

Паттерны блокировок в МНОГОПОТОЧНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Академический университет

Студент:
Коровин Алексей Александрович

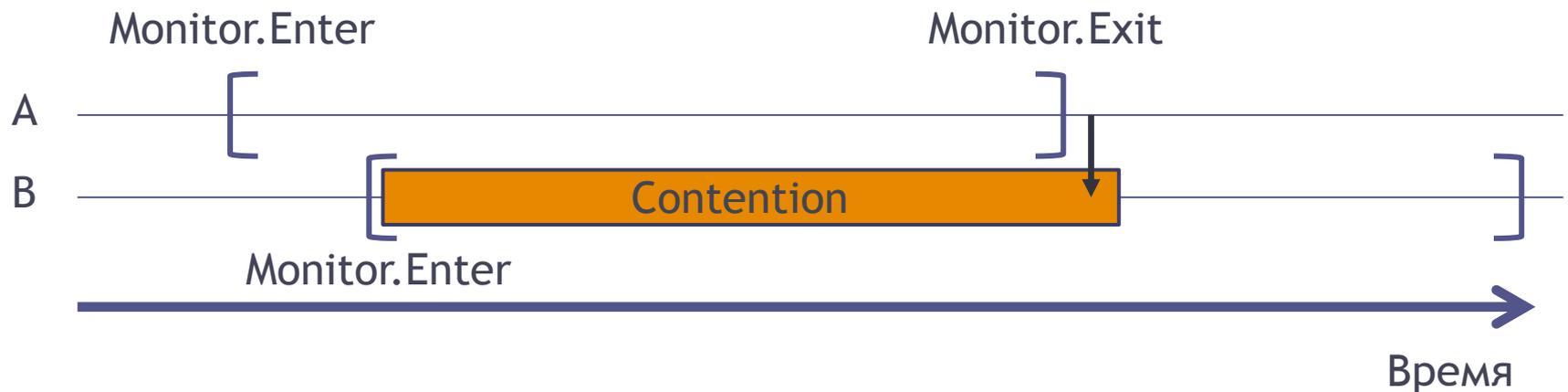
Руководитель:
Никитин Анатолий Сергеевич

Предметная область

- Профилирование — анализ характеристик работы программы, таких как время выполнения отдельных фрагментов, с целью оптимизации производительности приложения.
- dotTrace Timeline — инструмент, отображающий на временной оси состояния и взаимодействия потоков профилируемого приложения.

Предметная область

- Блокировка потока / Contention – ситуация, возникающая когда один поток пытается взять ресурс синхронизации, которым владеет другой поток.



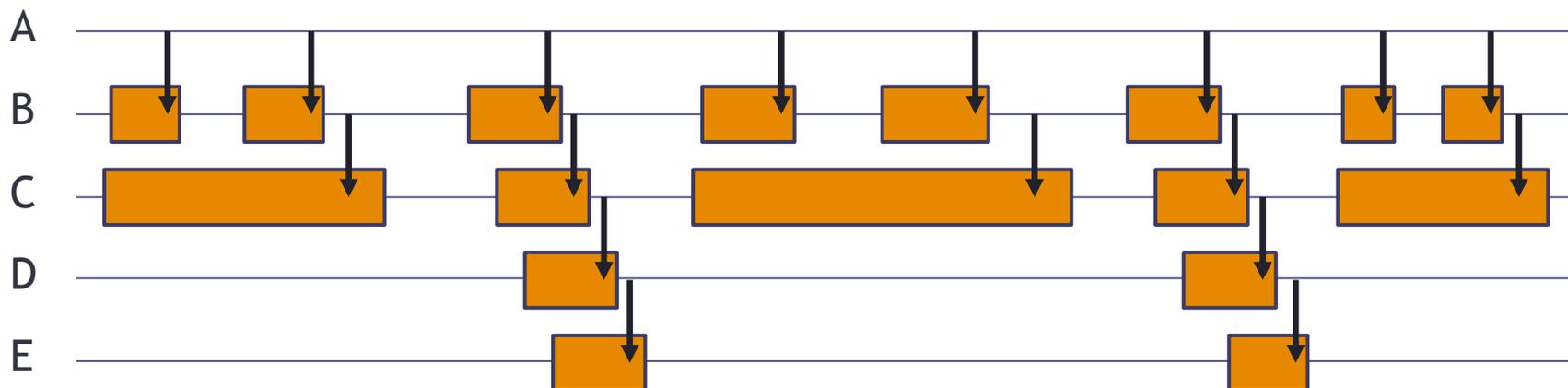
Мотивация

Неэффективное использование механизмов синхронизации потоков может привести к

- замедлению программы;
- плохой масштабируемости;
- неэффективное использование процессора.

Предметная область

- Паттерн блокировок – повторение рисунка блокировок с точки зрения структуры и активности потоков.



Цель работы

Разработать модуль для dotTrace Timeline, позволяющий обнаруживать повторяющиеся цепочки (паттерны) блокировок в профайлах .NET приложений, предоставлять информацию о причине возникновения и находить типичные проблемы производительности многопоточных приложений.

Задачи

- Обнаруживать деревья блокировок.
- Подсчитывать статистику, позволяющую определить причину появления паттерна.
- Объединять деревья по некоторым общим признакам.
- Реализовать представление паттерна и связанной с ним информации.
- Проверять программу на наличие типичных проблем, связанных с синхронизациями:
 - неотзывчивость UI;
 - инверсия приоритетов;
 - долгие блокировки из-за большого числа spin-wait'ов.

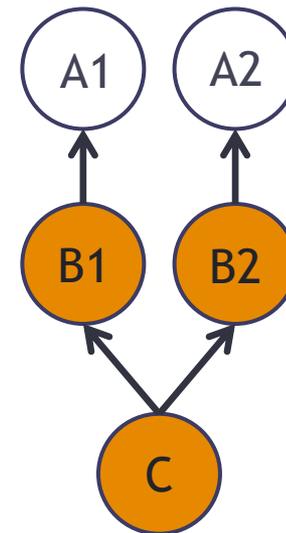
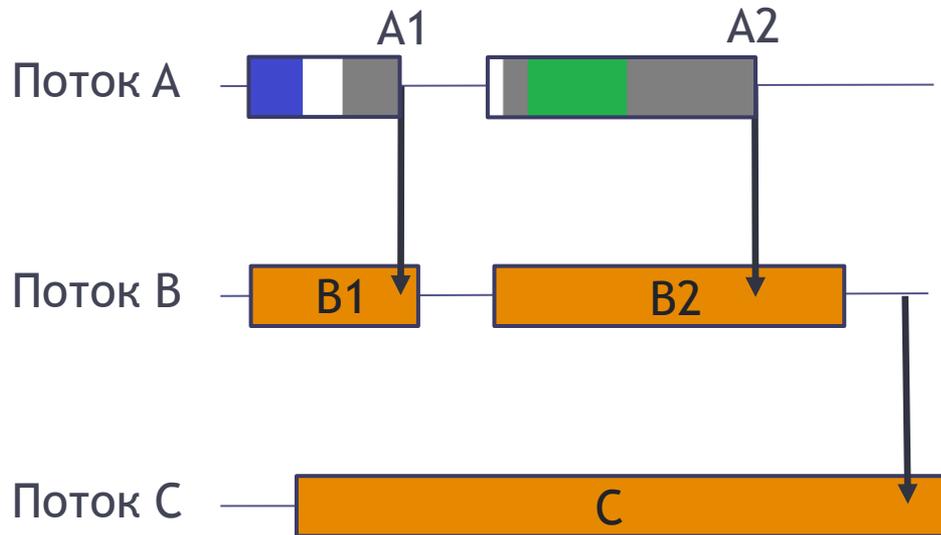
Существующие решения

- Intel Parallel Studio / VTune Amplifier [1]
- Microsoft Visual Studio Concurrency Visualizer [2]
- IBM Whole-system Analysis of Idle Time [3]
- YourKit Java Profiler (Monitor Profiling) [4]

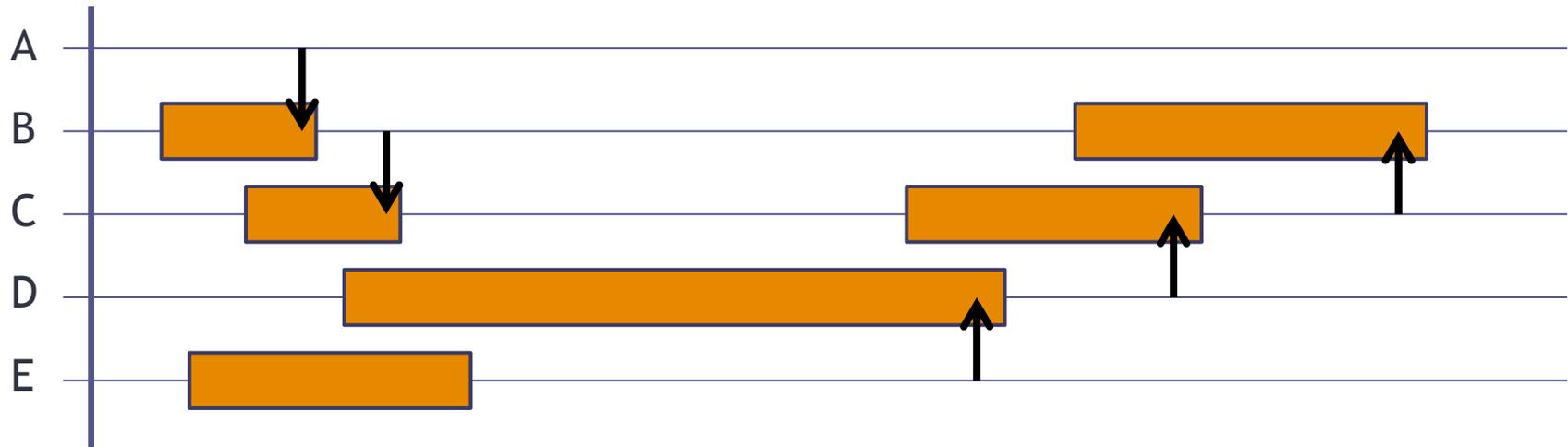
1. <http://software.intel.com/en-us/intel-vtune-amplifier-xe>
2. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd537632.aspx>
3. http://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_project.php?id=1332
4. http://www.yourkit.com/docs/12/help/monitor_profiling.jsp

Поиск деревьев

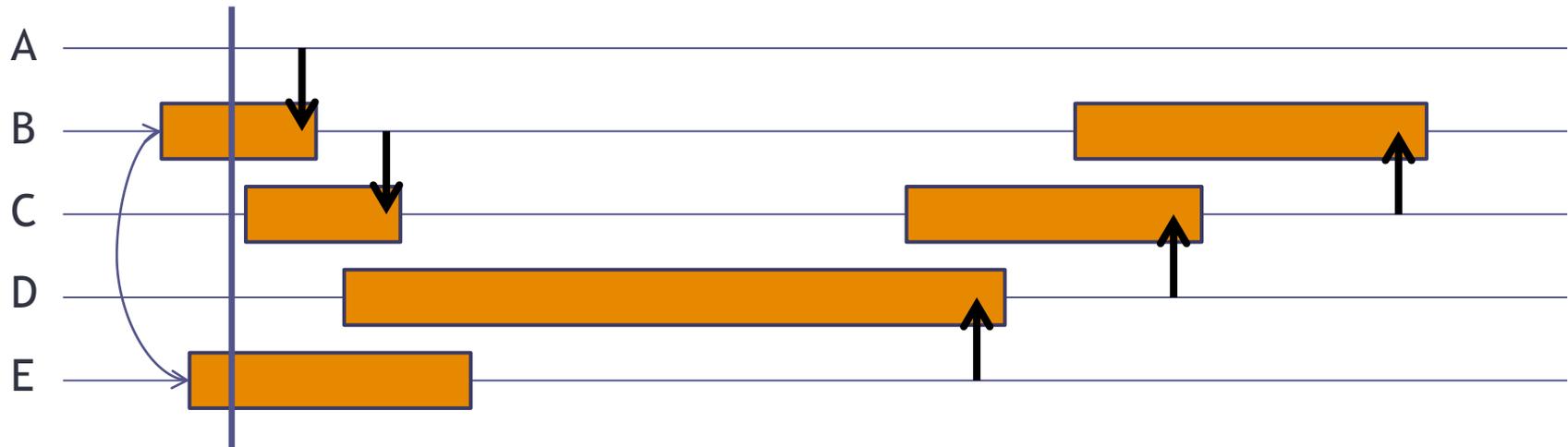
- Дерево блокировок — дерево, состоящее из интервалов блокировок и работы. Дети вершины являются интервалы, которые могут повлиять на длительность блокировки родителя.



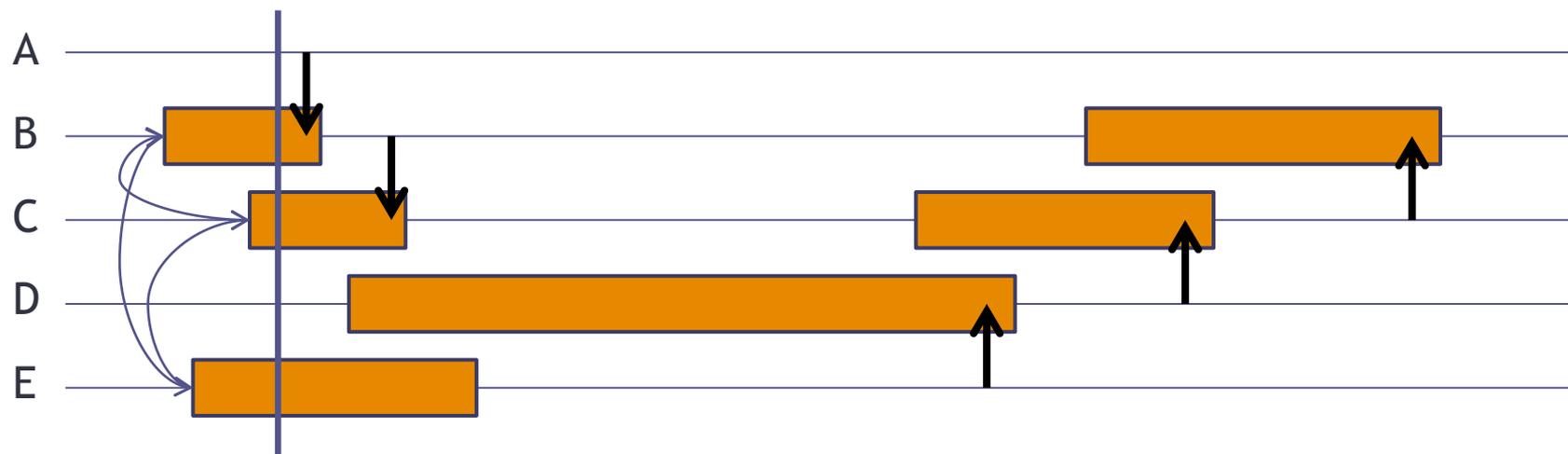
Поиск деревьев



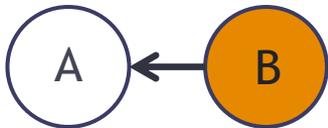
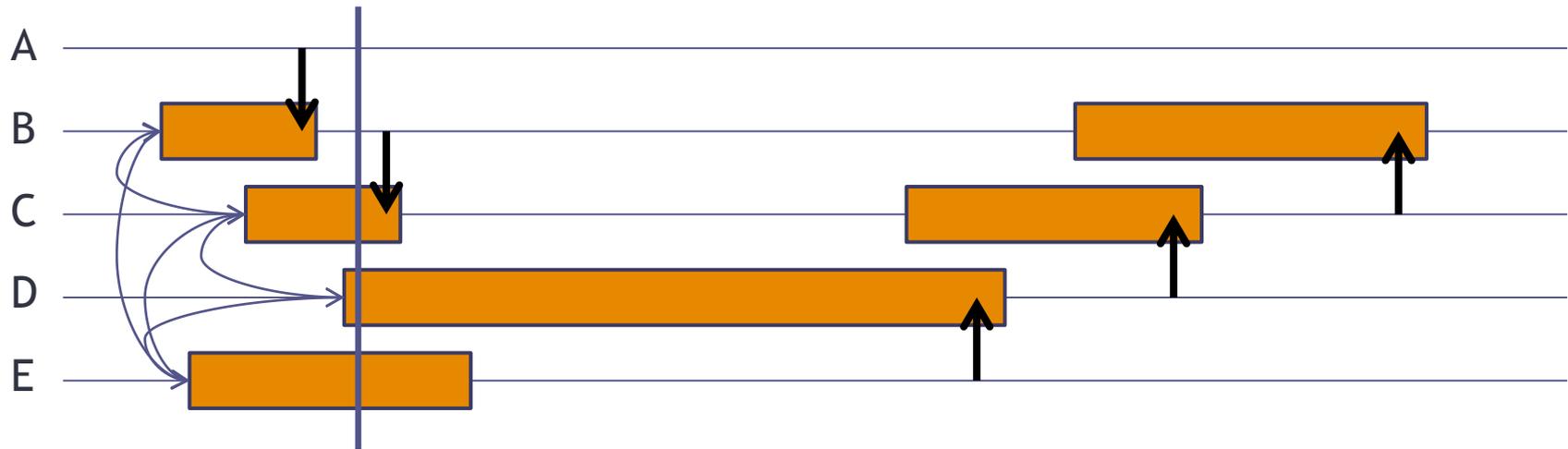
Поиск деревьев



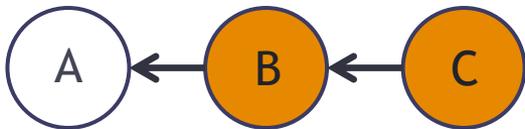
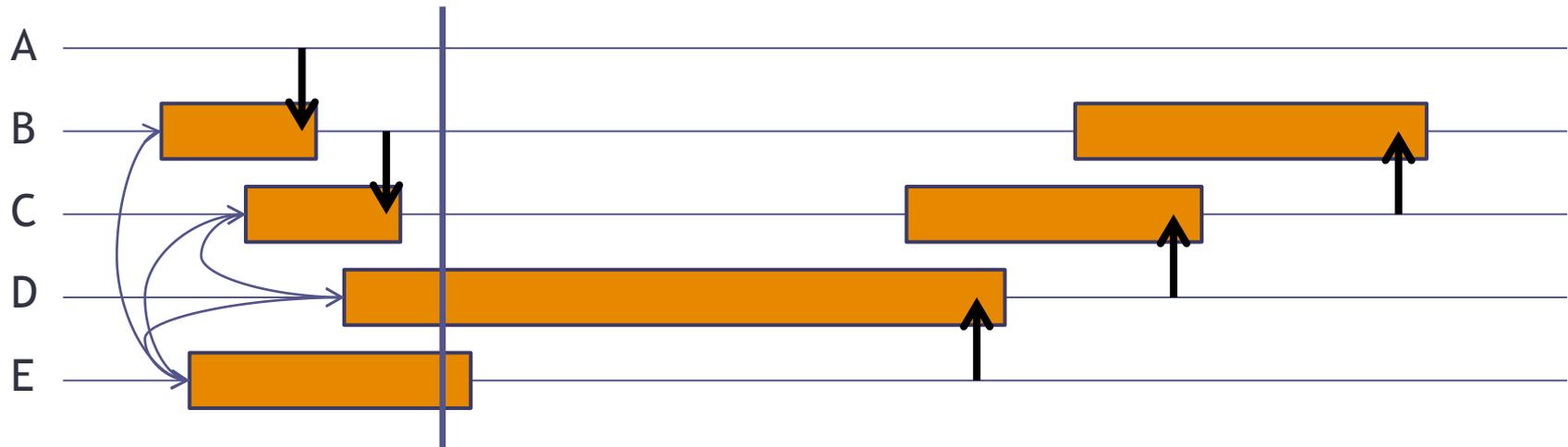
Поиск деревьев



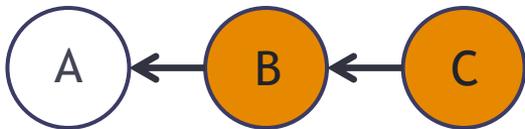
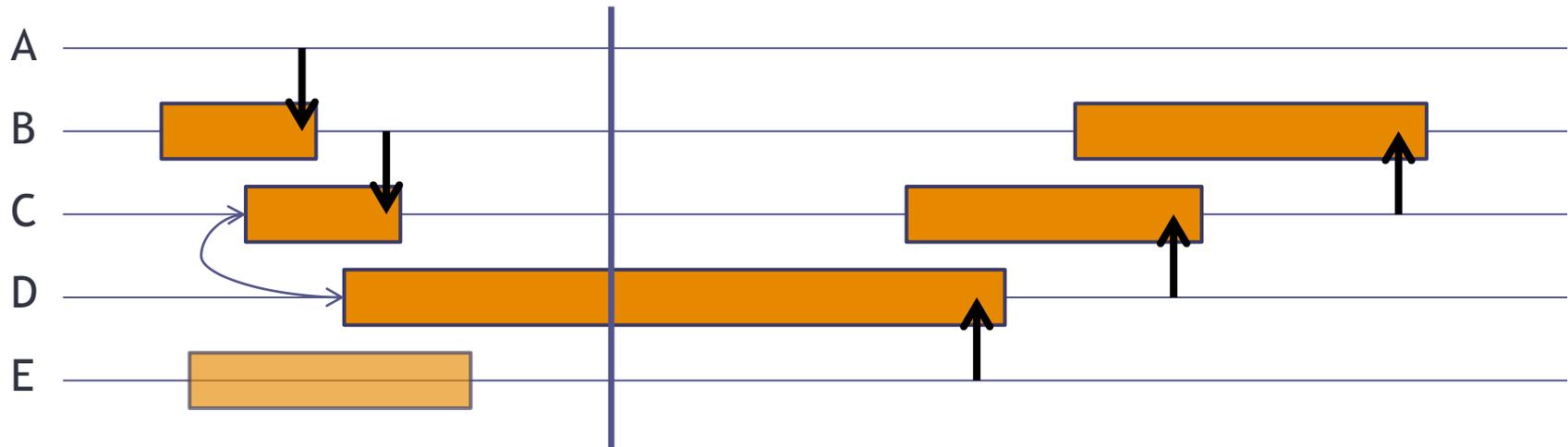
Поиск деревьев



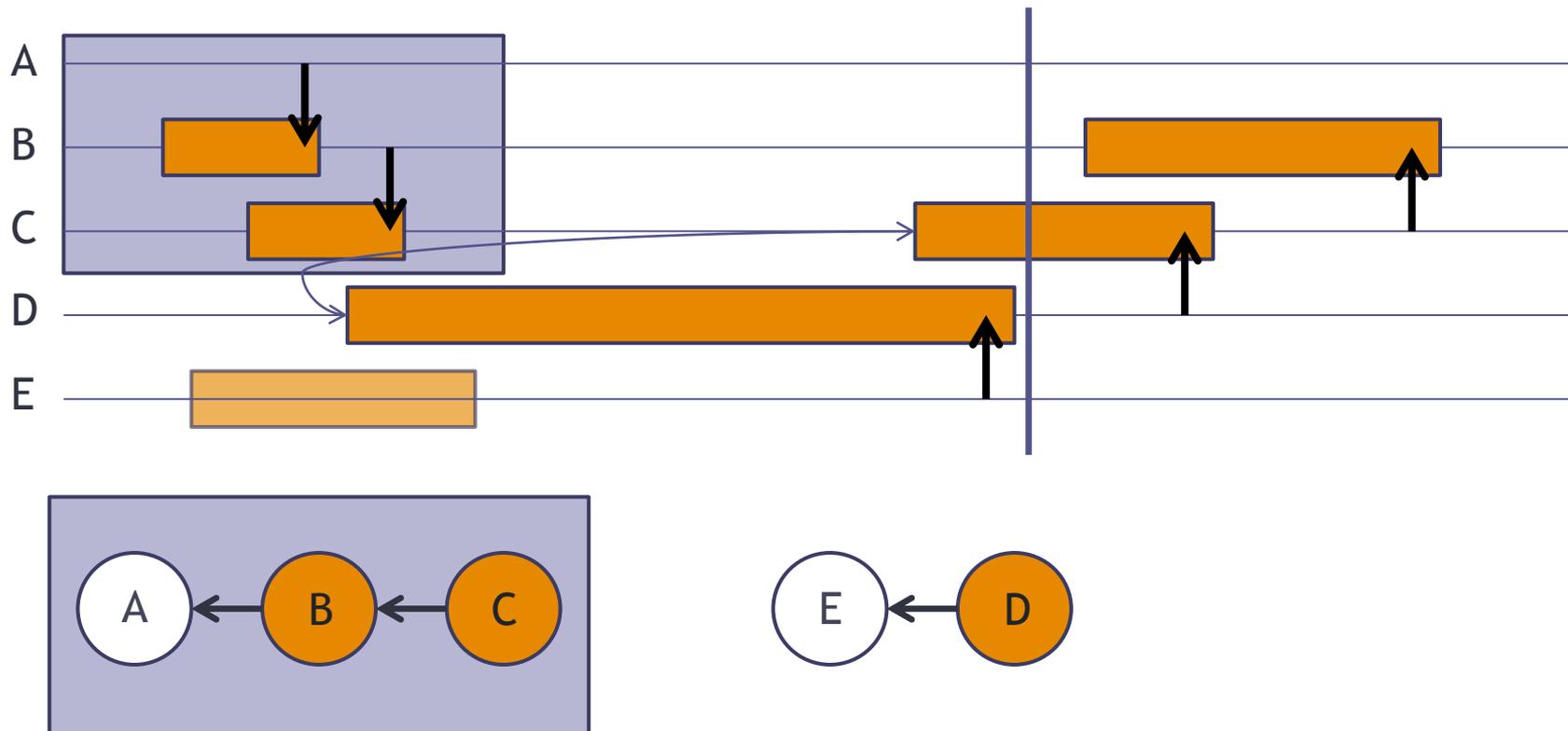
Поиск деревьев



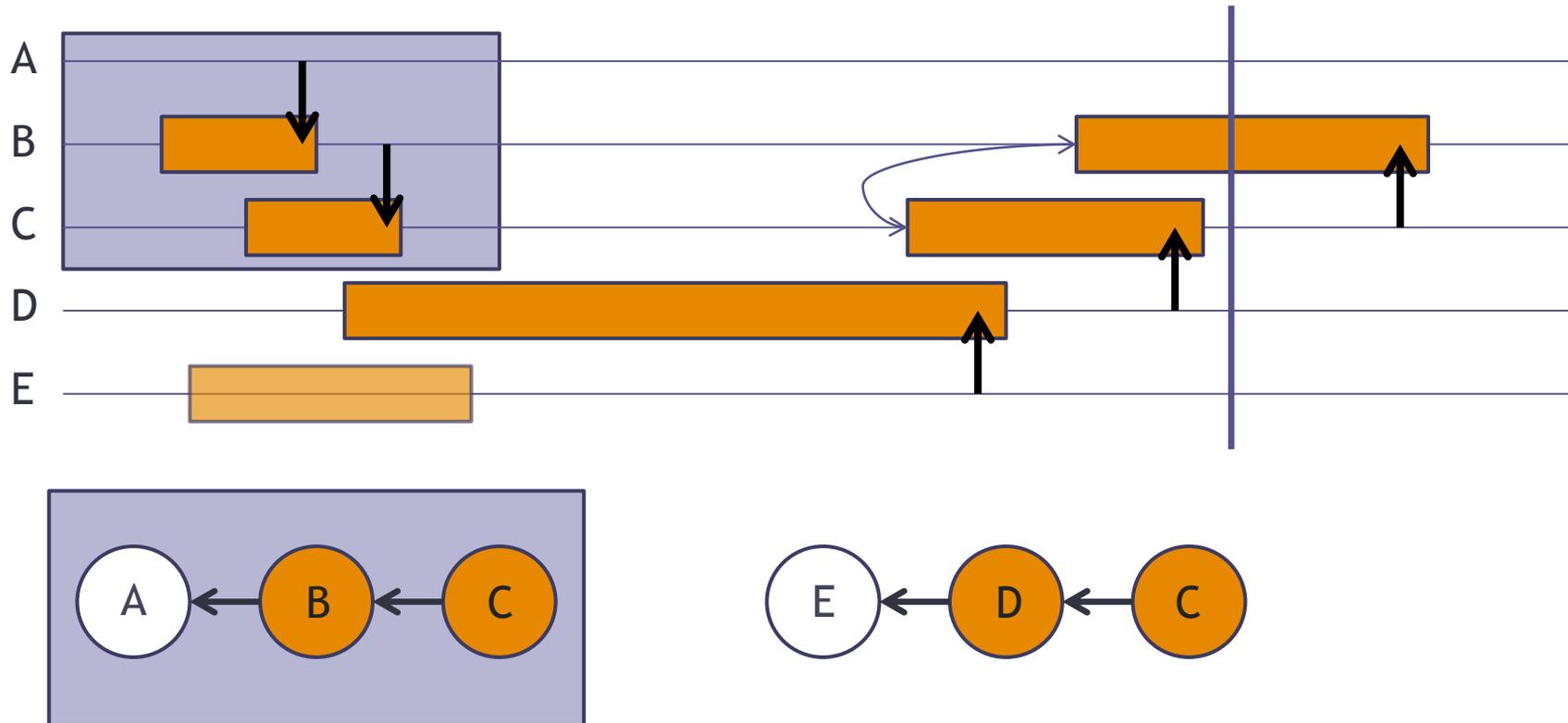
Поиск деревьев



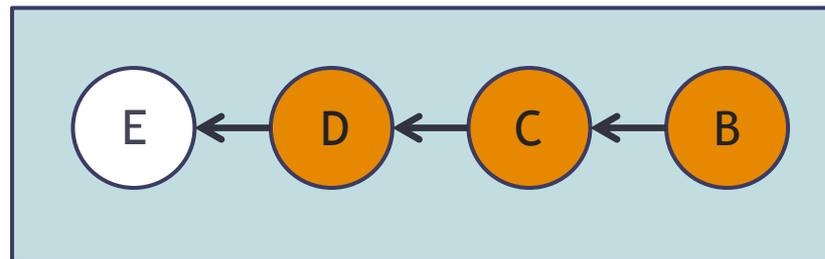
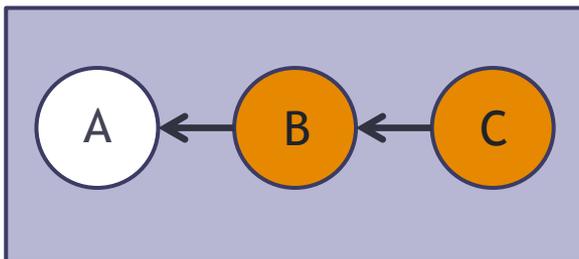
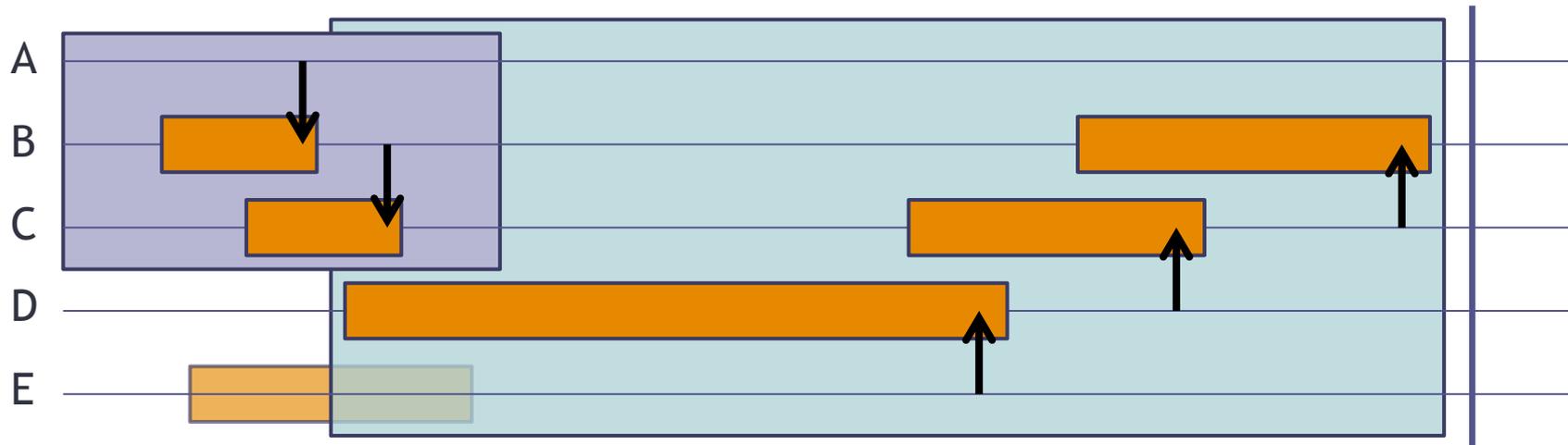
Поиск деревьев



Поиск деревьев

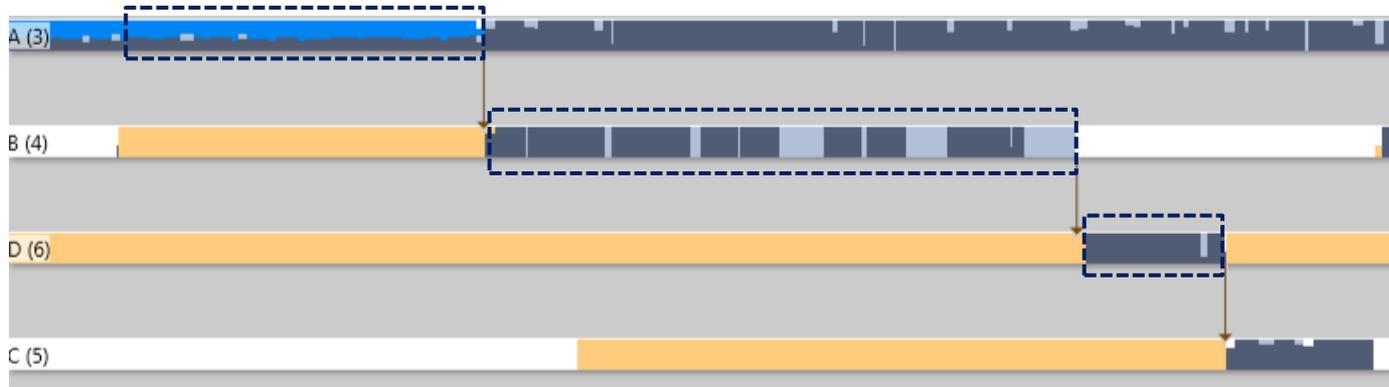


Поиск деревьев

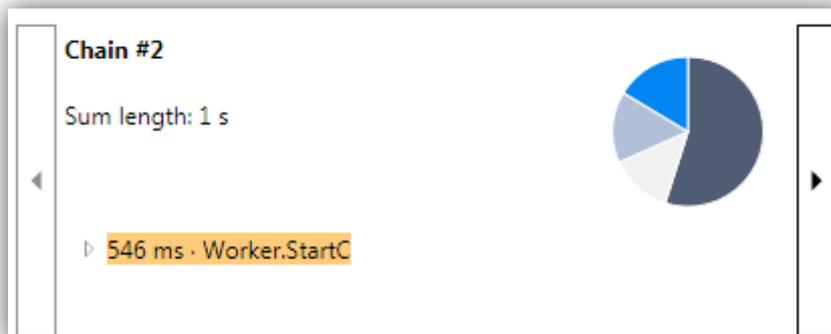


Подсчёт статистики

Чем занимался поток, удерживающий ресурсы?

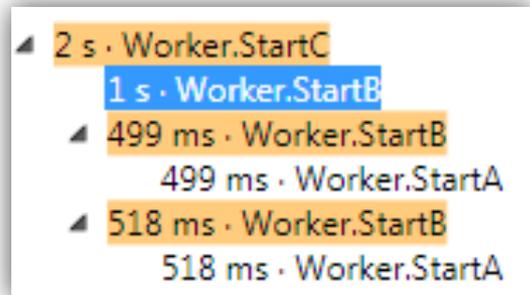
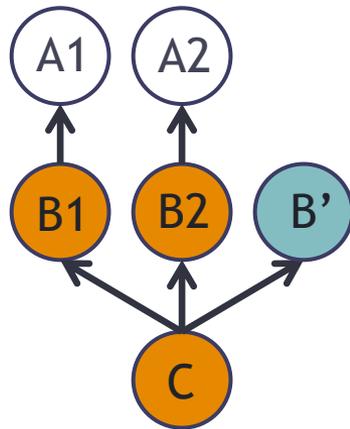
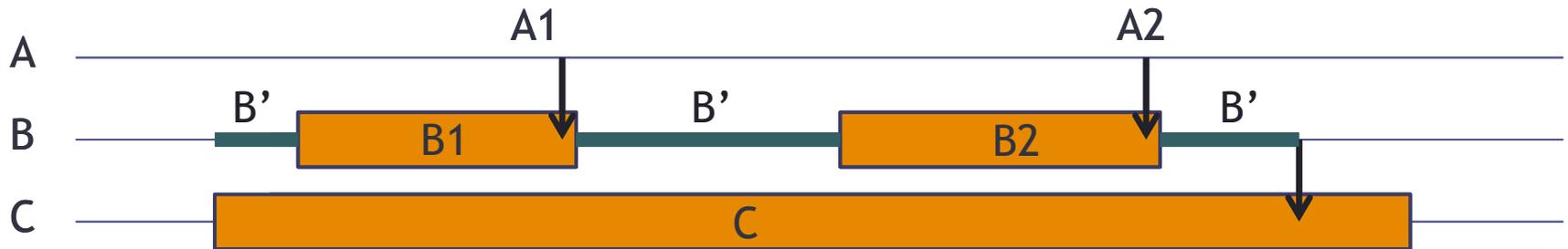


Для каждого паттерна выводится распределение состояний потоков, удерживающих ресурсы.



- Потреблял CPU
- Ожидал кванта времени
- Простаивал
- Файловые операции
- Сбирал мусор

Представление информации



Selected Range: 2 s

Lock waits	Running	Idle	CPU waits
40.0 %	35.9 %	20.5 %	3.7 %

1 s Lock waits

2 long waits. Total delay: 1 s (7 % spinning, 0 % waiting for CPU).
 Activated by:
 A (3): 2 times. Blocked time: 1 s

CallTree Backtraces

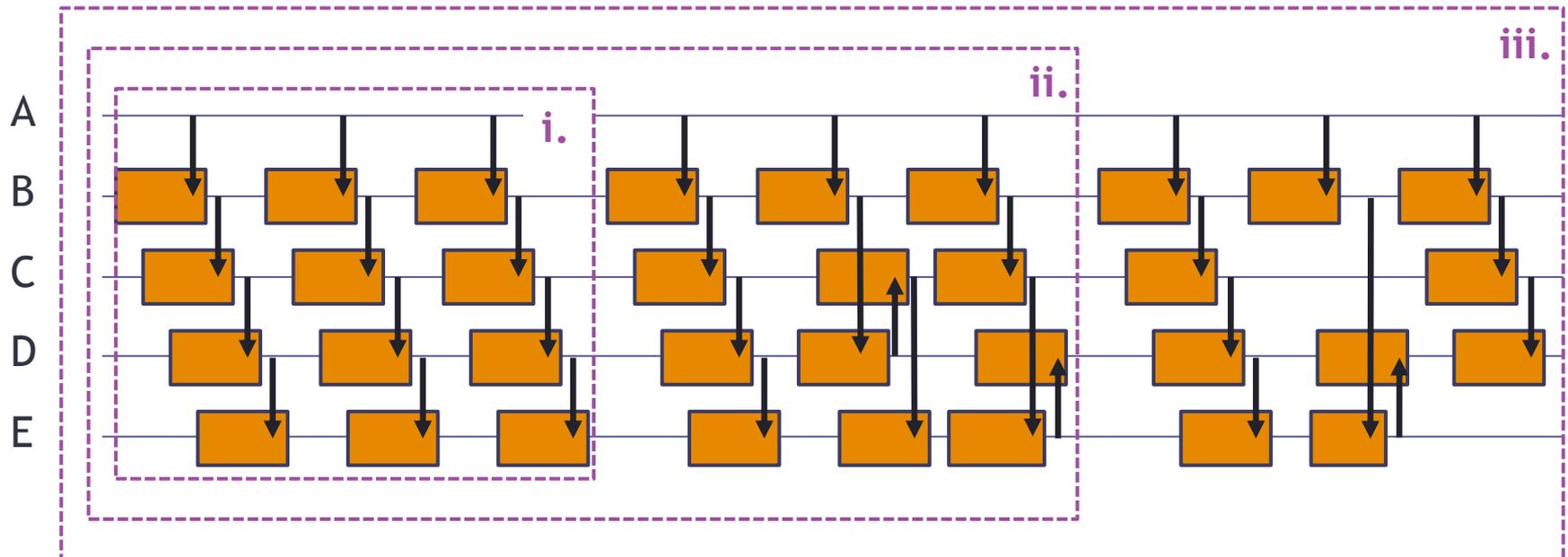
```

ThreadHelper.ThreadStart
ExecutionContext.Run
ExecutionContext.Run
ExecutionContext.RunInternal
ThreadHelper.ThreadStart_Context
TreeLikePatterns.<Main>b_6
Worker.Repeater
Worker.StartB
Monitor.Enter
  
```

Группировка деревьев

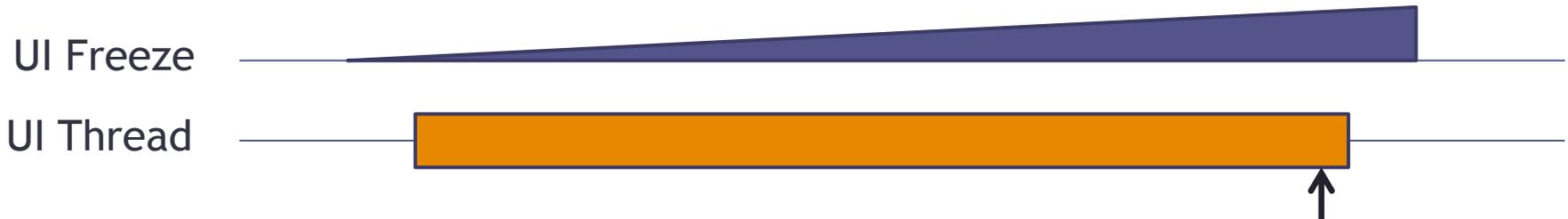
Выделение паттернов происходит на основе стеков вызовов в событиях блокировки и разблокировки.

- i. Группировка по полному совпадению всех элементов дерева.
- ii. Группировка по полному совпадению, без учёта порядка элементов в дереве.
- iii. Группировка по частичному совпадению.



Типичные проблемы

- Неотзывчивость UI. Помечаем дерево, если корнем дерева является блокировка, которая вызвала зависание пользовательского интерфейса.



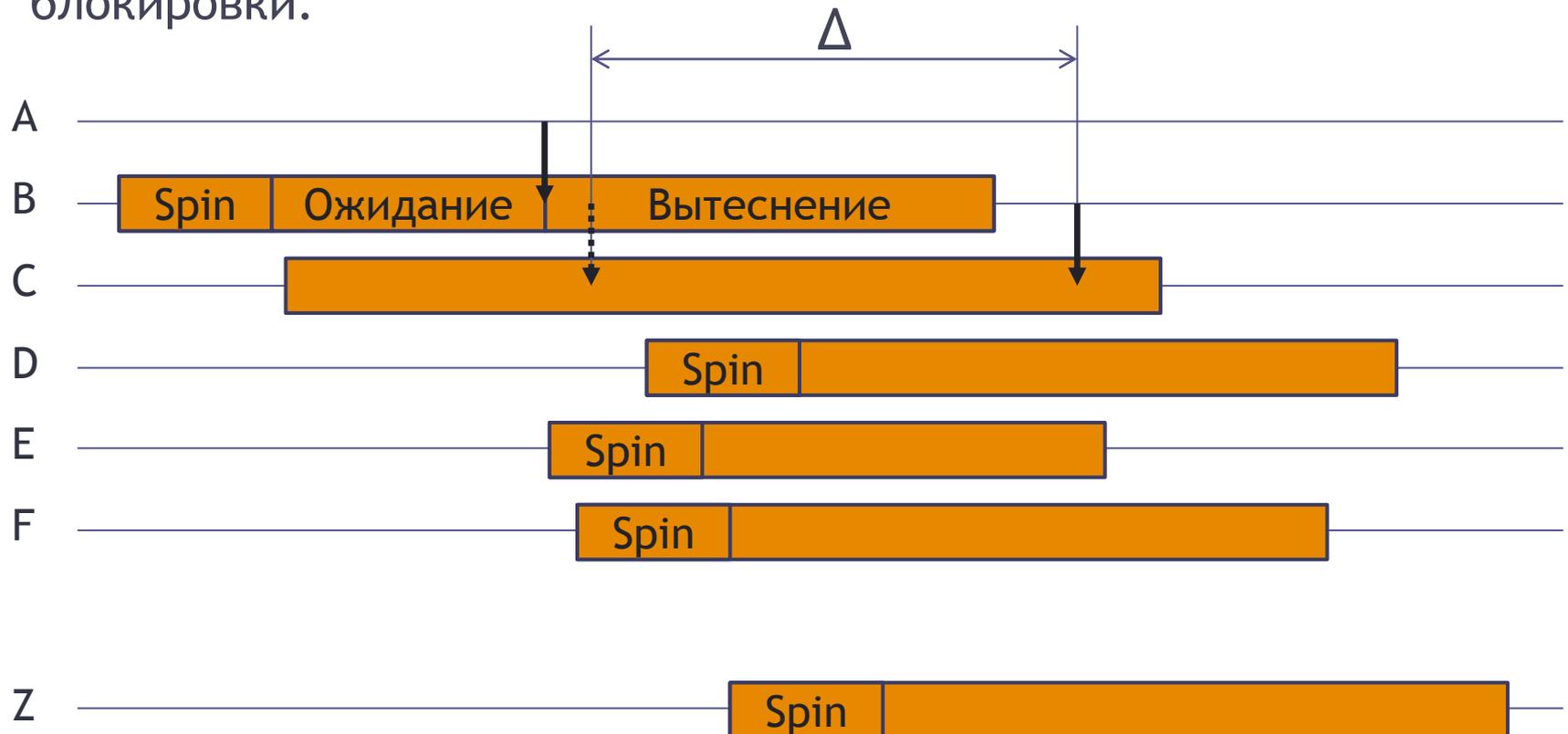
- Используя информации о приоритетах потоков и вытеснениях проверяем деревья на наличие инверсии приоритетов.



Захвачен мьютекс

Типичные проблемы

- Из-за излишней конкурентности, процессор тратит основной ресурс на активное ожидание (spin-wait), откладывая отпусkanie блокировки.



Результаты

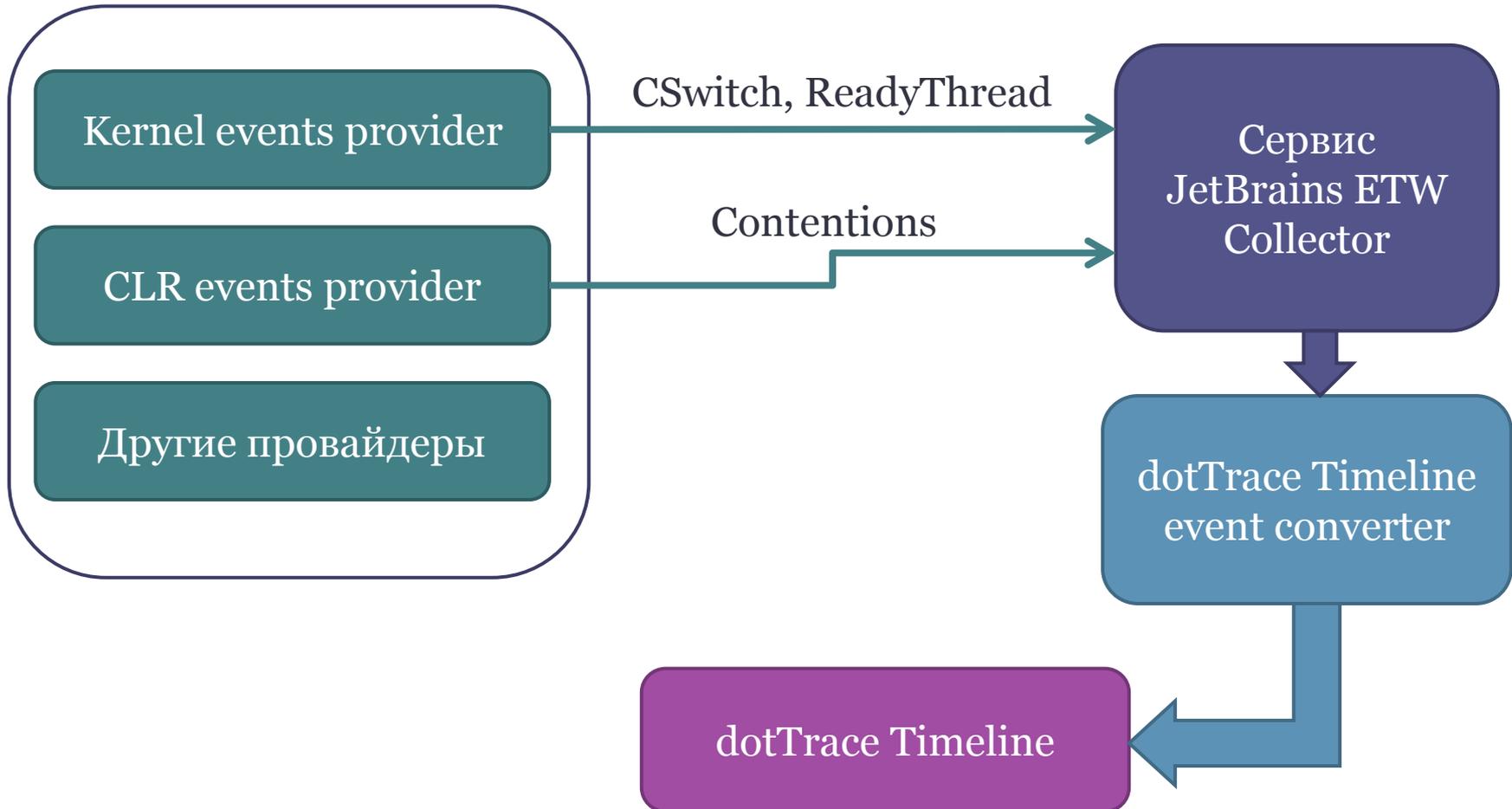
Разработан модуль для dotTrace Timeline, позволяющий обнаруживать повторяющиеся деревья(паттерны) блокировок в профайлах .NET приложений.

- Алгоритм обнаружения деревьев блокировок.
- Сбор статистики, отражающей причину появления паттерна.
- Группировка деревьев.
- Представление паттернов и связанной с ним информации.
- Автоматический анализатор типичных проблем, связанных с синхронизациями.

Спасибо за внимание!

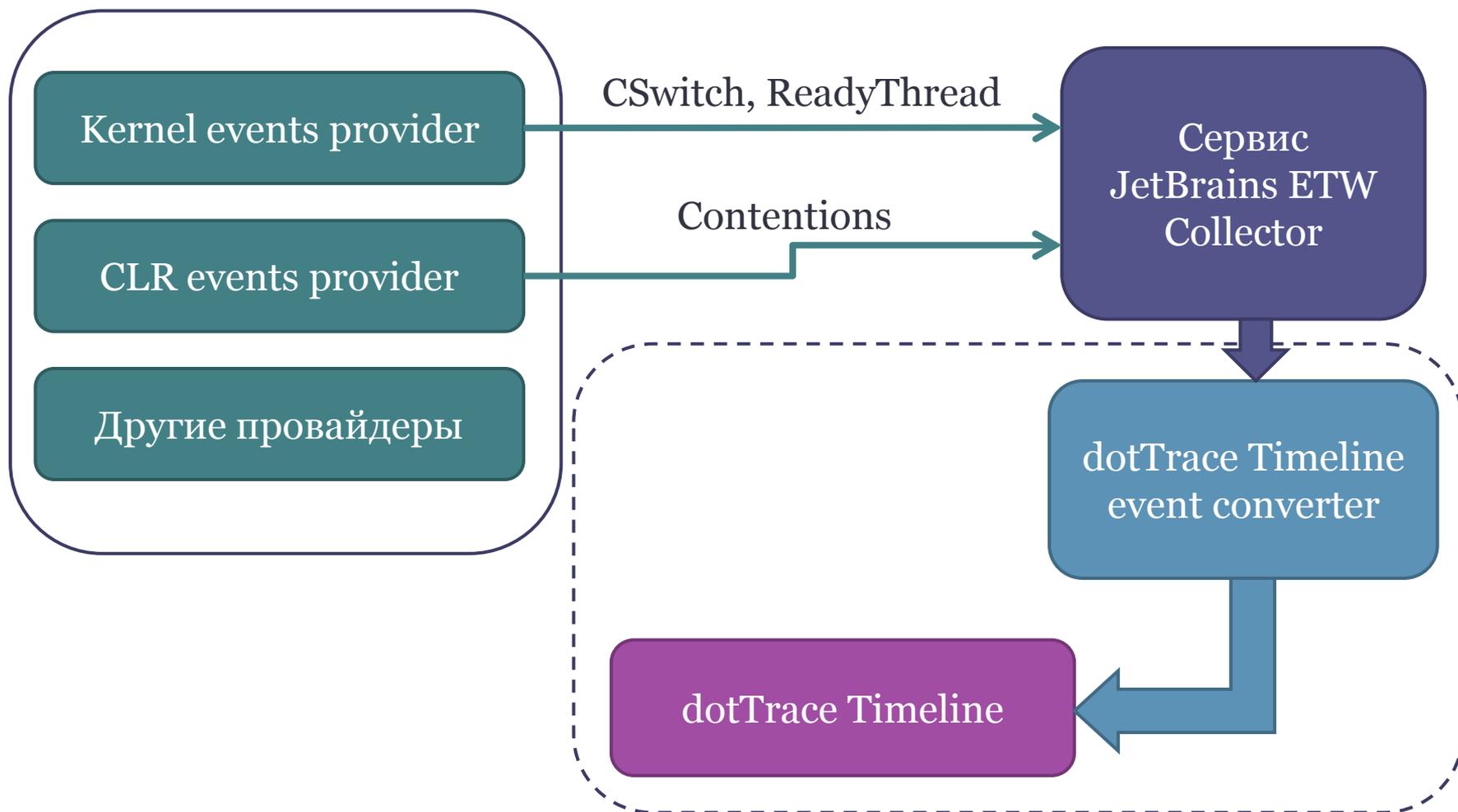
ИСТОЧНИК ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Event Tracing for Windows



ИСТОЧНИК ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Event Tracing for Windows



Структура блокировки

