

Теория и практика многопоточного программирования

ЛЕКЦИЯ 7. СОГЛАСОВАННОСТЬ, ИСТОРИЯ,
ЛИНЕАРИЗУЕМОСТЬ

В прошлый раз

Математическая модель многопоточной программы

Терминология теории параллельного программирования

Реализация объектов блокировки

Темы лекции

Свойства согласованности и регистры

История

Линеризация истории

Объект

Объект – совокупность **состояния** (данных) и **методов**. Методы выполняют вычисления и манипулируют состоянием.

Регистр – объект чтения-записи

```
interface IRegister<T>
{
    T read();
    void write(T val);
}
```

Метод

Формальное описание метода – **последовательная спецификация** (sequential specification):

{состояние Q , параметры e } \Rightarrow {состояние Q^* , результат r }

Неформально, *метод* – это совокупность сигнатуры и ожидаемого поведения

У метода есть *события*:

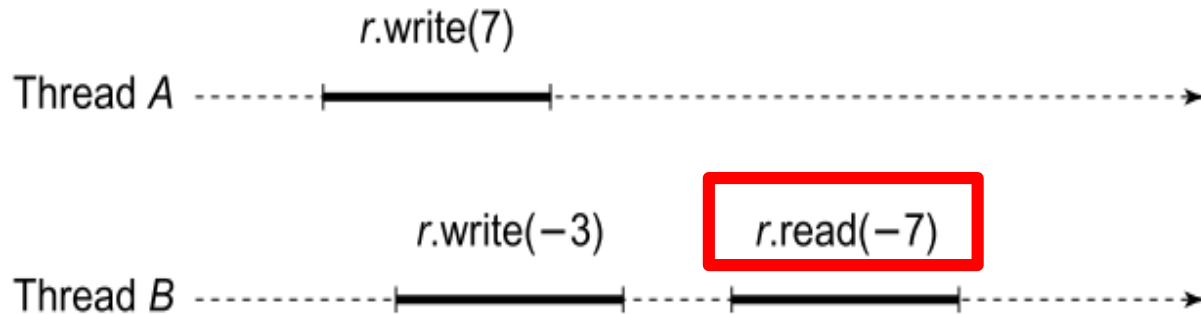
начало (invocation), **завершение** (response) и видимый **результат** (result)

Метод называется **тотальным**, если он определён для всех состояний объекта

Согласованность (consistency) по периодам покоя (quiescent)

Система потоков согласована по периодам покоя, если:

- В одном потоке одновременно может выполняться один метод
- Если вызовы разделены периодом покоя, то их результаты будут иметь место в порядке выполнения.

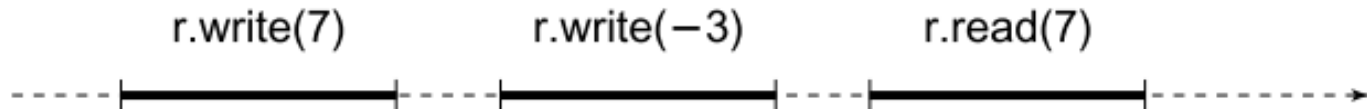


- Регистр, удовлетворяющий свойству согласованности по периодам покоя, называется **безопасным** (safe). При перекрывающихся чтении-записи не гарантирует ничего

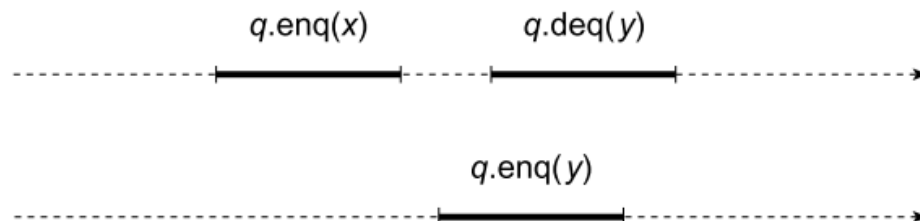
Упорядоченная (sequential) согласованность

Система потоков упорядоченно согласована, если:

- В одном потоке одновременно может выполняться один метод
- В одном потоке методы выполняются в порядке вызова



- Регистр, удовлетворяющий свойству упорядоченной согласованности, называется **регулярным** (regular). При перекрывающихся чтении-записи гарантирует возврат старого или нового значения.



Линеаризуемость

Метод является линеаризуемым, если **результат** его выполнения лежит между **вызовом** и **завершением**. Момент наступления результата называется **точкой линеаризации**.



Линеаризуемый регистр называется **атомарным**.

СВОЙСТВО КОМПОЗИЦИОННОСТИ

Свойство корректности P является **композиционным** для системы объектов в том случае, что если каждый из объектов в системе удовлетворяет P , то и система в целом удовлетворяет P .

Неблокирующая (по периодам покоя) корректность и линеаризуемость являются композиционными.
Упорядоченная не является.

История

История многопоточной системы – конечная последовательность **вызовов** и **возвратов** из методов (позитивных, или с исключением).

Подыстория – подпоследовательность истории.
Например, $H|A$ – подпоследовательность истории, состоящая из методов, выполнявшихся в потоке A .
Подыстория $H|x$ – подпоследовательность для методов объекта x .

Истории H и H' эквивалентны, если $\forall A: H|A \equiv H'|A$

История: расширение

Метод **ожидает**, если для него в истории нет последующего возврата.

Расширение *extension*(**H**) истории **H** – дополнение истории возвратами из ожидающих методов (необязательно всех).

complete(**H**) – завершённая история, подпоследовательность **H** за исключением ожидающих методов.

История называется **последовательной**, если исполнение методов в ней не перекрывается (за каждым вызовом метода следует соответствующий ему возврат, кроме, может быть, последнего).

Назовём историю «**оформленной**» (well formed), если любая подыстория *по потоку* в ней последовательна (это необязательно для объектов).

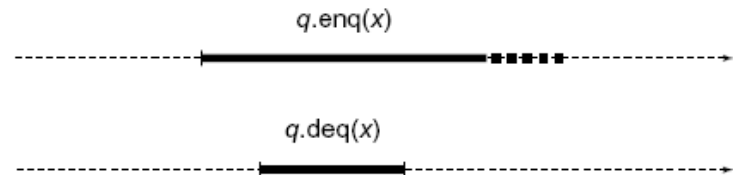
История является **легальной**, если для каждого объекта его подыстория легальна (т.е. логична, допустима)

История: линеаризуемость

История H является **линеаризуемой**, если для неё существует расширение $H' = extension(H)$, и существует **последовательная** история S такая, что:

- 1. $complete(H')$ эквивалентна S
- 2. Если исполнение метода m_0 предшествовало исполнению метода m_1 в истории H , то то же верно и для истории S .

S называется **линеаризацией** H .



Трактовка условий:

[1] Некоторые ожидающие вызовы могли уже опубликовать свой результат, даже если они ещё не завершены.

[2] Если в оригинальной истории метод полностью выполнен раньше другого, то это отразится в линеаризации.

История: композиционность линеаризуемости

История H линеаризуема, **если и только если** все подыстории по объектам $H|x$ линеаризуемы.

Доказательство

- 1) **если** (объекты линеаризуемы, история - ?)
- 2) **Только если** (история линеаризуема, объекты - ?).