

Транзакционно-реактивное программирование

В примерах на языке Артель

ООО «Незабудка Софвер»

Минск, 2026

О спикере

Юрий Четырько

- Со-автор семейства языков Артель
- Со-автор патентов в области баз данных и обработки текстов
- Со-основатель компании Незабудка Софтвер (Беларусь, 2011-наст.)
- Со-основатель компании NZ Labs (США, Беларусь, 2018-наст.)
- Со-основатель компании PointSource (США, Беларусь, 2010-2018)
- Незабудка Софтвер: <https://nezaboodka.by>, <https://nezaboodka.com>
- Персональный сайт-визитка: <https://yury.ch/ru>

Концепция реактивности

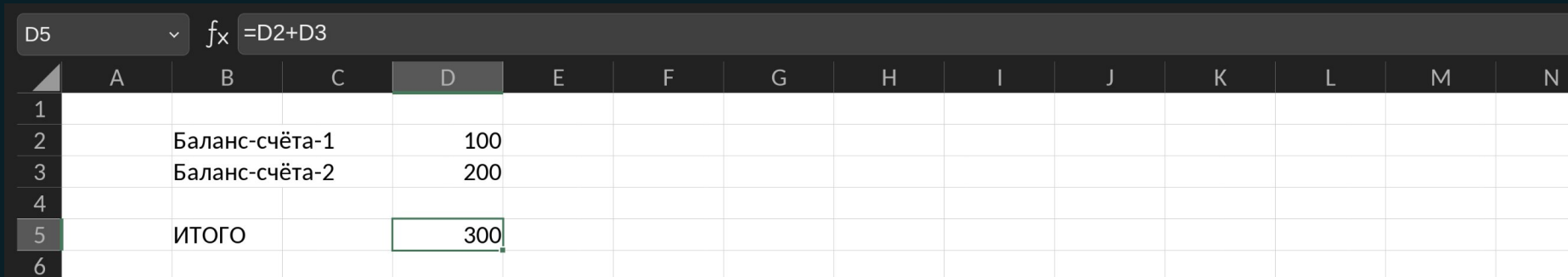
- Сигнальные данные // сигнализируют о своём изменении
- Реактивная подпрограмма // перезапускается автоматически

```
#сигнал  
переменная баланс-счёта-1: Число
```

```
#сигнал  
переменная баланс-счёта-2: Число
```

```
#реакция  
функция показ-баланса-счетов() {  
    написать("Счёт-1: {баланс-счёта-1}") // подписка  
    написать("Счёт-2: {баланс-счёта-2}") // подписка  
}
```

Реактивность вокруг нас



The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2		Баланс-счёта-1		100										
3		Баланс-счёта-2		200										
4														
5		ИТОГО		300										
6														

The formula bar at the top shows the formula in cell D5: $f_x = D2 + D3$.

Электронные таблицы основаны на концепции реактивности: ячейки автоматически пересчитываются.

Обычные ячейки играют роль сигнальных данных, а формулы играют роль реактивных подпрограмм. При этом результаты вычисления формул также представляет собой сигнальные данные.

Концепция транзакционности

- Всё или ничего // *атомарность изменений*
- Изолированная копия данных // *частичные изменения не видны*
- Транзакции в быту: банковские операции и нотариальные действия

```
#транзакция
функция перевести-сумму(сумма: Число) {
    баланс-счёта-1 -= сумма
    баланс-счёта-2 += сумма
}
```

Сочетание реактивности и транзакционности

- Только успешная транзакция приводит к срабатыванию реакций
- Реакции всегда работают с целостными данными
- Параллельное изменение приводит к отмене и перезапуску реакции

```
перевести-сумму(100)  
// => сработает «показ-баланса-счетов»
```

```
перевести-сумму(200)  
// => сработает «показ-баланса-счетов»
```

Особенности работы механизма

- Зависимость между реактивной подпрограммой и сигнальными данными возникает динамически во время работы программы, а не во время анализа кода на этапе компиляции
- Реакция на изменения срабатывает лишь при действительном изменении сигнальных данных на новые
- Реактивная подпрограмма сама по себе также является транзакцией и работает в полном соответствии с принципом «либо всё, либо ничего»
- Реактивная подпрограмма может изменить сигнальные данные и тем самым спровоцировать активацию других реактивных подпрограмм
- Но реактивная подпрограмма никогда не провоцирует саму себя

Демонстрация

Цифровые часы
Игра «угадай число»
Бусел (Voocel)

Цифровые часы

12 : 31 : 46 : 902

Тема: Тёмная

Авто-режим: Нет

Угадай число от 1 до 100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Сброс

APPEARANCE

- Behavior label
- Content 57527 likes
- Placeholder none
- Corner Radius inner-top-left: 0.3em, inner-bc
- Borders none
- Fill Color inner: #00BB00
- Text Color white

TEXT SETTINGS

- Font Name Arial
- Font Size 14px
- Font Style normal
- Text Direction auto

POSITIONING

- Alignment right center-y
- Place E3
- Height auto, max: auto
- Layer 0
- Margins inner: 0.25em, inner-left: 0.5e
- Overflow hidden, block: hidden
- Width auto, max: auto

EFFECTS

- Blur none
- Opacity 1, placeholder: 0.15
- Shadow none

	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	A
	id	views/thumb	description	likes	dislikes	id	views/thumb	description	likes	dislikes	id	views/thumb	description	likes	dislikes	id
1																
2			WE WANT TO TALK ABOUT OUR MARRIAGE	CaseyNeistat		The Trump Presidency: Last Week Tonight with John Oliver (HBO) Week Tonight										
3	2kyS6SvSYSE		SHANTELL'S CHANNEL - https://www.youtube.com/shantellmartin CANDICE - https://www.lovebilly.com	57527	2966	1ZAPwfrAFY		One year after the presidential election, John Oliver discusses what we've learned so far and enlists our catheter cowboy to teach Donald Trump what he hasn't.	97185	6146	puqaWtEC7Y		WATCH SILENCE MUSIC VIDEO ▶ https://youtu.be/Tx1sqYc3qas WATCH YOU & ME MUSIC VIDEO ▶ https://youtu.be/fiusxyyqGk WATCH FIND ME MUSIC VIDEO ▶ https://youtu.be/vma1WdG1Cw8			
4			filmed this video in 4k on this -- http://amzn.to/2sTDnR7 https://www.youtube.com/embed/2kyS6SvSYSE					https://www.youtube.com/embed/1ZAPwfrAFY								
5																
1																
2			(SPOILERS) 'Shiva Saves the Day' Talked About Scene Ep. 804 The	amc		Marshmello - Blocks (Official Music Video)					marshmello					
3	VfQJit6A0		Shiva arrives just in time as King Ezekiel attempts to take out an army of walkers. #TheWalkingDead #TWD #AllOutWar			5E4ZBSInqUU		WATCH SILENCE MUSIC VIDEO ▶ https://youtu.be/Tx1sqYc3qas WATCH YOU & ME MUSIC VIDEO ▶ https://youtu.be/fiusxyyqGk WATCH FIND ME MUSIC VIDEO ▶ https://youtu.be/vma1WdG1Cw8	114188	1333	GgVmn66oK		At this year's DesignerCon, we meet up with Ironhead Studio, the costume and prop fabricators who made Hela's jaw-dropping costume from Thor: Ragnarok. Jose Fernandez walks us through his team made Hela's iconic headdress			
4			https://www.youtube.com/embed/VfQJit6A0					https://www.youtube.com/embed/5E4ZBSInqUU								
5																
1																
2			The Making of Hela's Headdress from Thor: Ragnarok			Is It Dangerous To Talk To A Camera While Driving?					Tom Scott					
3	6VhU_T463sU		At this year's DesignerCon, we meet up with Ironhead Studio, the costume and prop fabricators who made Hela's jaw-dropping costume from Thor: Ragnarok. Jose Fernandez walks us through his team made Hela's iconic headdress	3585	138	-aDHxobl4		I'm visiting the University of Iowa's National Advanced Driving Simulator, to answer a question: how unsafe is it for me to vlog while driving? Is vlogging while driving dangerous? The team at the simulator are the experts to ask								
4			https://www.youtube.com/embed/6VhU_T463sU					https://www.youtube.com/embed/-aDHxobl4								
5																
1																
2			Amazon Christmas Advert 2017 - Toys & Games	Amazon.co.uk		Eminem - Walk On Water (Audio) ft. Beyoncé					EminemVEVO					
3	CBVGjS_EJok		Shhhh. See how Amazon helps Dad create a magical Christmas to the tune of Roger Hodgson's "Give a Little Bit" #givealittlebit http://www.rogerhodgson.com	119	69	n1WpP7iowLc		Eminem's new track Walk on Water ft. Beyoncé is available everywhere: http://shady.sr/WOWEminem Playlist Best of Eminem: https://goo.gl/AquNpo Subscribe for more:	787419	43420	hz7ukDjuq4w		Dennis Smith Jr. and LeBron James go back and forth			
4			https://www.youtube.com/embed/CBVGjS_EJok					https://www.youtube.com/embed/n1WpP7iowLc								
5																
1																
2			Iraq-Iran earthquake: Deadly tremor hits border region - BBC News	BBC News		Dennis Smith Jr. and LeBron James go back and forth					Ben Rohrbach					
3	goP4Z5wyOIM		A strong 7.2-magnitude earthquake has rattled the northern Iraq-Iran border region, killing at least 10 people. The quake struck in the evening local time south of the Iraqi town of Halabja at a depth of 33.9 km (21 miles), the US	308	26	NZFhMSgbKkM		Dennis Smith Jr. and LeBron James go back and forth								
4			https://www.youtube.com/embed/goP4Z5wyOIM					https://www.youtube.com/embed/NZFhMSgbKkM								
5																
1																
2			Lin-Manuel Miranda's next act: Helping rebuild Puerto Rico	CBS Sunday Morning		Wildest Superstar distractions: WWE Top 10, Nov. 11, 2017					WWE					
3	ic4		Correspondent David Begnaud joins Lin-													
4			https://www.youtube.com/embed/ic4													
5																
1	id	views/thumb	description	likes	dislikes	id	views/thumb	description	likes	dislikes	id	views/thumb	description	likes	dislikes	id

Реализация

Реактроник: транзакции и реакции на основе MVCC

- Исходный код (TS, MIT): <https://github.com/nezaboodka/reactronic>
- Multi-Version Concurrency Control (MVCC) со сборкой мусора
- Применима и для визуальных элементов и для бизнес-логики
- Интегрировано в языках Артель: <https://artel.by/ru/m/reactronic>

Верстак: реактивные пользовательские интерфейсы

- Исходный код (TS, MIT): <https://github.com/nezaboodka/verstak>
- Браузер как платформа, в том числе для настольных систем
- Интегрировано в языках Артель: <https://artel.by/ru/m/verstak>

Среда для реактивного программирования

Желательна поддержка на уровне компилятора и среды

- Подсветка сигнальных данных в исходном тексте
- Подсветка реактивных подпрограмм
- Поиск зависимостей (мест использования сигнальных данных)
- Подсказка о причинах срабатывания реакции
- Трассировка транзакций и реакций

Спасибо за внимание

Вопросы?