



# Deutsche Bank Technology Center

## Big Bank, Big IT

Как мы построили одну из лучших live риск-систем с нуля

Антон Батяев



1. Эволюция риск системы в банке
2. Код в банке: легаси или всё же Kotlin с React-ом
3. Ситуация, когда скорость алгоритмов измерима в деньгах
4. Java тормозит или на ней можно писать финансовые расчеты
5. Кому нужны эти интегралы или роль квантов в финансах
6. Какие технические и финансовые знания необходимы разработчику

# Эволюция риск системы в банке



Шаг 0 - ручной учет риска в блокноте



# Эволюция риск системы в банке



## Шаг 1 - учет риска в Excel на общем диске с ручным внесение котировок

Sum of Vega			Strike																		
Ccy	Tenor	Expiry	-2.00%	-1.00%	-0.50%	-0.25%	0.00%	0.25%	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	2.50%	3.00%	3.50%	4.00%	4.50%	5.00%			
EUR	0m	1w			0	0	-0														
		1m			-10	-44	11														
		6w			-0	-4	-16	2	0	-0											
		2m			-0	-17	-71	11	2	-1	0										
		3m	0		-0	-65	-215	55	18	-4	-0	0									
		6m	0		-1	-168	-670	195	72	-17	-0	0									
		1y				-423	-2,133	-2	-150	39	0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0
		2y				-586	-3,187	-484	-544	114	0	-0									
		3y				-38	-208	-1,508	-1,063	221											
		4y						-1,223	-857	179											
	5y						-9	-6	1												
	0m Total			0	-1	-1,311	-6,545	-2,954	-2,529	532	0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	
	3m	1w				0	0	-0													
		2w				16	112	-19													
		3w				20	88	-10													
		1m				1,279	1,873	-620	-0												
		6w				2,509	3,365	-541	-4	0											
		2m	0		-9	-2,050	-1,487	206	-26	-3	-0	0									
		3m	-0		-4	-4,711	2,728	683	-206	-34	7	-0	-0								
		6m	-23	641	-53,223	20,327	6,129	609	-782	113	-6	0	0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	
		1y	-105	-3,050	58,908	-13,365	-12,767	8,237	-567	3,980	-713	-105	27	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	
		2y	-7,719	5,356	117,389	-2,766	-91,902	22,782	13,536	8,048	-2,278	-368	85	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	
	3y	-7,760	3,035	14,802	-37,222	-164,872	-888	30,406	14,508	-660	-211	6									
	4y	-17,198		-8,108	2,147	-51,714	-970	1,250	19,765	1,508	-313										
	5y	-7,104			3,116	-4,289	-208	3	3,757	281	-63										
3m Total			-33,910	5,969	126,831	-21,083	-319,715	29,327	43,809	50,177	-1,869	-1,060	118	-0	-0	-0	-0	-0			
6m	2w				0	0	-0														
	3w				0	0	-0														
	1m				4	7	-1	-0													
	6w				8	68	0	-1													
	2m			-0	-7	227	10	-2	-0	-0	0										
	3m	-0		0	1	1,210	322	-105	4	-0	-0	-0									
	6m	-0		2	-1,855	-2,430	1,423	-278	40	-2	-0	0	-0	0	-0	-0	-0	-0			
	1y	-0		-11	-5,159	-10,384	3,235	-1,954	321	-24	4	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0			
	2y	-6		3	-7,474	-22,803	3,778	-867	118	34	16	-4	0	0	0	0	0	0			
	3y	-27		11	-192	-407	-30	7	14	106	15	-3	0	0	0	0	0	0			
4y	-59		0	-28	7	-179	-3	-42	48	10	-1	0	0	0	0	0	0				
5y	-24		0	0	11	-15	-1	0	13	1	-0	0	0	0	0	0	0				

# Эволюция риск системы в банке



## Шаг 2 - Excel файлы с загрузкой котировок по запросу

Sum of Vega			Strike																		
Ccy	Tenor	Expiry	-2.00%	-1.00%	-0.50%	-0.25%	0.00%	0.25%	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	2.50%	3.00%	3.50%	4.00%	4.50%	5.00%			
EUR	0m	1w			0	0	-0														
		1m			-10	-44	11														
		6w			-0	-4	-16	2	0	-0											
		2m			-0	-17	-71	11	2	-1	0										
		3m	0		-0	-65	-215	55	18	-4	-0	0									
		6m	0		-1	-168	-670	195	72	-17	-0	0									
		1y				-423	-2,133	-2	-150	39	0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0
		2y				-586	-3,187	-484	-544	114	0	-0									
		3y				-38	-208	-1,508	-1,063	221											
		4y						-1,223	-857	179											
	5y						-9	-6	1												
		0m Total		0	-1	-1,311	-6,545	-2,954	-2,529	532	0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	
		3m	1w			0	0	-0													
			2w			16	112	-19													
			3w			20	88	-10													
			1m			1,279	1,873	-620	-0												
			6w			2,509	3,365	-541	-4	0											
			2m	0	-9	-2,050	-1,487	206	-26	-3	-0	0									
			3m	-0	-4	-4,711	2,728	683	-206	-34	7	-0	-0								
			6m	-23	641	-53,223	20,327	6,129	609	-782	113	-6	0	0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0
			1y	-105	-3,050	58,908	-13,365	-12,767	8,237	-567	3,980	-713	-105	27	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0
			2y	-1,719	5,356	117,389	-2,766	-91,902	22,782	13,536	8,048	-2,278	-368	85	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0
			3y	-7,760	3,035	14,802	-37,222	-164,872	-888	30,406	14,508	-660	-211	6							
			4y	-17,198		-8,108	2,147	-51,714	-970	1,250	19,765	1,508	-313								
			5y	-7,104			3,116	-4,289	-208	3	3,757	281	-63								
	3m Total			-33,910	5,969	126,831	-21,083	-319,715	29,327	43,809	50,177	-1,869	-1,060	118	-0	-0	-0	-0	-0	-0	
	6m		2w			0	0	-0													
		3w			0	0	-0														
		1m			4	7	-1	-0													
		6w			8	68	0	-1													
		2m		-0	-7	227	10	-2	-0	-0	0										
		3m	-0	0	1	1,210	322	-105	4	-0	-0	-0									
		6m	-0	2	-1,855	-2,430	1,423	-278	40	-2	-0	0	-0	0	-0	-0	-0	-0	-0		
		1y	-0	-11	-5,159	-10,384	3,235	-1,954	321	-24	4	-0	0	-0	-0	-0	-0	-0	-0		
		2y	-6	3	-7,474	-22,803	3,778	-867	118	34	16	-4	0	0	0	0	0	0	0		
		3y	-27	11	-192	-407	-30	7	14	106	15	-3	0	0	0	0	0	0	0		
	4y	-59	0	-28	7	-179	-3	-42	48	10	-1	0	0	0	0	0	0	0			
	5y	-24	0	0	11	-15	-1	0	13	1	-0	0	0	0	0	0	0	0			



# Эволюция риск системы в банке



Шаг 3 – приложение на виртуальной машине,  
считающее риски по запросу

BASE SPOT	EURUSD		1.0000	1.0983	107.44	0.6773	0.6272	1.3291	1.2449	0.9915	9.7559	9.0777	6.7982
0.9091	1.2081	38,022	-2,020,533	1,143,911	-151	579	-1	-184	46	616,069	85	9,845	-1,251
0.9524	1.1532	6,746	-37,315	-267,696	-151	579	-1	-184	46	333,196	85	9,845	-1,251
1	1.0983	1,793	55,581	-44,992	-151	579	-1	-184	46	-5,064	85	9,845	-1,251
1.05	1.0460	-48,859	-1,768,040	1,535,961	-151	579	-1	-184	46	113,951	85	9,845	-1,251
1.1	0.9985	-131,126	-1,551,041	1,349,561	-151	579	-1	-184	46	78,331	85	9,845	-1,251
T+	Day	Theta	USD	EUR	JPY	AUD	NZD	CAD	GBP	CHF	SEK	NOK	DKK
0	Mon	0	-37,315	-267,696	-151	579	-1	-184	46	333,196	85	9,845	-1,251
1	Tue	-93	-35,872	-266,573	-151	579	-1	-184	46	330,510	85	9,845	-1,251
2	Wed	-88	-66,689	-238,208	-151	579	-1	-184	46	328,727	85	9,846	-1,251
3	Thu	-63	-56,262	-241,517	-151	579	-1	-182	46	322,510	85	9,846	-1,251
5	Mon	-382	179	-276,102	-151	579	-1	-184	46	306,529	85	9,846	-1,251

# Эволюция риск системы в банке



## Шаг 4 – текущее состояние анализа рисков

BASE SPOT			0.6778	4.1576	1.3268	7.0825	1.1013	1.2499	107.9150	19.4390	5.7371	1.0000
0.8333	1.3216	19,961	1,841	0	-118	-40,319	98,784	-95,296	211,323	0	-7,137	-149,114
0.8696	1.2665	12,808	1,765	0	-113	-39,499	90,855	-83,347	199,154	0	-2,725	-153,279
0.9091	1.2114	7,364	1,688	0	-108	-37,490	66,137	-65,098	174,706	0	1,533	-134,002
0.9302	1.1839	3,374	1,650	0	-106	-35,219	128,340	-51,567	152,847	0	2,915	-195,484
0.9524	1.1564	507	1,611	0	-103	-30,600	155,769	-33,244	120,384	0	3,226	-216,537
0.9756	1.1288	-4,564	1,573	0	-101	-19,835	84,222	-8,806	105,560	0	2,174	-169,351
0.9804	1.1233	-5,301	1,565	0	-100	-14,237	64,983	-3,206	89,602	0	1,817	-145,723
0.9852	1.1178	-5,936	1,558	0	-100	-8,389	51,638	2,576	70,191	0	1,420	-124,831
0.9901	1.1123	-6,470	1,550	0	-99	-4,421	38,299	8,507	52,027	0	992	-103,325
0.9921	1.1101	-6,652	1,547	0	-99	-3,275	33,056	10,909	43,898	0	814	-93,503
0.994	1.1079	-6,817	1,544	0	-99	-2,287	27,540	13,319	38,762	0	633	-86,230
0.996	1.1057	-6,965	1,541	0	-99	-1,398	22,115	15,738	31,635	0	448	-76,945
0.998	1.1035	-7,095	1,538	0	-99	-558	16,679	18,166	23,104	0	262	-66,188
1	1.1013	-7,203	1,534	0	-98	281	11,056	20,597	16,601	0	75	-57,250
1.002	1.0991	-7,293	1,531	0	-98	1,162	5,439	23,017	9,894	0	-113	-48,126
1.004	1.0969	-7,366	1,528	0	-98	2,137	39	25,414	2,909	0	-300	-38,996
1.006	1.0947	-7,419	1,525	0	-98	3,263	-5,136	27,793	-5,004	0	-486	-29,278
1.008	1.0926	-7,455	1,522	0	-98	4,614	-10,196	30,154	-11,667	0	-670	-21,116
1.01	1.0904	-7,475	1,519	0	-97	6,238	-15,017	32,491	-17,760	0	-851	-13,998
1.015	1.0850	-7,463	1,512	0	-97	11,668	-26,340	38,169	-33,524	0	-1,290	2,439
1.02	1.0797	-7,373	1,504	0	-96	17,415	-40,087	43,635	-48,563	0	-1,699	20,517
1.025	1.0744	-7,172	1,497	0	-96	20,959	-60,851	48,808	-63,659	0	-2,073	48,242
1.05	1.0489	-4,490	1,461	0	-94	30,965	-123,274	70,192	-121,872	0	-3,243	141,374
1.075	1.0245	-1,122	1,427	0	-92	35,202	-20,516	84,254	-165,270	0	-3,020	125,744
T+	Day	PV (k)	AUD	BRO	CAD	CNH	EUR	GBP	JPY	MXN	TRY	USD
0	Mon	-6,470	1,550	0	-99	-4,421	38,299	8,507	52,027	0	992	-103,325
1	Tue	-6,452	2,169	0	-441	0	13,022	17,845	31,797	0	-5	-70,840
2	Wed	-6,453	2,183	0	-438	0	13,008	17,859	32,068	0	-5	-71,127
3	Thu	-6,445	2,202	0	-356	0	12,607	17,838	31,736	0	5	-70,477
4	Fri	-6,468	2,200	0	-497	-133	12,780	17,956	32,537	0	-14	-71,298

WebUI - React  
 Транспорт – Protobuf  
 Бекенд - Java 11

- лайв маркетные данные
- онлайн пересчеты рисков
- шокирование данных
- интерполяция рисков
- обсчет ряда сценариев
- онлайн оценка pv, delta/vega/gamma и т.д.

# Код в банке: легаси или всё же Kotlin с React-ом



Java 11+ / GC G1 / Kotlin 1.3+ / React 16.8+

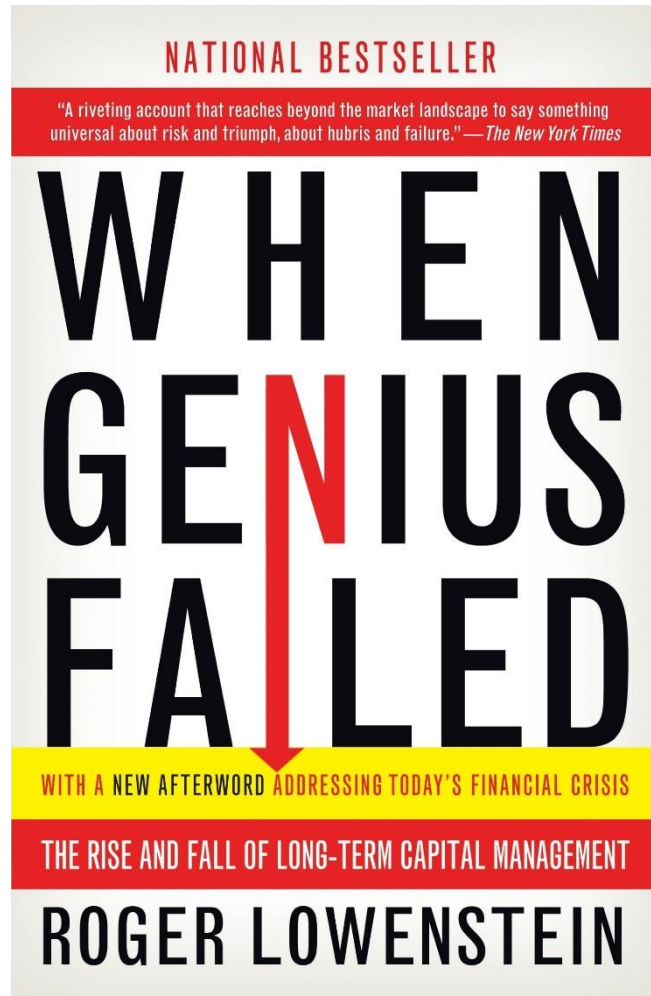
```
<dependency>
  <groupId>io.ktor</groupId>
  <artifactId>ktor-server-netty</artifactId>
  <version>${ktor.version}</version>
  <exclusions...>
</dependency>
<dependency>
  <groupId>io.ktor</groupId>
  <artifactId>ktor-html-builder</artifactId>
  <version>${ktor.version}</version>
</dependency>
<dependency>
  <groupId>org.jetbrains.kotlin</groupId>
  <artifactId>kotlin-stdlib-jdk8</artifactId>
  <version>${kotlin.version}</version>
</dependency>
<dependency>
  <groupId>org.jetbrains.kotlinx</groupId>
  <artifactId>kotlinx-coroutines-core</artifactId>
  <version>${kotlin-coroutines.version}</version>
</dependency>
```

```
"react": "^16.8.0"
"react-dom": "^16.8.0"
"react-redux": "^5.0.7"
"react-scripts-ts": "2.18.0"
"reactstrap": "^6.0.0"
"redux": "^4.0.0"
```

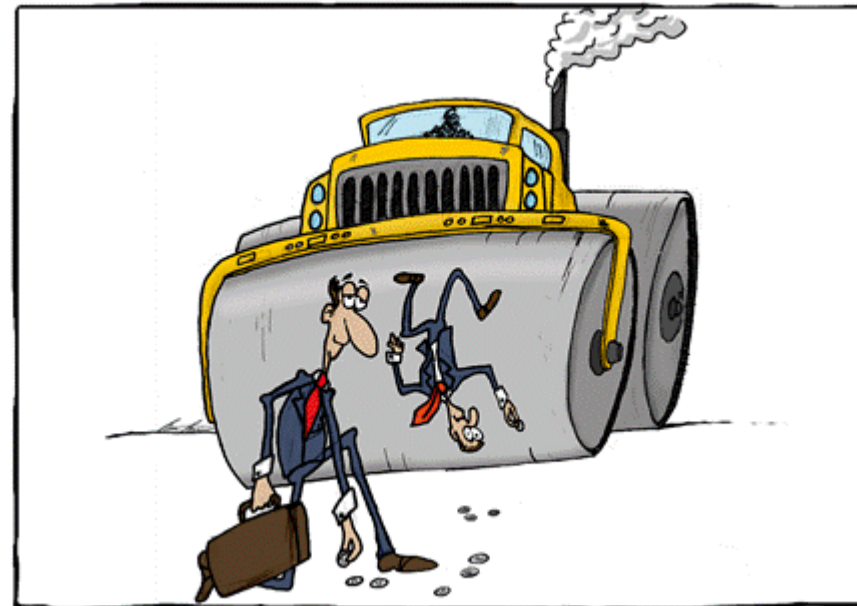
```
JMEM="-XX:+UseG1GC \
-XX:+UnlockExperimentalVMOptions \
-XX:MaxGCPauseMillis=3000 \
-XX:+DisableExplicitGC \
```



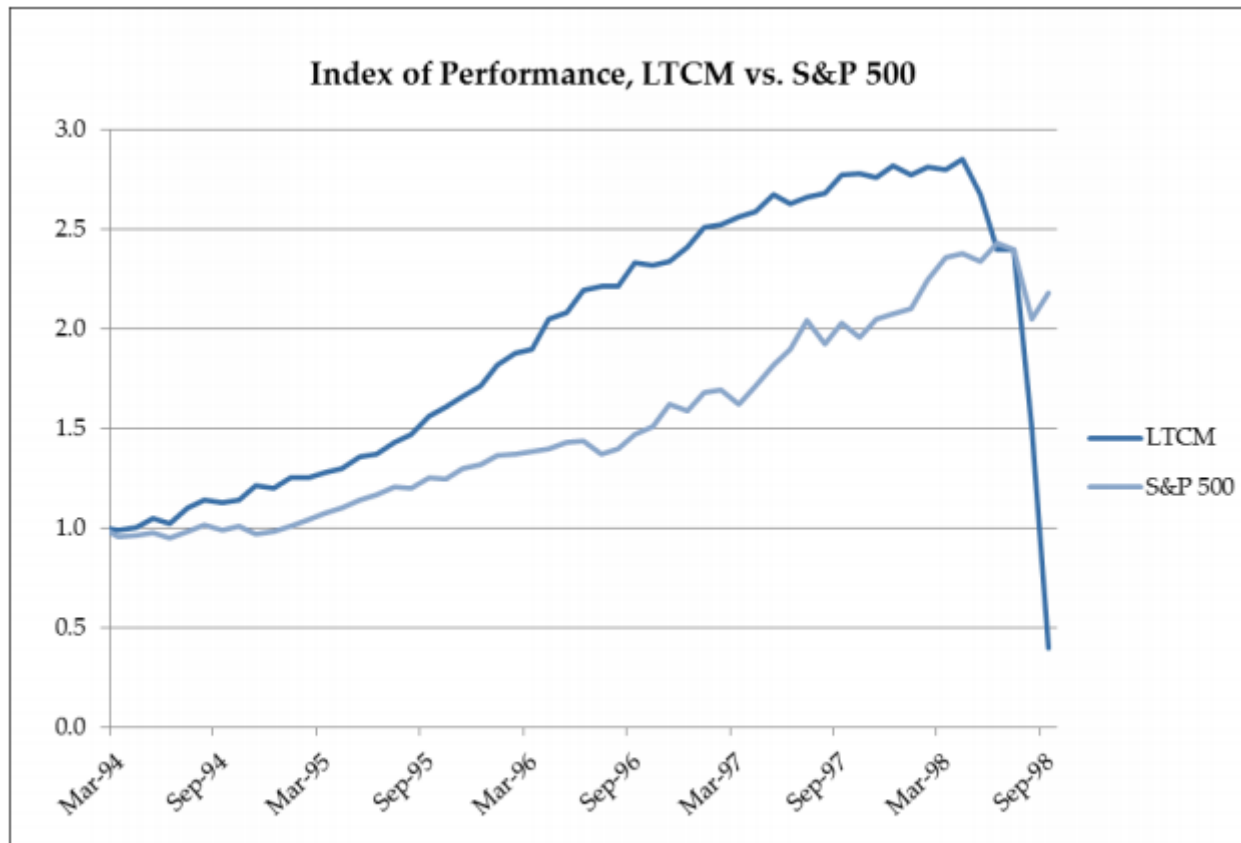
# Ситуации, когда скорость алгоритмов измерима в деньгах



Picking up nickels  
in front of a steamroller (c)



# Ситуации, когда скорость алгоритмов измерима в деньгах



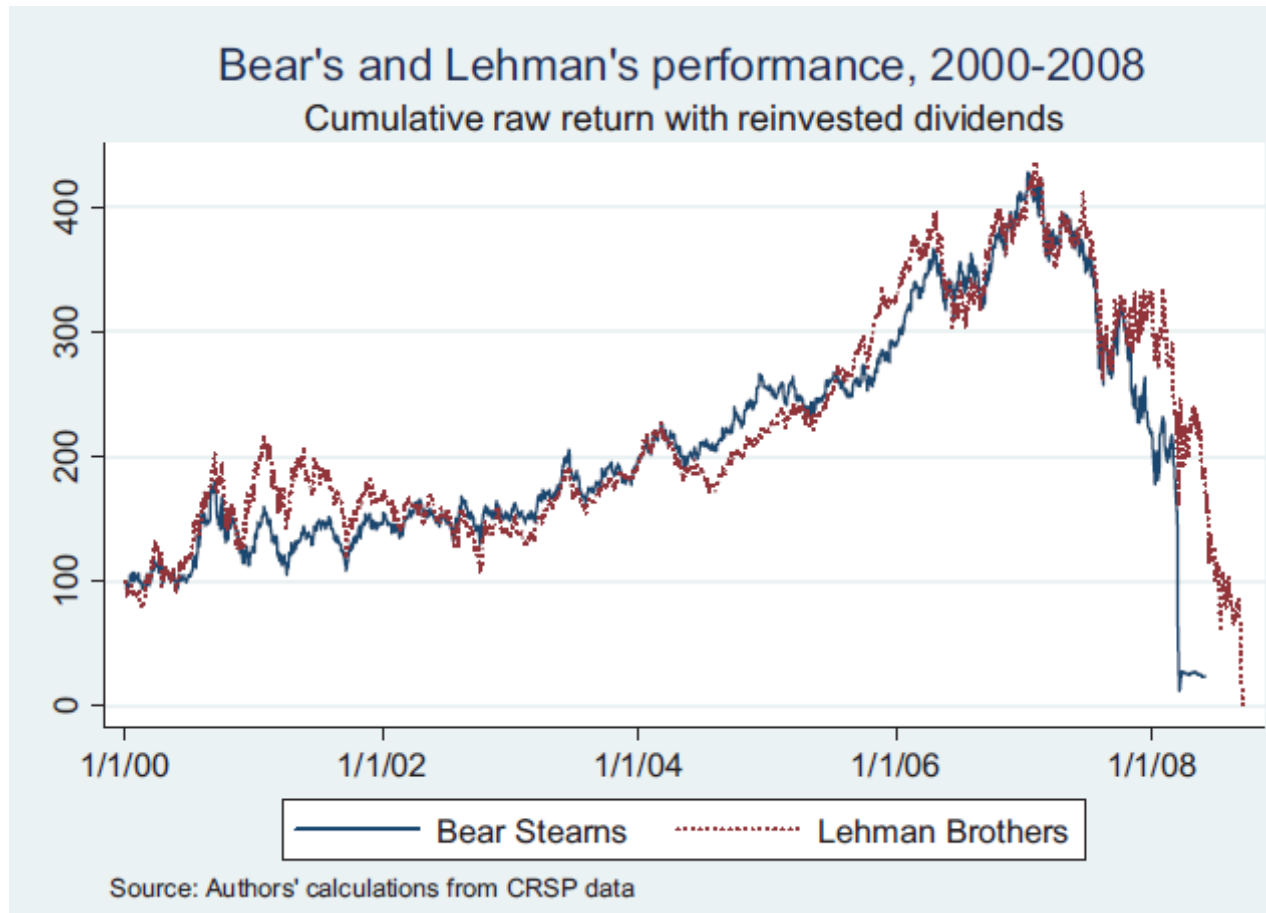
LTCM –  
Long Term  
Capital Management



1994 - 1998

Index of Net Performance of LTCM vs. S&P 500 (March 1994 - September 1998). Based on data presented in Perold, Andre F. 1999a. Long-Term Capital Management, L. P. (C). Harvard Business School Publishing.

# Ситуации, когда скорость алгоритмов измерима в деньгах



## BEAR STEARNS

1923 – 2008  
NYSE: BSC

## LEHMAN BROTHERS

1850 – 2008  
NYSE: LEH

# Java тормозит или на ней можно писать финансовые расчеты



<https://www.youtube.com/watch?v=Q-7y1u9kZV0>



Роман  
Елизаров

Миллионы  
котировок  
в секунду на  
чистой Java

JUG.RU

# Java тормозит или на ней можно писать финансовые расчеты



<https://www.youtube.com/watch?v=Cn4bw7cE68w>



**Joker<?> 2018**  
**Сергей Мельников**  
Райффайзенбанк

Профилируем черного лебедя с помощью Intel Processor Trace, или Что делать, если иногда код выполняется 20 мс вместо 2 мс

A portrait of a man with dark hair tied back, wearing a black t-shirt with the 'Райффайзен' logo. He is standing in what appears to be a server room or data center.

# Java тормозит или на ней можно писать финансовые расчеты



<https://it-events.com/events/16130/program>





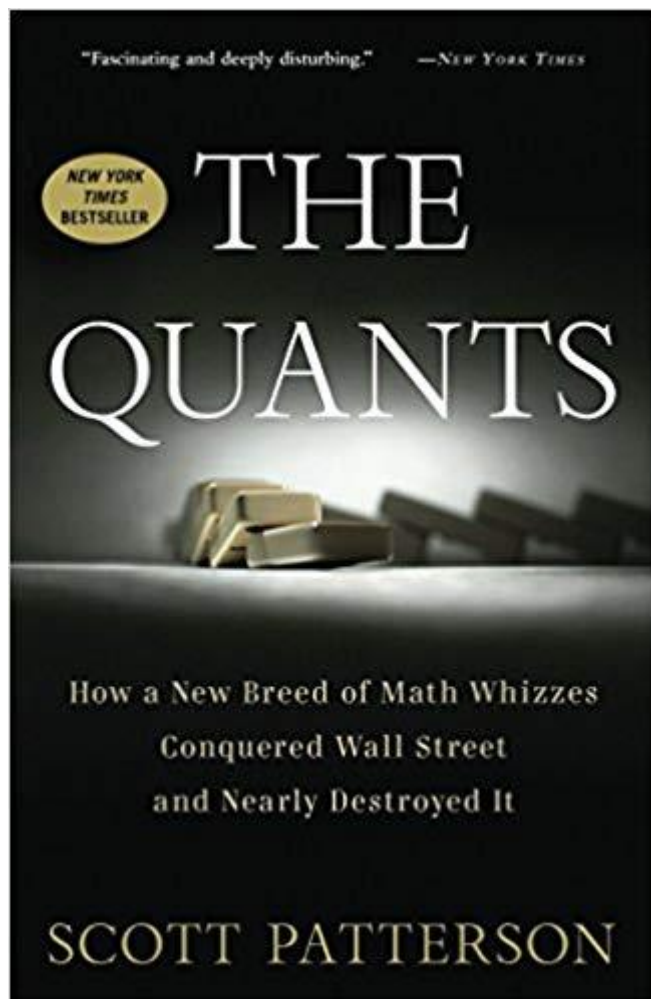
# Java тормозит или на ней можно писать финансовые расчеты



<https://habr.com/ru/company/dbtc/blog/449630/>



# Кому нужны эти интегралы или роль квантов в финансах



Quant (quantitative analyst) –  
количественный аналитик,  
специалист в области финансов, обладающий  
существенными математическими познаниями.

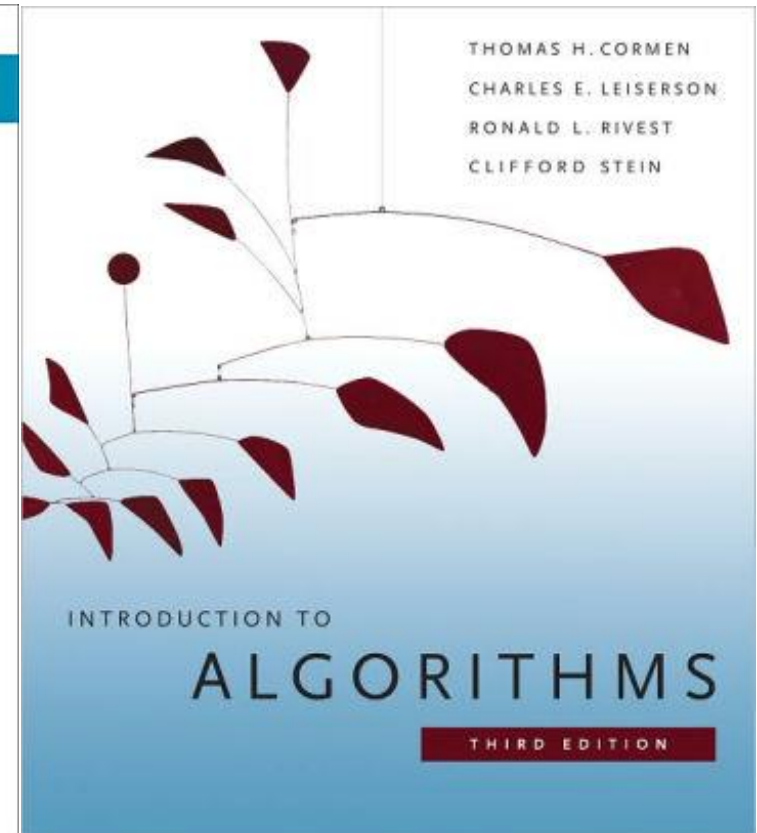
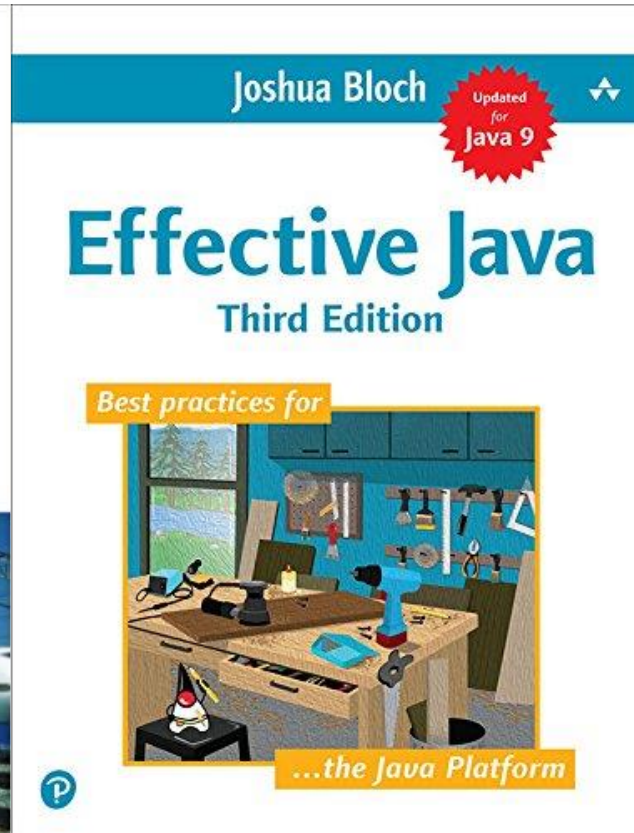
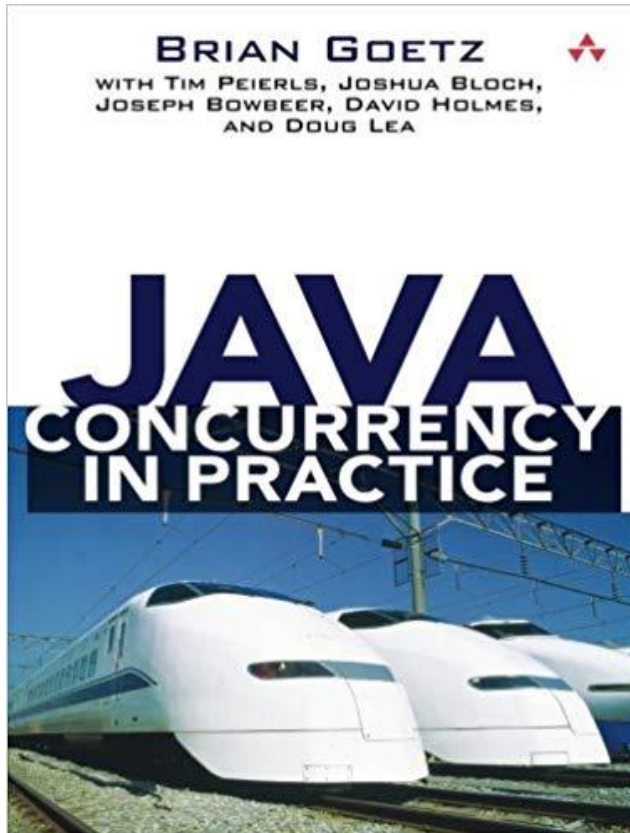
$$C(S_t, t) = N(d_1)S_t - N(d_2)PV(K)$$
$$d_1 = \frac{1}{\sigma\sqrt{T-t}} \left[ \ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t) \right]$$
$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$
$$PV(K) = Ke^{-r(T-t)}$$

\* модель ценообразования опционов  
Блэка — Шоулза

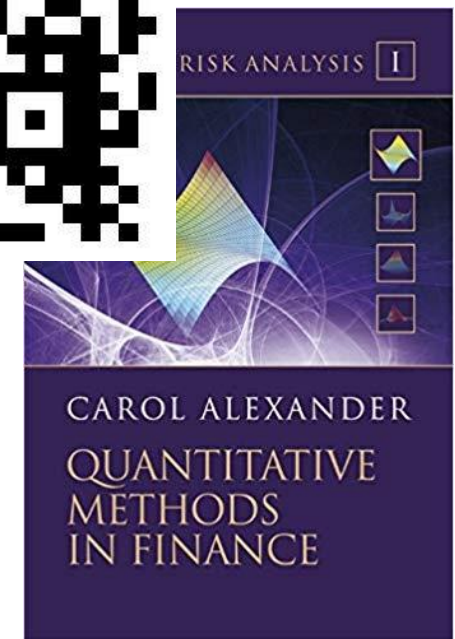
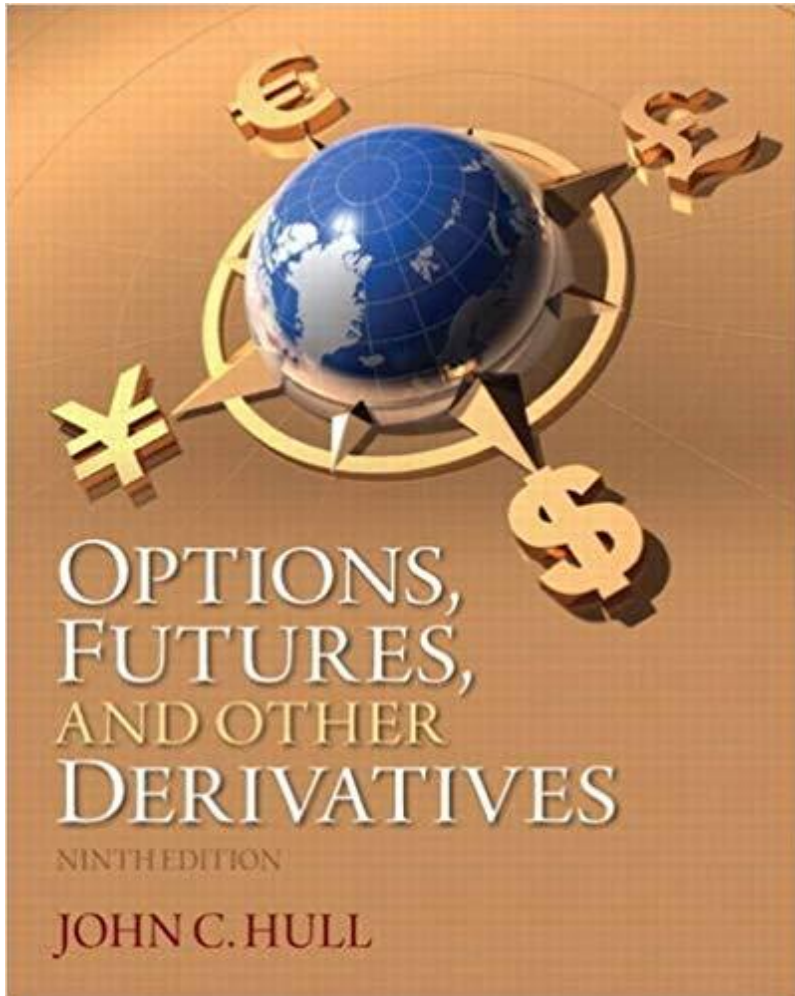
# Какие **технические** знания необходимы разработчику



## Java Language Specification # 17.4



# Какие **финансовые** знания полезны разработчику



# Disclaimer



Данный материал не является предложением или предоставлением какой-либо услуги. Данный материал предназначен исключительно для информационных и иллюстративных целей и не предназначен для распространения в рекламных целях. Любой анализ третьих сторон не предполагает какого-либо одобрения или рекомендации. Мнения, выраженные в данном материале, являются актуальными на текущий момент, появляются только в этом материале и могут быть изменены без предварительного уведомления. Эта информация предоставляется с пониманием того, что в отношении материала, предоставленного здесь, вы будете принимать самостоятельное решение в отношении любых действий в связи с настоящим материалом, и это решение является основанным на вашем собственном суждении, и что вы способны понять и оценить последствия этих действий. ООО "Дойче Банк ТехЦентр" не несет никакой ответственности за любые убытки любого рода, относящихся к этому материалу.





# Deutsche Bank Technology Center

Спасибо за внимание!

Антон Батяев

[anton.batiaev@db.com](mailto:anton.batiaev@db.com)

Слайды :

<https://batiaev.com/talks/pouf-conf-2019>

