

Спец. семинар «Корректность программ и операционные системы»

Семинар #2:

1. Неблокирующая синхронизация, модель памяти C11.
2. Реализации spinlock-ов: TAS Lock, TTAS Lock, Ticket Lock.
3. Синтез блокирующей и неблокирующей синхронизации: futex().

Неблокирующая синхронизация. Модель памяти C11.



Неблокирующая синхронизация

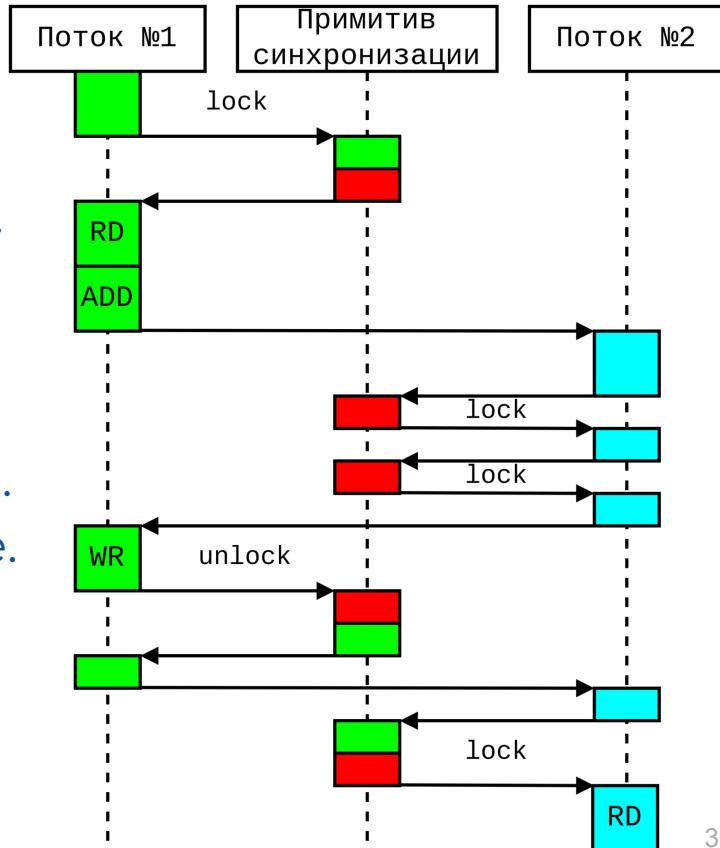
Блокирующая синхронизация:

- Состояние примитива в ядре ОС.
- Очередь заблокированных процессов.
- Блокировка через планировщик ОС.

Неблокирующая синхронизация:

- Состояние примитива в общей памяти.
- Вместо блокировки горячее ожидание.

Как обеспечить неблокирующую синхронизацию?



Модель памяти C11: sequenced-before

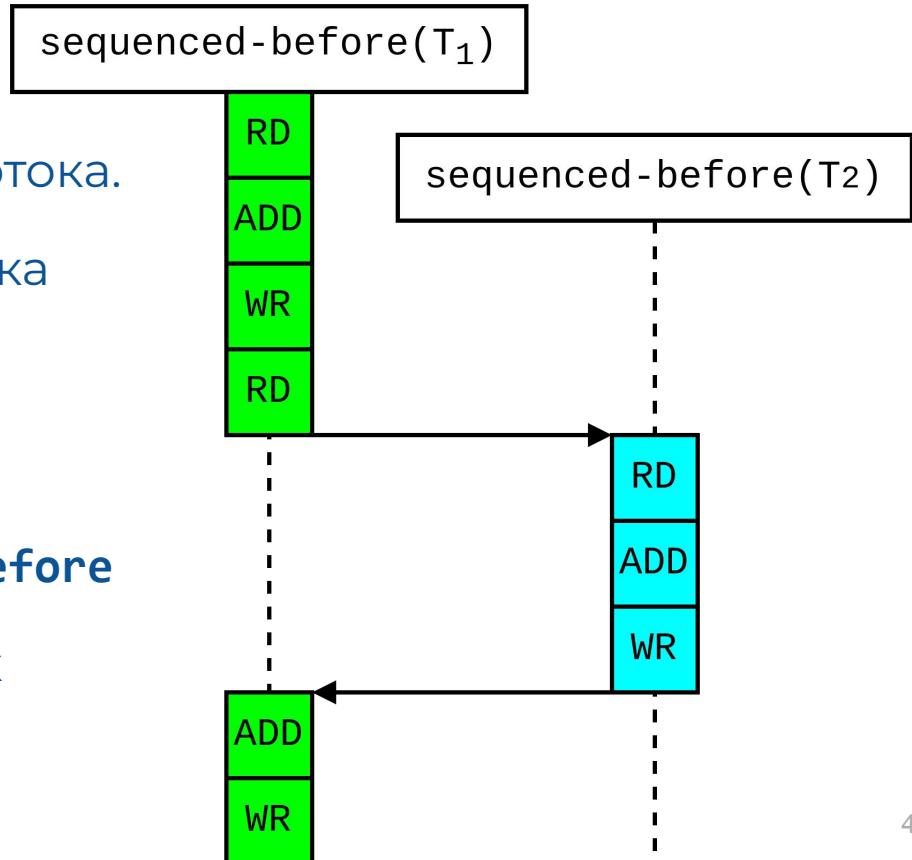
sequenced-before(T_i) – отношения порядка для побочных эффектов выражений в С в рамках одного потока.

happens-before – отношение порядка для побочных эффектов в рамках нескольких потоков.

В рамках потока гарантируется:

sequenced-before(T_i) ⊑ happens-before

Но что можно сказать про порядок **happens-before** между потоками?



Модель памяти C11: атомарные объекты

modification-order(M_i) – отношение полного порядка над всеми операциями над атомарным объектом M_i .

Операции над атомарными объектами:

- **read(M_i)** и **write(M_i)** – чтение и запись.
- **read-modify-write(M_i)** – целый класс операций чтение+запись:
 - **atomic_fetch_add(...)** – атомарное чтение+сложение.
 - **atomic_flag_test_and_set(...)** – атомарная запись единицы.
 - **atomic_compare_exchange(...)** – атомарные чтение + сравнение + условная запись.

Атомарные объекты синхронизируют:

modification-order(M_i) \subseteq happens-before

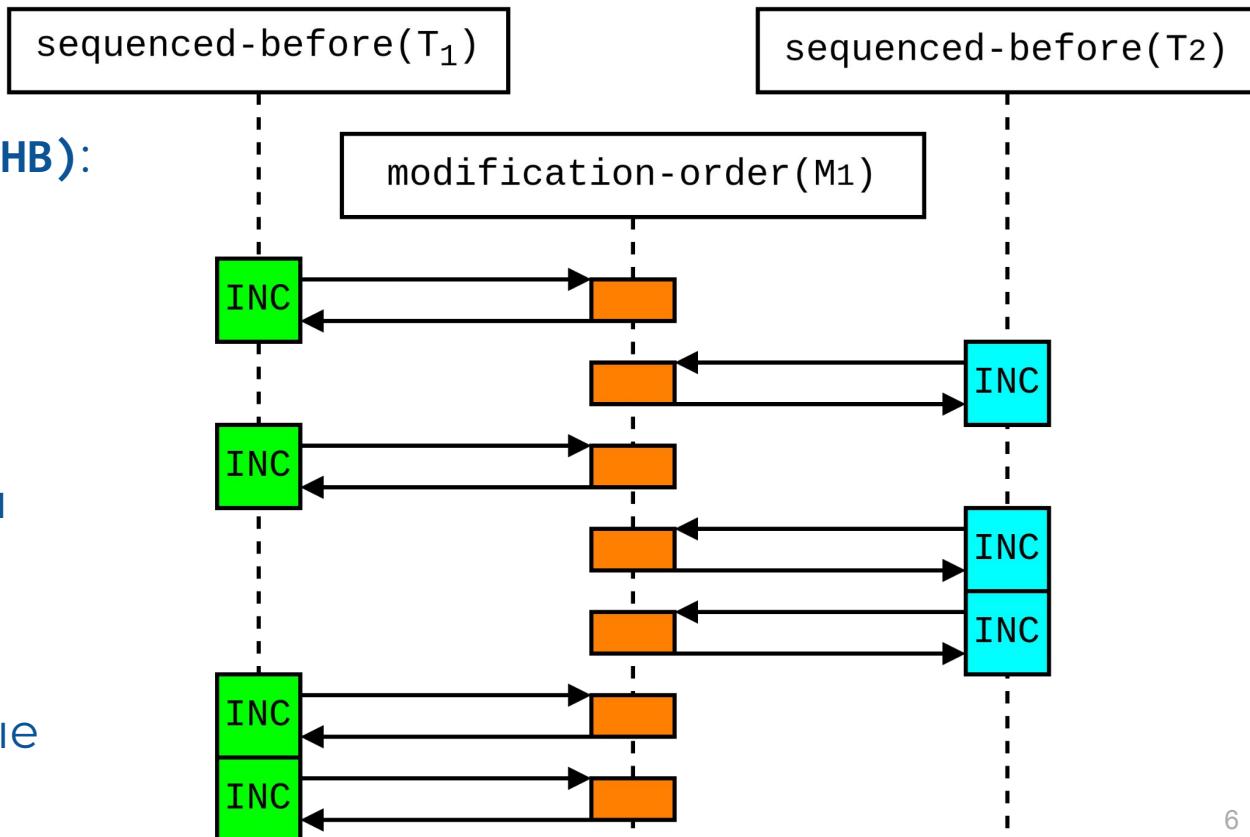
Модель памяти C11: атомарные объекты

Св-ва happens-before (HB):

- $SB_1 \subseteq HB$
- $SB_2 \subseteq HB$
- $MO_1 \subseteq HB$

Все инкременты выстроились в единый глобальный порядок, равный MO_1 .

Теперь все переменные делать атомарными?



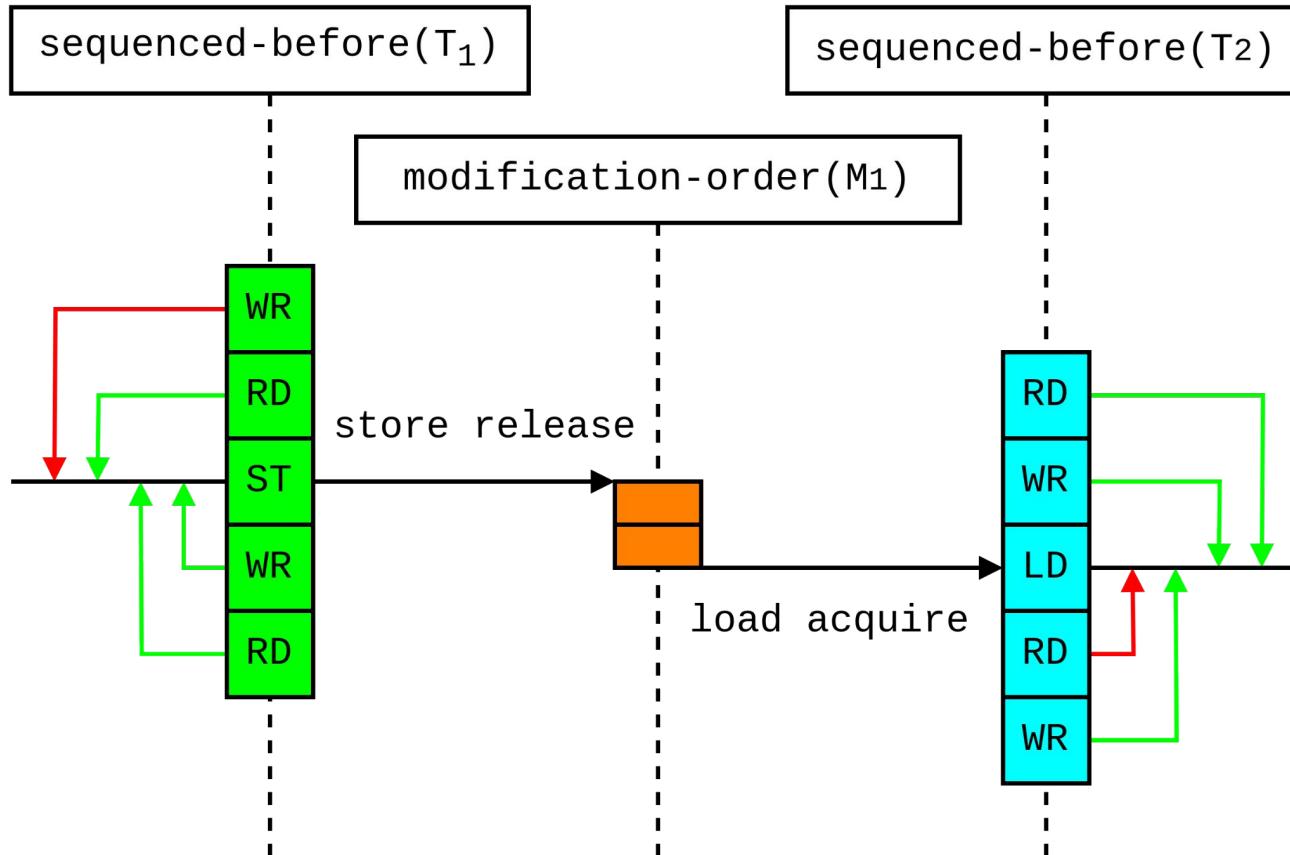
Модель памяти C11: гарантии упорядоченности

modification-order(M_i) – отношение полного порядка над всеми операциями над атомарным объектом M_i .

Гарантии по упорядочиванию других операций:

- **relaxed** – гарантии отсутствуют.
- **acquire** – чтения после acquire-операции по **sequenced-before** будут после acquire-операции по **happens-before**.
- **release** – записи до release-операции по **sequenced-before** будут до release-операции по **happens-before**.
- **sequential-consistent** = **acquire** + **release** + существует глобальный порядок для всех **seq-cst** чтений и записей.

Модель памяти C11: гарантии упорядоченности



Реализации spinlock-ов. TAS Lock, TTAS Lock, Ticket Lock.



Синтез неблокирующей и блокирующей синхронизации. **futex.**



**Спасибо за внимание!
Вопросы?**

