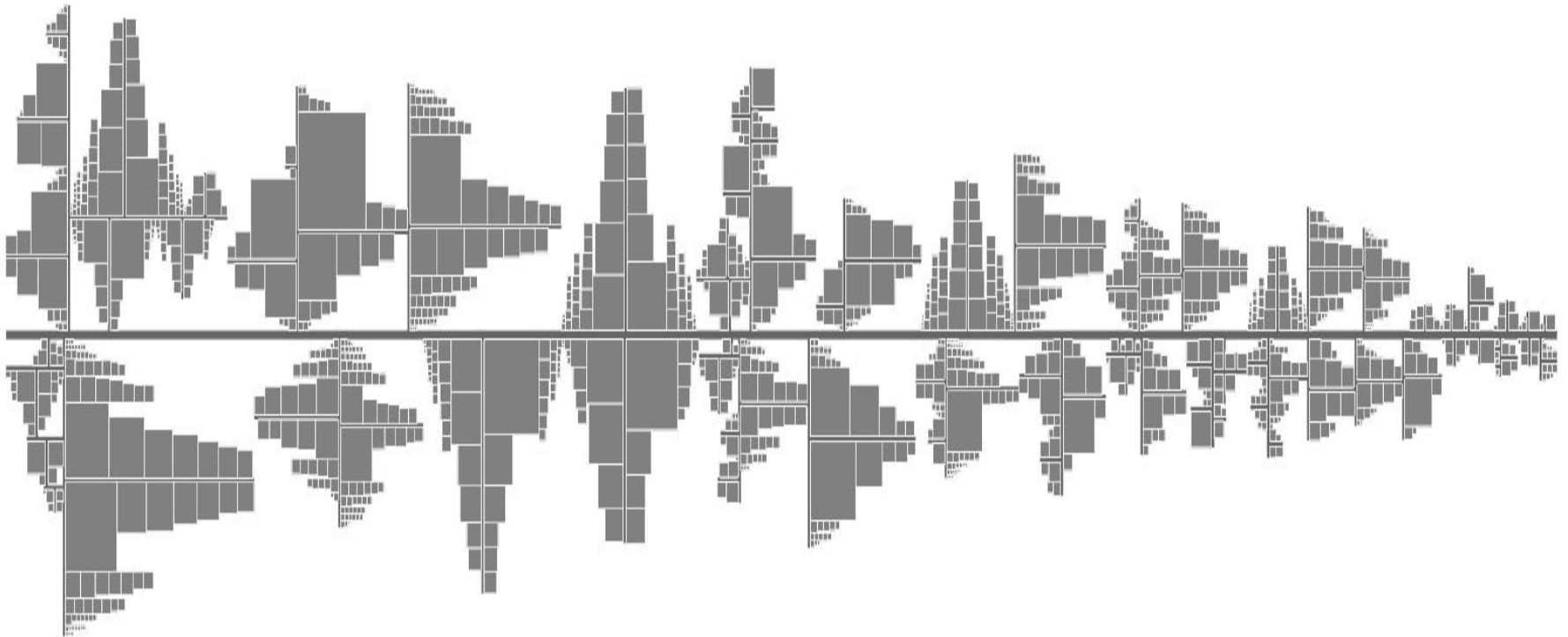
1.7. 1. Улицы города – это пакеты UML (Java)



Двумерное изображение улиц города.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

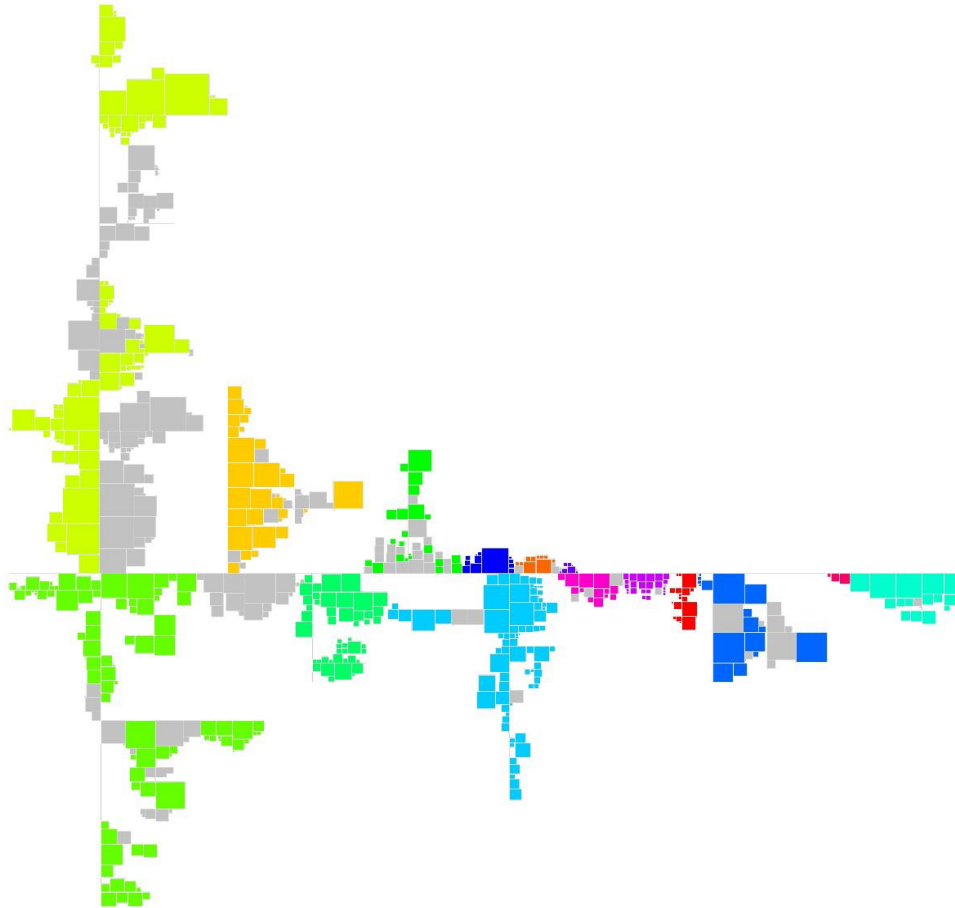
Романов Владимир Юрьевич ©2025



Двумерное изображение улиц города. Раскраска свойств зданий - классов.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

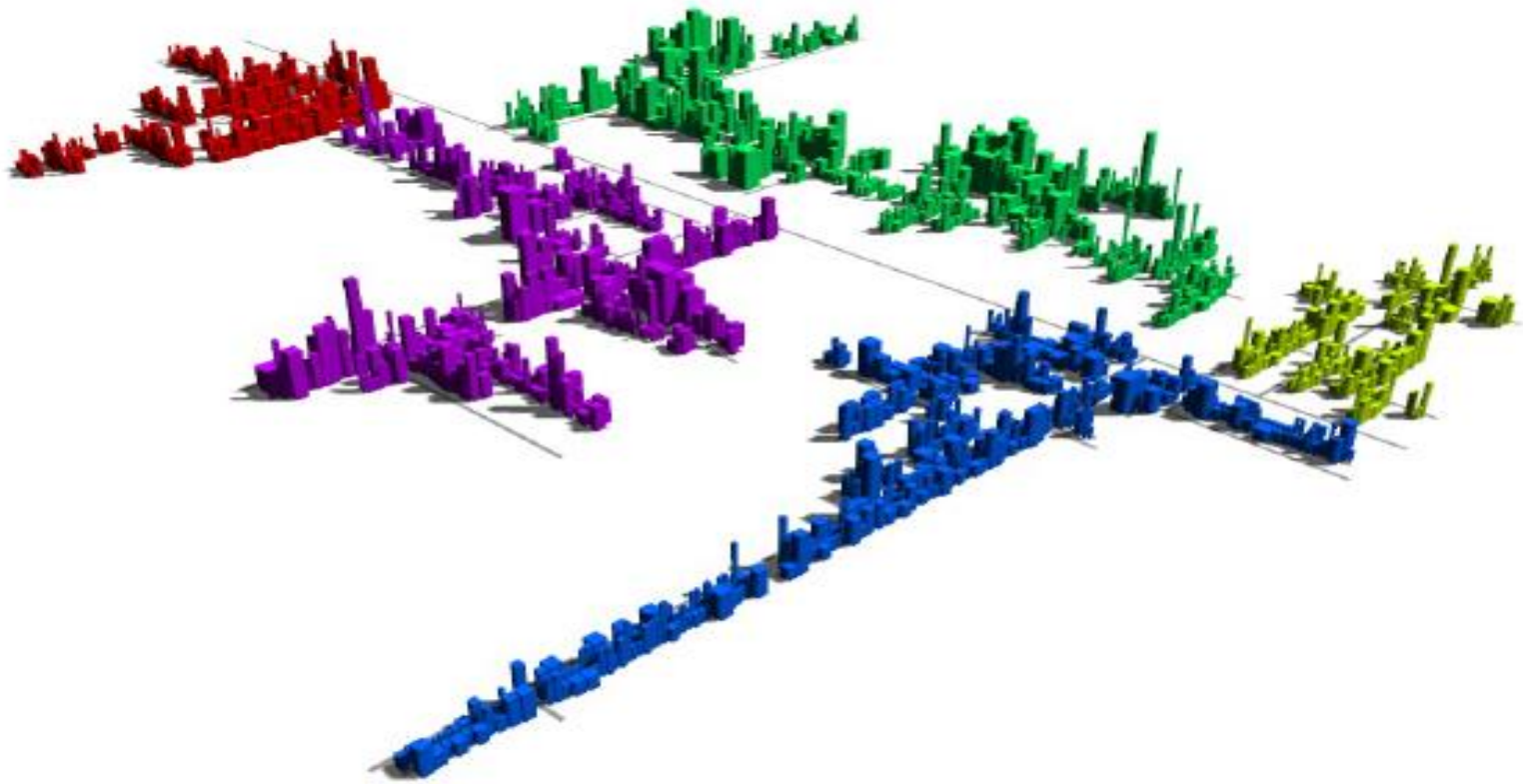
Романов Владимир Юрьевич ©2025



Трёхмерное изображение улиц города.

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

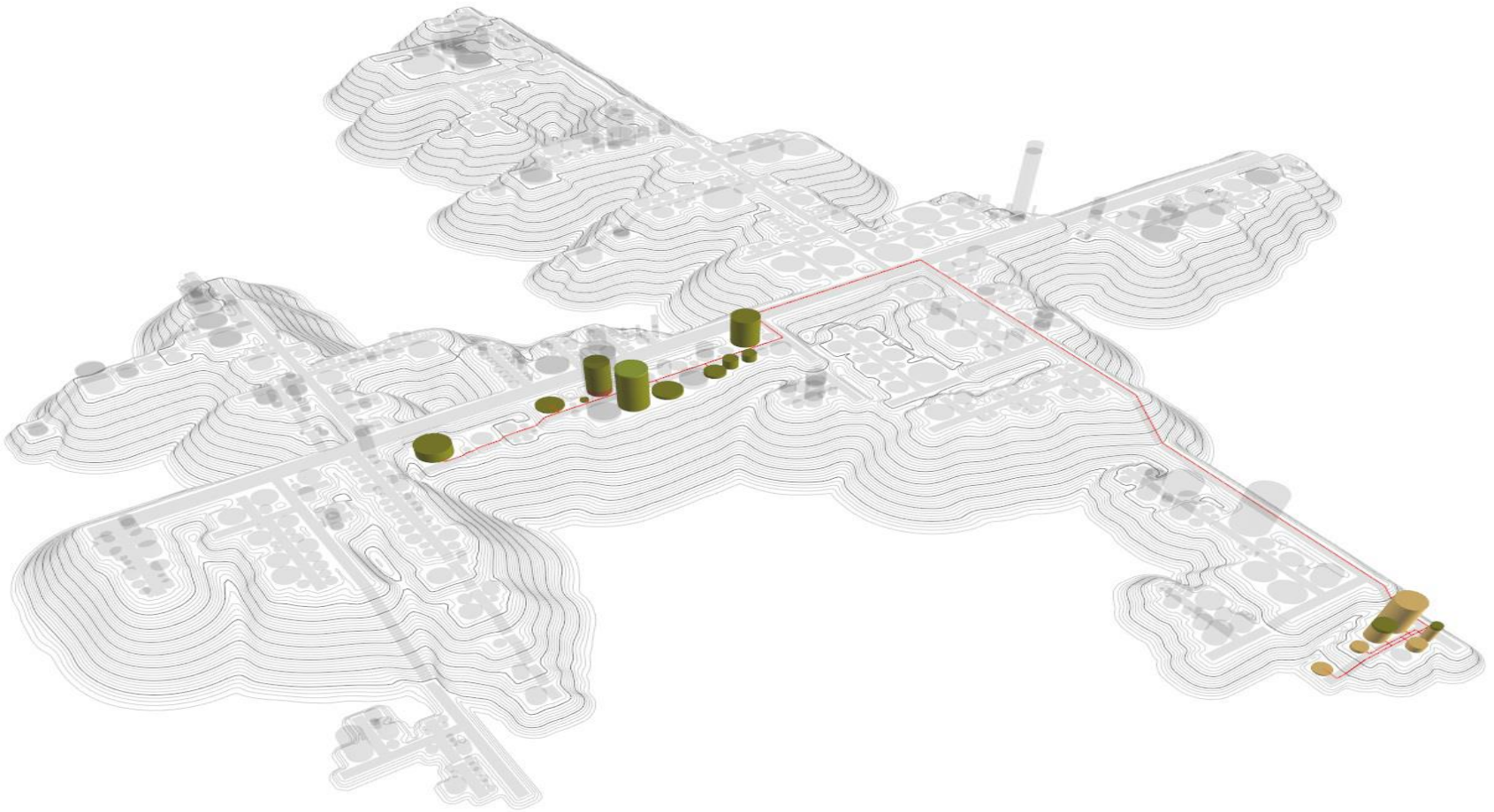
Романов Владимир Юрьевич ©2025



Трехмерное изображение улиц города. Изображение эволюции как рельефа города

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



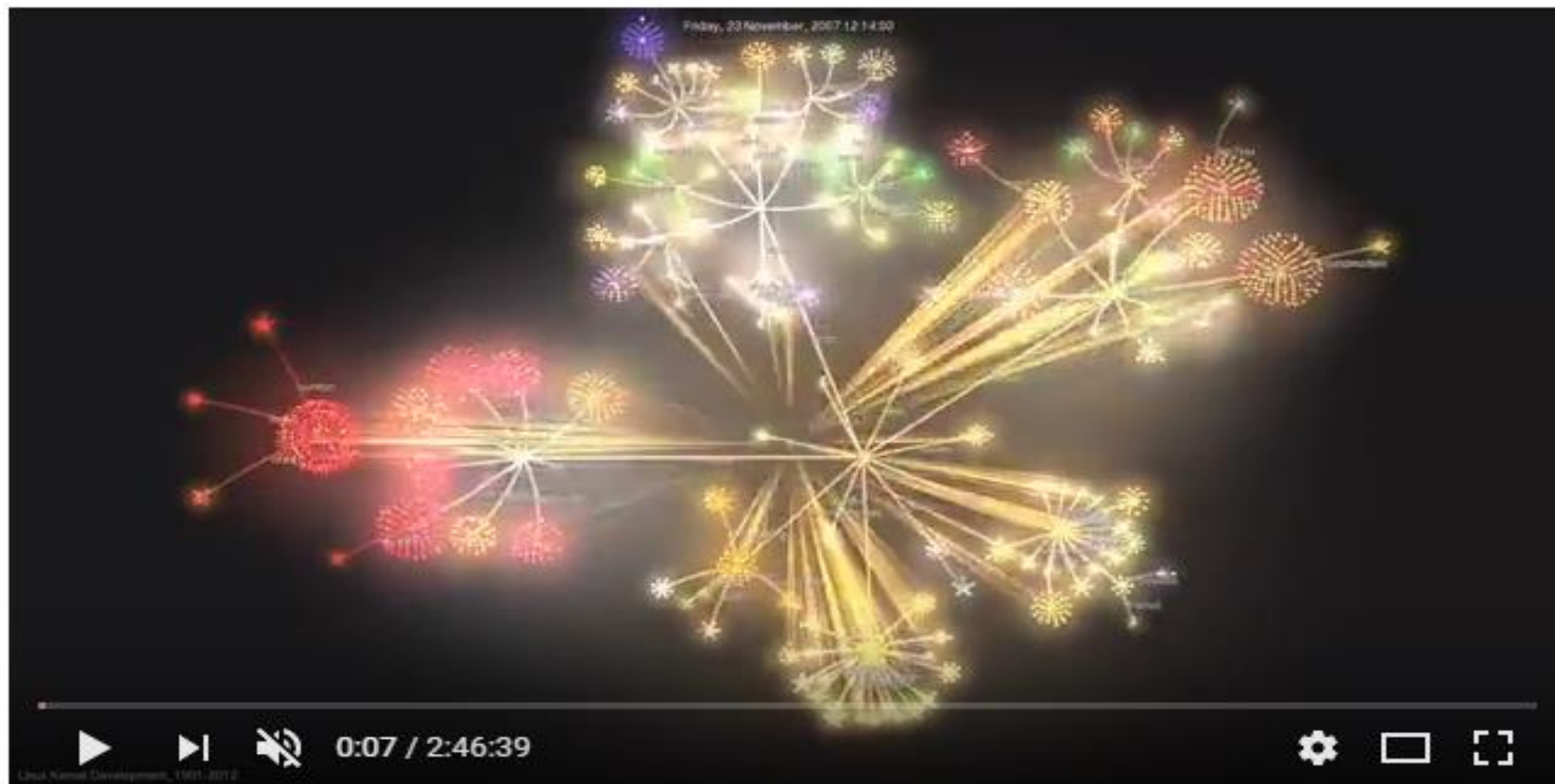


Визуализация эволюции программы

Эволюция программа в Git-репозитории (история ядра Linux)

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



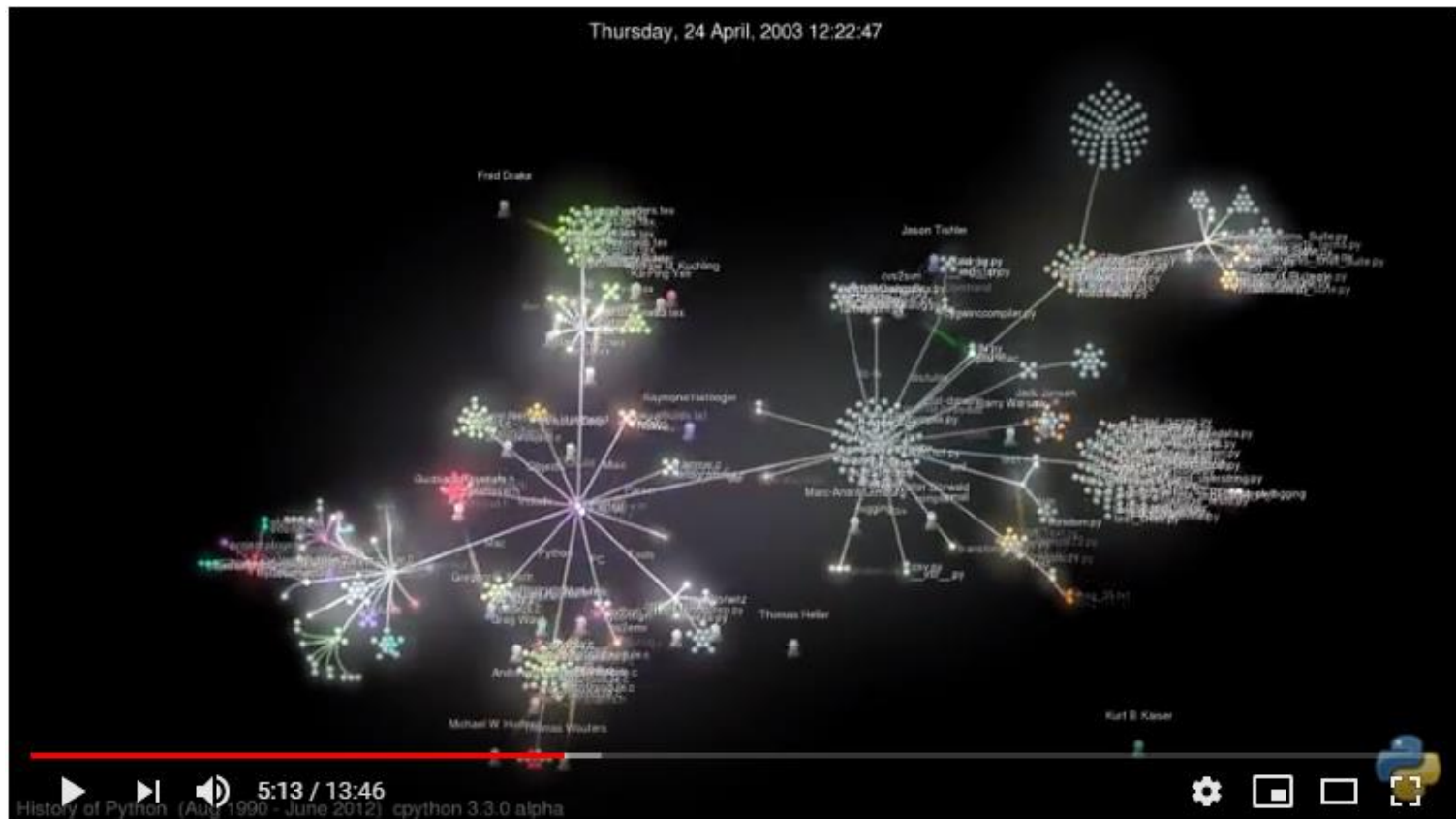
Linux Kernel Development, 1991-2012

<https://www.youtube.com/watch?v=pOSqctHH9vY>

Эволюция программы в Git-репозитории (история языка Python)

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



History of Python - Source - development visualization (august 1990 - june 2012)

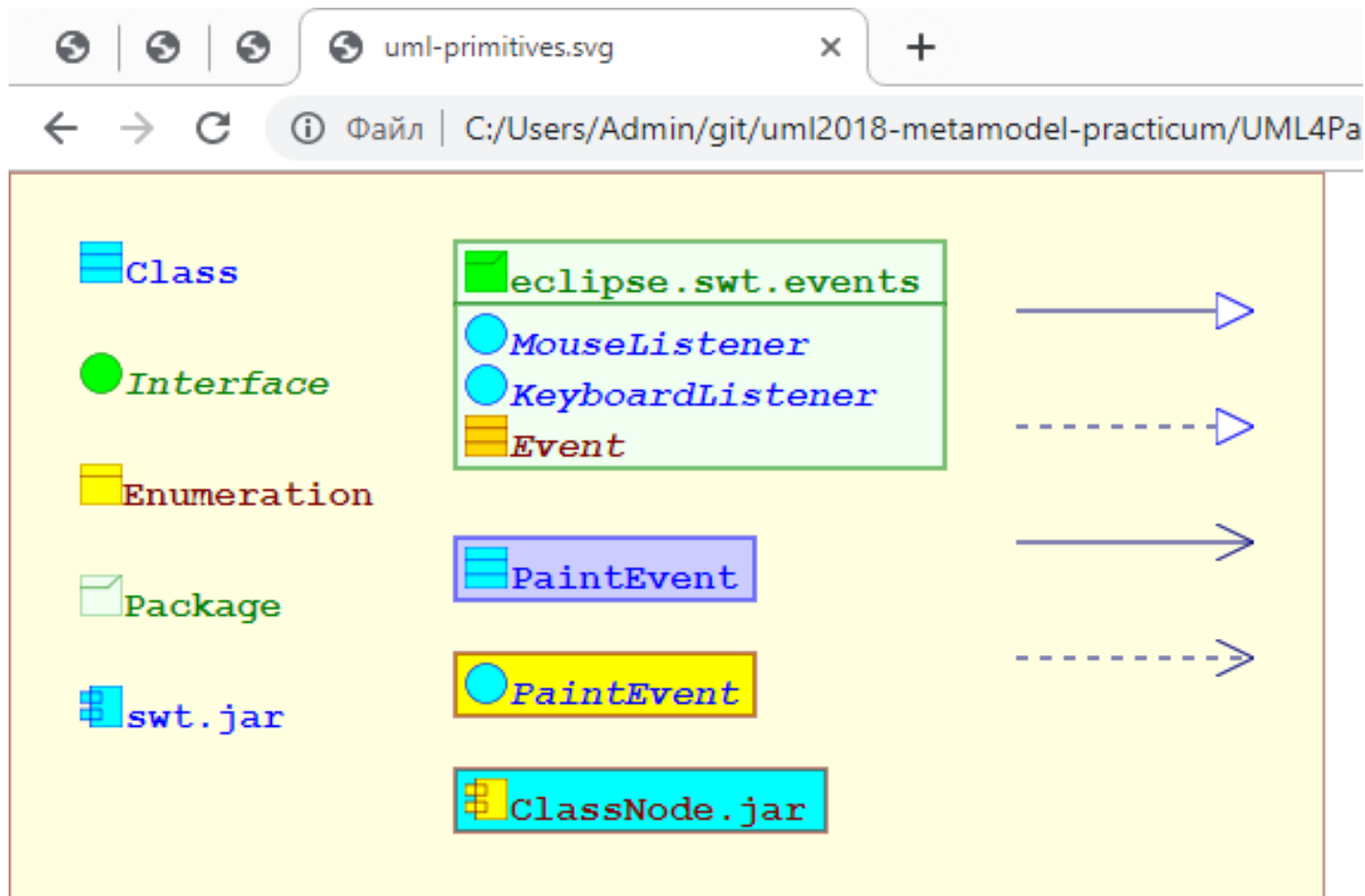
<https://www.youtube.com/watch?v=cNBtDstOTmA>

2. Генерация диаграмм в формате HTML5+SVG

Диаграмма в файле формата Scalable Vector Graphics (SVG)

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



Файл в формате HTML5+SVG

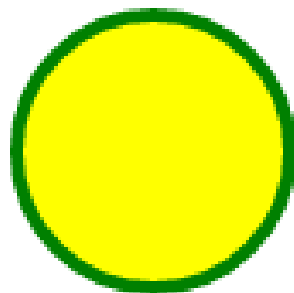
Scalable Vector Graphics встроен в HTML5

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



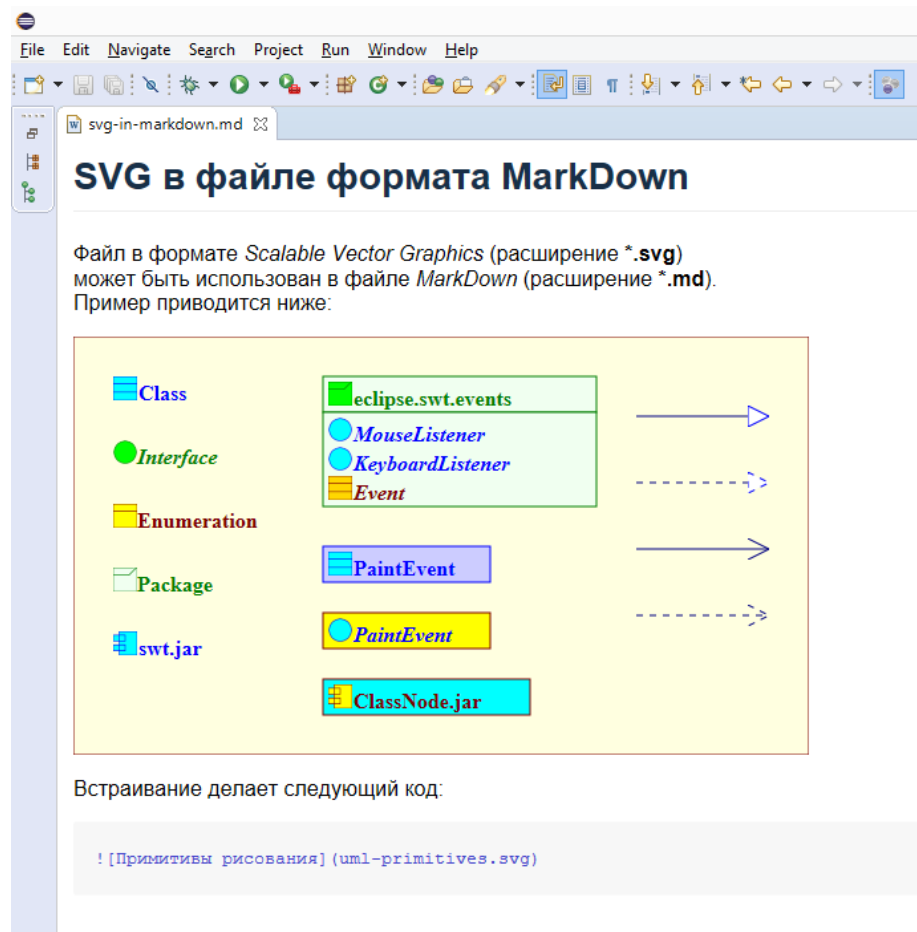
SVG in HTML5



Файл в формате SVG (Scalable Vector Graphics) встроен в файл формата Markdown

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

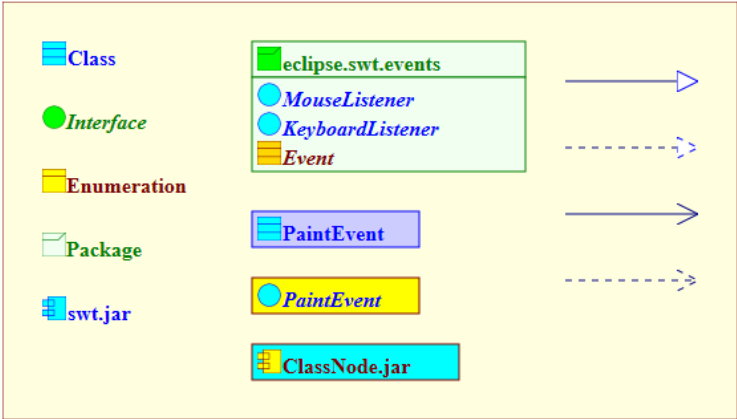
Романов Владимир Юрьевич ©2025



The screenshot shows an IDE window titled "svg-in-markdown.md". The main content area displays the title "SVG в файле формата Markdown" followed by a paragraph explaining that SVG files (extension *.svg) can be used in Markdown files (extension *.md) and that an example is provided below. Below the text is a diagram illustrating the relationship between various Java classes and interfaces. The diagram is organized into two columns. The left column lists categories: Class, Interface, Enumeration, Package, and swt.jar. The right column lists specific classes/interfaces: eclipse.swt.events, MouseListener, KeyboardListener, Event, PaintEvent, and ClassNode.jar. Arrows indicate relationships: solid arrows from eclipse.swt.events to MouseListener and KeyboardListener, a dashed arrow from eclipse.swt.events to Event, a solid arrow from PaintEvent to ClassNode.jar, and a dashed arrow from PaintEvent to ClassNode.jar. Below the diagram, the text "Встраивание делает следующий код:" is followed by a code block containing the Markdown syntax: `! [Примитивы рисования] (uml-primitives.svg)`.

SVG в файле формата Markdown

Файл в формате *Scalable Vector Graphics* (расширение *.svg) может быть использован в файле *Markdown* (расширение *.md). Пример приводится ниже:



Встраивание делает следующий код:

```
! [Примитивы рисования] (uml-primitives.svg)
```



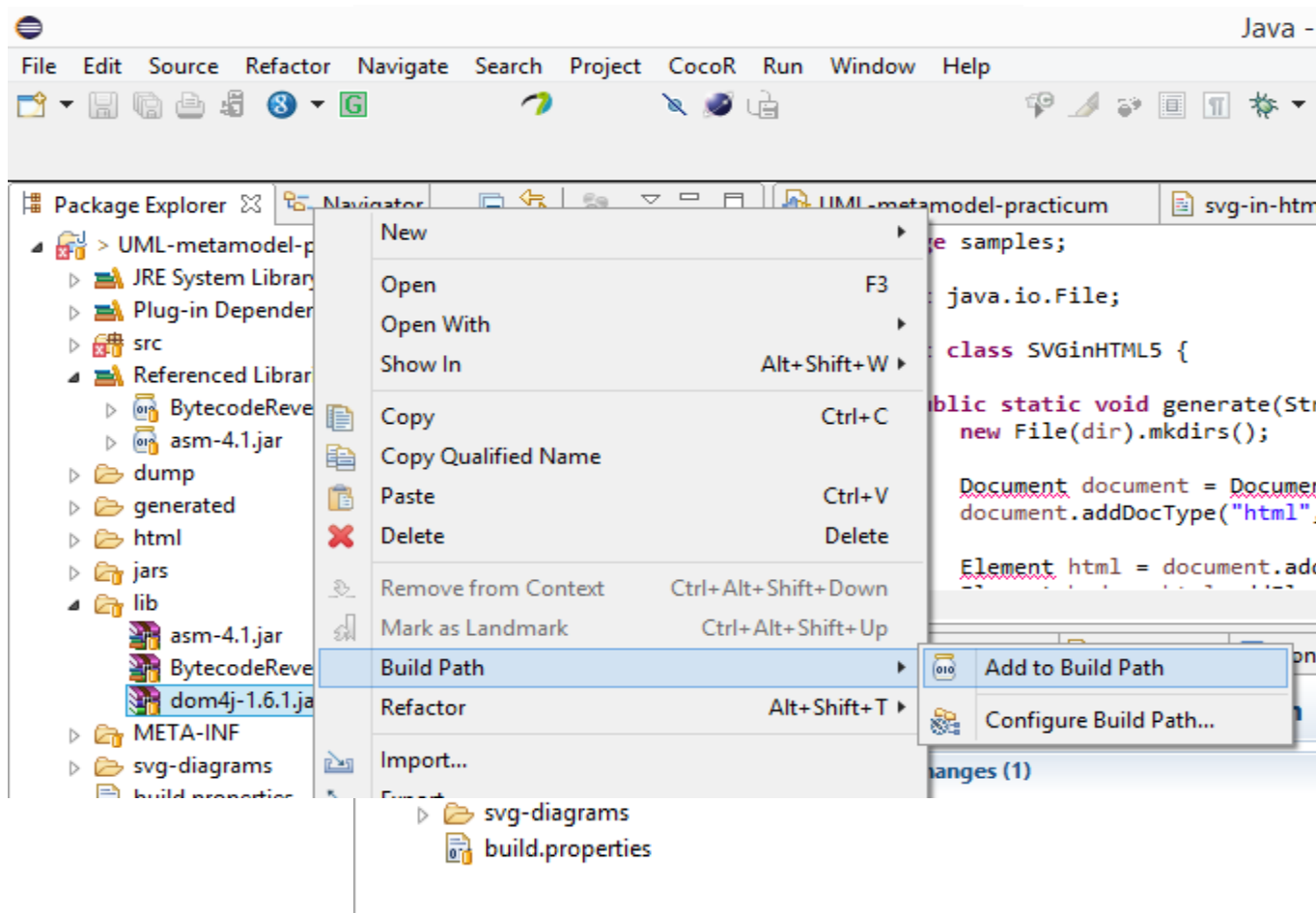
2.1. Использование пакета Dom4j

Библиотека Dom4j

Подключение библиотеки к проекту (1).

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025

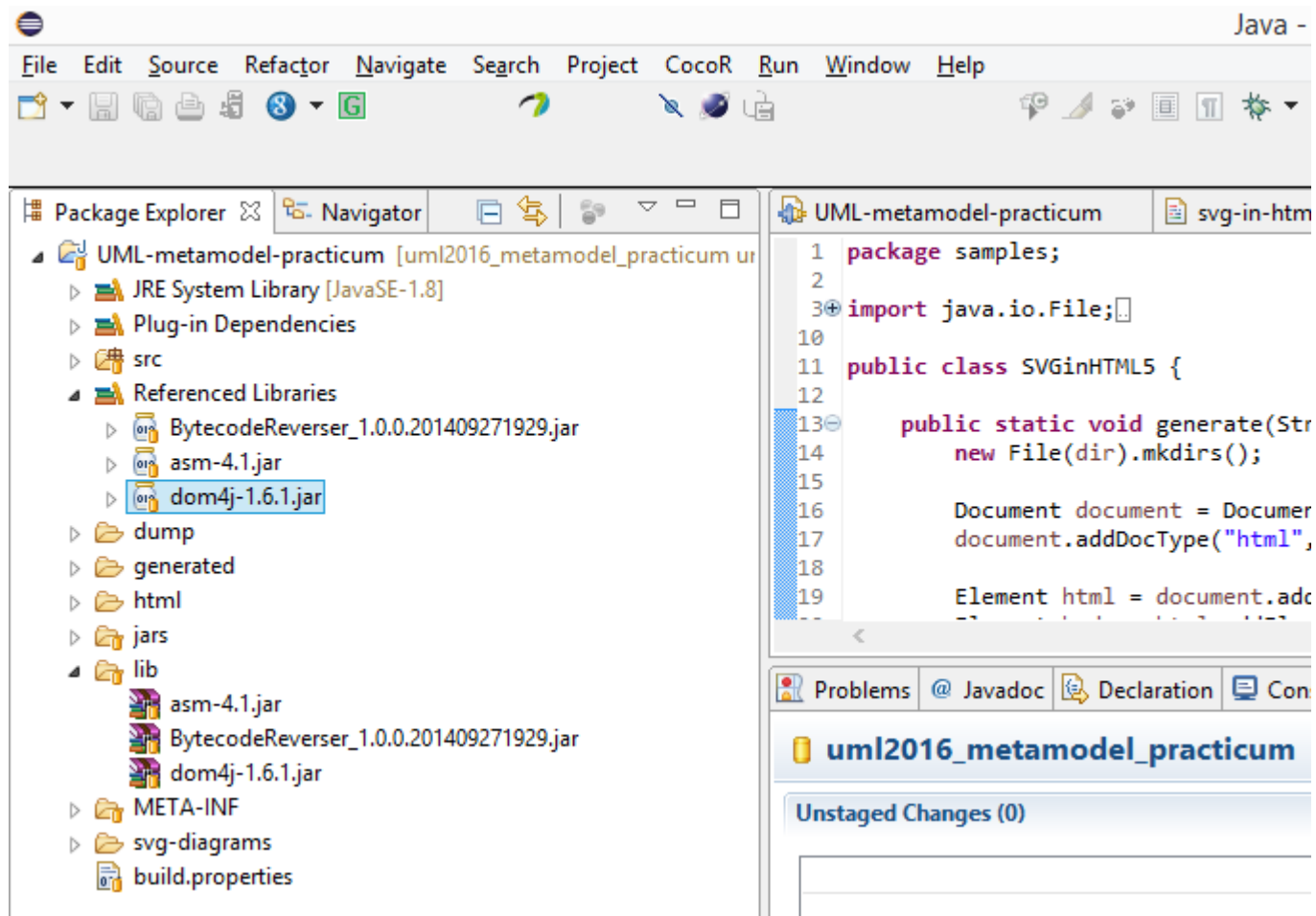


Библиотека Dom4J

Подключение библиотеки к проекту (2).

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



Файл в формате HTML5+SVG

Scalable Vector Graphics

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE html>

<html>
  <body>
    <h1>SVG in HTML5</h1>

    <svg width="100" height="100">
      <circle cx="50" cy="50" r="40"
        stroke="green" stroke-width="4" fill="yellow"/>
    </svg>

  </body>
</html>
```

Файл в формате HTML5+SVG

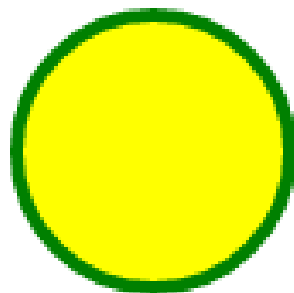
Scalable Vector Graphics

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025



SVG in HTML5



Генерация заголовка файла

```
package samples;

import java.io.File;

import org.dom4j.Document;
import org.dom4j.DocumentFactory;
import org.dom4j.Element;

import uml.diagram.svg.SVG;

public class SVGinHTML5 {

    public static void generate(String dir, String fileName) {
        new File(dir).mkdirs();

        Document document = DocumentFactory.getInstance().createDocument();
        document.addDocType("html", null, null);
    }
}
```

Генерация HTML-тегов

```
Element html = document.addElement("html");
```

```
Element body = html.addElement("body");
```

```
Element h1 = body.addElement("h1");  
h1.addText("SVG in HTML5");
```

Генерация SVG-тегов

```
Element svg = body.addElement("svg");  
svg.addAttribute("width", "100");  
svg.addAttribute("height", "100");
```

```
Element circle = svg.addElement("circle");  
circle.addAttribute("cx", "50");  
circle.addAttribute("cy", "50");  
circle.addAttribute("r", "40");  
circle.addAttribute("stroke", "green");  
circle.addAttribute("stroke-width", "4");  
circle.addAttribute("fill", "yellow");
```

Сохранение документа в файл

```
    SVG.save(document, dir, fileName);  
}
```

Сохранение документа в файл

```
public static void save (Document document, String dir, String fileName) {  
    FileOutputStream fos;  
    try {  
        fos = new FileOutputStream(dir + "/" + fileName);  
  
        OutputFormat format = OutputFormat.createPrettyPrint();  
  
        XMLWriter writer = new XMLWriter (fos, format);  
  
        writer.write(document);  
        writer.flush();  
    } catch (FileNotFoundException e) {  
        e.printStackTrace();  
    } catch (UnsupportedEncodingException e) {  
        e.printStackTrace();  
    } catch (IOException e) {  
        e.printStackTrace();  
    }  
}
```



2.2. Прimitives для построения UML-диаграмм



Из чего строится UML-диаграмма (примитивы для рисования)

МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет ВМК.

Романов Владимир Юрьевич ©2025

