Технология разработки программного обеспечения (вторая часть)

Порождающие шаблоны проектирования ПО

проф. каф. ОСУ Тузовский А.Ф.

Лекция 6

1. Порождающие паттерны

- Порождающие паттерны проектирования абстрагируют процесс создания объектов класса.
  - Они помогают сделать систему независимой от способа создания, композиции, и представления объектов.
  - Позволяют ответить на вопрос: кто, когда и как создает объекты в системе.

1. Abstract Factory (Абстрактная фабрика)
2. Builder (Строитель)
3. Factory Method (Фабричный метод)
4. Prototype (Прототип)

1.1. Паттерн Abstract Factory (Абстрактная фабрика)

- **Название паттерна**
  - **Abstract Factory** / Абстрактная фабрика
  - другие названия:
    - Toolkit / Инструментарий
    - Factory/Фабрика
- **Цель паттерна**
  - предоставить интерфейс для проектирования и реализации семейства, взаимосвязанных и взаимозависимых объектов, не указывая конкретных классов, объекты которых будут создаваться.

Пояснение

- В соответствии с принцип инверсии зависимости (DIP) следует
  - использовать зависимости от абстрактных классов и
  - избегать зависимостей от конкретных классов, особенно когда последние изменчивы.
- Нарушение принципа DIP:

```
Circle c = new Circle(origin, 1);
```

- Здесь Circle – конкретный класс, значит, модули, которые создают экземпляры Circle, обязательно нарушают DIP.
- ***Любой код, в котором используется ключевое слово new, не согласуется с принципом DIP.***

- Часто нарушение принципа DIP практически безвредно.
- Чем выше вероятность того, что конкретный класс будет изменяться, тем вероятнее, что зависимость от него приведет к неприятностям.
  - если конкретный класс не склонен к изменениям, то ничего страшного в зависимости от него нет.
- Например: создание объектов типа string не вызывает у меня беспокойства.
  - Зависимость от класса string вполне безопасна, потому что в обозримом будущем этот класс не изменится.

- При активной разработки приложения многие конкретные классы часто изменяются – зависимость от них может стать источником проблем.
- Лучше зависеть от абстрактного интерфейса, тогда программа будем изолированы от большинства изменений.
- Паттерн Abstract Factory позволяет создавать конкретные объекты, не выходя за рамки зависимости от абстрактного интерфейса.
- Он очень полезен на тех этапах разработки приложения когда конкретные классы еще очень изменчивы.

Когда следует использовать паттерн Abstract Factory

- система не должна зависеть от того, как в ней создаются и компонуются объекты;
- объекты, входящие в семейство, должны использоваться вместе;
- система должна конфигурироваться одним из семейств объектов;
- надо предоставить интерфейс библиотеки, не раскрывая её внутреннюю реализацию.

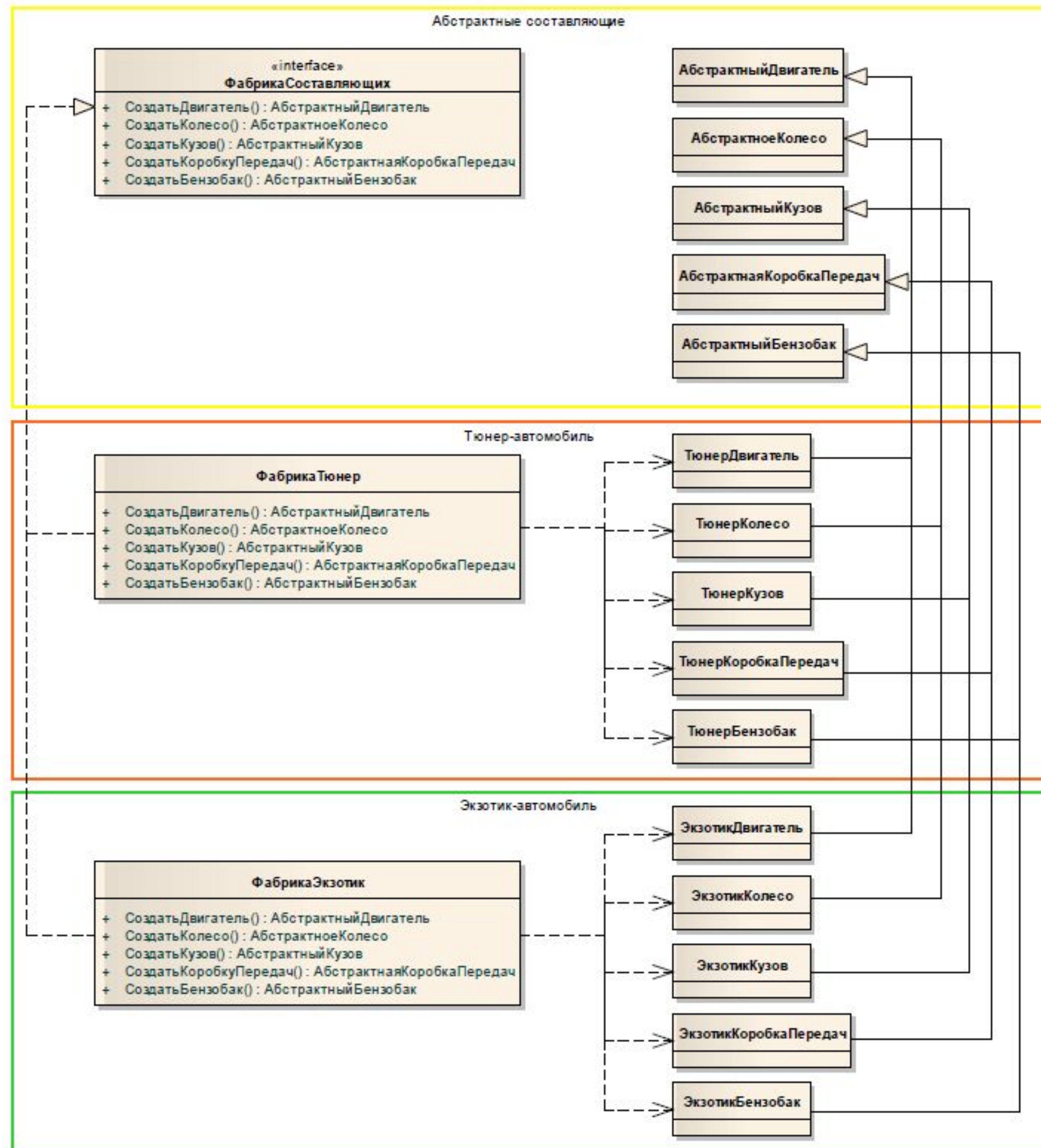
Пример – игра «Супер Ралли» (гонка на автомобилях)

- Одно из требований: игрок должен иметь возможность ***выбирать себе автомобиль для участия в гонках***.
- Каждый из автомобилей состоит из специфического набора составляющих:
  - двигатель, колес, кузов, коробка передач, бензобак
  - определяют возможности автомобиля (скорость, маневренность, устойчивость к повреждениям, длительность непрерывной гонки без перезаправки и д.р.).
- Может быть много разных типов автомобилей.
- Их количество может изменяться динамически (например, в зависимости от опыта игрока).
- Клиентский код, выполняющий конфигурирование автомобиля специфичным семейством составляющих, ***не должен зависеть от типа***

Предлагаемая реализации

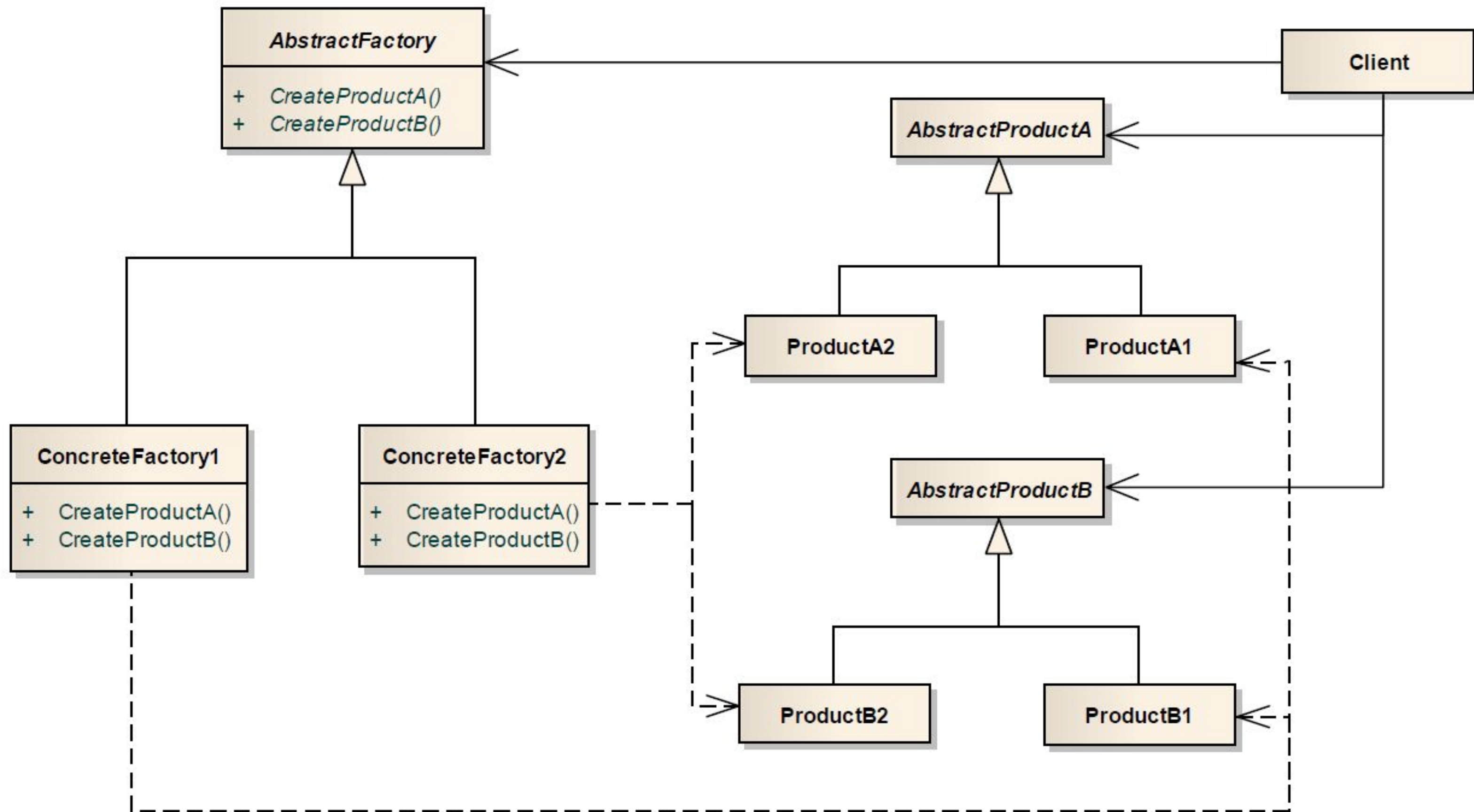
- Создается интерфейс ФабрикаСоставляющих – предназначен для создания конкретных классов (фабрик), которые будут создавать семейства составляющих для каждого конкретного типа автомобиля.
- Методы этого класса должны возвращать ссылки на абстрактные составляющие, что позволит в конкретных классах-фабриках, создавать конкретные составляющие (подклассы абстрактных составляющих).

Диаграмма классов



- Клиентский код, который «собирает» автомобиль из деталей, использует интерфейсную ссылку ФабрикаСоставляющих,
  - методы данного интерфейса возвращают ссылки на абстрактные составляющие.
- Можно передавать клиенту объект конкретной фабрики, которая создает семейство объектов конкретных составляющих.

Общая структура паттерна Abstract Factory



Участники паттерна Abstract Factory

- Интерфейс *AbstractFactory — абстрактная фабрика*
  - Предоставляет общий интерфейс для создания семейства продуктов.
- Класс ConcreteFactory — конкретная фабрика
  - Реализует интерфейс AbstractFactory и создает семейство конкретных продуктов.
- Метод интерфейса AbstractProdact — абстрактный продукт
  - Предоставляет интерфейс абстрактного продукта, ссылку на который возвращают методы фабрик.
- Метод класса ConcreteProdact — конкретный продукт
  - Реализует конкретный тип продукта, который создается конкретной фабрикой.

Отношения между участниками

- Клиент знает только о существовании абстрактной фабрики и абстрактных продуктов.
- Для создания семейства конкретных продуктов клиент конфигурируется соответствующим экземпляром конкретной фабрики.
- Методы конкретной фабрики создают экземпляры конкретных продуктов, возвращая их в виде ссылок на соответствующие абстрактные продукты.

Достоинства использования паттерна

- Позволяет изолировать конкретные классы продуктов.
- Клиент знает о существовании только абстрактных продуктов, что ведет к упрощению его архитектуры.
- Упрощает замену семейств продуктов.
- Для использования другого семейства продуктов достаточно конфигурировать клиентский код соответствующий конкретной фабрикой.
- Дает гарантию сочетаемости продуктов.
  - Так как каждая конкретная фабрика создает группу продуктов, то она и следит за обеспечением их сочетаемости.

Недостаток использовани паттерна

- Трудно поддерживать новые виды продуктов, которые содержат, другой состав компонент.
- Для добавления нового продукта необходимо изменять всю иерархию фабрик, а также клиентский код.

Практический пример использования паттерна

- Задача – разработать ПО для магазина компьютерной техники.
- Одно из требований – быстрое создание конфигурации системного блока.
- Предположим, что в состав конфигурации системного блока входят:

1. бокс (Box);
2. процессор (Processor);
3. системная плата (MainBoard);
4. жесткий диск (Hdd);
5. оперативная память (Memory).

- Допустим, что программа должна создавать шаблоны типичных конфигураций двух типов:
  - домашняя конфигурация;
  - офисная конфигурация.
- Для всех этих конфигураций определим абстрактный класс.
- Конкретные модели составляющих будем определять путем наследования от абстрактного базового класса,

Класс персонального компьютера **Pc**

- Класс, представляющий конфигурацию системного блока:

```
public class Pc
{
   public Box Box { get; set; }
   public Processor Processor { get; set; }
   public MainBoard MainBoard { get; set; }
   public Hdd Hdd   { get; set; }
   public Memory Memory { get; set; }
}
```

Интерфейс фабрики создания конфигурации системного блока

- Ответственность за их создание заданной конфигурации надо возложить на один класс-фабрику.
- Эта фабрика должна реализовать интерфейс IPcFactory .
- Методы это интерфейса возвращают ссылки на классы абстрактных продуктов.

```
public interface IPcFactory
{
  Box CreateBox ( ) ;
  Processor CreateProcessor ( ) ;
  MainBoard CreateMainBoard ( ) ;
  Hdd CreateHddO ;
  Memory CreateMemory ( ) ;
}
```

- Для создания компонентов конфигураций определяем классы конкретных фабрик
  - HomePcFactory
  - OfficePcFactory.
- В каждом из create-методов этих классов создается объект конкретного класса продукта, соответствующего типу конфигурации.

Класс HomePcFactory

- Фабрика для создания "домашней" конфигурации системного блока ПК

```
public class HomePcFactory : IPcFactory
{
  public Box CreateBox()
  { return new SilverBox(); }
  public Processor CreateProcessor()
  {return new IntelProcessor(); }
  public MainBoard CreateMainBoard()
  { return new MSIMainBord(); }
  public Hdd CreateHddO { return new SamsungHDD(); }
  public Memory CreateMemory()
  { return new Ddr2Memory();}
}
```

Класс OfficePcFactory

- Фабрика для создания "офисной" конфигурации системного блока ПК

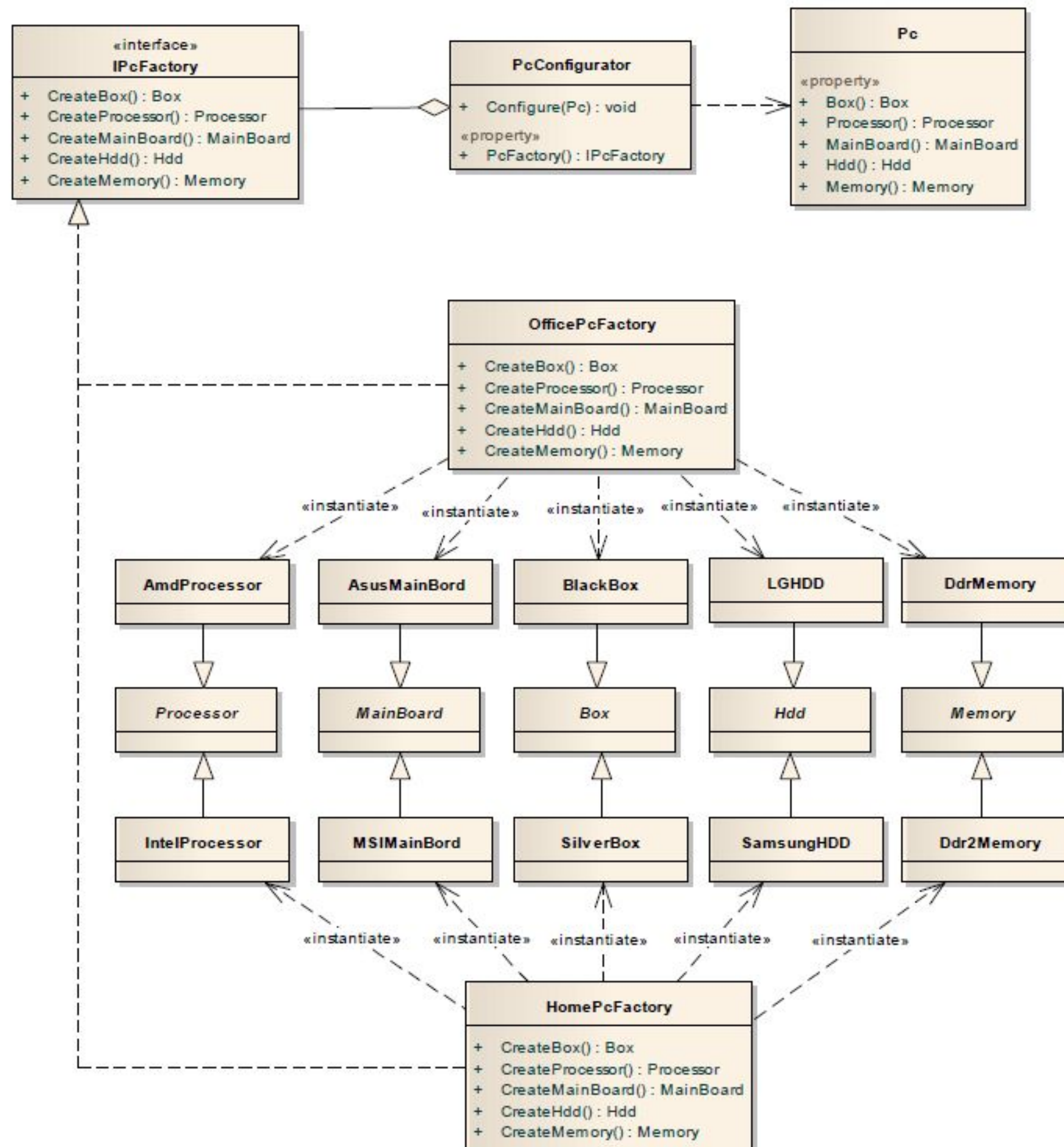
```
public class OfficePcFactory : IPcFactory
{
  public Box CreateBox()
  {return new BlackBoxf); }
  public Processor CreateProcessor()
  { return new AmdProcessor();}
  public MainBoard CreateMainBoard()
  {return new AsusMainBord(); }
  public Hdd CreateHdd{) {return new LGHDD ();}
  public Memory CreateMemory()
  { return new DdrMemory(); }
}
```

Класс PcConfigurator

- Ответственен за создание объекта типа Pc выбранного типа

```
public class PcConfigurator {
  public IPcFactory PcFactory { get; set; }
  public void Configure(Pc pc) {
    pc.Box = PcFactory.CreateBox();
    pc. MainBoard = PcFactory.CreateMainBoard();
    pc.Hdd = PcFactory.CreateHdd() ;
    pc.Memory = PcFactory.CreateMemory();
    pc.Processor = PcFactory.CreateProcessor();
  }
}
```

Полная диаграмма классов



- Класс PcConfigurator принимает экземпляр конкретной фабрики и с помощью её методов создает составляющие персонального компьютера.
- PcConfigurator работает с интерфейсной ссылкой IPcFactory и ничего не знает о конкретных фабриках конфигураций и конкретных составляющих.
- Сила абстрактной фабрики
  - конкретную фабрику можно определять на этапе выполнения программы
  - клиентский код не зависит от конкретных фабрик или конкретных продуктов.

Паттерн Factory (Фабрика)

- В соответствии с принцип инверсии зависимости следует
  - использовать зависимости от абстрактных классов и
  - избегать зависимостей от конкретных классов, особенно когда последние изменчивы.
- Следующий фрагмент кода нарушает принцип DIP:

```
Circle c = new Circle(origin, 1);
```

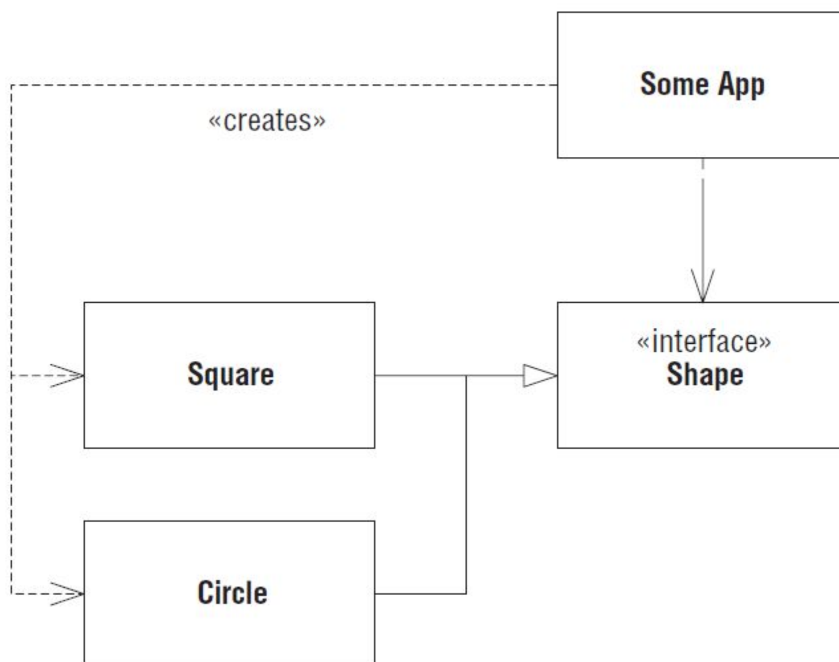
- Здесь Circle – конкретный класс, значит, модули, которые создают экземпляры Circle, обязательно нарушают DIP.
- ***Любой код, в котором используется ключевое слово new, не согласуется с***

- Достаточно часто нарушение принципа DIP практически безвредно.
- Чем выше вероятность того, что конкретный класс будет изменяться, тем вероятнее, что зависимость от него приведет к неприятностям.
- Но если конкретный класс не склонен к изменениям, то ничего страшного в зависимости от него нет.
- Так, создание объектов типа string не вызывает у меня беспокойства.
- Зависимость от класса string вполне безопасна, потому что в обозримом будущем этот класс не изменится.

- Однако, во время активной разработки приложения многие конкретные классы часто изменяются, поэтому зависимость от них может стать источником проблем.
- Лучше зависеть от абстрактного интерфейса, тогда программа будем изолированы от большинства изменений.
- Паттерн Factory (Фабрика) позволяет создавать конкретные объекты, не выходя за рамки зависимости от абстрактного интерфейса.
- Он очень полезен на тех этапах разработки приложения когда конкретные классы еще очень изменчивы.

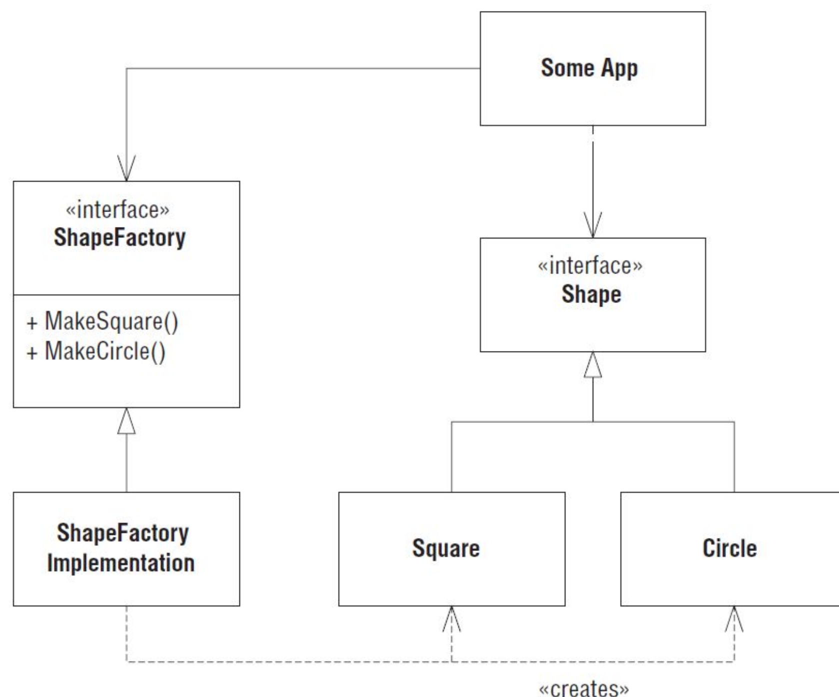
Пример программы

- Имеется класс SomeApp, зависящий от интерфейса Shape.
- SomeApp обращается к экземплярам Shape исключительно через интерфейс Shape и не пользуется методами, специфичными для классов Square или Circle.
- К сожалению, SomeApp также создает экземпляры Square и Circle и, следовательно, зависит от этих конкретных классов.



Применение паттерна Фабрика к классу SomeApp

- Интерфейс ShapeFactory, в котором объявлены два метода:
  - MakeSquare() возвращает экземпляр Square,
  - MakeCircle() возвращает экземпляр Circle.
- В обоих случаях возвращаемое значение имеет тип Shape.



```
public interface ShapeFactory {
  Shape MakeCircle();
  Shape MakeSquare();
}
public class ShapeFactoryImplementation :
   ShapeFactory {
  public Shape MakeCircle()
  { return new Circle(); }
  public Shape MakeSquare()
  { return new Square(); }
}
```

- Этот прием полностью решает проблему зависимости от конкретных классов.
- Код приложения не зависит от Circle и Square, но может успешно создавать объекты обоих классов.
- Он манипулирует этими объектами через интерфейс Shape и никогда не вызывает методов, специфичных только для Square или Circle.
- Проблема зависимости от конкретного класса перенесена в другое место.

- Экземпляр ShapeFactoryImplementation где-то должен создаваться.
- Но больше ни в одном месте объекты Square и Circle напрямую не создаются.
- Экземпляр ShapeFactoryImplementation, обычно создается в головной программе
  - или в специальном методе инициализации, который вызывается из Main.

Проблема зависимости

- В описанном варианте паттерна Фабрика имеется проблема.
- В интерфейсе ShapeFactory объявлены методы для всех классов, производных от Shape.
- Это приводит к *зависимости по именам,* усложняющей добавление новых подклассов Shape.
- При добавлении каждого нового подкласса нужно также добавить новый метод в интерфейс ShapeFactory.
  - придется заново откомпилировать и развернуть все клиенты ShapeFactory.

- Можно избавиться от этой проблемы, частично пожертвовав безопасностью типов.
- Вместо того чтобы вводить в ShapeFactory по одному методу для каждого подкласса Shape, можно оставить всего один метод, принимающий строку.

```
[Test]
public void TestCreateCircle() {
  Shape s = factory.Make(“Circle”);
  Assert.IsTrue(s is Circle);
}
```

- В этом случае в классе ShapeFactoryImplementation нужно будет использовать цепочку предложений if/else, в которых входной аргумент анализируется на предмет выбора подходящего подкласса Shape.

```
public interface ShapeFactory {
  Shape Make(string name);
}
public class ShapeFactoryImplementation : ShapeFactory
{
public Shape Make(string name) {
  if(name.Equals(“Circle”)) return new Circle();
else if(name.Equals(“Square”))  return new Square();
else
  throw new Exception(“ShapeFactory не может создать: {0}”, name);
} }
```

Опасность

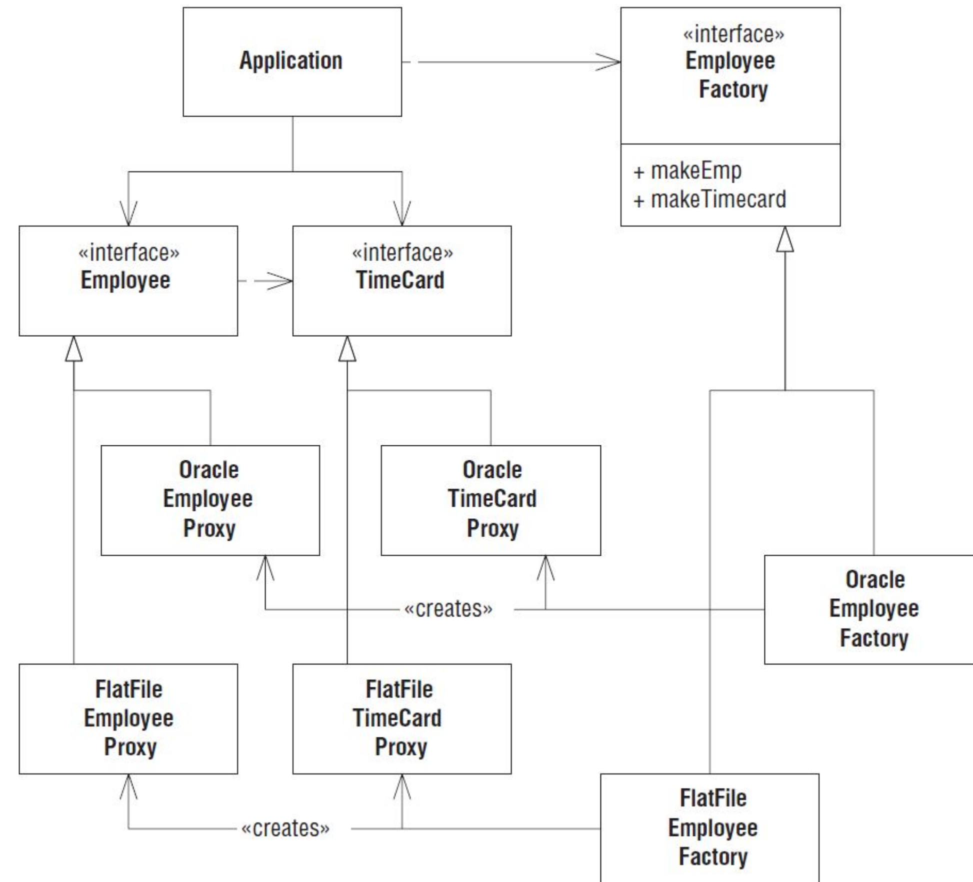
- При неправильном написания названия фигуры клиент получит ошибку на этапе выполнения, а не компиляции.
- Такие ошибки времени выполнения будут обнаружены заранее если
  - пишутся автономные тесты и
  - применяете методику разработки через тестирование.

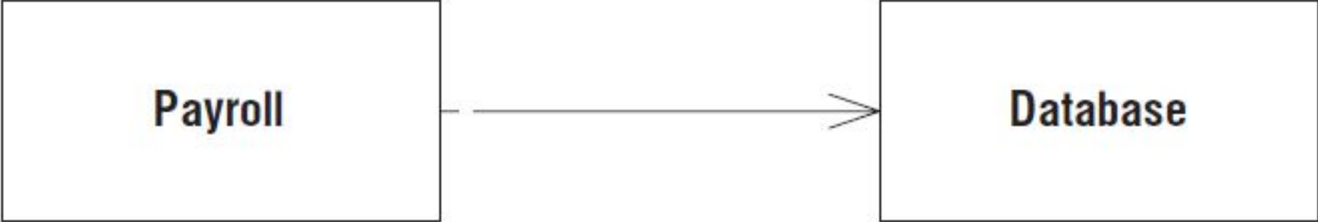
Взаимозаменяемые фабрики

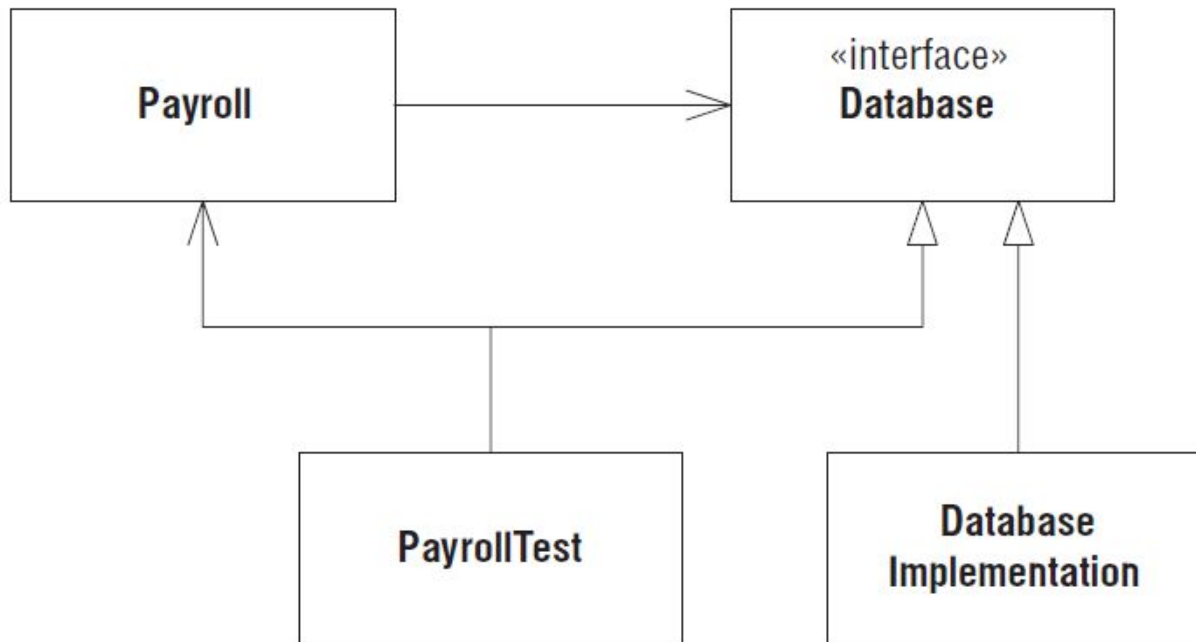
- Большое достоинство фабрик – возможность подменять одну реализацию фабрики другой.
- Это позволяет подставлять в приложение различные семейства объектов.
- Например, пишется приложение, которое должно адаптироваться к нескольким реализациям базы данных.
  - Допустим, что можно либо работать с плоскими файлами, либо купить адаптер к СУБД Oracle.
- Чтобы изолировать приложение от реализации базы данных, можно воспользоваться паттерном Proxy (Заместитель).
- А для создания экземпляров заместителей можно применить фабрики.

Диаграмма классов

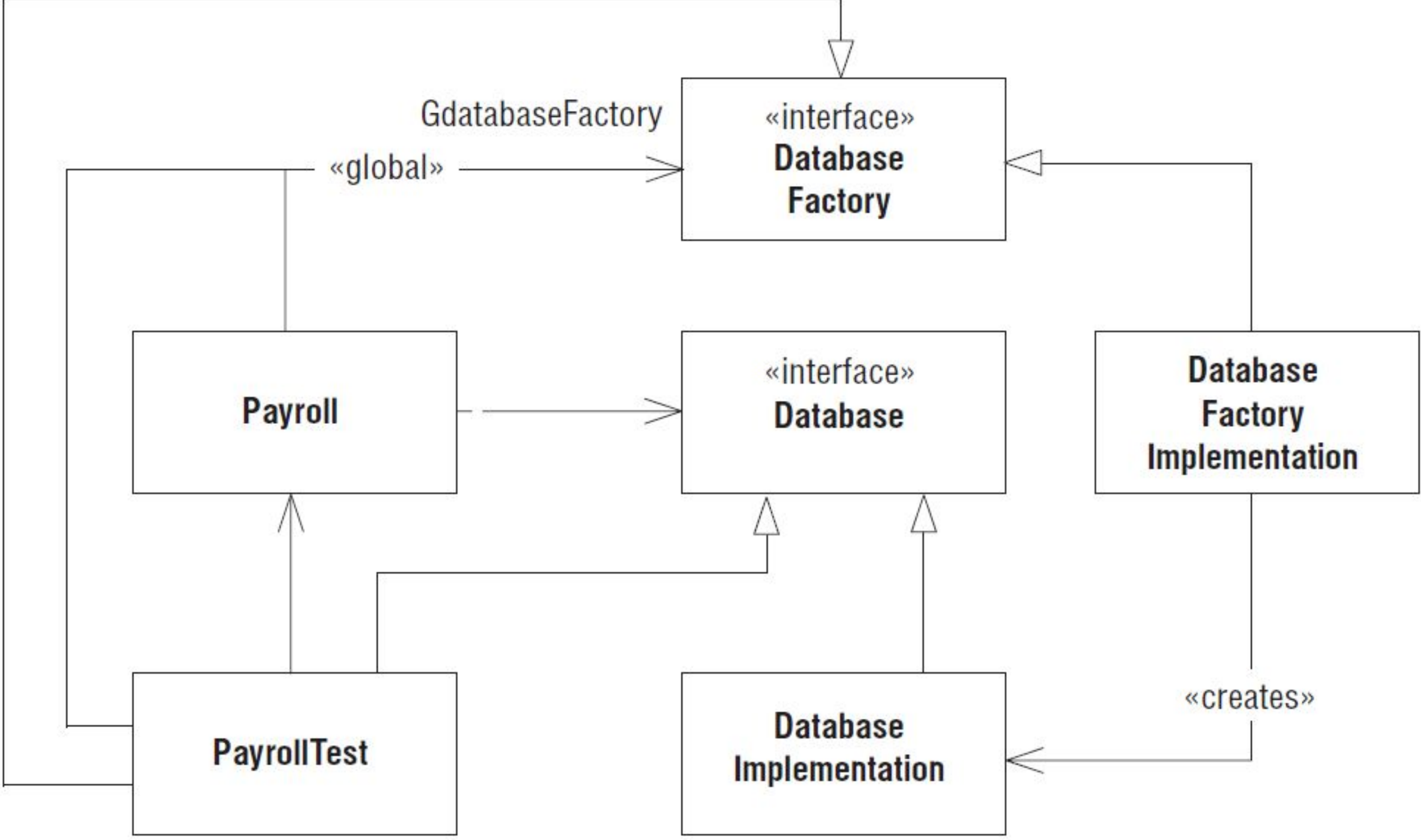
- Есть две реализации интерфейса EmployeeFactory.
  - одна создает объекты-заместители для работы с плоскими файлами,
  - другая – для работы с Oracle.
- Приложение не знает о том, какая реализация используется.




Payroll
Database



Payroll
«interface»
Database
PayrollTest
Database
Implementation



GdatabaseFactory
«global»
«interface»
Database
Factory
Payroll
«interface»
Database
Database
Factory
Implementation
PayrollTest
Database
Implementation
«creates»

Важность фабрик

- Строгая интерпретация принципа DIP означала бы, что нужно создавать фабрику для любого изменчивого класса.
- При этом паттерн Фабрика выглядит очень соблазнительно.
- Поэтому разработчики могут поддаться искушению использовать фабрики по умолчанию.
- Но этой крайность, которая не рекомендуется.
- Рекомендуется их использовать только при возникновении настоятельной необходимости.

Когда использовать Фабрику

- Если нужно применить паттерн Заместитель, возможно, имеет смысл завести и фабрику для создания сохраняемых объектов.
- Если в процессе автономного тестирования возникает ситуация, когда нужно подменить создателя объектов.
- Но пока полезность фабрики не стала очевидной следует обходиться без нее.

- Фабрики привносят сложность, которой часто можно избежать, особенно на ранних стадиях проектирования.
- Если использовать их к часто, то развитие дизайна может сильно осложниться.
- Для создания всего одного содержательного класса придется вводить целых четыре сущности:
  - два интерфейса, представляющих сам новый класс и его фабрику, и
  - два конкретных класса, реализующих эти интерфейсы

Выводы

- Шаблон Фабрика – это мощный инструмент.
- Она может оказаться ценным инструментом,
  - обеспечивающим согласование с принципом DIP, (позволяет модулям верхнего уровня создавать экземпляры классов, не становясь зависимыми от конкретных реализаций этих классов).
  - дают возможность подменять целые семейства реализаций групп классов.
- Но Фабрики вносят сложность, без которой часто можно обойтись.
- Повсеместное их применение редко бывает оптимальным курсом.

1.2. Паттерн Builder (Строитель)

- **Название паттерна**
  - Builder / Строитель.
- **Цель паттерна**
  - отделяет процесс построения сложного объекта от его представления – в результате одного и того же процесса создания получаются разные представления объекта.
  - клиентский код может порождать сложный объект, определит для него не только тип, но и внутреннее содержимое.
  - клиент не обязан знать о деталях конструирования объекта.

Паттерн Builder следует использовать когда...

- Общий алгоритм построения сложного объекта не должен зависеть от специфики каждого из его шагов.
- В результате одного и того же алгоритма конструирования надо получить различные продукты.

Пояснение причины возникновения паттерна

- В качестве примера, рассмотрим ***конвейер выпуска автомобилей***.
- Смысл конвейера – пошаговое построение сложного продукта (например, автомобиля).
- При этом:
  - конвейер определяет общую последовательность шагов (т.е. алгоритм) построения.
  - специфика каждого шага определяется моделью собираемого автомобиля.

- Разделение построения на
  - общий алгоритм построения и
  - специфические операции на каждом шаге

позволяет значительно экономить:

  - на одном и том же конвейере могут выпускаться автомобили разных моделей с различными характеристиками.

- С общей технологической точки зрения, конвейер по сборке автомобилей включает следующие этапы:
  1. Сборка кузова.
  2. Установка двигателя.
  3. Установка колес.
  4. Покраска.
  5. Подготовка салона.
- Технические детали процессов, происходящих на каждом шаге, известны уже конкретной технологии производства модели автомобиля.

- Пусть завод может производить автомобили следующих моделей:
    1. автомобили класса «мини»,
    2. спортивные автомобили,
    3. внедорожники.
- В таком случае для компании не составит проблем дополнить набор выпускаемых моделей новыми образцами без изменений общего конвейерного цикла.

Рассмотрим ОО программирование

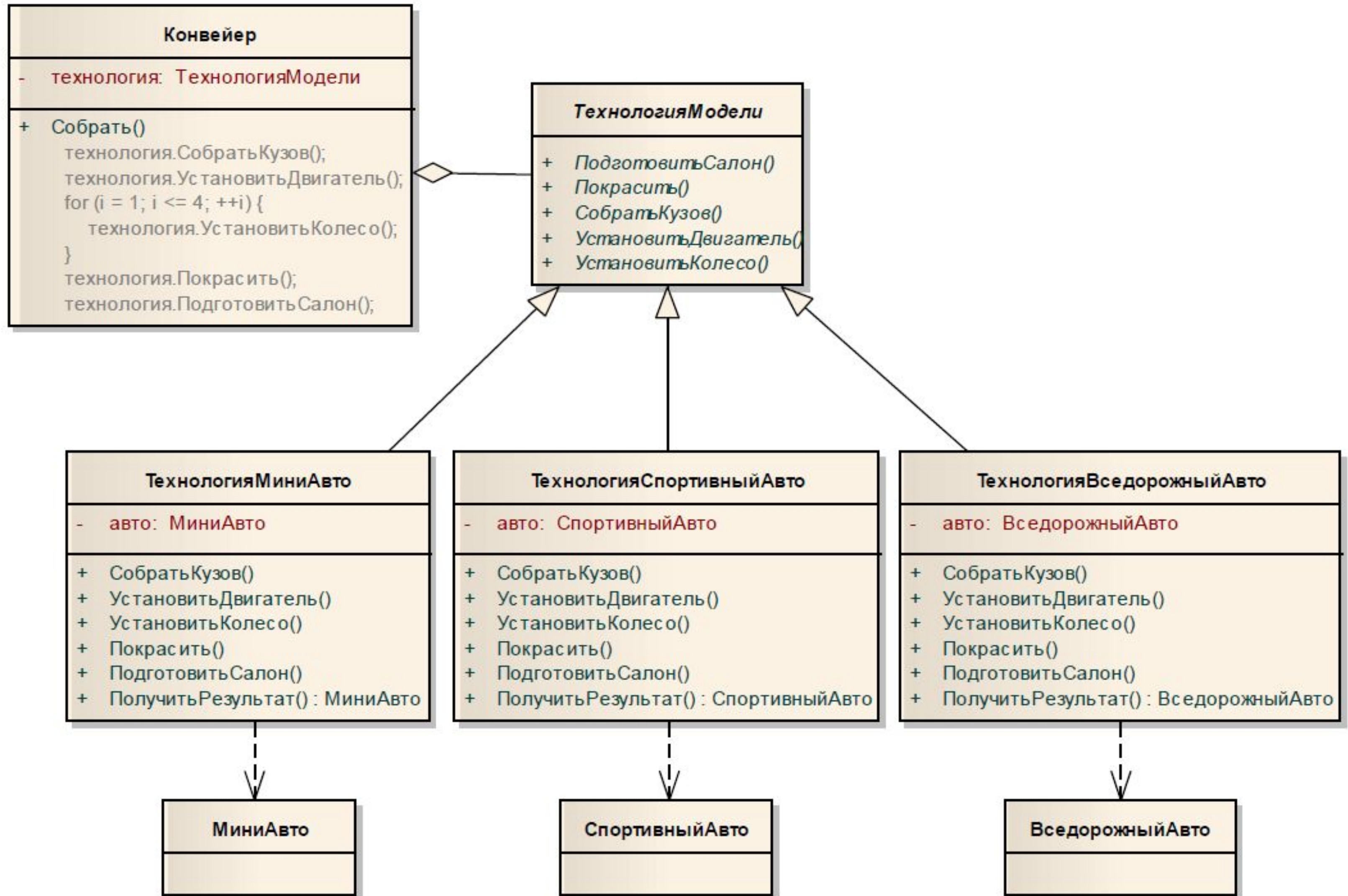
- Определим класс Конвейер, который будет прототипом реального конвейера
  - будет определять общую последовательность шагов создания.
- Метод Собрать() этого класса будет исполнять процесс построения посредством выполнения этих шагов без зависимости от технических деталей реализации каждого шага.
- Ответственность за реализацию шагов построения возложена на абстрактный класс, который назовем

- В результате применения конкретных подклассов класса ТехнологияМодели можно получать на выходе разные модели автомобилей, т.е. экземпляры разных классов автомобилей.
- В данном случае определим такие подклассы класса ТехнологияМодели:
  - ТехнологияМиниАвто,
  - ТехнологияСпортивныйАвто,
  - ТехнологияВнедорожныйАвто.

- Каждая из этих технологий соответственно предусматривает выпуск таких моделей автомобилей:
  1. МиниАвто,
  2. СпортивныйАвто,
  3. ВседорожныйАвто.

- Для начала производства автомобиля необходимо задать конкретную технологию для конвейера и вызвать метод Собрать().
- После завершения процесса сборки готовый автомобиль можно получить у объекта технологии с помощью метода ПолучитьРезультат().

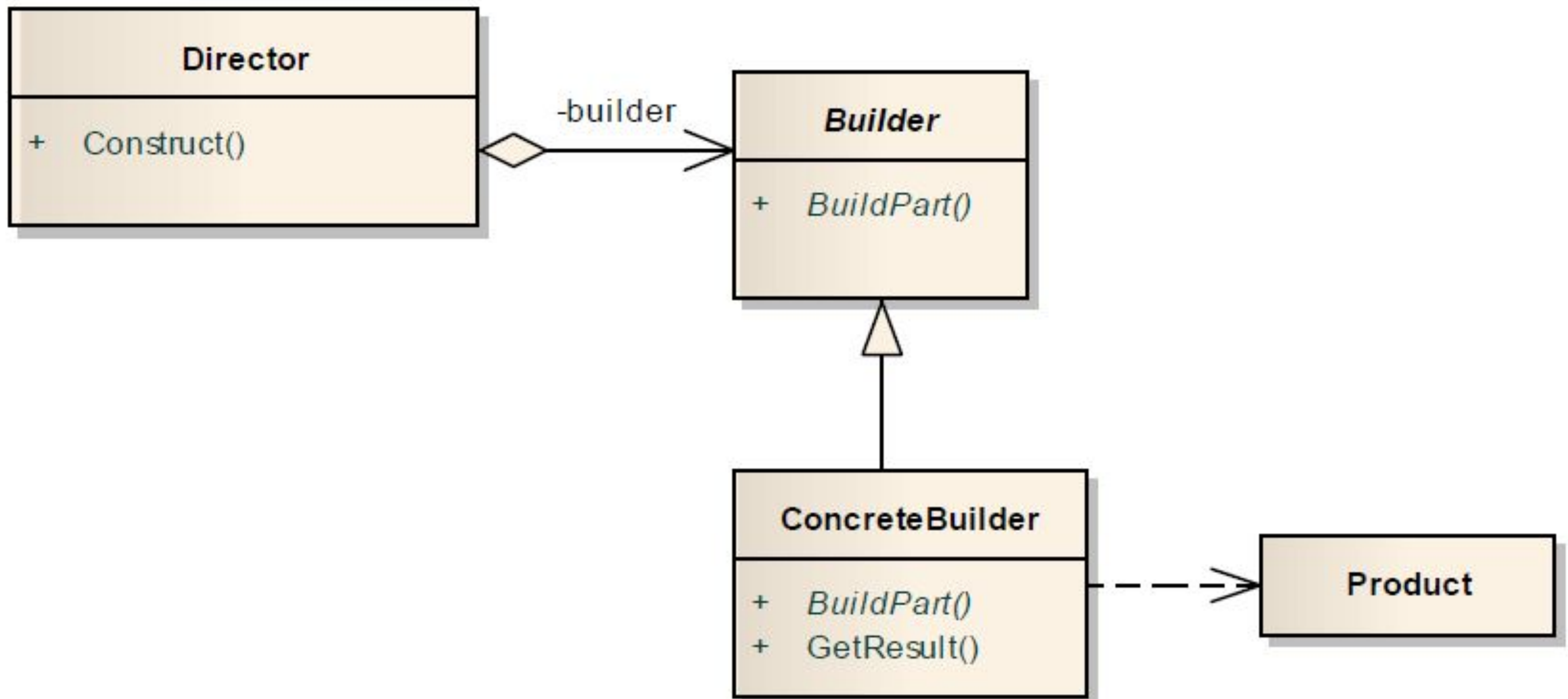
Диаграмма классов модели конвейера по производству автомобилем



Преимущества паттерна

1) конкретная технология построения создается по общему шаблону, реализуя действия, которые он определяет;
2) общий алгоритм процесса построения не зависит от деталей, специфических для конкретной технологии;
3) есть возможность без опасности увеличения сложности структуры модели реализовать под общий алгоритм большое количество конкретных технологий.

Структура паттерна Builder



Участники паттерна

- **Director** (Конвейер) – распорядитель
  - Определяет общий алгоритм конструирования, используя для реализации отдельных шагов возможности класса Builder.
- **Builder** (ТехнологияМодели) — строитель
  - Обеспечивает интерфейс для пошагового конструирования сложного объекта (продукта) из частей.
- **ConcreteBuilder** (ТехнологпяМиниАвто и др.) — конкретный строитель
  - Реализует шаги построения сложного объекта, определенные в базовом классе **Builder**.
  - Создает результат построения (**Product**) и следит за пошаговым конструированием.
  - Определят интерфейс для доступа к результату конструирования
- **Product** (МиниАвто и др.) — продукт
  - Сложный объект, который получается в результате конструирования

Отношения между участниками

- Клиент конфигурирует распорядителя (Director) экземпляром конкретного строителя.
- Распорядитель вызывает методы строителя для конструирования частей продукта.
- Конкретный строитель создает продукт и следит за его конструированием.
- Конкретный строитель представляет интерфейс для доступа к продукту.

Результаты использования паттерна

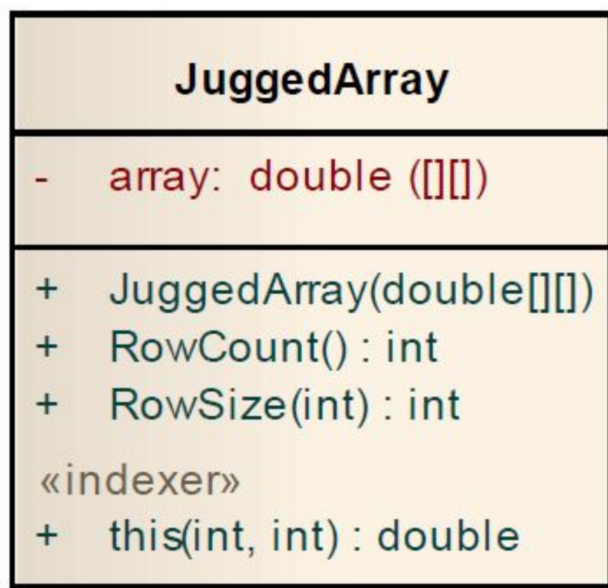
- Есть возможность изменять внутреннею структуру создаваемого продукта (или создать новый продукт).
  - продукт конструируется через абстрактный интерфейс класса Builder, для добавления нового продукта достаточно определить новый вид строителя (т.е. реализовать новый подкласс класса Builder).
- Повышение модульности за счет разделения распорядителя и строителя.
  - Каждый строитель имеет весь необходимый код для пошагового построения продукта.
  - Поэтому он может использоваться разными распорядителями для построения вариантов продукта из одних и тех же частей.
- Пошаговое построение продукта позволяет обеспечить более пристальный контроль над процессом конструирования
  - в отличие от других порождающих паттернов, которые создают продукт мгновенно.

Пример использования паттерна

- Требуется разработать программный модуль для работы с двумерными массивами действительных чисел.
  - Строки массивов могут иметь различную длину.
- Цель – преобразование массивов в различные форматы.
- Например:
  - текстовый файл;
  - XML-файл.

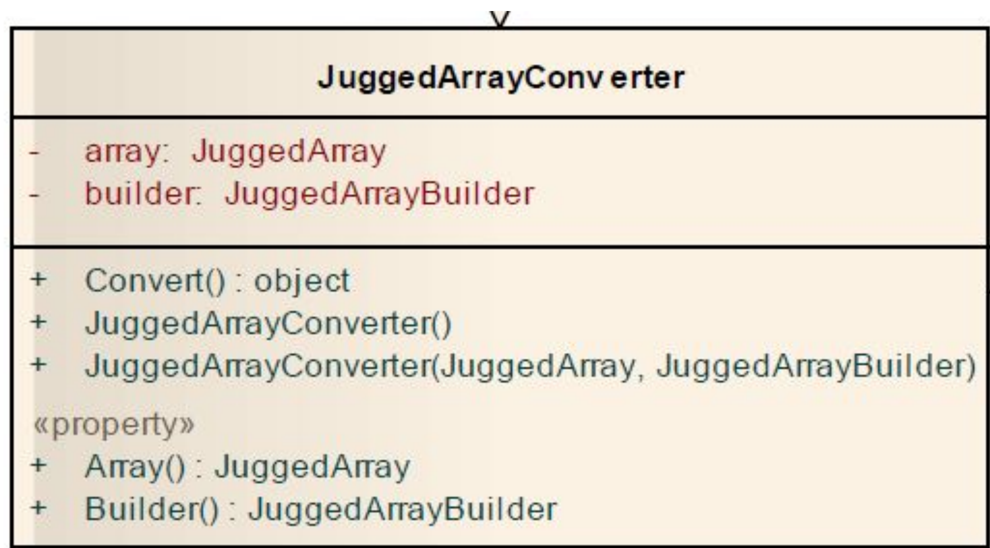
Класс JuggedArray

- Определим класс JuggedArray (зубчатый массив) с минимальными возможностями нужными для решения поставленной задачи
  - при необходимости интерфейс можно сделать более дружественным.



- Количество различных форматов заранее не известно
  - может изменяться в процессе работы над проектом.
- Клиентский код, использующий данный модуль, должен иметь возможность динамически (на этапе выполнения) выбирать формат, в который будет конвертирован массив.

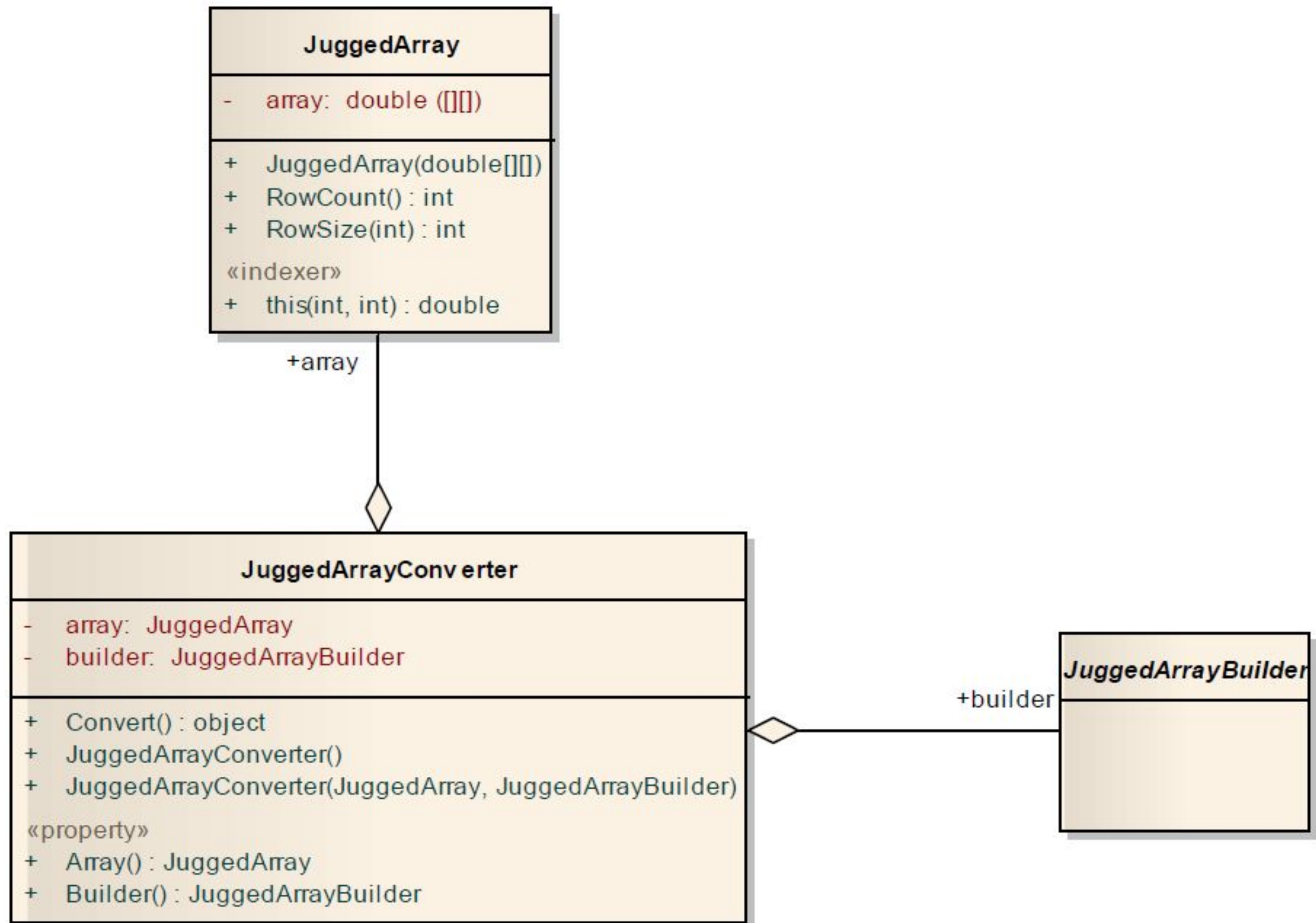
Класса-конвейер JuggedArrayConverter



Класс массива JuggedArray

```
public class JuggedArray {
  private double [] [] array;
  public JuggedArray (double [] [] array) // конструктор
  { this.array = array; }
  public double this [int row, int col] { // индексатор
    get {return  array[row] [col];}
    set {array[row][col] = value;}
  }
  public int RowCount() { return  array.Length; }
  public int RowSize (int row) { return  array[row].Length; }
}
```

Диаграмма классов предложенной реализации



Алгоритм пошагового конвертирования массива

- Конвертирование массива определим в классе JuggedArrayConverter (класса-строитель)
- В методе Convert() задается общее описание алгоритма пошагового конвертирования массива
  - выполнение конкретных шагов построения обеспечивает экземпляр класса-строителя.
- Все методы класса-строителя можно определить как абстрактные
  - нужно учитывать, что при реализации конкретных строителей некоторые из этих методов могут быть не реализованы.

Методы класса JuggedArrayBuilder

- Почти все методы сделает конкретными, но с пустой реализацией.
- Определим их как виртуальные (virtual).
- Абстрактным (без реализации) сделаем только метод Resuit()
  - в связи с необходимостью его

Абстрактный класс-строитель

```
public abstract class JuggedArrayBuilder
{
  public virtual void Initialize () {}
  public virtual void Start() {}
  public virtual void StartRow() {}
  public virtual void AddItem(double item) {}
  public virtual void FinishRow() {}
  public virtual void Finish() {}
  public abstract object Result ();
}
```

Реализация алгоритма конвертирования массива класса JuggedArrayBuilder

```
public   object   Convert()
{
  builder.Initialize(); // инициализировать построение
  builder.Start();      // начать построение
  for (int r = 0; г < this.array.RowCount () ; ++r) {
    builder.StartRow();  // начать новую строку массив
    for (int с = 0; с < this.array.RowSize(r); ++c) {
      builder.AddItern(array[r, c]); // добавить элемент массива
    }
    builder.FinishRow();  // завершить строку массива
  }
  builder.Finish();            // завершить построение
  return builder.Result(); // получить результат построения
}
```

- Создадим строитель для конвертирования массива в текст
  - Текст потом, например, можно сохранить в текстовый файл.
- Формат текстового представления
  1. отдельные строки массива должны разделяться символом «\n»;
  2. элементы строки отделяются между собой пробелом.

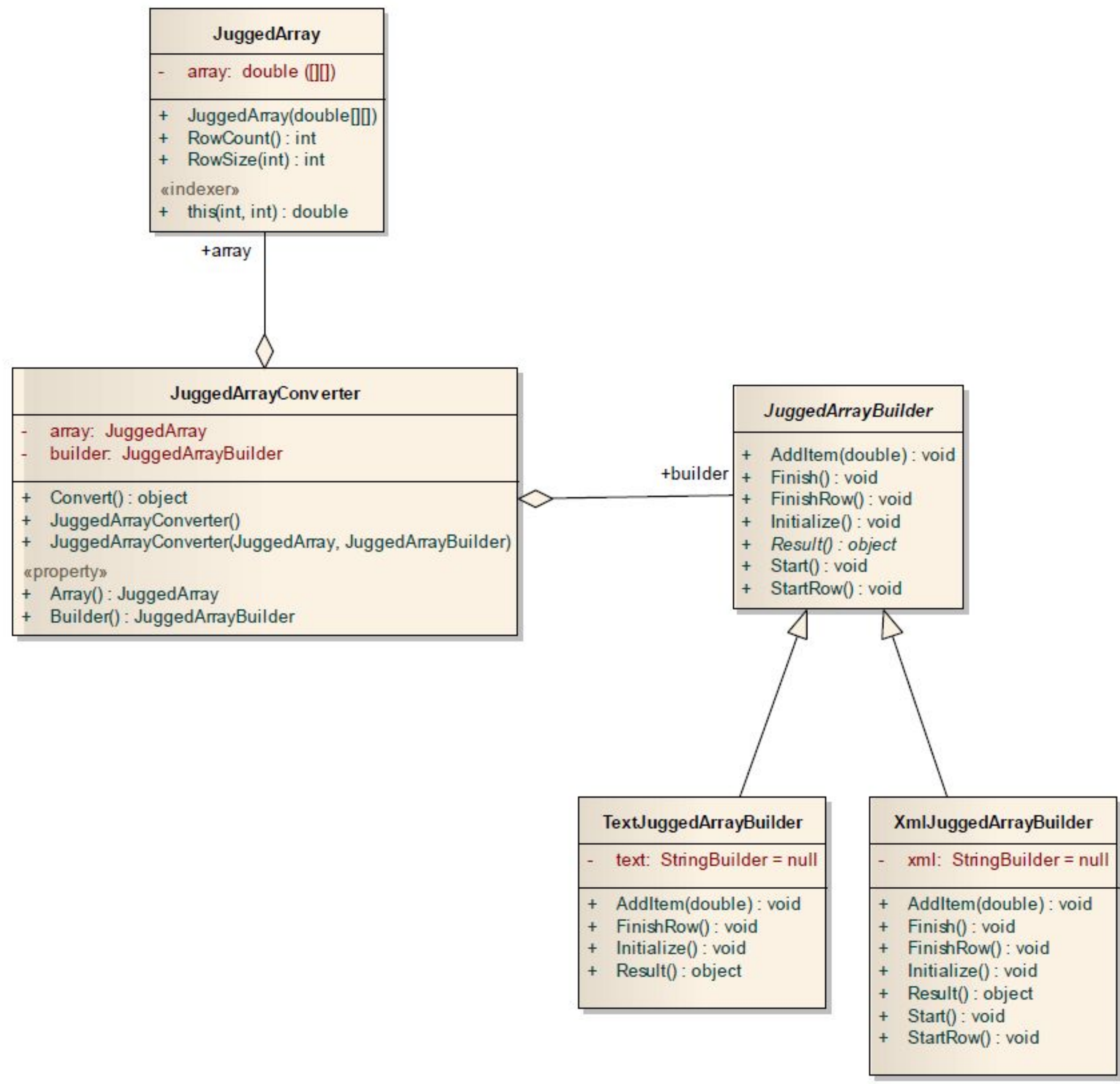
Класс TextJuggedArrayBuilder

```
public class TextJuggedArrayBuilder : JuggedArrayBuilder
{
private StringBuilder text = null;
public override void Initialize () { text = new StringBuilder(); }
public override void AddItem(double item) {
    text.Append(item);
    text.Append(" "} ;
}
public override void FinishRow() { text.AppendLine(); }
public override object Result() { return text; }
}
// методы  Start() и StartRow() не реализованы
```

Класс XmlJuggedArrayBuilder

```
public class XmlJuggedArrayBuilder : JuggedArrayBuilder {
  private StringBuilder xml = null;
  public override void Initialize() { xml = new StringBuilder () ; }
  public override void Start() {
    xml.AppendLine("<JuggedArray>"); xml.AppendLine("<rows>"); }
  public override void StartRow() {xml.AppendLine("<row>");}
  public override void AddItem(double item) {
    xml.Append("<item>"); xml.Append(item);
   xml.Append("</item>"}; xml.AppendLine();
  }
  public override void FinishRow() { xml.AppendLine("</row>"); }
  public override void Finish() {
    xml.AppendLine("</rows>"); xml.AppendLine("</JuggedArray>"); }
  public override object Result() { return xml;}
}
```

Полный вариант диаграммы классов конвертера массивов



Программа - клиент

```
static void Main(string[ ] args)  {
  JuggedArray array = new JuggedArray (// определяем массив
  new double [ ] [ ]  { new double[] {11, 12, 13, 14, 15},  new double[] (21, 22, 23},
  new double[] {31, 32, 33, 34} };
  // создаем конвертер
  JuggedArrayConverter converter = new JuggedArrayConverter ();
  converter.Array = array; // задаем массив
  Console.WriteLine ( "Текстовое представление массива:") ;
  // задаем конвертер строителем текстового представления
  converter.Builder = new TextJuggedArrayBuilder () ;
  object textArray = converter.Convert ();   // проводим конвертацию
  Console .WriteLine (textArray) ;             // выводим результат на консоль
  Console.WriteLine("Xml-представление  массива:") ;
  //   задаем конвертер   строителем  XML-представления
  converter.Builder  =  new  XmlJuggedArrayBuilder();
  object   xmlArray  =   converter.Convert(); //  проводим  конвертацию
  Console.WriteLine(xmlArray);                  //  выводим результат на
    консоль
}
```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
Тестовое представление массива:
11 12 13 14 15
21 22 23
31 32 33 34

Xml-представление массива:
<JuggedArray>
<rows>
<row>
<item>11</item>
<item>12</item>
<item>13</item>
<item>14</item>
<item>15</item>
</row>
<row>
<item>21</item>
<item>22</item>
<item>23</item>
</row>
<row>
<item>31</item>
<item>32</item>
<item>33</item>
<item>34</item>
</row>
</rows>
</JuggedArray>
```

Преимущества шаблона Builder

1. клиентский код не зависит от конкретного строителя;
2. есть возможность определить произвольное число строителей без модификации классов JuggedArray и JuggedArrayConverter.

1.3. **Паттерны Singleton (Одиночка) и Monostate (Monoсостояние)**

- Обычно между классами и их объектами существует отношение один-ко-многим,
  - можно создавать много экземпляров одного класса.
- Объекты создаются, когда они требуются, и уничтожаются, когда перестают быть необходимыми.
- Однако у некоторых классов должен быть только один объект.
  - создается в начале работы программы
  - уничтожен при ее завершении.
- Такие объекты могут быть:
  - ***корневыми объектами*** приложения – из них можно добраться до других объектов системы.
  - ***фабриками***, порождающими другие объекты.
  - ***менеджерами***, которые следят за другими объектами.

- Во всех случаях требуется только один такой объект
  - наличие нескольких их объектов – серьезная логическая ошибка.
- Если есть более одного корня, то доступ к объектам приложения может зависеть от выбранного корня.
  - Программисты, не знающие о наличии нескольких корней, могут, не сознавая того, видеть лишь подмножество всех объектов приложения.
- Если существует несколько фабрик, то может быть потерян контроль над созданными объектами.
- При наличии нескольких менеджеров операции, предполагавшиеся последовательными, могут

- Может показаться, что вводить специальные механизмы обеспечения единственности таких объектов – излишество.
- В конце концов, на этапе инициализации приложения можно просто создать по одному экземпляру каждого, и дело с концом.
  – Такой шаблон иногда называется «Просто создай одного».

Паттерн Одиночка (Singleton)

- Одиночка (Singleton) – очень простой паттерн.

```
public class Singleton {
  private static Singleton theInstance = null;
  private Singleton() {}
  public static Singleton Instance {
    get {
      if (theInstance == null)
        theInstance = new Singleton();
      theInstance;
    }
  }
}
```

Реализация класса Singleton

```
public class Singleton {
  private static Singleton theInstance = null;
  private Singleton() {}
  public static Singleton Instance {
    get {
      if (theInstance == null)
        theInstance = new Singleton();
      theInstance;
    }
  }
}
```

Пример класса

- Описание класса

```
public class Singleton{
  private static Singleton instance;
  private Singleton()    {    }
  public static Singleton Instance {
    get { if (instance == null)  {instance = new Singleton(); }
      return instance;
    }
  }
public String DataItem { get; set; }
}
```

- Использование класса

```
Singleton single = Singleton.Instance;
single.DataItem = "value";
```

Достоинства

- Применимость к любому классу.
  - Любой класс можно преобразовать в Одиночку, если сделать его конструкторы закрытыми и добавить соответствующие статические методы и переменную-член.
- Может быть создан путем наследования.
  - Имея некоторый класс, можно создать его подкласс, который будет Одиночкой.
- Отложенное вычисление.
  - Если Одиночка не используется, то он и не создается.

Недостатки

- Уничтожение не определено.
  - Не существует приемлемого способа уничтожить или «списать» Одиночку.
  - Даже если добавить метод, обнуляющий переменную theInstance, другие модули могут хранить у себя ссылку на Одиночку.
  - При последующих обращениях к Instance будет создан новый экземпляр, что приведет к образованию двух одновременно существующих экземпляров.
  - Эта проблема особенно остро стоит в языке C++, где экземпляр может быть уничтожен, что приведет к разыменованию уже не существующего объекта.
- Не наследуется.
  - Класс, производный от Одиночки, сам не является Одиночкой.
  - Если необходимо, чтобы он был Одиночкой, придется добавить статический метод и переменную-член.
- Эффективность.
  - Каждое обращение к свойству Instance приводит к выполнению предложения if.
  - Для большинства обращений это предложение бесполезно.
- Непрозрачность.
  - Пользователи Одиночки знают, с чем имеют дело, потому что вынуждены обращаться к свойству Instance.

Пример использования шаблона Одиночка

- Предположим, что имеется веб-приложение, позволяющее пользователям входить в защищенные области сервера.
- В таком приложении будет какая-то БД, которая содержит описания пользователей:
  - имена,
  - пароли
  - другие атрибуты.
- Доступ к базе данных выполняется с помощью специального API.

Варианты реализации

- Можно было бы в каждом модуле, которому необходимо читать и изменять данные о пользователях, обращаться к базе напрямую.
- Недостаток:
  – вызовы стороннего API будут разбросаны по всему коду,
  – это затрудняет следованию соглашения о доступе и структуре программы.

- Лучше воспользоваться паттерном Façade (Фасад) и создать класс UserDatabase, предоставляющий методы для чтения и изменения объектов User.
  - Это частный случай шаблона Фасад , называемый шаблоном Шлюз (Gateway).
- Методы обращаются к стороннему API доступа к базе данных, осуществляя отображение между объектами User и таблицами базы.
- Внутри класса UserDatabase можно обеспечить соглашения о структуре и порядке доступа.
  - Например, можно гарантировать, что не будет добавлена запись User, в которой поле username пусто.
  - Или упорядочить обращения к записи User, так, чтобы никакие два модуля не могли одновременно читать и изменять ее.

Решение на основе паттерна Singleton (Одиночка)

- Создается класс с именем UserDatabaseSource, который реализует интерфейс UserDatabase.
- В коде свойства Instance нет традиционного предложения if, защищающего от многократного создания.
- Вместо этого используется механизм статической инициализации, имеющийся в .NET.

Интерфейс UserDatabase и класс UserDatabaseSource

```
public interface UserDatabase {
  User ReadUser(string userName);
  void WriteUser(User user);
}

public class UserDatabaseSource : UserDatabase {
  private static UserDatabase theInstance = new
    UserDatabaseSource();
  public static UserDatabase Instance { get { return theInstance; }  }
  private UserDatabaseSource()  { }
  public User ReadUser(string userName)  { // Реализация }
  public void WriteUser(User user) { // Реализация }
}
```

- Такое использование паттерна Одиночка распространено чрезвычайно широко.

- Гарантируется, что весь доступ к базе данных производится через единственный экземпляр UserDatabaseSource.

- При этом в UserDatabaseSource очень легко вставлять
  - различные проверки,
  - счетчики
  - блокировки,

  которые обеспечивают выполнение требуемых соглашений о порядке доступа и структуре кода.

Паттерн Monostate (Monoсостояние)

- Паттерн Monostate (Monoсостояние) предлагает другой способ обеспечения единственности.

```
public class Monostate {
  private static int itsX;
  public int X {
    get { return itsX; }
    set { itsX = value; }
  }
}
```

Тесты для проверки

```
using NUnit.Framework;
[TestFixture]
public class TestMonostate {
[Test]
public void TestInstance() {
   Monostate m =
     new Monostate();
   for (int x = 0; x < 10; x++) {
     m.X = x;
     Assert.AreEqual(x, m.X);
   }
}
```

```
[Test]
public void
    TestInstancesBehaveAsOne()
    {
   Monostate m1 =
     new Monostate();
   Monostate m2 =
     new Monostate();
   for (int x = 0; x < 10; x++) {
     m1.X = x;
     Assert.AreEqual(x, m2.X);
   }
} }
```

- Если заменить в этих тестах все предложения
  new Monostate
  на вызовами
  Singleton.Instance,
  то тесты все равно прошли бы успешно.
- Таким образом, тесты описывают поведение Одиночки, не налагая ограничения на единственность экземпляра!
- Каким образом два экземпляра могут вести себя так, будто это единственный объект?
- Да просто это означает, что у них одни и те же переменные-члены.
- А добиться этого можно, сделав все переменные-члены статическими.

Реализация класса Monostate

```
public class Monostate {
  private static int itsX;
  public int X {
    get { return itsX; }
    set { itsX = value; }
  }
}
```

Пример класса

- Описание класса

```
public class Singleton{
  private static Singleton instance;
  private Singleton()    {    }
  public static Singleton Instance {
    get { if (instance == null)  {instance = new Singleton(); }
      return instance;
    }
  }
public String DataItem { get; set; }
}
```

- Использование класса

```
Singleton single = Singleton.Instance;
single.DataItem = "value";
```

- Описание класса

```
public class Monostate {
  private static string dataItem;
  public string DataItem {
    get { return dataItem; }
    set { dataItem = value; }
  }
  public Monostate() { }
}
```

- Использование класса

```
var single = new Monostate();
single.DataItem = "value";
```

- Сколько бы экземпляров класса Monostate ни создать, все они ведут себя так, как будто являются одним и тем же объектом.
- Можно даже уничтожить все текущие экземпляры, не потеряв при этом данных.
- Различие между паттернами Singleton и Monostate – это различие между поведением и структурой.

- Паттерн Singleton навязывает структуру единственности, не позволяя создать более одного экземпляра.
- Паттерн Monostate, напротив, навязывает поведение единственности, не налагая структурных ограничений.
- Это различие станет понятным, если заметить,
  - тесты для паттерна Monostate проходят и для класса Singleton,
  - однако у класса Monostate нет ни малейшей надежды пройти тесты для Singleton.

Достоинства

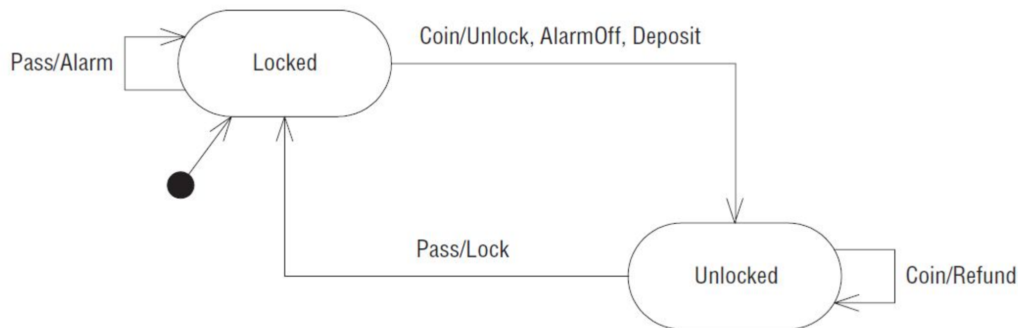
- **Прозрачность** – пользователь работает точно так же, как с обычным объектом, ничего не зная о том, что это «моносостояние».
- **Допускает наследование.**
  - Подклассы моносостояния также обладают этим свойством.
  - Более того, все его подклассы являются частями *одного и того же* моносостояния, так как разделяют одни и те же статические переменные-члены.
- **Полиморфизм**
  - Т.к. методы моносостояния не статические, их можно переопределять в производных классах.
  - Т.е. подклассы могут реализовывать различное поведение при одном и том же наборе статических переменных-членов.
- **Точно определенные моменты создания и уничтожения.**
  - Т.к. переменные-члены моносостояния статические, то моменты их создания и уничтожения точно определены.

Недостатки

- **Невозможность преобразования.**
  - Класс, не являющийся моносостоянием, невозможно превратить в моносостояние с помощью наследования.
- **Эффективность.**
  - Будучи настоящим объектом, моносостояние может многократно создаваться и уничтожаться.
  - Иногда это обходится дорого.
- **Постоянное присутствие.**
  - Переменные-члены моносостояния занимают место в памяти, даже если объект никогда не используется.
- **Локальность.**
  - Паттерн Моносостояние не может гарантировать единственность в нескольких экземплярах CLR или на нескольких компьютерах.

Пример использования паттерна Monostate

- Рассмотрим реализацию простого конечного автомата (КА), описывающего работу турникета в метро .



- Первоначально турникет находится в состоянии Locked (Закрыт).
- Если опустить монету, турникет перейдет в состояние Unlocked, откроет дверцы, сбросит сигнал тревоги (если он был включен) и поместит монету в монетоприемник.
- Если в этот момент пользователь пройдет через турникет, тот вернется в состояние Locked и закроет дверцы.

- Существуют два аномальных условия.
- Если пользователь опускает несколько монет, прежде чем пройти, то лишние монеты возвращаются, а дверцы остаются открытыми.
- Если пользователь пытается пройти, не заплатив, то раздается сигнал тревоги и дверцы остаются закрытыми.

Реализация моносостояния Turnstile

```
public class Turnstile {
  private static bool isLocked = true;
  private static bool isAlarming = false;
  private static int itsCoins = 0;
  private static int itsRefunds = 0;
  protected static readonly
     Turnstile LOCKED = new Locked();
  protected static readonly
     Turnstile UNLOCKED = new Unlocked();
  protected static Turnstile itsState = LOCKED;
  public void reset() {
    Lock(true);
    Alarm(false);
    itsCoins = 0;
    itsRefunds = 0;
    itsState = LOCKED;
  }
  public bool Locked() { return isLocked; }
  public bool Alarm() { return isAlarming; }
  public virtual void Coin() { itsState.Coin(); }
  public virtual void Pass() { itsState.Pass(); }
  protected void Lock(bool shouldLock) {
     isLocked = shouldLock; }
  protected void Alarm(bool shouldAlarm) {
     isAlarming = shouldAlarm; }
  public int Coins { get { return itsCoins; } }
  public int Refunds { get { return itsRefunds; } }
  public void Deposit() { itsCoins++; }
  public void Refund() { itsRefunds++; }
}

internal class Locked : Turnstile {
  public override void Coin() {
    itsState = UNLOCKED;
    Lock(false);
    Alarm(false);
    Deposit();
  }
  public override void Pass() { Alarm(true); }
}

internal class Unlocked : Turnstile {
  public override void Coin() { Refund(); }
  public override void Pass() {
    Lock(true);
     itsState = LOCKED;
  }
}
```

Полезные особенности паттерна Monostate (Моносостояние)

- Использованы
  - возможность создавать полиморфные подклассы и
  - то, что подклассы сами являются моносостояниями.
- Кроме того, видно, насколько трудно бывает превратить объект-моносостояние в объект, таковым не являющийся.
- Структура решения существенно опирается на то, что Turnstile – моносостояние.
- Если бы потребуется применить этот КА к управлению несколькими турникетами, код придется сильно переработать.

Полезные особенности паттерна Monostate (Моносостояние)

- Может возникнуть вопрос в связи с необычным использованием наследования в этом примере.
- То, что классы Unlocked и Locked сделаны производными от Turnstile, представляется нарушением принципов ООП.
- Но поскольку Turnstile – моносостояние, то не существует его отдельных экземпляров.
- Поэтому Unlocked и Locked – это не самостоятельные классы, а части абстракции Turnstile.
- Они имеют доступ к тем же переменным и методам, что и Turnstile.

Выводы по шаблонам Singleton и Monostate

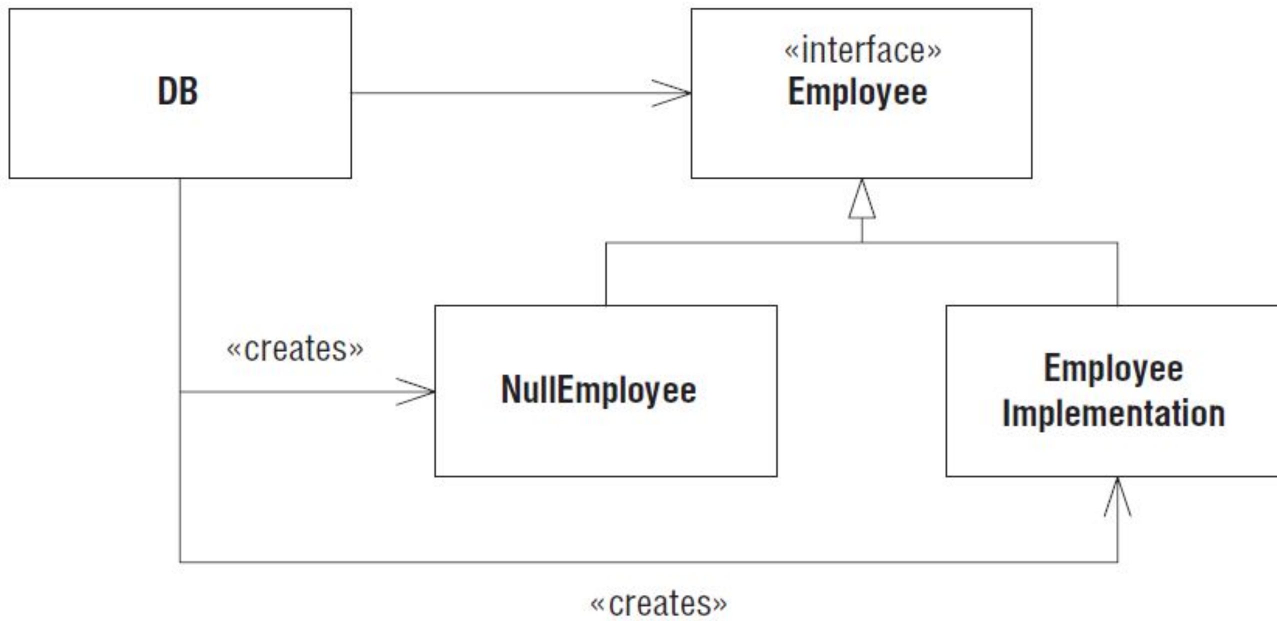
- Часто бывает необходимо обеспечить единственность объекта некоторого класса.
- Шаблоны Singleton и Monostate принципиально различным способом решают эту задачу.
- Паттерн Singleton опирается на использование
  - закрытых конструкторов,
  - статической переменной-члена и статического метода,

  которые совместно ограничивают количество создаваемых экземпляров.
- В паттерне Monostate все переменные-члены просто сделаны статическими.

Выводы по шаблонам Singleton и Monostate (2)

- Шаблон Singleton лучше применять, когда уже есть некоторый класс и тогда обеспечить единственность экземпляра можно, создав его подкласс,
  – если не против обращения к свойству Instance для получения доступа к этому экземпляру.
- Шаблон Monostate удобнее
  – когда единичный объект класса желательно сделать незаметным для пользователей или
  – когда необходимо полиморфное поведение единственного объекта.

Паттерн **Null-объект**


DB
«interface»
Employee
«creates»
NullEmployee
Employee
Implementation
«creates»