

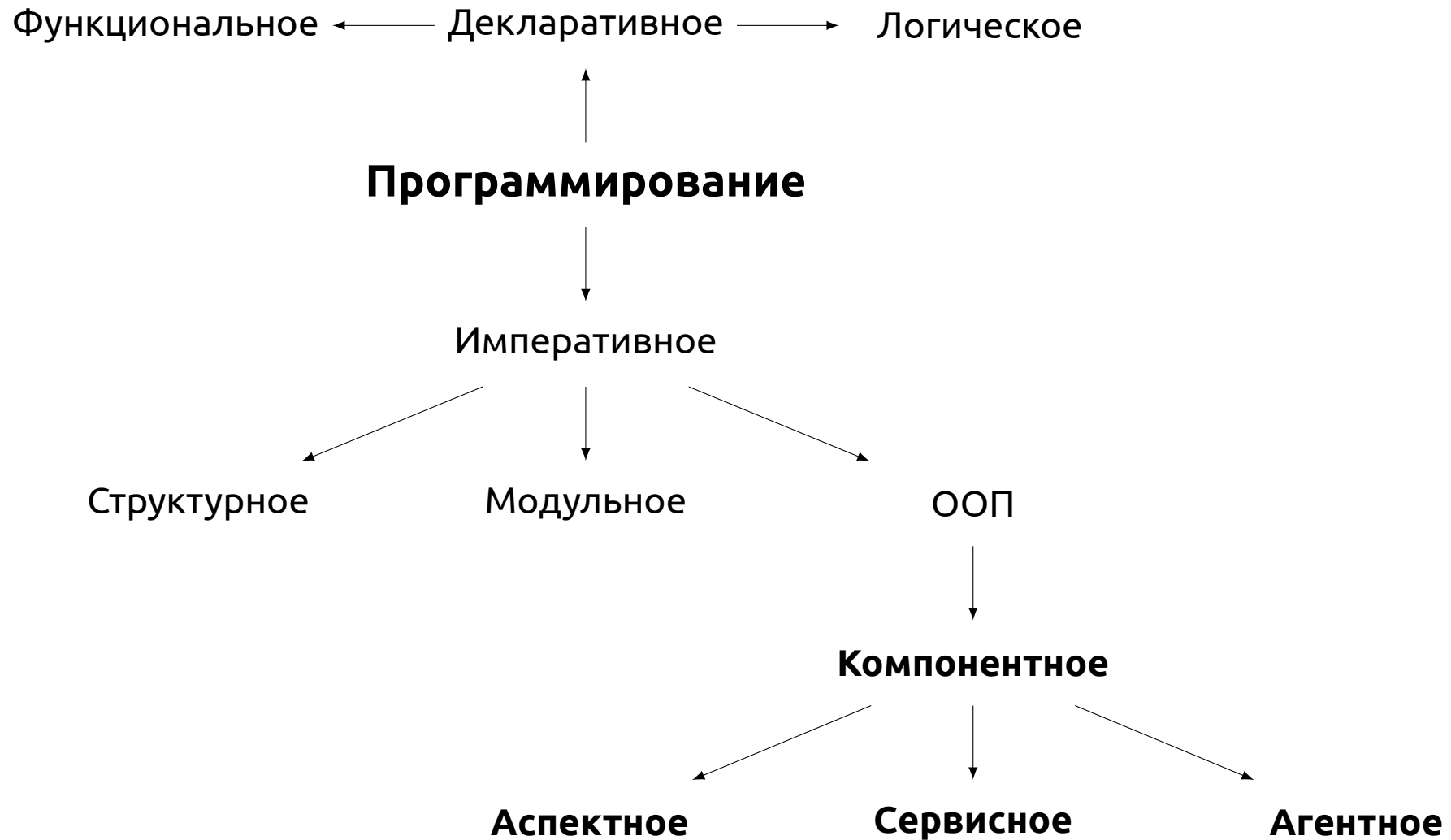
Парадигмы программирования (часть 2)

Алексей Островский

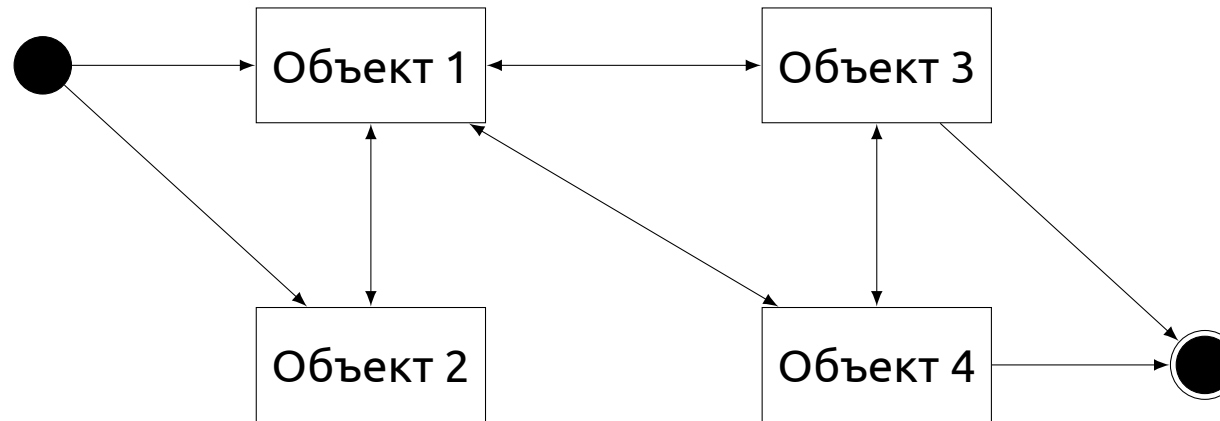
Физико-технический учебно-научный центр НАН Украины

5 декабря 2014 г.

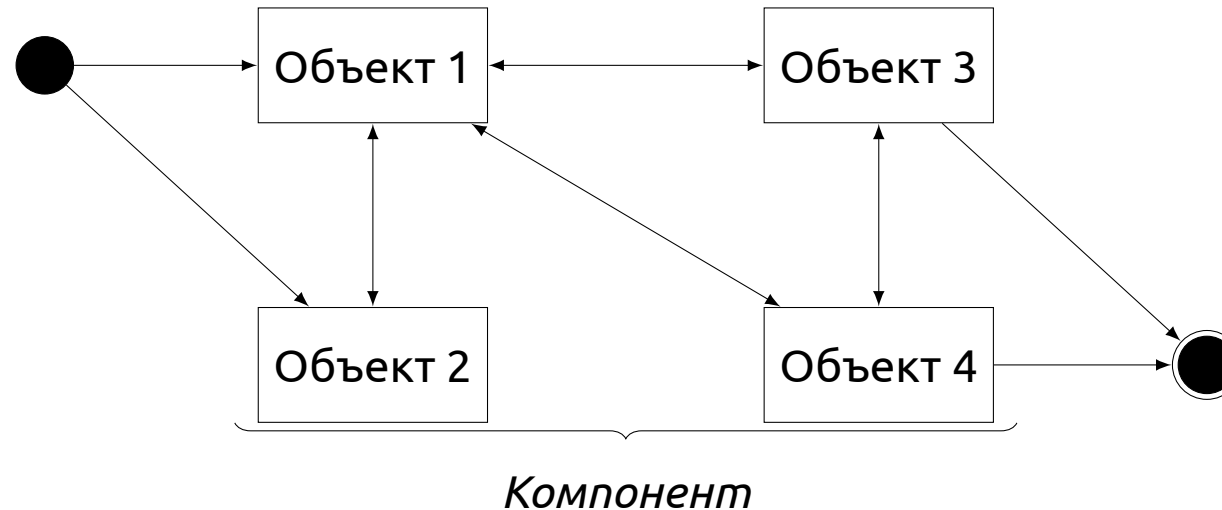
Парадигмы программирования



Причины появления компонентов



Причины появления компонентов



- ▶ **повторное использование** — объекты/классы тесно связаны между собой, что затрудняет использование в другой среде;
- ▶ **модульность** — связанность объектов препятствует выделению автономных модулей;
- ▶ **быстрая разработка** — затраты на конфигурацию объектов для новой системы чересчур высоки.

Компонентно-ориентированное программирование

Определение

Компонентно-ориентированное программирование (англ. *component-based software engineering*) — подход к разработке ПО, основанный на использовании слабо связанных (англ. *loosely coupled*) независимых программных компонентов в единой программной системе.

КОП — развитие ООП с акцентом на повторное использование кода (software reuse).

Определение

Компонент — самостоятельный программный продукт, который соответствует определенной компонентной модели и может сочетаться с другими компонентами без модификации кода согласно заданному стандарту.

Особенности парадигмы

- ▶ **Разделение интерфейса и реализации** — интерфейс полностью определяет функциональность компонента; его реализация может прозрачно измениться, в т. ч. во время исполнения программы.
- ▶ **Использование стандартов** — спецификация определений интерфейсов и формата взаимодействия компонентов. Компонент может быть написан на любом ЯП при соблюдении стандартов.
- ▶ **Промежуточный слой** (англ. *middleware*), реализующий взаимодействие между компонентами.
- ▶ **Процесс разработки**, оптимизированный для работы с компонентами повторного использования.

Характеристики компонентов

- ▶ **Стандартизация** — соответствие компонентной модели, в которой находится компонент. Модель определяет способ задания интерфейса, метаданных, документации компонента; инструменты для композиции и развертывания компонентов.
- ▶ **Независимость** — все зависимости от других компонентов должны быть явно заданы в интерфейсе.
- ▶ **Использование в составе системы** — все внешние взаимодействия должны производиться через задекларированные интерфейсы; компонент должен предоставить информацию о своих методах и свойствах.
- ▶ **Способность к развертыванию** — компонент должен предоставлять имплементацию, которая позволяет развернуть его в определенной среде с помощью стандартных средств.
- ▶ **Документация** — интерфейс компонента должен быть документирован для упрощения его повторного использования.

Отличия компонентов от объектов

- ▶ Объект выражает одно понятие предметной области; компонент может соответствовать нескольким связанным понятиям.
- ▶ Объекты тесно связаны между собой; компоненты связаны слабо, все зависимости должны быть задекларированы в интерфейсе компонента.
- ▶ Для объектов интерфейс и имплементация тесно связаны между собой (напр., определяются одним ЯП); для компонентов интерфейс и имплементация разграничены.
- ▶ Компоненты не имеют наблюдаемого состояния, все экземпляры компонента неразличимы (выполняется не всегда).

Интерфейсы компонентов



UML-диаграмма компонента

Сервис — развитие компонента, в котором отсутствуют зависимости от внешних компонентов.

Компонентная модель

Определение

Компонентная модель — совокупность стандартов, касающихся реализации, документирования и развертывания компонентов.

Аспекты компонентной модели:

- ▶ способ задания интерфейса (операции над компонентом, их параметры, генерируемые исключения);
- ▶ использование компонентов (способ идентификации, конфигурирование, ...);
- ▶ развертывание (организация бинарного кода, необходимого для запуска компонента, напр., используемых сторонних библиотек).

Примеры компонентных моделей:

- ▶ Java EE / Enterprise Java Beans;
- ▶ Microsoft COM, Microsoft .NET;
- ▶ CORBA.

Разработка с компонентами

Типы процессов разработки с использованием компонентов:

- ▶ Разработка *для* повторного использования (англ. *development for reuse*) — разработка программных компонентов, которые могут использоваться в различных контекстах с минимальными затратами.

Составляющие: обобщение функциональности компонента, минимизация зависимостей, стандартизация обработки исключительных ситуаций, сохранение в репозиторий, ...

- ▶ Разработка с повторным использованием (англ. *development with reuse*) — разработка программных систем, использующих готовые компоненты и сервисы.

Составляющие: выработка требований, подбор, тестирование и объединение компонентов в единую систему.

Аспектно-ориентированное программирование

Определение

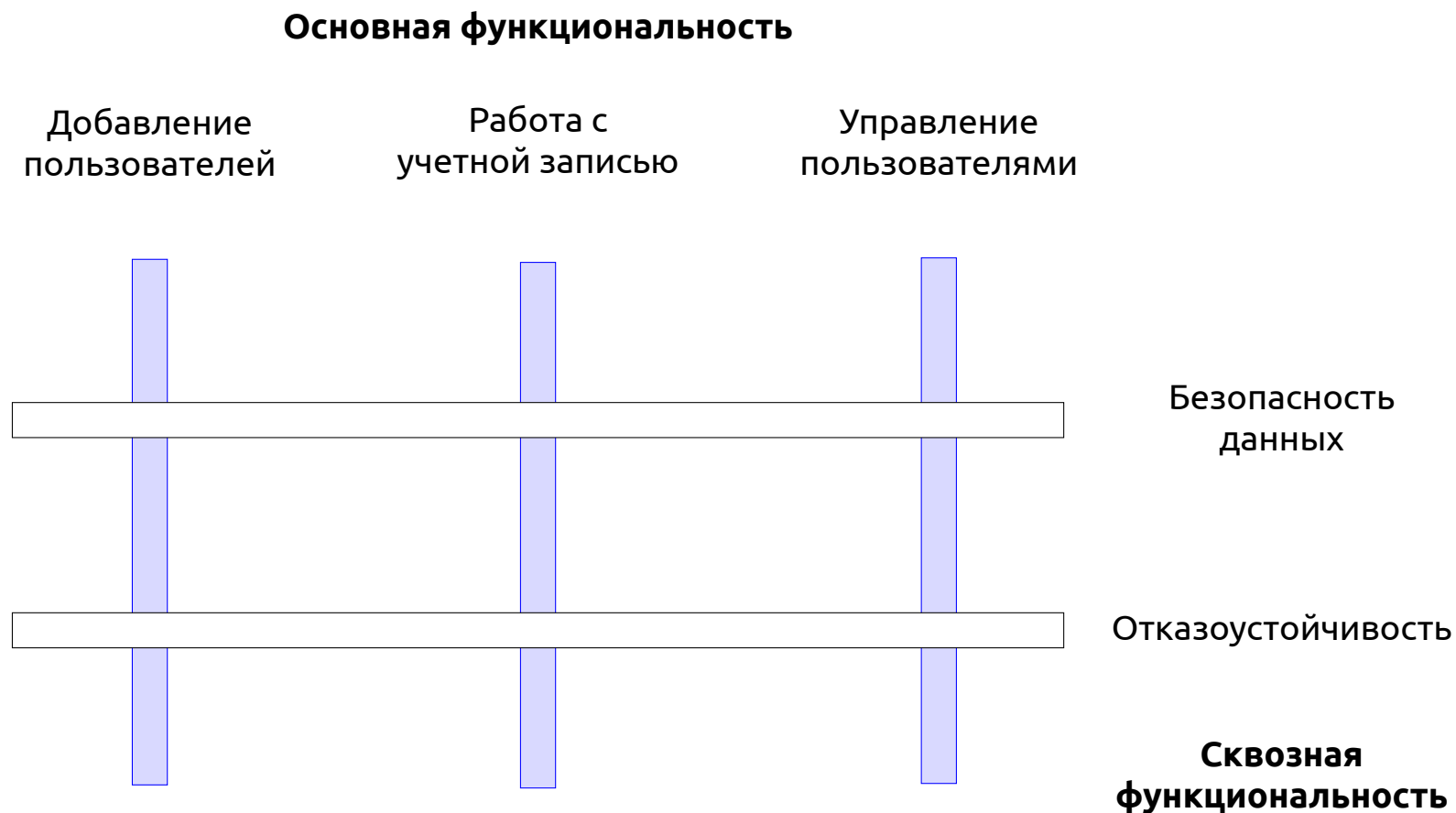
Аспектно-ориентированное программирование — парадигма программирования, основанная на обеспечении модульности при помощи выделения *сквозной функциональности* в отдельные модули.

Принцип разделения ответственности (англ. *separation of concerns*):

Каждый элемент компьютерной программы (в ООП — объекты, методы объектов) должен решать строго одну задачу; функции различных элементов не должны перекрываться.

Аспектно-ориентированные среды: AspectJ (на основе Java), AspectC++.

Сквозная функциональность



Сквозная функциональность

Определение

Сквозная функциональность (англ. *cross-cutting concern*) — это функциональность программы, которую невозможно полностью выделить в отдельные сущности (классы, методы).

Следствия сквозной функциональности:

- ▶ дублирование кода;
- ▶ сильные зависимости между элементами системы.

Примеры сквозной функциональности:

- ▶ ведение лога;
- ▶ аутентификация;
- ▶ синхронизация;
- ▶ кэширование;
- ▶ обработка транзакций.

Терминология АОП

- ▶ **Аспект** — модуль, реализующий сквозную функциональность; содержит определение *срезов* и связанных с ними *советов*.
- ▶ **Совет** (англ. *advice*) — код, реализующий сквозную функциональность. Совет может выполняться до, после или вместо основного кода.
- ▶ **Точка соединения** (англ. *join point*) — точка в основной программе, в которой применяется *совет*.
- ▶ **Срез** (англ. *pointcut*) — набор точек соединения, определяющий область применения совета.
- ▶ **Внедрение** (англ. *weaving*) — изменение основного кода для добавления функциональности аспекта.

Модель точек соединения

Модель точек соединения (англ. *join point model*) — определение возможных мест для внедрения советов.

Точки соединения в AspectJ:

- ▶ вызов методов и конструкторов;
- ▶ инициализация классов или объектов;
- ▶ доступ или изменение полей объекта;
- ▶ обработка исключительных ситуаций.

Контекст выполнения: класс (объект `this` / класс, где находится код), пакет.

Примеры точек соединения

Точки соединения в AspectJ:

- ▶ `call(void show())`

Вызов метода `show()` в произвольном классе.

- ▶ `call(* Point.set*())`

Вызов метода с названием, начинающимся на `set`, в классе `Point`.

- ▶ `within(com.example.*) && call(*.new(int))`

Вызов конструктора, принимающего один аргумент типа `int`, в классах из пакета `com.example`.

- ▶ `handler(ArrayOutOfBoundsException)`

Обработка исключения `ArrayOutOfBoundsException`.

- ▶ `call(protected !static * *(..))`

Вызов любого защищенного нестатического метода.

Пример

Основной код:

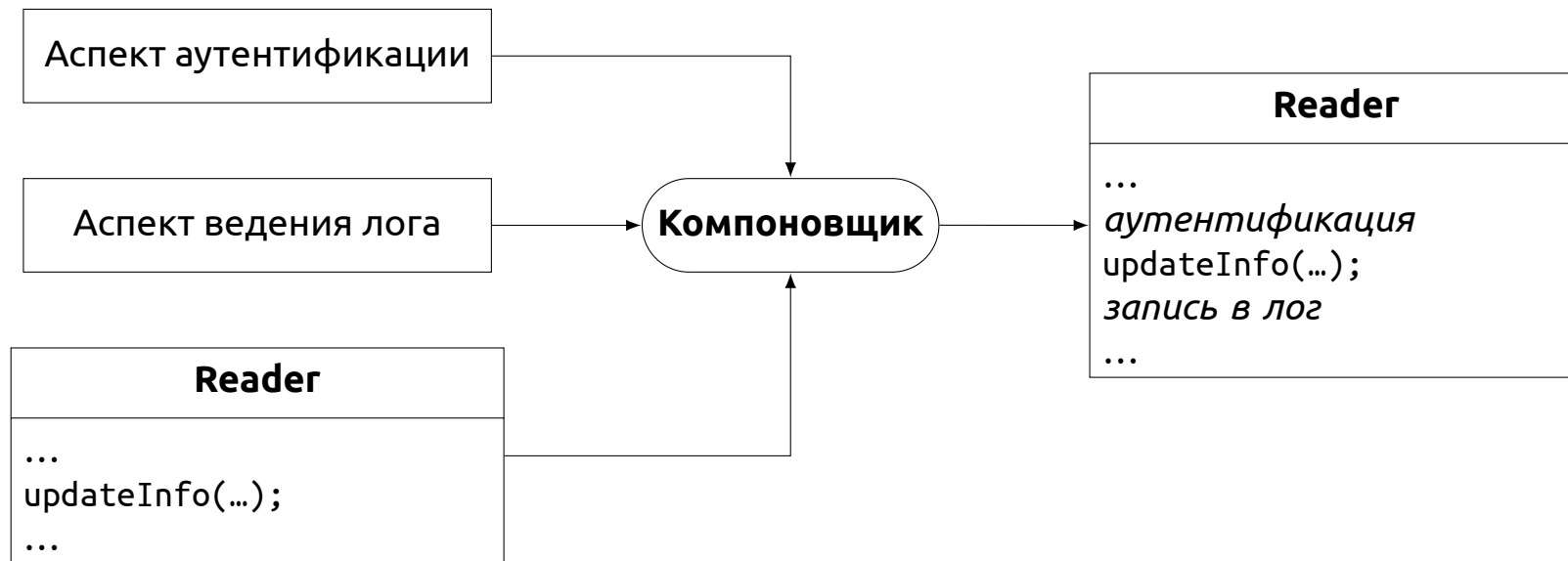
```
1 public class Point {  
2     private double x;  
3     private double y;  
4  
5     public void setX(double x) {  
6         this.x = x;  
7     }  
8  
9     public void setY(double y) {  
10        this.y = y;  
11    }  
12 }
```

Пример

Код аспекта:

```
1 aspect LoggingAspect {
2     /* У аспектов могут быть переменные. */
3     Logger logger = // ...
4
5     /* Определение среза: вызов метода Point.setX или Point.setY. */
6     pointcut setter(): target(Point)
7         && (call(void setX(double))
8         || call(void setY(double)));
9
10    /* Совет: занести в лог запись после выполнения метода. */
11    /* В переменные p и val извлекаются объект, вызвавший метод, и аргумент метода. */
12    after(Point p, double val): setter() && target(p) && args(val) {
13        logger.info("Set value " + val + " for point " + p);
14    }
15 }
```

Внедрение аспектов



Внедрение аспектов в AspectJ

Внедрение кода аспектов:

- ▶ на этапе компиляции (как фрагментов исходного кода);
- ▶ на этапе линковки (как скомпилированных фрагментов) — **основной способ**;
- ▶ на этапе выполнения (за счет рефлексии).

Сервис-ориентированная архитектура

Определение

Сервис-ориентированная архитектура (англ. *service-oriented architecture*) — парадигма программирования, в которой для обеспечения модульности применяются распределенные слабо связанные компоненты (*сервисы*), взаимодействующие с помощью стандартизованных протоколов.

Характеристики сервисов:

- ▶ модульность — сервис представляет логически связанные функции в определенной предметной области с заданными входами и выходами;
- ▶ автономность — отсутствие наблюдаемых для пользователей зависимостей;
- ▶ сокрытие реализации — рассматривается как «черный ящик».

Веб-сервисы

Определение

Веб-сервис — сервис, идентифицирующийся по адресу URL и взаимодействующий по Интернету с помощью высокоуровневых протоколов на основе HTTP, TCP/IP.

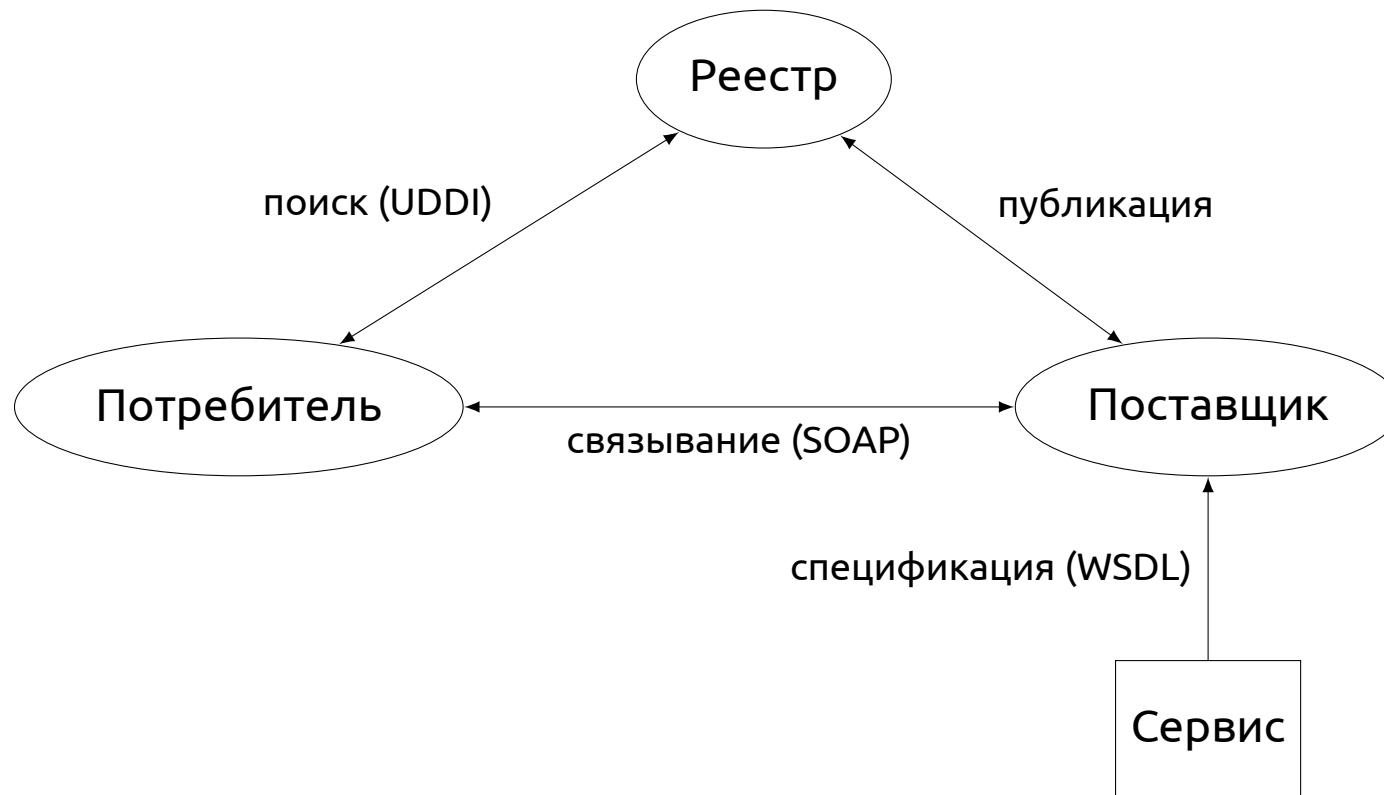


Схема взаимодействия с веб-сервисом

Спецификация веб-сервисов

Содержимое спецификации:

- ▶ Операции, предоставляемые сервисом (\simeq методы в ООП), соответствующие входные и возвращаемые данные;
- ▶ формат сообщений для взаимодействия с сервисом;
- ▶ (необязательно) типы данных, используемые в сообщениях;
- ▶ определение конкретных протоколов доступа к операциям (с помощью SOAP или других методов).

Язык описания: WSDL (web service definition language) — на основе XML.

Использование веб-сервисов

Протокол: SOAP (simple object access protocol) — на основе XML.

Сообщение сервису:

- ▶ заголовок сообщения — нефункциональные характеристики запроса (приоритетность, время обработки, ...);
- ▶ тело сообщения — список операций веб-сервиса и соответствующих параметров.

Ответное сообщение:

- ▶ тело сообщения — список с результатами выполнения операций;
- ▶ отказы — информация об отказах при проведении операций.

Разработка веб-сервисов

Цели разработки:

- ▶ минимизация количества обращений к сервису;
- ▶ скрытие состояния сервиса (хранение состояния — задача клиента; состояние может передаваться в сообщениях).

Этапы разработки:

1. определение функциональности;
2. описание операций и сообщений;
3. имплементация;
4. тестирование;
5. развертывание.

Разработка веб-сервисов

Средства автоматизации:

- ▶ Инструменты для создания WSDL-описания на основе классов.
- ▶ Серверы приложений — веб-серверы, обеспечивающие автоматическое развертывание и выполнение кода веб-сервиса, а также разбор / формирование SOAP-сообщений и обмен данными со средой, где выполняется сервис.
- ▶ Инструменты для автоматической генерации кода на основе WSDL для доступа к сервису как к локальному объекту.
- ▶ Средства для композиции сервисов (Business Process Execution Language, BPEL).

Альтернативы веб-сервисам

Недостатки веб-сервисов на основе SOAP:

- ▶ «тяжеловесность» используемых протоколов SOAP и WSDL;
- ▶ необходимость в комплексных средствах поддержки (сервере приложений и т. п.);
- ▶ отсутствие привязок типов данных к языкам программирования.

Альтернативные реализации COA:

- ▶ REST;
- ▶ CORBA;
- ▶ DCOM;
- ▶ Java RMI;
- ▶ Apache Thrift.

Выводы

1. ООП в чистом виде обладает некоторыми недостатками, затрудняющими повторное использование кода. Для улучшения повторного использования используются парадигмы на основе ООП, в частности компонентно-ориентированное, аспектное и сервисное программирование.
2. Компонент — самостоятельный программный продукт, реализующий логически замкнутый набор функций системы. В отличие от объектов и классов, интерфейс и реализация компонентов всегда разграничены, что упрощает многоязыковую и мультиплатформенную разработку.
3. Аспект — модуль, объединяющий сквозную функциональность (напр., ведение лога, обработка исключений). Использование аспектов позволяет избежать дублирования кода и избыточных связей между элементами системы.
4. Сервис — развитие идеи компонента для распределенных приложений. Для коммуникации с сервисами используются сетевые протоколы.

Материалы

 [Sommerville, Ian](#)

Software Engineering.

Pearson, 2011. — 790 p.

 [Лавріщева К. М.](#)

Програмна інженерія (підручник).

К., 2008. — 319 с.

 [Heineman, G. T.; Councill, W. T.](#)

Component-Based Software Engineering: Putting the Pieces Together.

(компоненты и сервисы)

 [Jacobson, I.; Ng P.-W.](#)

Aspect-Oriented Software Development with Use Cases.

(аспекты)

Спасибо за внимание!