

# **грокаем стриминг**

Джош Фишер, Нин Ван



Санкт-Петербург • Москва • Минск

2023

# Оглавление



<b>Предисловие</b> .....	<b>13</b>
<b>Благодарности</b> .....	<b>15</b>
<b>О книге</b> .....	<b>17</b>
Форум liveBook .....	19
От издательства .....	19
<b>Об авторах</b> .....	<b>20</b>

## ЧАСТЬ I. ЗНАКОМСТВО

<b>Глава 1. Знакомство со стриминговыми системами</b> .....	<b>22</b>
Что такое потоковая обработка? .....	23
Примеры событий .....	23
Примеры стриминговых систем .....	24
Стриминговые системы и реальное время .....	25
Как работает стриминговая система .....	26
Приложения .....	26
Серверные службы .....	27
Системы пакетной обработки .....	29
Внутри системы пакетной обработки данных .....	30
Системы потоковой обработки .....	31
Внутри системы потоковой обработки .....	32
Преимущества многофазной архитектуры .....	33
Многофазная архитектура в системах пакетной и потоковой обработки ...	34
Сравнение систем .....	35

Эталонная система обработки событий .....	36
Итоги .....	37
Упражнение .....	37

**Глава 2. Привет, стриминговые системы! .....** **38**

Начальнику нужен современный пункт оплаты .....	39
Вначале были запросы HTTP... и ничего не вышло .....	40
ЭйДжей и Миранда берут паузу, чтобы подумать .....	41
ЭйДжей размышляет о стриминговых системах .....	42
Сравнение серверных служб и потоковой обработки .....	43
Очереди: фундаментальная концепция .....	45
Передача данных в очередях .....	46
Потоковый фреймворк (вернее, его начало) .....	47
Обзор фреймворка Streamwork .....	48
Подробнее о ядре Streamwork .....	49
Основные стриминговые концепции .....	50
Подробнее о концепциях .....	51
Последовательность выполнения стримингового задания .....	52
Первое стриминговое задание .....	53
Выполнение задания .....	59
Ход выполнения задания .....	60
Внутри ядра .....	61
Перемещение событий .....	65
Жизненный цикл элемента данных .....	66
Краткий обзор концепций стриминга .....	67
Итоги .....	68
Упражнения .....	68

**Глава 3. Параллелизация и группировка данных .....** **69**

Датчик генерирует больше событий .....	70
Даже в потоковых системах непросто добиться обработки в реальном времени .....	71
Новые концепции: параллелизм важен .....	72
Новые концепции: параллелизм данных .....	73
Новые концепции: независимость выполнения данных .....	74
Новые концепции: параллелизм задач .....	75
Параллелизм данных и параллелизм задач .....	76
Параллелизм и многозадачность .....	77
Параллелизация задания .....	78

Параллелизация компонентов .....	79
Параллелизация источников .....	80
Результат выполнения .....	81
Параллелизация операторов .....	82
Результат выполнения .....	83
События и экземпляры .....	84
Упорядочение событий .....	85
Группировка событий .....	86
Случайная группировка .....	87
Случайная группировка: внутренний механизм .....	88
Группировка по значениям полей .....	89
Группировка по значениям полей: внутренний механизм .....	90
Выполнение группировки событий .....	91
Заглянуть в ядро: диспетчер событий .....	92
Применение группировки по значениям полей в задании .....	93
Упорядочение событий .....	94
Сравнение поведения группировок .....	95
Итоги .....	96
Упражнения .....	96
<b>Глава 4. Граф потока .....</b>	<b>97</b>
Система обнаружения мошеннических действий с кредитными картами ...	98
Подробнее о системе обнаружения мошеннических действий с кредитными картами .....	99
Процедура обнаружения мошеннических действий .....	100
Потоковая обработка не всегда прямолинейна .....	101
Механизм работы системы .....	102
Подробнее о задании обнаружения мошеннических действий .....	103
Новые концепции .....	104
Предшествующие и последующие компоненты .....	105
Разветвление и объединение потока .....	106
Графы, направленные графы и DAG .....	107
DAG в системах потоковой обработки .....	108
Все новые концепции на одной странице .....	109
Разветвление потока к анализаторам .....	110
Что происходит внутри ядра .....	111
Проблема эффективности .....	112
Разветвление с несколькими потоками .....	113

Что происходит внутри ядра (еще раз) .....	114
Коммуникации между компонентами по каналам .....	115
Несколько каналов .....	116
Объединение потока в агрегаторе оценок .....	117
Объединение потоков в ядре .....	118
Краткий обзор разновидности объединения потоков — соединения .....	119
Система в целом .....	120
Графы и стриминговые задания .....	121
Примеры систем .....	122
Итоги .....	123
Упражнения .....	124

**Глава 5. Семантика доставки ..... 125**

Требования к задержке в системе обнаружения мошеннических действий .....	126
Возвращаемся к заданию обнаружения мошеннических действий .....	127
О точности .....	128
Частичный результат .....	129
Новое стриминговое задание для контроля за использованием системы .....	130
Новое задание контроля использования системы .....	131
Требования к заданию контроля .....	132
Новые концепции: количество доставок и обработок .....	133
Новая концепция: семантика доставки .....	134
Выбор семантики .....	135
«Не более одного» .....	136
Задание обнаружения мошеннических действий .....	137
«Не менее одного» .....	138
«Не менее одного» с подтверждением .....	139
Отслеживание событий .....	140
Управление сбоями при обработке событий .....	141
Раннее обнаружение потерянных событий .....	142
Код подтверждения в компонентах .....	143
Новая концепция: контрольные точки .....	143
Новая концепция: состояние .....	145
Контрольные точки в задании контроля за использованием системы для семантики «не менее одного» .....	145
Контрольные точки и функции управления состоянием .....	147
Код управления состоянием в компоненте источника транзакций .....	148

Ровно один или фактически один? .....	149
Вспомогательная концепция: идемпотентные операции .....	150
Наконец, «ровно один» .....	151
Код управления состоянием в компоненте анализатора использования системы .....	152
Повторное сравнение семантик доставки .....	153
Итоги .....	154
Упражнения .....	154
Что дальше? .....	154

## **Глава 6. Краткий обзор стриминговых систем и взгляд в будущее ..... 155**

Компоненты стриминговых систем .....	156
Параллелизация и группировка событий .....	157
DAG и стриминговые задания .....	158
Семантика (гарантия) доставки .....	159
Семантика доставки в системе обнаружения мошеннических действий с кредитными картами .....	159
Что дальше? .....	161
Оконные вычисления .....	162
Соединение данных в реальном времени .....	163
Обратное давление .....	164
Вычисления с состоянием и без состояния .....	165

## **ЧАСТЬ II. ДВИЖЕМСЯ ДАЛЬШЕ**

### **Глава 7. Оконные вычисления ..... 168**

Сегментация данных в реальном времени .....	169
Анализ задачи .....	170
Анализ задачи (продолжение) .....	171
Два разных контекста .....	172
Окна в задании обнаружения мошеннических действий .....	173
Что именно называется окном? .....	174
Подробнее об окнах .....	175
Новая концепция: оконная стратегия .....	176
Фиксированные окна .....	177
Фиксированные окна в анализаторе оконного расстояния .....	178
Обнаружение попыток мошенничества в фиксированном временном окне .....	179
Фиксированные окна: время и количество .....	180

Скользящие окна .....	181
Скользящие окна: анализатор оконного расстояния .....	182
Обнаружение мошеннических действий благодаря использованию скользящих окон .....	183
Сеансовые окна .....	184
Сеансовые окна (продолжение) .....	185
Обнаружение мошеннических действий благодаря использованию сеансовых окон .....	186
Обзор оконных стратегий .....	187
Разбиение потока событий на наборы данных .....	188
Оконные системы: концепция или реализация .....	189
Другой взгляд .....	190
Хранилища пар «ключ — значение» .....	191
Реализация анализатора оконного расстояния .....	192
Время события и другие вехи .....	193
Водяной знак окна .....	194
Поздние события .....	195
Итоги .....	196
Упражнения .....	197
<b>Глава 8. Операции соединения .....</b>	<b>198</b>
Соединение данных выбросов в реальном времени .....	199
Задание контроля выбросов, версия 1 .....	200
Преобразователь данных о выбросах .....	201
Точность становится проблемой .....	202
Обновленное задание контроля выбросов .....	203
Все внимание на соединение .....	204
Еще раз: что такое соединение? .....	205
Как работает стриминговое соединение .....	206
Соединение (join) потоков — разновидность объединения (fan-in) .....	207
События автомобилей и события температуры .....	208
Таблица как материализованное представление стриминга .....	209
Материализация событий автомобилей менее эффективна .....	210
Проблемы с целостностью данных .....	211
Проблемы с оператором соединения .....	212
Внутреннее соединение .....	213
Внешнее соединение .....	214
Внутренние и внешние соединения .....	215

Разные типы соединений .....	216
Внешние соединения в стриминговых системах .....	217
Новая проблема: ненадежное соединение .....	218
Оконные соединения .....	218
Соединение двух таблиц вместо соединения потока с таблицей .....	219
Снова о материализации представлений .....	221
Итоги .....	222
<b>Глава 9. Обратное давление .....</b>	<b>223</b>
Надежность критична .....	224
Обзор системы .....	225
Усовершенствование стриминговых заданий .....	226
Новые концепции: мощность, использование и резерв мощности .....	227
Подробнее об использовании и резерве мощности .....	228
Новая концепция: обратное давление .....	229
Измерение использования мощности .....	230
Обратное давление в ядре Streamwork .....	231
Обратное давление в ядре Streamwork: распространение .....	232
Стриминговое задание с обратным давлением .....	233
Обратное давление в распределенных системах .....	234
Новая концепция: водяные знаки обратного давления .....	239
Другой подход к управлению отстающими экземплярами: отбрасывание событий .....	240
Когда отбрасывание событий допустимо? .....	241
Обратное давление как возможный симптом .....	242
Останов и возобновление работы могут привести к пробуксовке .....	243
Решение проблемы пробуксовки .....	244
Итоги .....	245
<b>Глава 10. Вычисления с состоянием .....</b>	<b>246</b>
Миграция стриминговых заданий .....	247
Компоненты с состоянием в задании контроля за использованием системы .....	248
Снова о состоянии .....	249
Состояния в разных компонентах .....	250
Данные состояния и временные данные .....	251
Компоненты с состоянием и без состояния: код .....	252
Источник с состоянием и оператор в задании контроля за использованием системы .....	253



Состояния и контрольные точки .....	254
Создание контрольных точек: сложность выбора момента времени .....	255
Событийный отсчет времени .....	256
Создание контрольных точек с использованием событий контрольных точек .....	257
Событие контрольной точки обрабатывается исполнителями экземпляров .....	259
Путь события контрольной точки через задание .....	260
Создание контрольных точек с использованием событий контрольных точек на уровне экземпляров .....	261
Синхронизация событий контрольных точек .....	263
Загрузка контрольных точек и обратная совместимость .....	264
Хранилище контрольных точек .....	265
Компоненты с состоянием и компоненты без состояния .....	267
Ручное управление состоянием экземпляров .....	268
Лямбда-архитектура .....	269
Итоги .....	270
Упражнения .....	271

**Глава 11. Продвинутое концепции в стриминговых системах ..... 272**

Это действительно все? .....	273
Оконные вычисления .....	274
Основные виды окон .....	275
Соединение данных в реальном времени .....	276
SQL и стриминговые соединения .....	277
Внутренние и внешние соединения .....	278
Неожиданности в стриминговых системах .....	279
Обратное давление: замедление источников или предшествующих компонентов .....	280
Другой подход к управлению отстающими экземплярами: отбрасывание событий .....	281
Обратное давление может быть симптомом постоянной проблемы .....	282
Компоненты с состоянием и контрольные точки .....	282
Событийный отсчет времени .....	284
Компоненты с состоянием и компоненты без состояния .....	285

**У вас все получилось! ..... 286**

**Ключевые концепции, рассмотренные в книге ..... 287**