



Reactive Extensions

Сергей Тепляков
STeplyakov@luxoft.com

О Вашем инструкторе



- Сергей Тепляков
- Visual C# MVP, RSDN Team member
- Sergey.Teplyakov@gmail.com
- SergeyTeplyakov.blogspot.com

Цели курса...

Слушатели изучат:

- Философию библиотеки Reactive Extensions
- Основы библиотеки TPL
- Использование библиотеки TPL
- Новые возможности C# 5

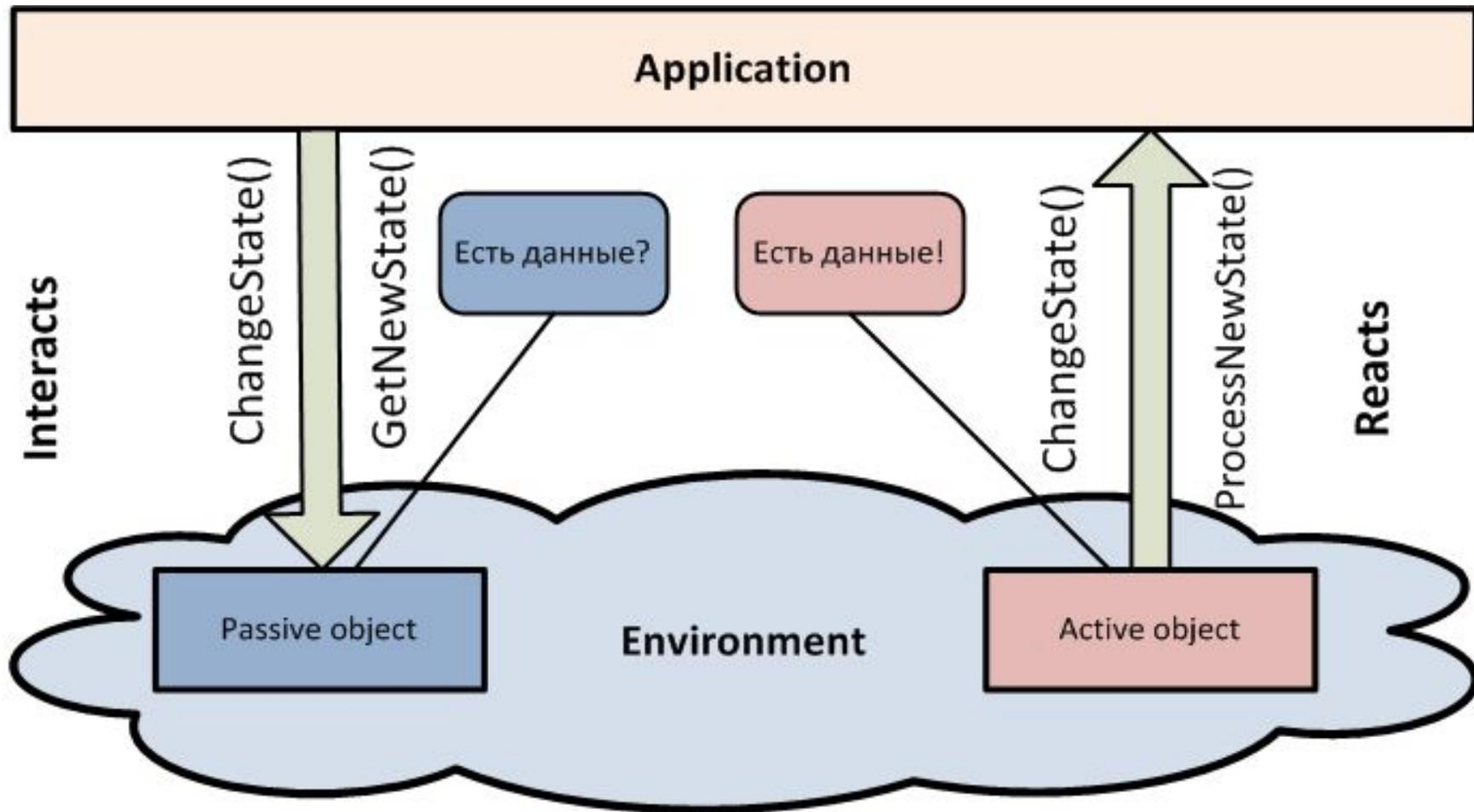
Необходимая подготовка

Слушатели должны:

- Быть знакомы с основами языка C# и платформы .Net
- Обладать базовыми знаниями многопоточности
- Быть знакомы с LINQ (Language Integrated Query)

- Введение в реактивные расширения
- Дуализм интерфейсов
- Основы Rx
- Observable sequences
- Events и Observables
- Observables и асинхронные операции
- Concurrency
- Новости из Редмонта

Интерактивная и реактивная модель



Реактивная модель



"Принцип Голливуда" – "Не звоните нам, мы сами вам
позвоним"

(Hollywood Principle - Don't call us, we'll call you)

Rx - это

1. набор классов, представляющих собой асинхронный поток данных
2. набор операторов, предназначенных для манипуляции этими данными
3. набор классов для управления многопоточностью

Rx = Observables + LINQ + Schedulers

Интерфейс IEnumerable

Pull-based последовательности представлены интерфейсом IEnumerable. Это -

- коллекции в памяти (списки, вектора и т. д.)
- бесконечные последовательности (генераторы)
- xml-данные
- результаты запроса к БД

Интерфейс IEnumerable

```
public interface IEnumerable<out T>
{
    IEnumerator<T> GetEnumerator();
}
```

Ковариантность из
.NET 4.0

```
public interface IEnumerator<out T> : IDisposable
{
    bool MoveNext();
    T Current { get; }
    void Reset();
}
```

Блокирующая
операция

Упрощение интерфейса IEnumerator

```
public interface IEnumerator<out T> : IDisposable  
{  
    (T | void | Exception) GetNext();  
}
```

T – следующий элемент
void – окончание
последовательности
Exception – ошибка

Интерфейс IObservable

```
public interface IObservable<out T>
{
    IDisposable Subscribe(IObserver<T> observer);
}
```

```
public interface IObserver<in T>
{
    void OnNext(T value);
    void OnError(Exception error);
    void OnCompleted();
}
```

Pull vs Push

Pull модель

IEnumerable<T>

- `IEnumerator<T> GetEnumerator()`

IEnumerator<T>

- `bool MoveNext();`
- `T Current {get;}`
- ~~`void Reset();`~~

Или

- `(T|void|Exception) GetNext();`

Push модель

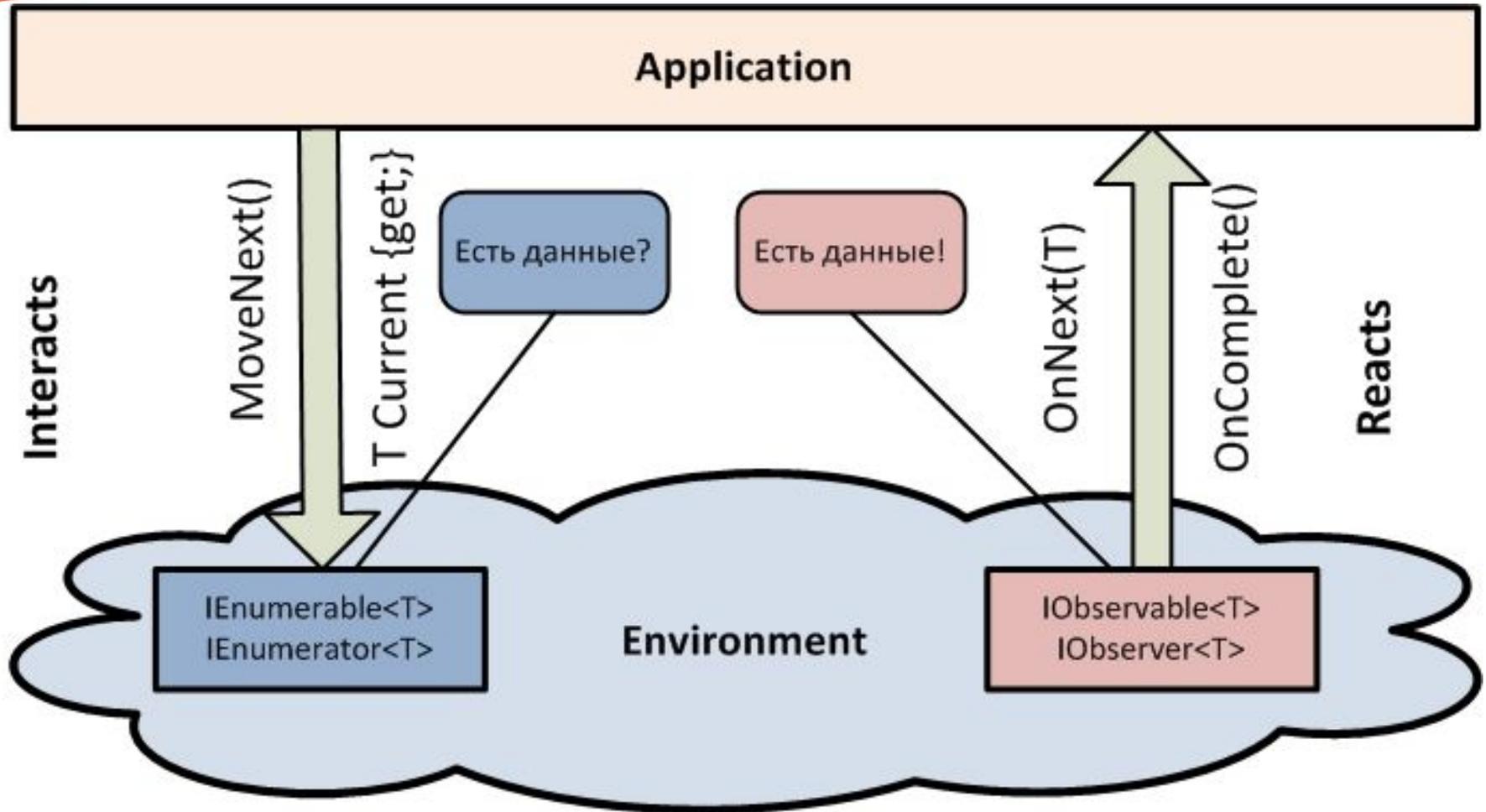
IObservable<T>

- `IDisposable Subscribe(
IObserver<T>)`

IObserver<T>

- `void OnNext(T value);`
- `void OnError(Exception error);`
- `void OnCompleted();`

Pull vs Push



Простые последовательности

`Observable.Empty<int>();`

OnComplete

`new int[] {};`

`Observable.Return(42);`

OnNext

1

`new int[] {42};`

`Observable.Throw<int>(ex);`

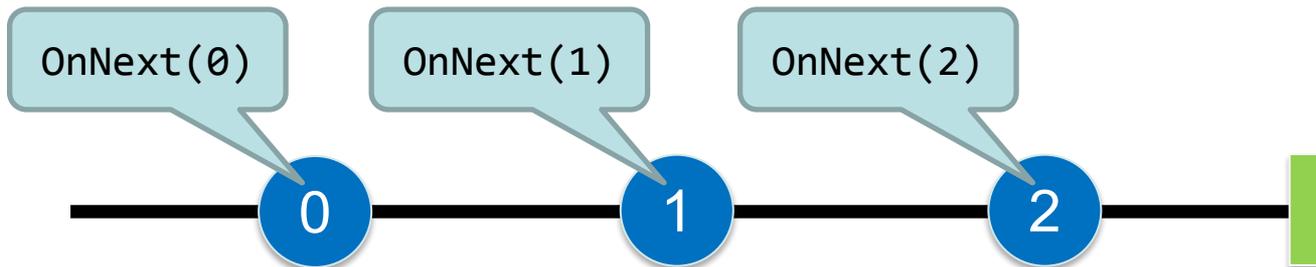
OnError

`Observable.Never<int>();`

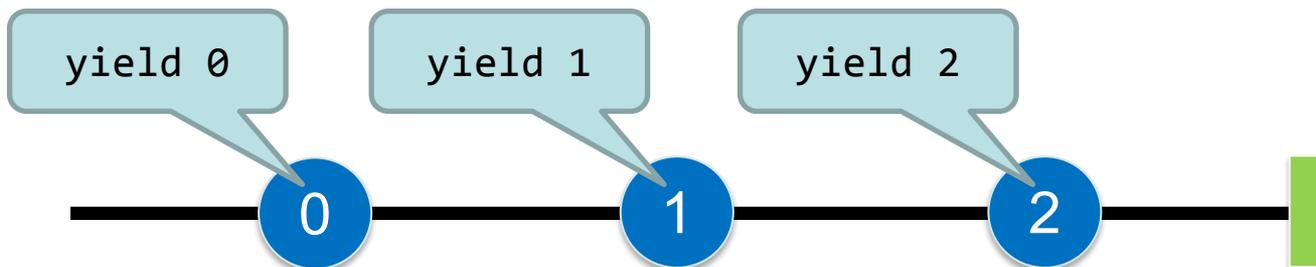
- Итератор, генерирующий исключение
- Итератор, который не возвращает управление

Методы Range

`Observable.Range(0, 3);`



`Enumerable.Range(0, 3);`



Циклы for

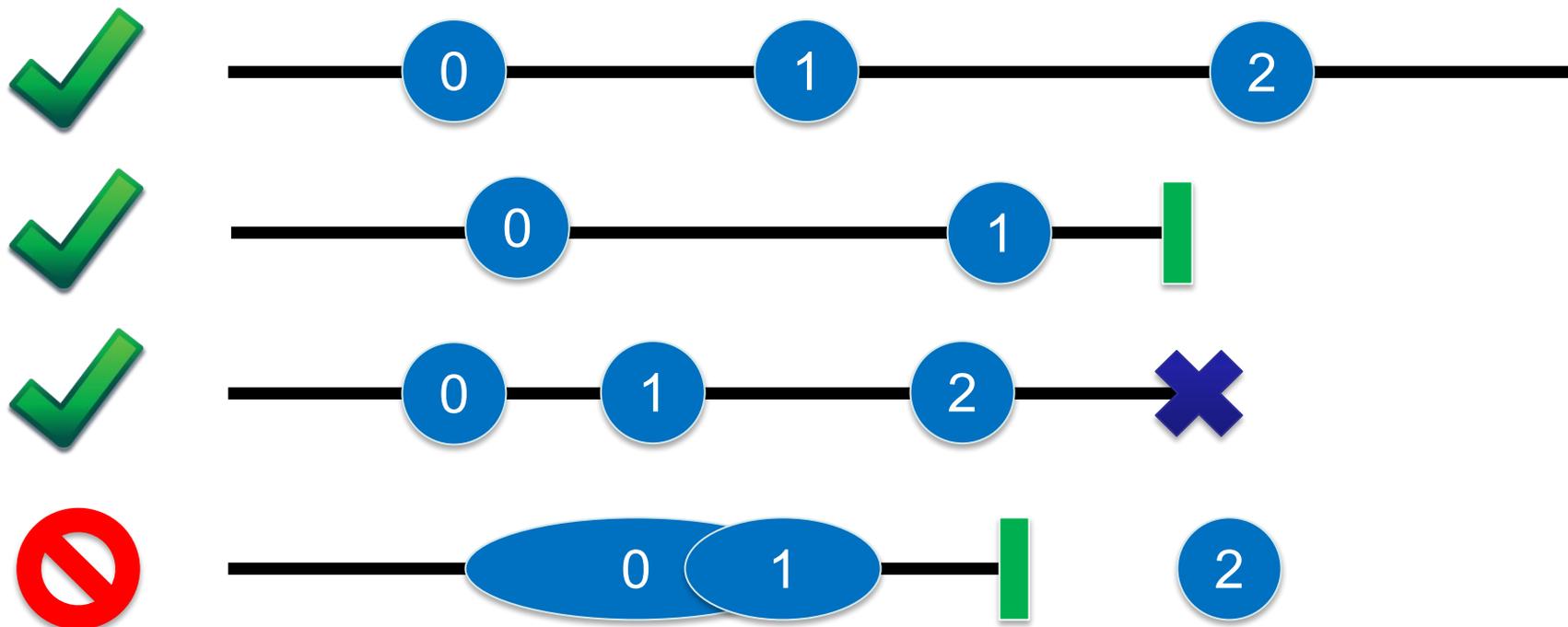
```
var xs = Observable.Generate(  
    0,  
    x => x < 10,  
    x => x + 1,  
    x => x);  
  
xs.Subscribe(x => {  
    Console.WriteLine(x);  
  
});
```

```
var xs = new IEnumerable<int> {  
    for(int i = 0;  
        i < 10;  
        i++)  
        yield return i;  
};  
  
foreach(var x in xs) {  
    Console.WriteLine(x);  
}
```

Предположим,
у нас есть
синтаксис
анонимных
итераторов

Контракт «реактивных» последовательностей

- Grammar: `OnNext*` [`OnCompleted` | `OnError`]
- Методы наблюдателя вызываются последовательно



Упрощение работы с интерфейсом IObservable

```
var xs = Observable.Range(0, 10);
```

1. Только OnNext:

```
xs.Subscribe(/*OnNext(int)*/x => Console.WriteLine(x));
```

2. OnNext и OnCompleted

```
xs.Subscribe(  
    /*OnNext(int)*/x => Console.WriteLine(x),  
    /*OnComplete*/() => Console.WriteLine("Completed"));
```

3. OnNext и OnError

```
xs.Subscribe(  
    /*OnNext(int)*/x => Console.WriteLine(x),  
    /*OnError(Exception)*/e => Console.WriteLine("Error: {0}", e));
```

4. OnNext, OnError и OnCompleted

```
xs.Subscribe(  
    /*OnNext(int)*/x => Console.WriteLine(x),  
    /*OnError(Exception)*/e => Console.WriteLine("Error: {0}", e),  
    /*OnCompleted*/() => Console.WriteLine("Completed"));
```

Demo



- Объявление

```
event Action<int> E;
```

- Публикация

```
E(42);
```

- Подписка

```
E += x => Console.WriteLine(x);
```

- Объявление

```
ISubject<int> S = new Subject<int>();
```

- Публикация

```
S.OnNext(42);
```

- Подписка

```
S.Subscribe(x => Console.WriteLine(x));
```

Events vs Observables

```
class Program {
```

```
    event Action<int> E;
```

```
    static void Main() {
```



```
        var p = new Program();
```



```
        p.E += x => Console.WriteLine(x);
```



```
        p.E(1);
```



```
        p.E(2);
```



```
        p.E(3);
```

```
    }  
}
```

```
class Program {
```

```
    ISubject<int> S = new Subject<int>();
```

```
    static void Main() {
```

```
        var p = new Program();
```

```
        p.S.Subscribe(x => Console.WriteLine(x));
```

```
        p.S.OnNext(1);
```

```
        p.S.OnNext(2);
```

```
        p.S.OnNext(3);
```

```
    }  
}
```

■ Events

```
static event Action<string> E;
```

```
//E += x => Console.WriteLine(x);
```

```
Action<string> action = x => Console.WriteLine(x);
```

```
E += action;
```

```
E -= action;
```

■ Observables

```
static ISubject<int> S = new Subject<int>();
```

```
var token = S.Subscribe(x => Console.WriteLine(x));
```

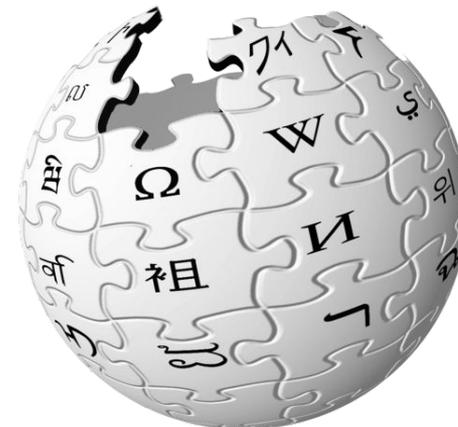
```
token.Dispose();
```

«События» первого класса

Объект называют «объектом первого класса» когда он:

- может быть **сохранен** в переменной
- может быть **передан** в функцию как параметр
- может быть **возвращен** из функции как результат
- может быть **создан** во время выполнения программы
- **внутренне самоидентифицируем** (независим от именованя)

http://ru.wikipedia.org/wiki/Объект_первого_класса



WIKIPEDIA
The Free Encyclopedia

«События» первого класса



// Сохранение в переменной

```
IObservable<string> textChanged = ...;
```

// Передача в качестве параметра

```
void ProcessRequests(IObservable<string> input) {...}
```

// Возвращение в качестве результата

```
IObservable<int> QueryServer() {...}
```

Возможности наблюдаемых последовательностей

Преобразование события в поток объектов Point

```
IObservable<Point> mouseMoves =  
    from e in Observable.FromEventPattern<MouseEventArgs>(frm, "MouseMove")  
    select e.EventArgs.Location;
```

Фильтрация «событий»

```
var filtered = mouseMoves.Where(p => p.X == p.Y);
```

Обработка «событий»

```
var subscription =  
    filtered.Subscribe(p => Console.WriteLine("X, Y = {0}", p.X));
```

Отписка от «событий»

```
subscription.Dispose();
```

Demo



Асинхронные операции Classical Async Pattern

```
FileStream fs = File.OpenRead("data.txt");
```

```
byte[] buffer = new byte[1024];
```

```
fs.BeginRead(buffer, 0, buffer.Length,  
ar =>  
{
```

```
int bytesRead = fs.EndRead(ar);  
// Обработка данных в массиве buffer
```

```
},  
null);
```

Невозможность использования привычных языковых конструкций (using, try/finally etc)

«Вывернутый» поток исполнения

Сложность обработки ошибок, а также чтения и сопровождения кода

FromAsyncPattern

```
static int LongRunningFunc(string s)
{
    Thread.Sleep(TimeSpan.FromSeconds(5));
    return s.Length;
}
```

FromAsyncPattern преобразует возвращаемое значение метода в IObservable<T>

```
Func<string, int> longRunningFunc = LongRunningFunc;
```

```
Func<string, IObservable<int>> funcHelper =
    Observable.FromAsyncPattern<string, int>(
        longRunningFunc.BeginInvoke, longRunningFunc.EndInvoke);
```

```
IObservable<int> xs = funcHelper("Hello, String");
xs.Subscribe(x => Console.WriteLine("Length is " + x));
```

Tasks vs FromAsyncPattern

- Задачи (Tasks) – это унифицированный способ представления Single value asynchrony в .Net Framework
- Observables – Multi value asynchrony
- Существует простой способ преобразования Tasks -> Observables

Task -> ToObservable

Метод расширения можно написать один раз, а использовать повсюду, а не только с Rx

```
static class FuncExtensions
{
    internal static Task<int> ToTask(this Func<string, int> func, string s)
    {
        return Task<int>.Factory.FromAsync(
            func.BeginInvoke, func.EndInvoke, s, null);
    }
}

Func<string, int> longRunningFunc = LongRunningFunc;

string s = "Hello, String";

IObservable<int> xs = longRunningFunc.ToTask(s).ToObservable();

xs.Subscribe(x => Console.WriteLine("Length is " + x),
    () => Console.WriteLine("Task is finished"));
}
```

Это более предпочтительный способ, поскольку метод FromAsyncPattern скоро будет устаревшим

Чем Rx не является

- **Rx не заменяет существующей «асинхронности»:**
 - .NET все еще незаменимы
 - Асинхронные методы все так же применимы в библиотеках
 - Задачи представляют собой single value asynchrony
 - Существуют и другие асинхронные источники, как SSIS, PowerShell, etc
- **Но rx...**
 - **Унифицирует** работу
 - Предоставляет возможность **композиции**
 - Предоставляет **обобщенные операторы**
- **Так что rx – это ...**
 - Мост!

Demo



- **Управление многопоточностью осуществляется с помощью интерфейса IScheduler**

```
var xs = Observable.Range(0, 10, Scheduler.ThreadPool);
```

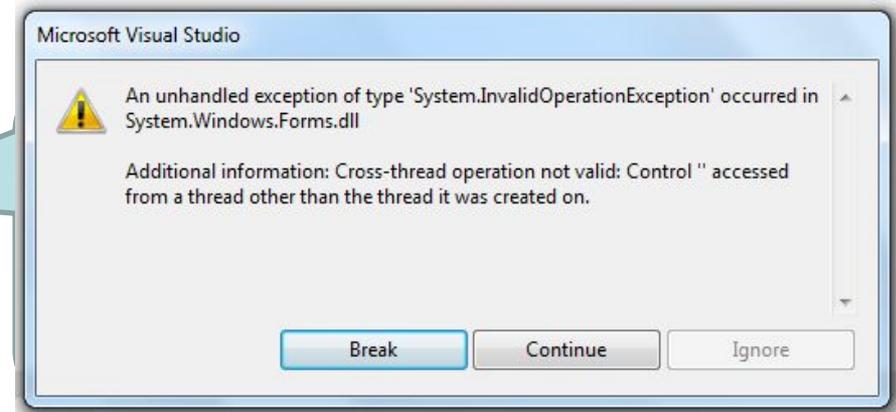
```
xs.Subscribe(x => Console.WriteLine(x));
```

Будет исполняться в контексте планировщика

Параметризация с помощью IScheduler доступна в большинстве операций

■ Обновление пользовательского интерфейса

```
Label lbl = new Label();  
Form frm = new Form() {Controls = {lbl}};  
  
var xs = Observable.Return(42, Scheduler.ThreadPool);  
  
xs.Subscribe(x =>  
{  
    Thread.Sleep(1000);  
    lbl.Text = "Result is " + x;  
});
```



■ Использование ObserveOn

```
xs.ObserveOn(frm).Subscribe(x =>  
{  
    Thread.Sleep(1000);  
    lbl.Text = "Result is " + x;  
});
```

IScheduler поддерживает разные контексты синхронизации

Demo



Что мы изучили?

- Введение в реактивные расширения
- Дуализм интерфейсов
- Основы Rx
- Observable sequences
- Events и Observables
- Observables и асинхронные операции
- Concurrency

Experimental vs Stable

- **Две версии библиотеки Reactive Extensions:**
 - Stable
 - Experimental
- **Interactive Extensions**

Где взять?

- NuGet
- Web -
<http://msdn.microsoft.com/en-us/data/gg577610>
- Can't find? Use google 😊

Дополнительные ссылки

- The Reactive Extensions (Rx)... (Data Developer Center) - <http://msdn.microsoft.com/en-us/data/gg577609>
- Reactive Extensions (MSDN) - [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh242985\(v=vs.103\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh242985(v=vs.103).aspx)
- Rx Team Blog - <http://blogs.msdn.com/b/rxteam/>
- Реактивные расширения и асинхронные операции - <http://sergeyteplyakov.blogspot.com/2010/11/blog-post.html>

Roslyn CTP is available!



**I ♥
Roslyn**

<http://msdn.microsoft.com/ru-ru/roslyn>

Вопросы?



Горячие и холодные последовательности



