

Понятие параллельной вычислительной системы

Лекция 1

1. Большие задачи

1.1 Добыча нефти

- *Входные данные:* резервуар, пробуренные скважины
- *Задача:* смоделировать ситуацию, понять необходимость дополнительных скважин
- *Модель:* куб $1000 * 10\ 000 * 10\ 000$ точек, в каждой точке – от 5 до 20 функций, значение функции – решение систем нелинейных уравнений (200-1000 арифм. оп.)
нестационарный процесс – 100-1000 шагов по времени

1.1 Добыча нефти

- Итого:

$$10^{11}(\text{точек сети}) * 10(\text{функций}) * 500(\text{операций}) * 500(\text{шагов}) = 2.5 * 10^{17}$$

- $2.5 * 10^{17}$ операций !!!

- Но кроме того:

- изменение параметров модели?
- изменение входных данных?

1.1 Добыча нефти

- Производительность персонального компьютера:
2.5 миллиардов операций в секунду
- Время, необходимое для решения одной задачи:
 $2.5 \cdot 10^{17} / 2.5 \cdot 10^9 = 10^8$ сек. > 3 года

1.2 Другие задачи

- Автомобилестроение и машиностроение
- Нефте- и газодобыча
- Фармакология
- Прогноз погоды и моделирование изменения климата
- Сейсморазведка
- Проектирование сложных зданий и строительных сооружений
- Синтез новых материалов

2. Параллельная обработка

2.1 Определение

- Компьютер выполняет несколько задач (подзадач) одновременно

2.2 Режимы выполнения задач

- последовательный режим
 - задачи решаются последовательно в порядке некоторой очередности
- многозадачный режим (режим разделения времени)
 - для выполнения нескольких задач используется единственный процессор (данный режим является псевдопараллельным, в каждый момент времени исполняемым может быть единственная задача)
- параллельный режим
 - для выполнения нескольких задач используется несколько процессорных устройств

2.2.1 Последовательная обработка

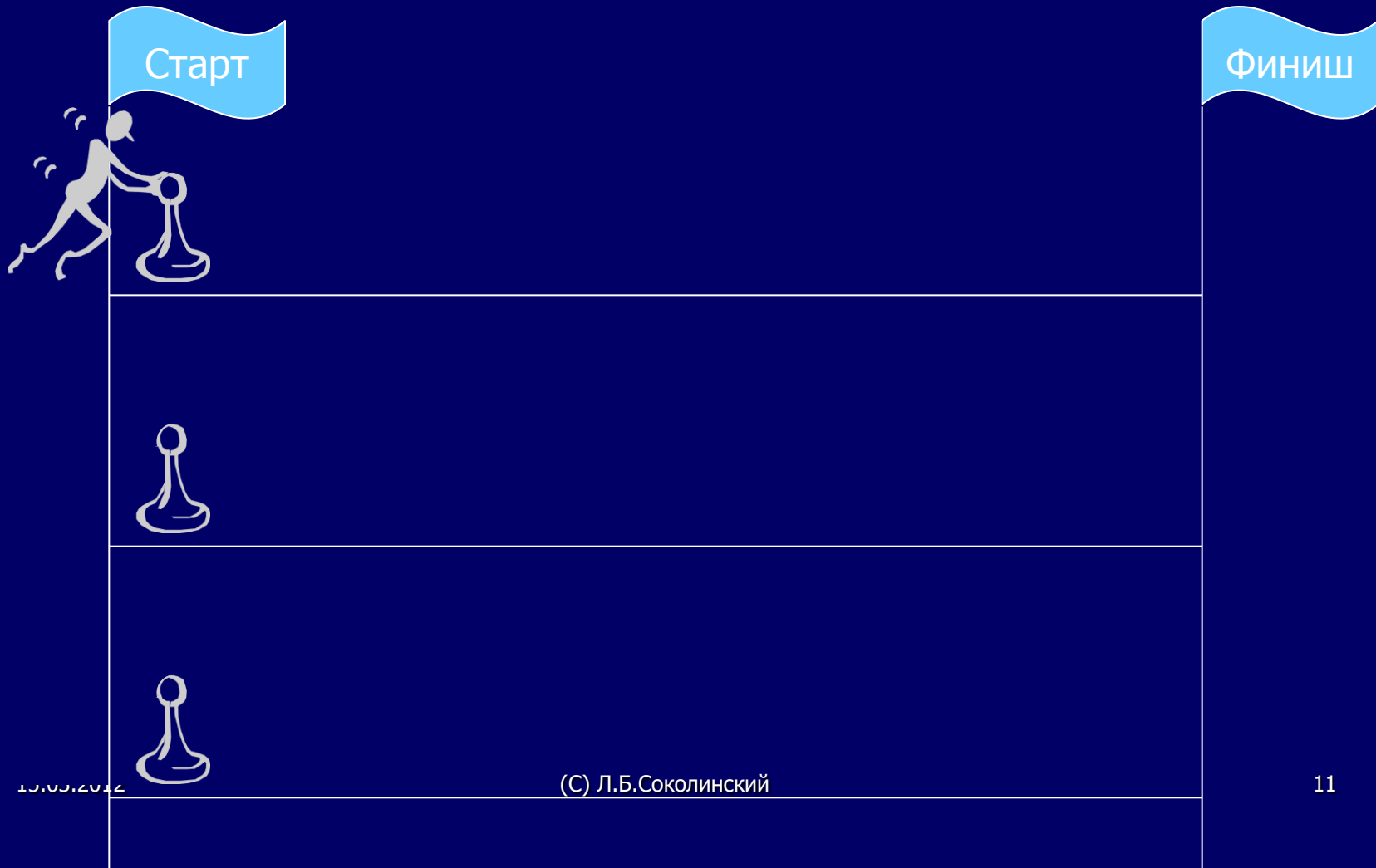


Старт

Финиш



2.2.1 Последовательная обработка



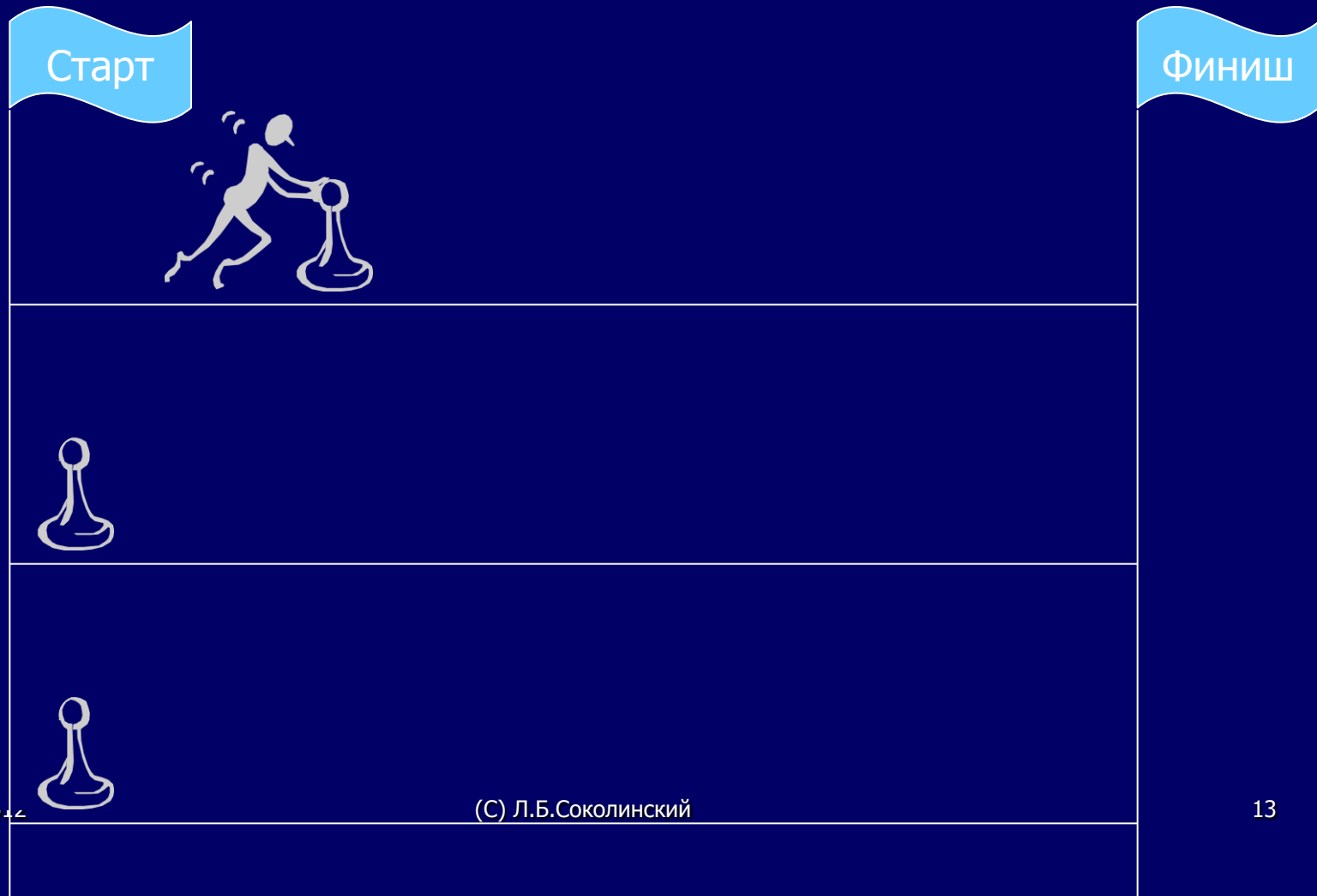
2.2.1 Последовательная обработка



Финиш



2.2.1 Последовательная обработка



2.2.1 Последовательная обработка

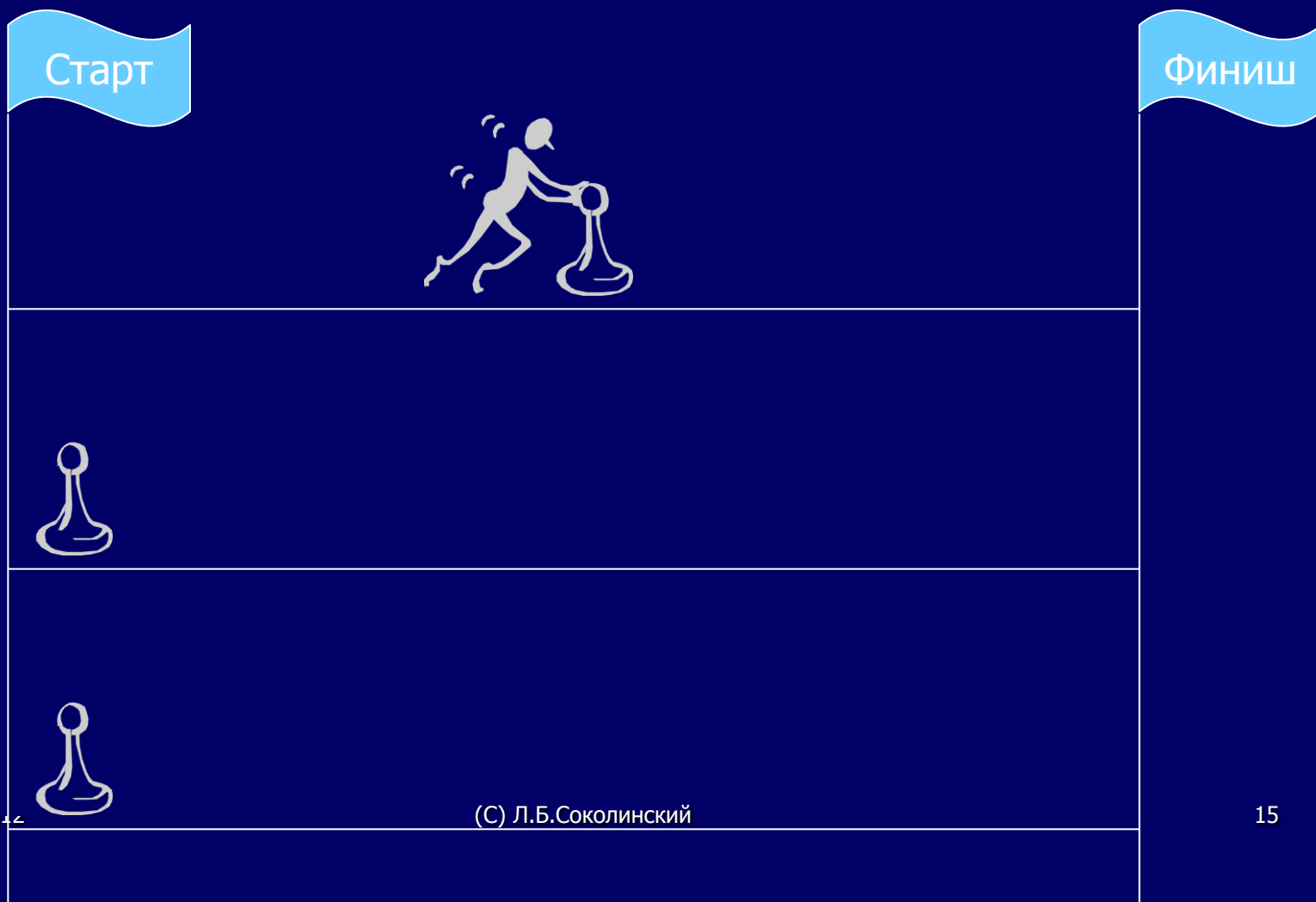
Старт



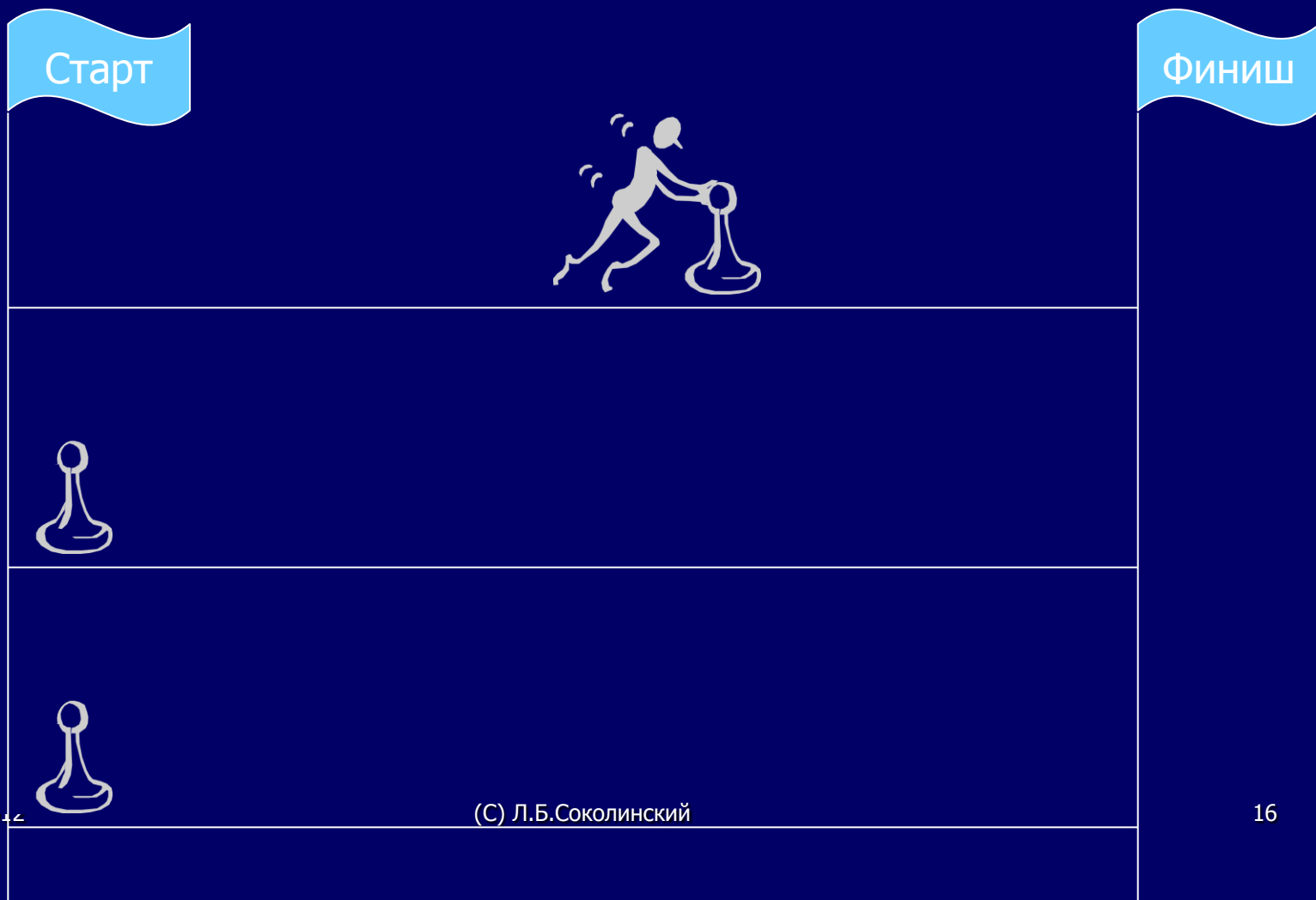
Финиш



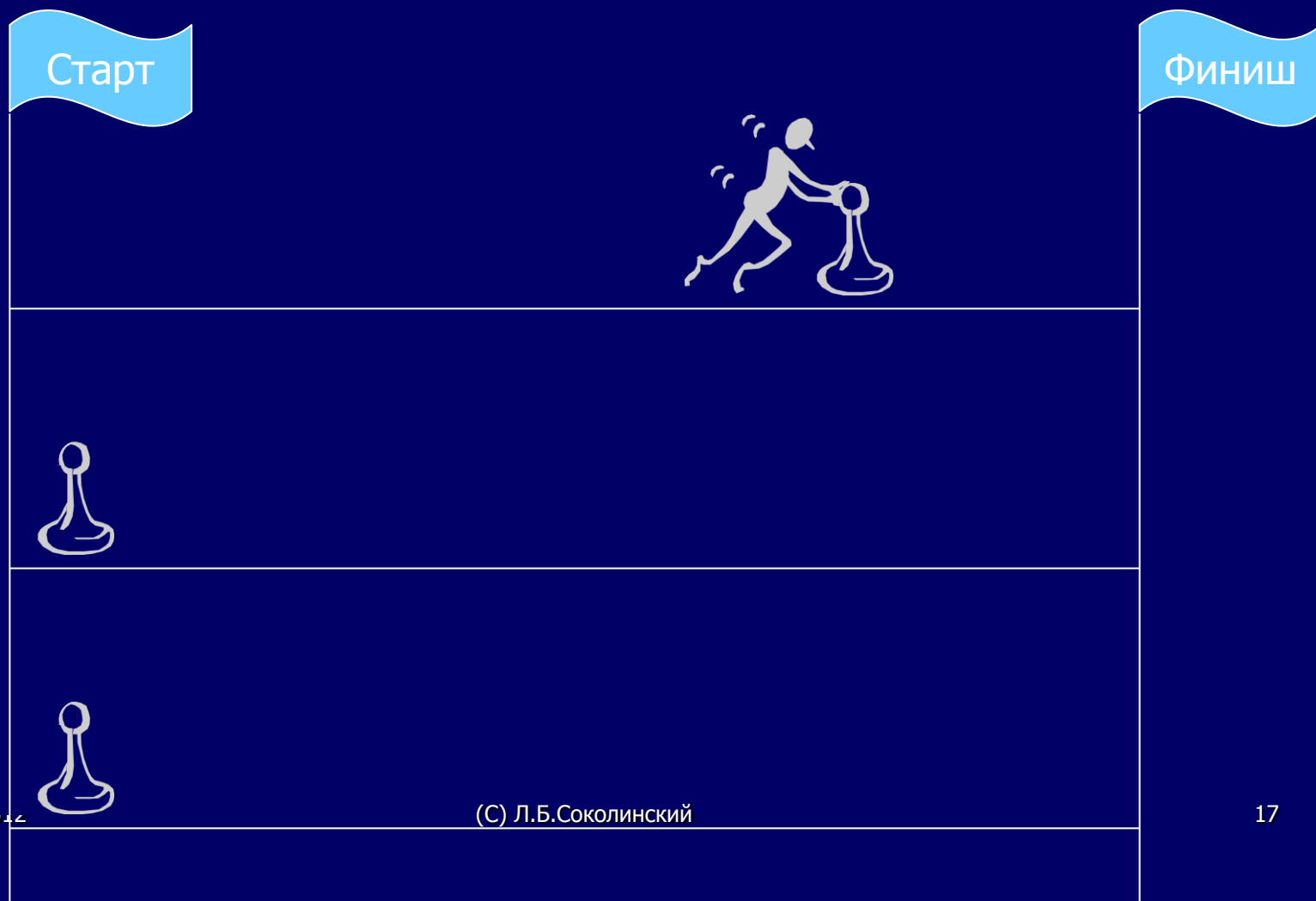
2.2.1 Последовательная обработка



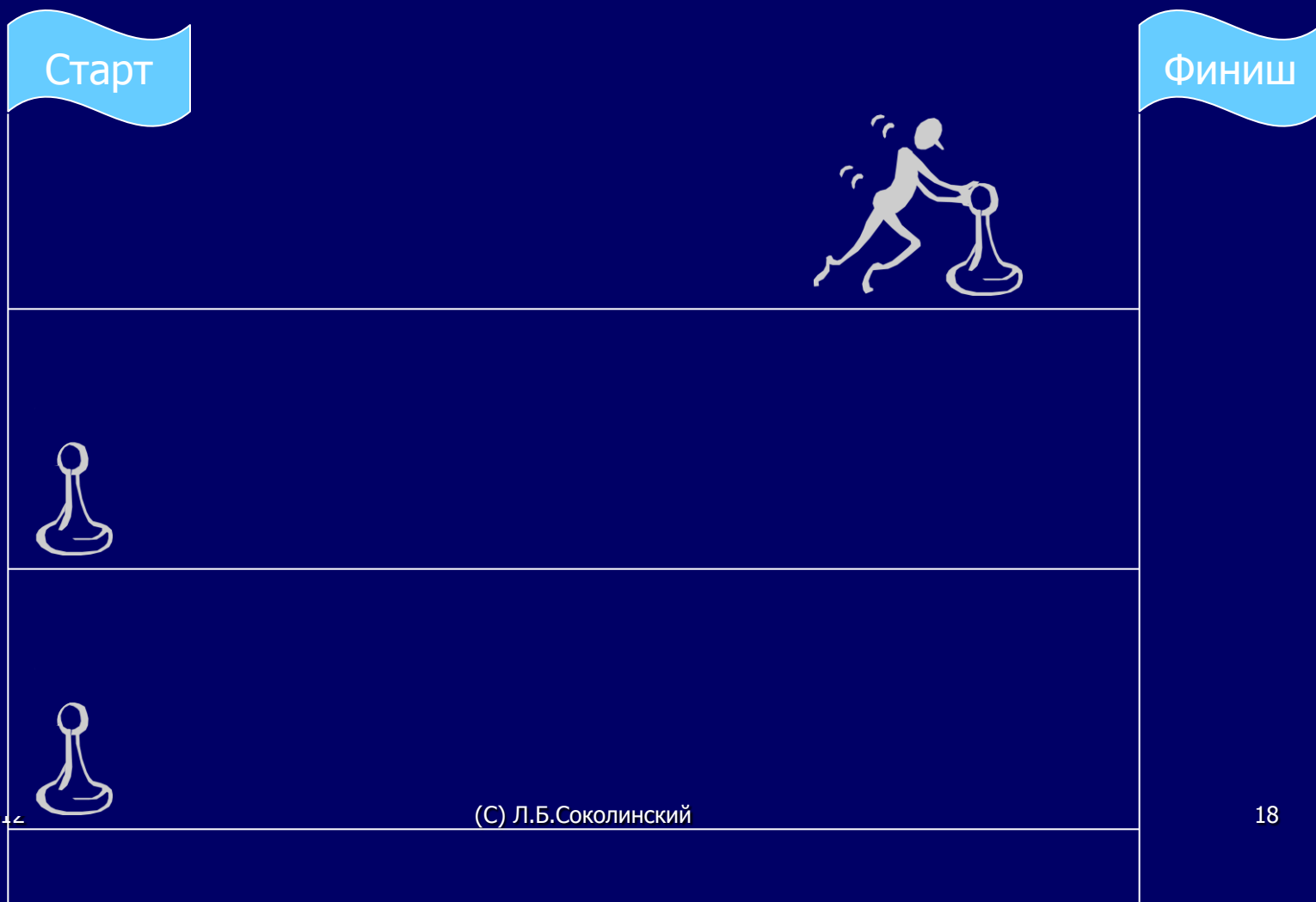
2.2.1 Последовательная обработка



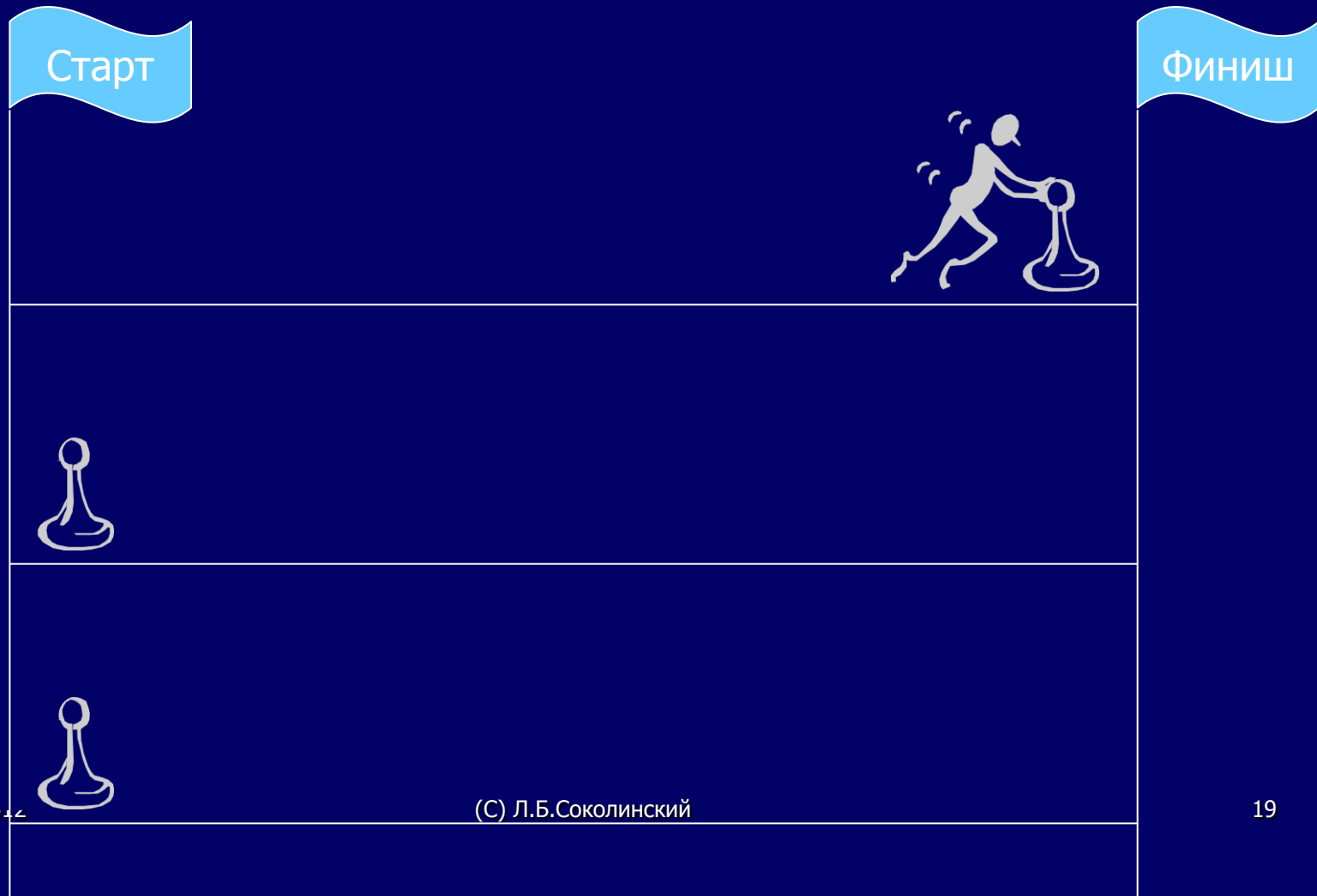
2.2.1 Последовательная обработка



2.2.1 Последовательная обработка



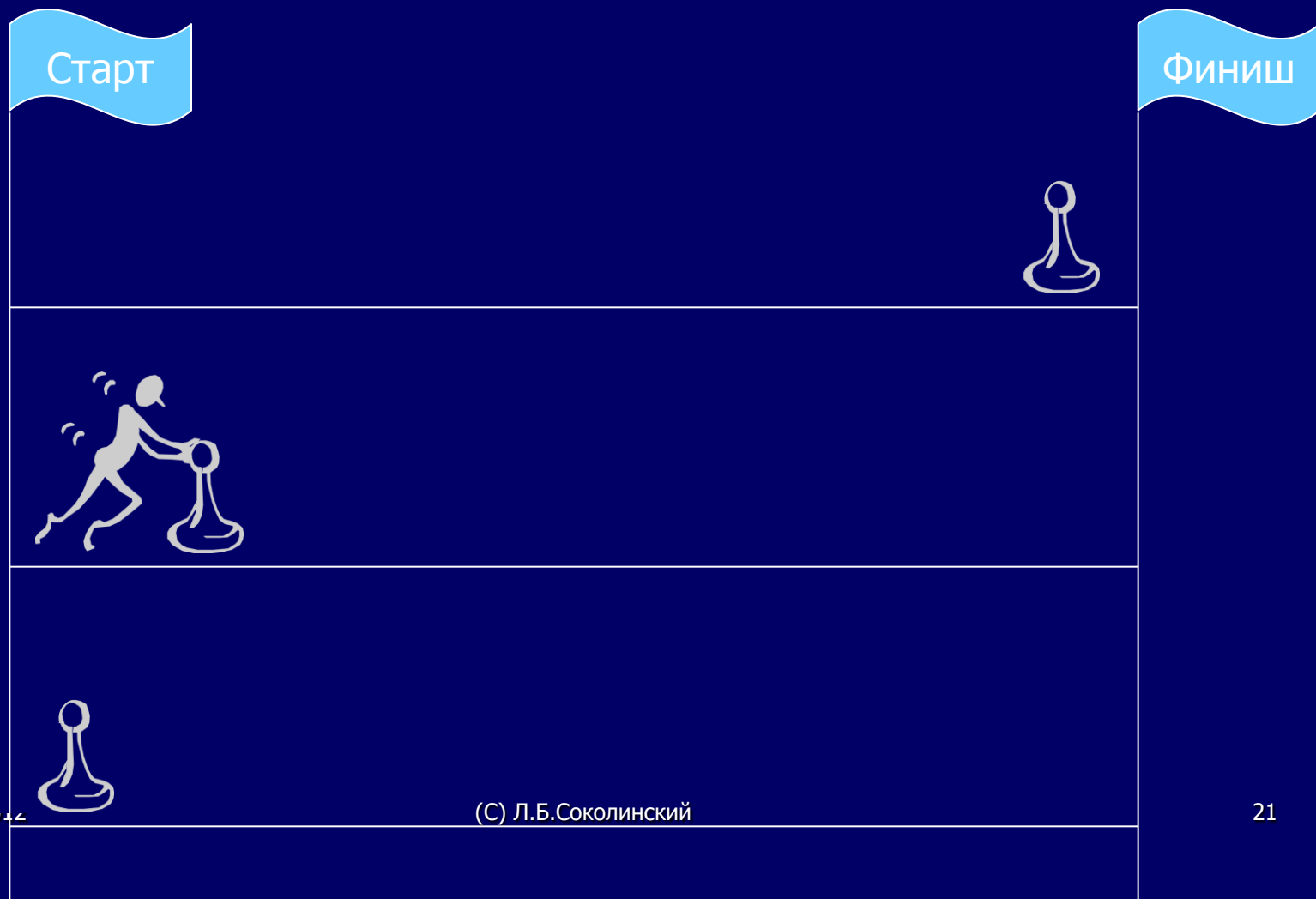
2.2.1 Последовательная обработка



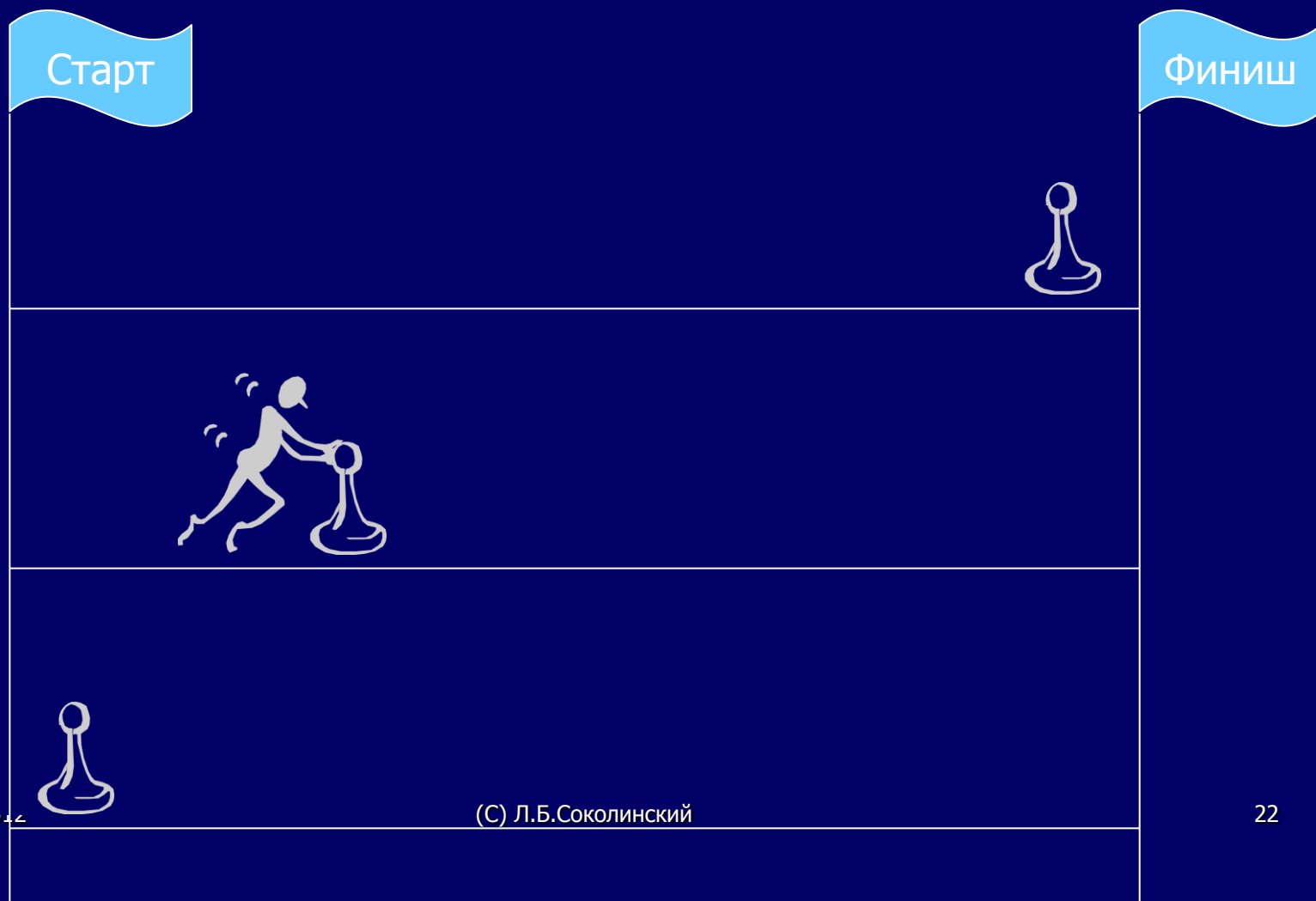
2.2.1 Последовательная обработка



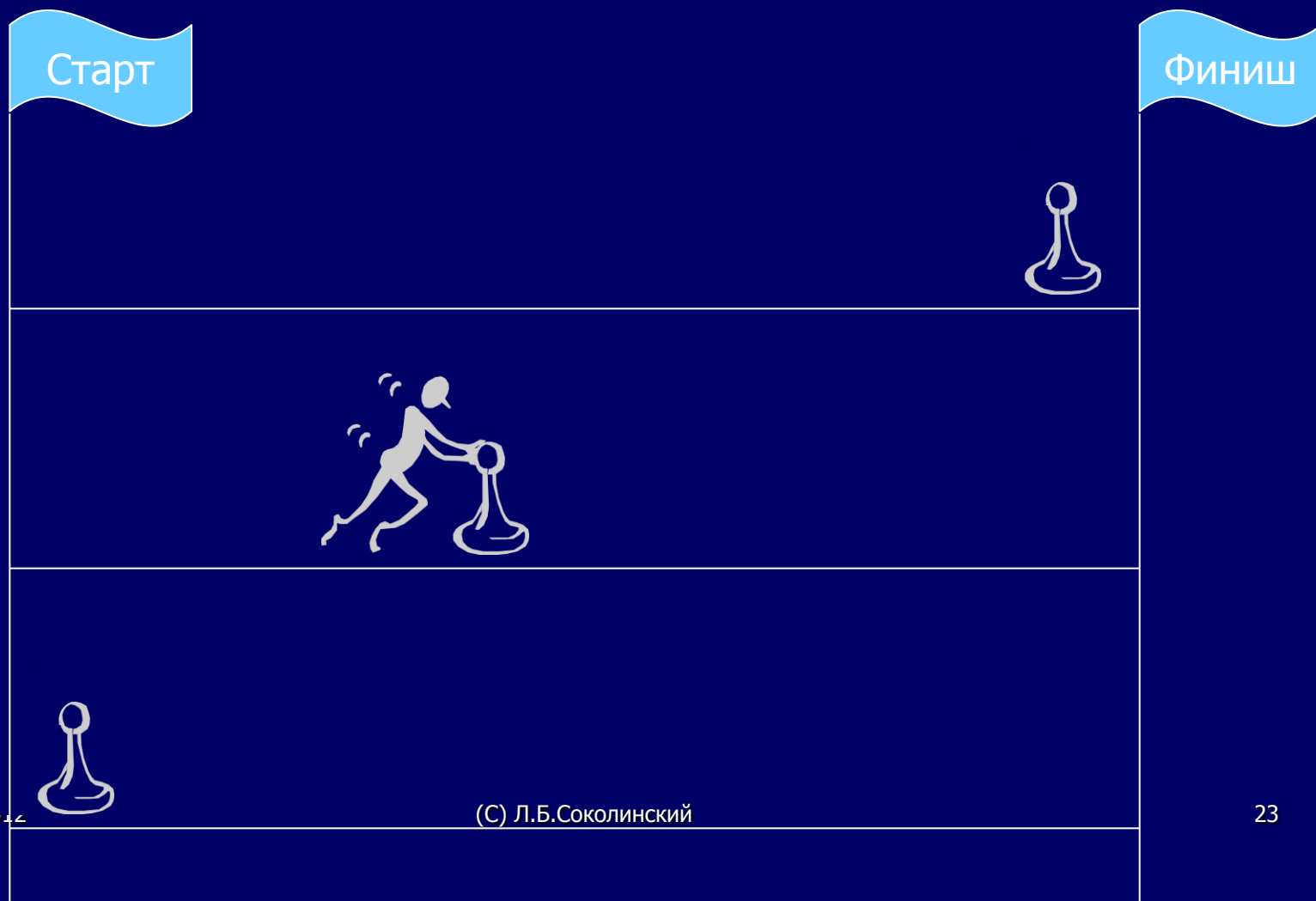
2.2.1 Последовательная обработка



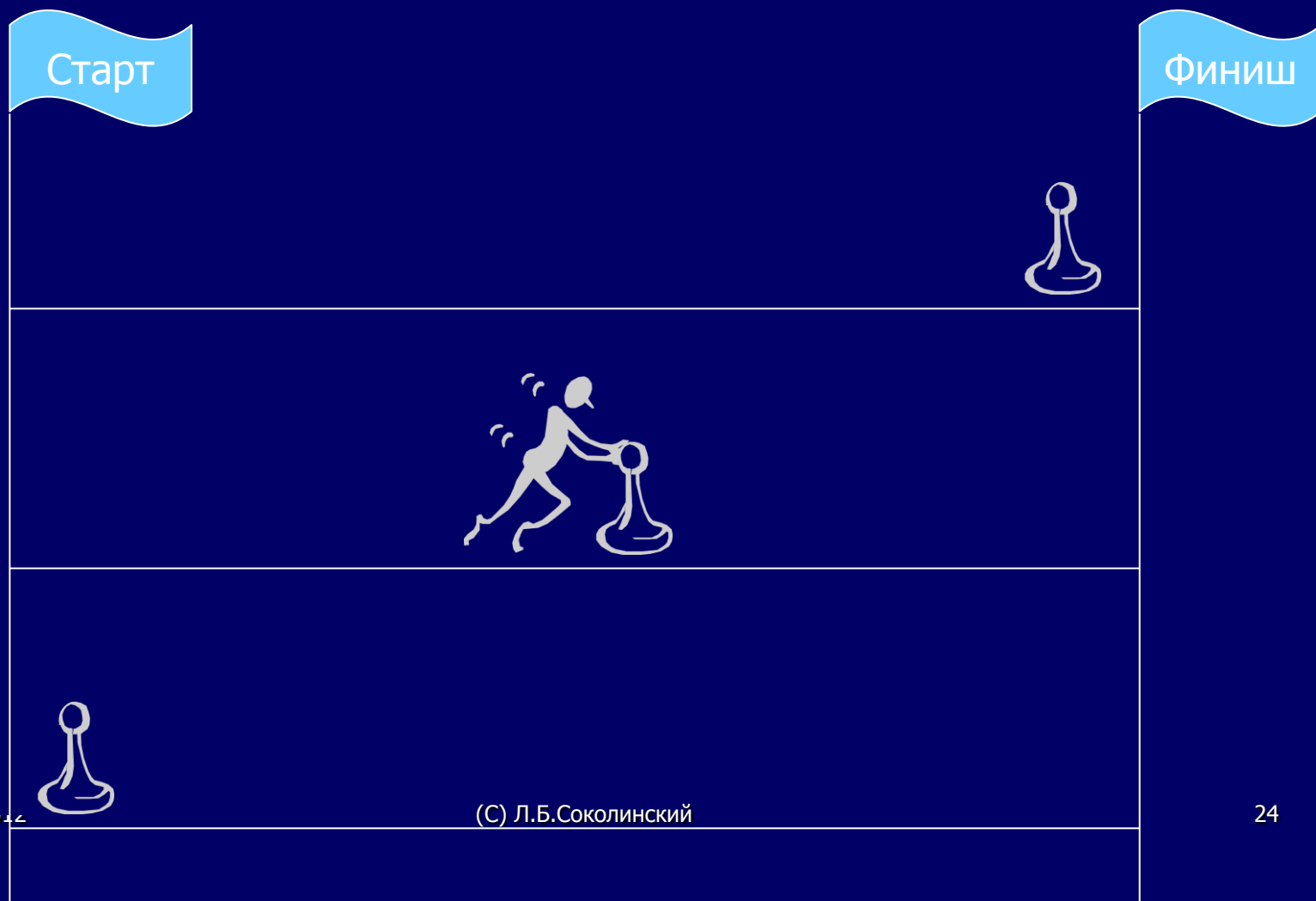
2.2.1 Последовательная обработка



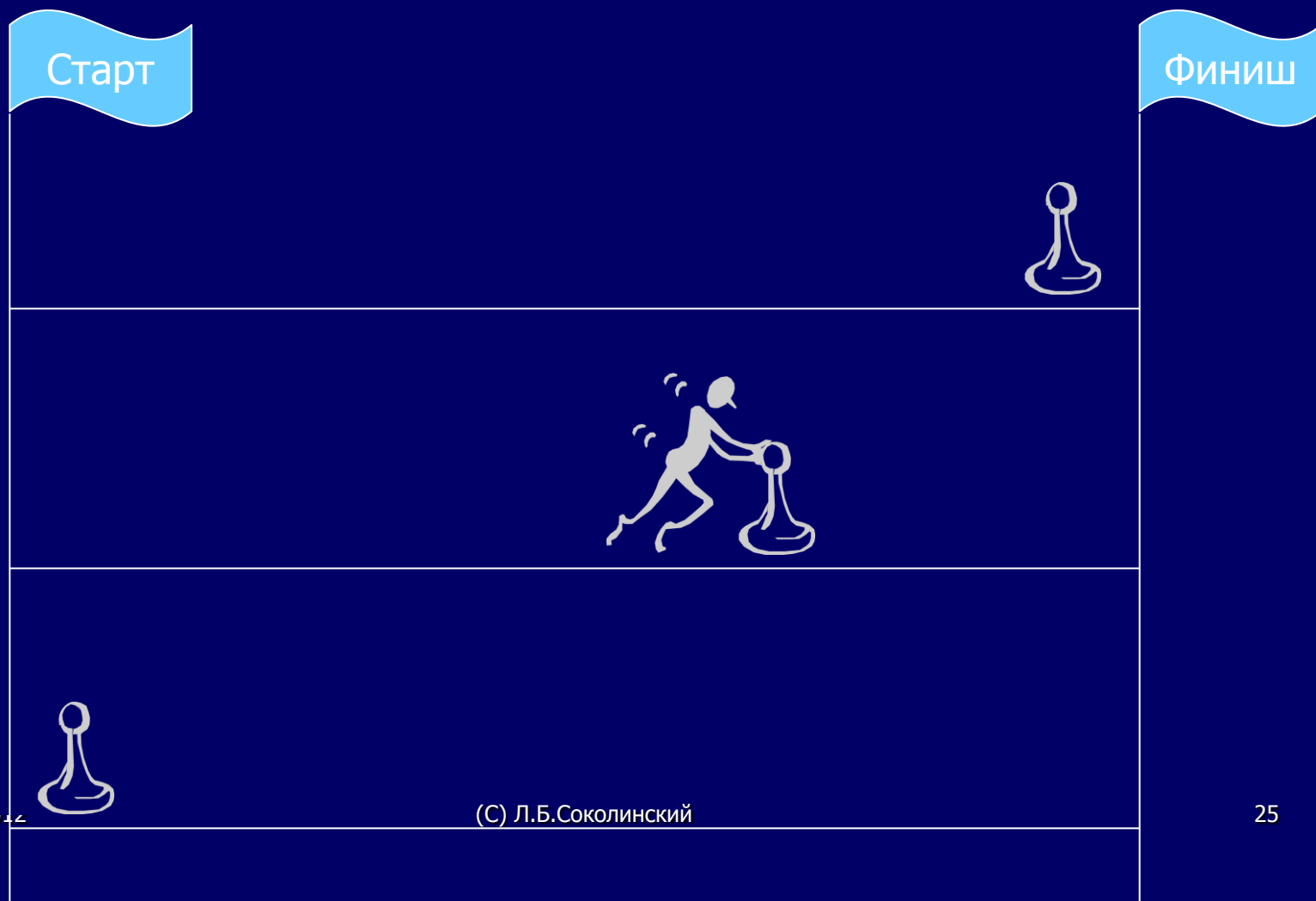
2.2.1 Последовательная обработка



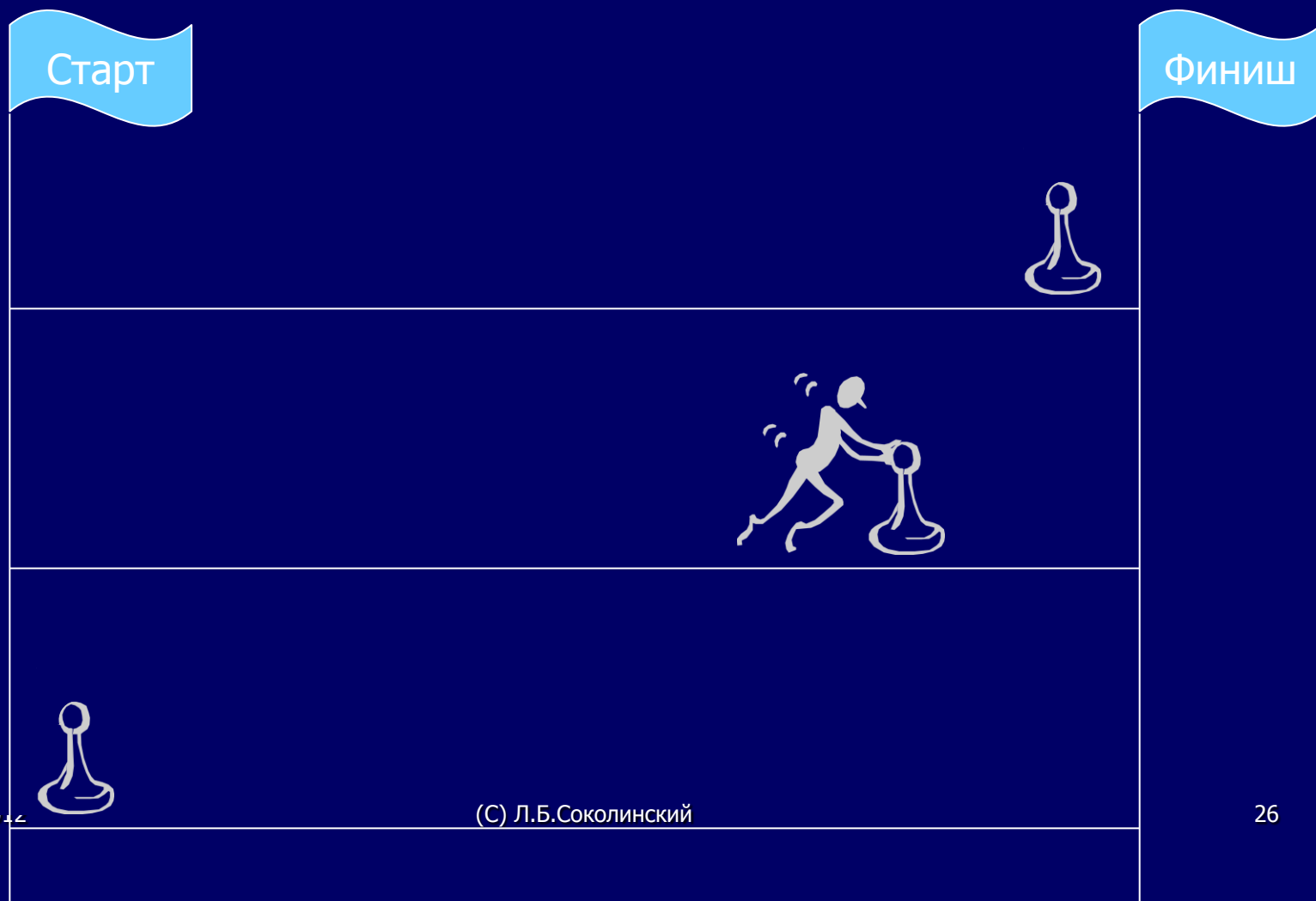
2.2.1 Последовательная обработка



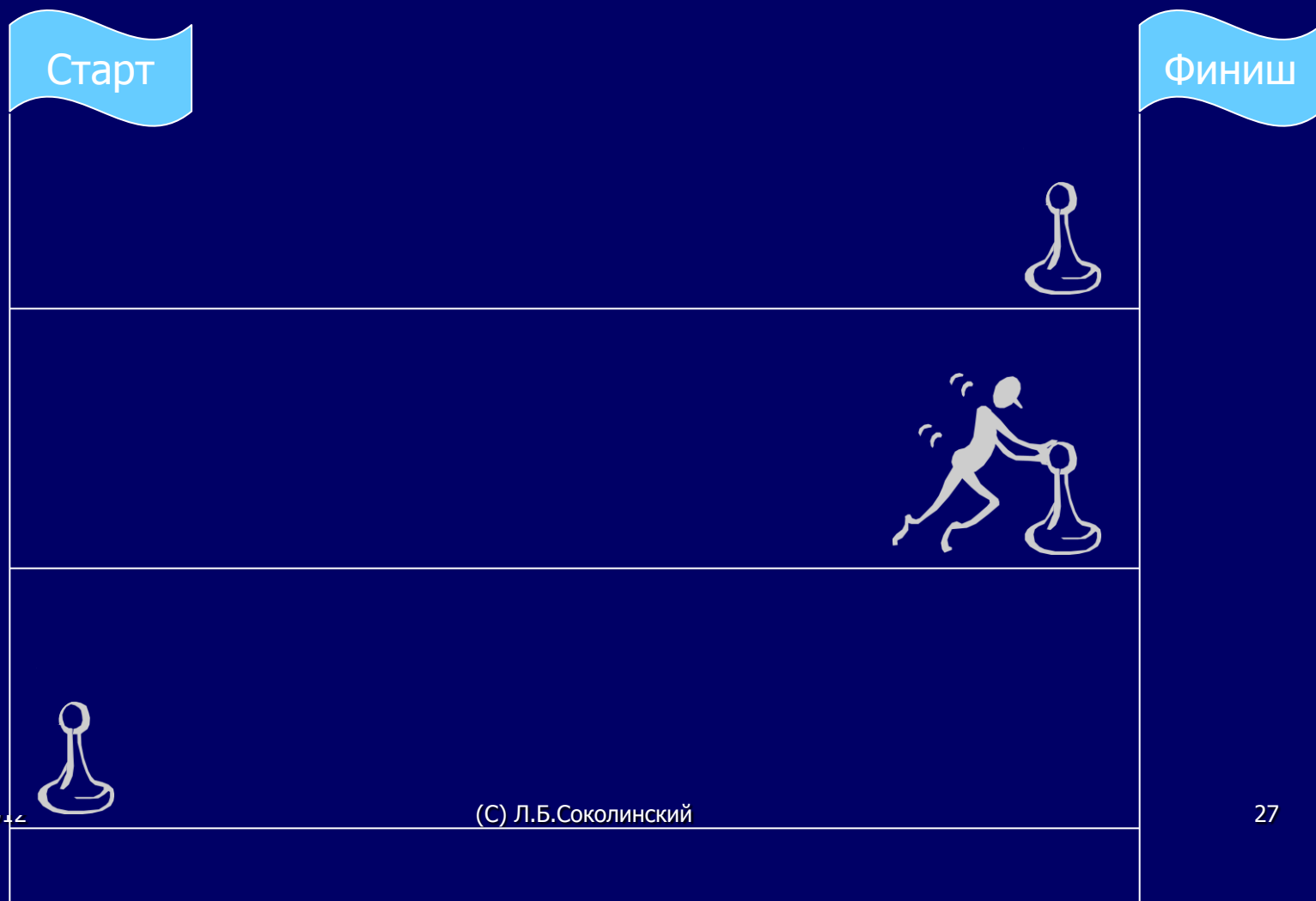
2.2.1 Последовательная обработка



2.2.1 Последовательная обработка



2.2.1 Последовательная обработка



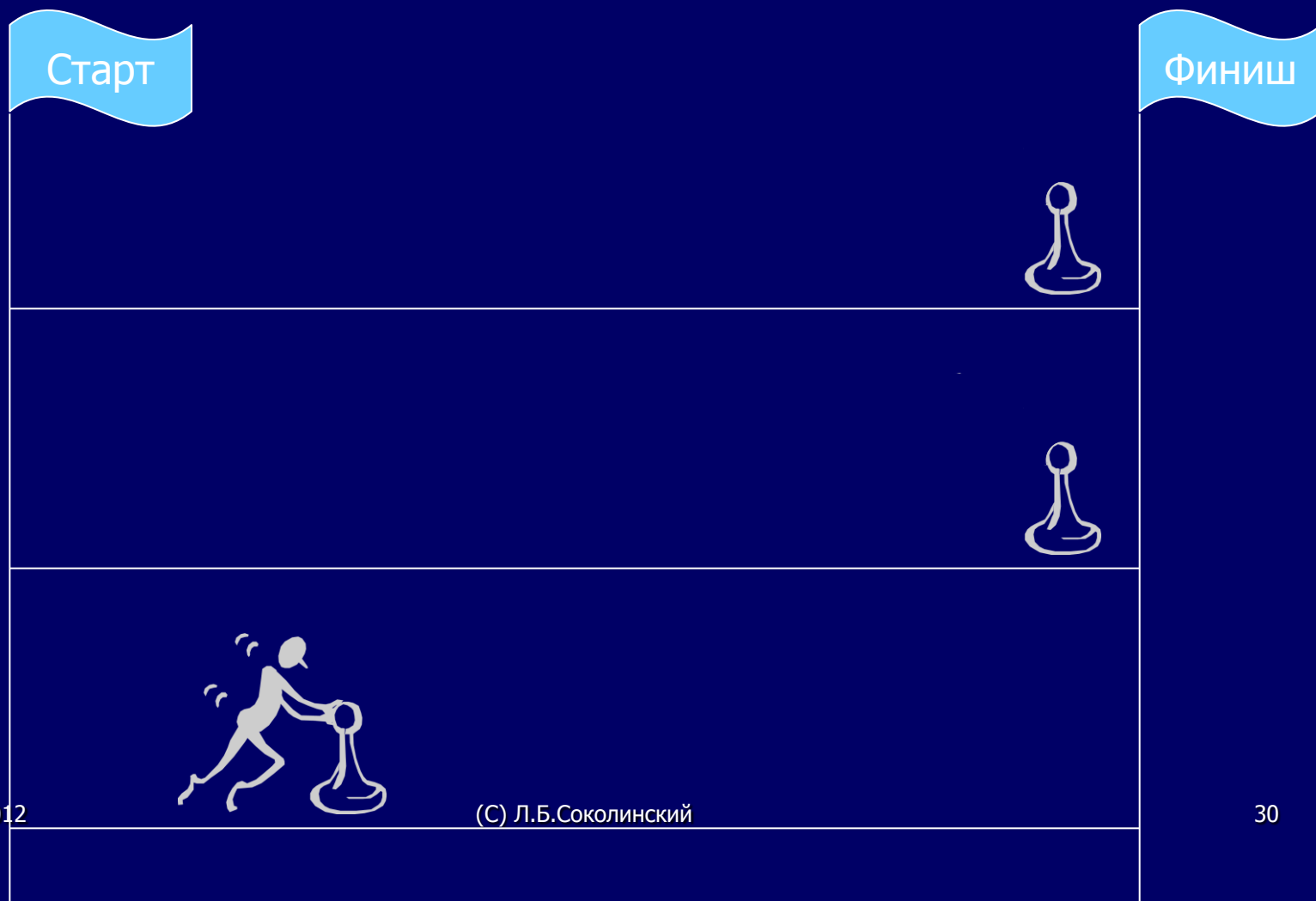
2.2.1 Последовательная обработка



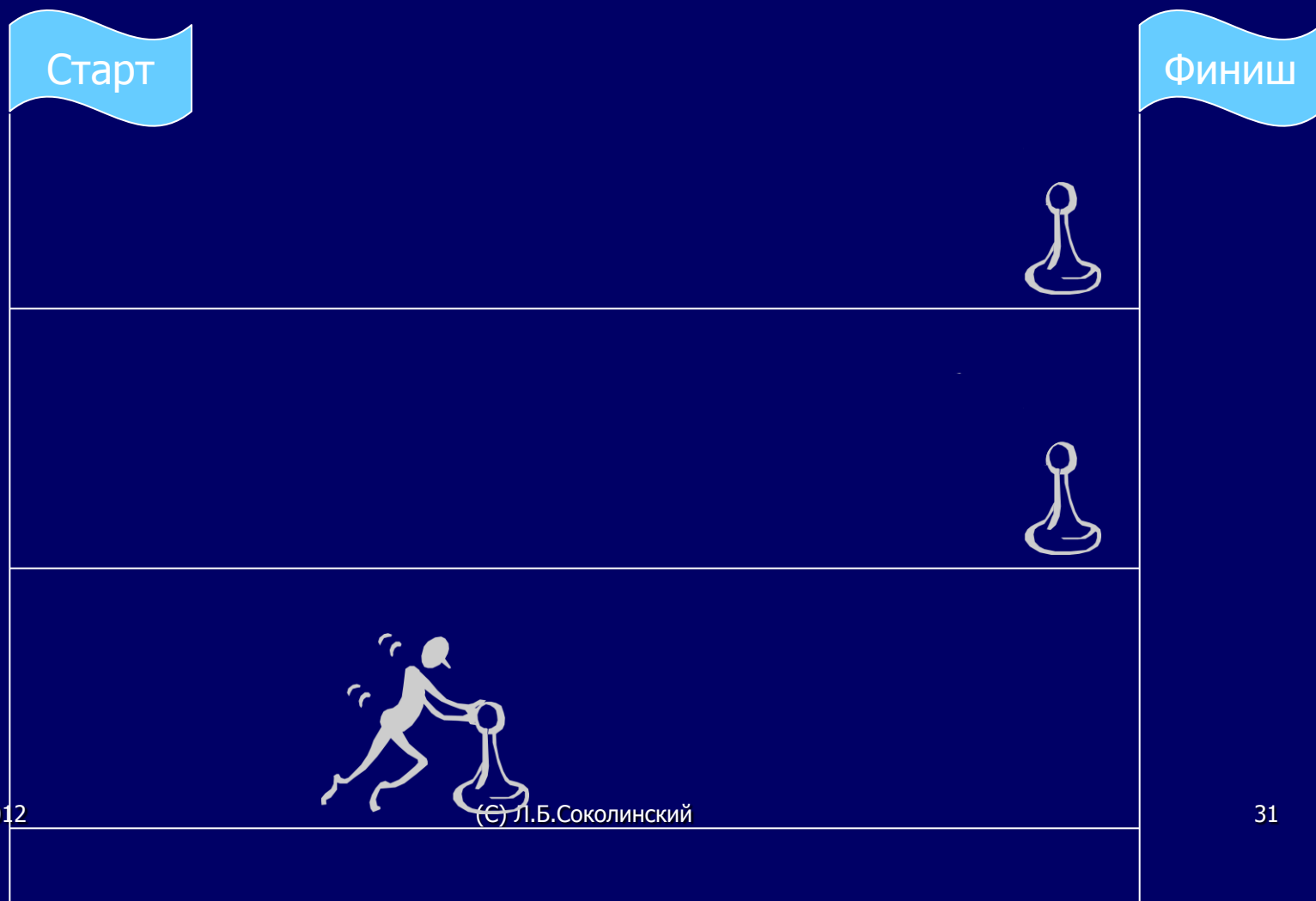
2.2.1 Последовательная обработка



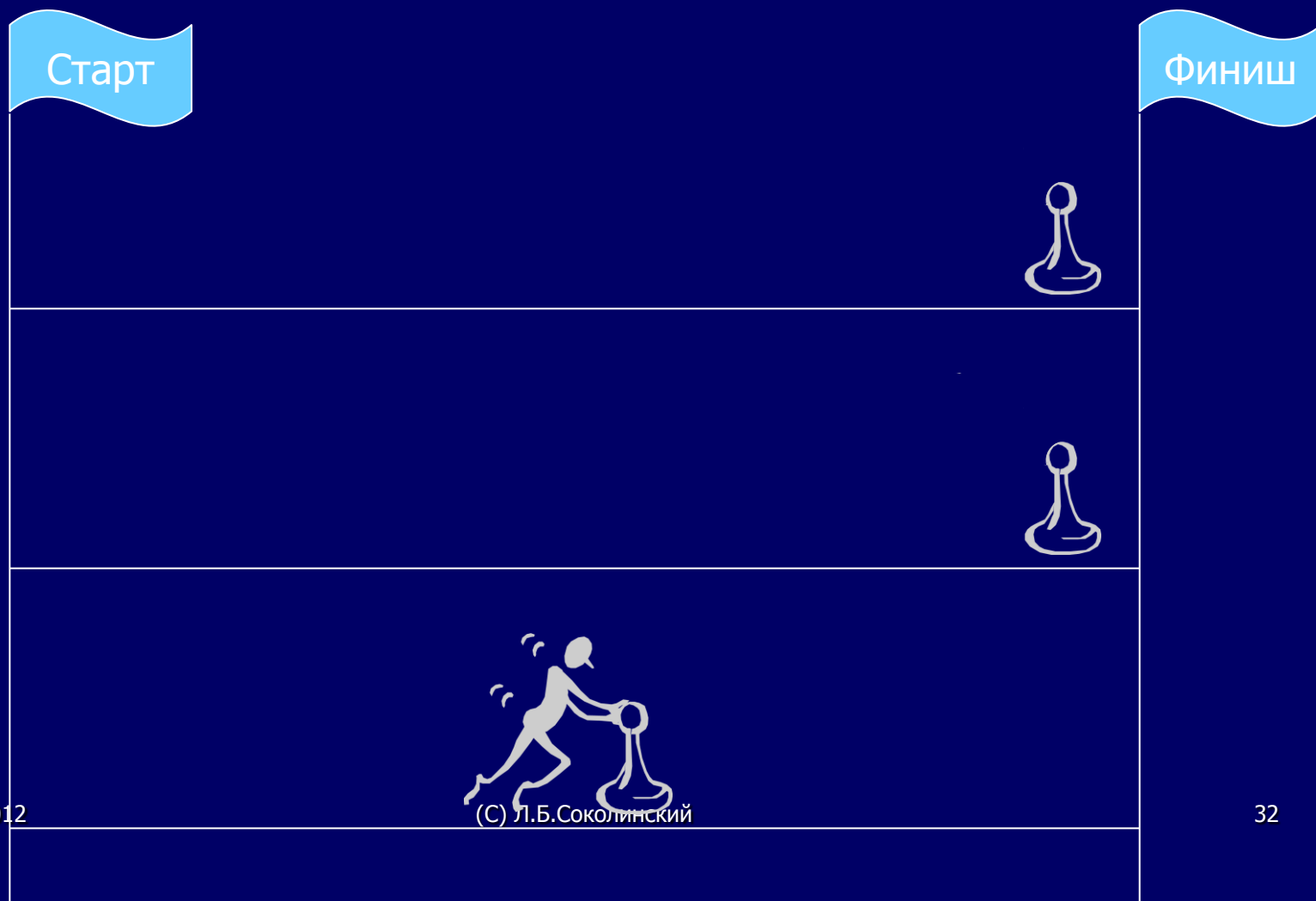
2.2.1 Последовательная обработка



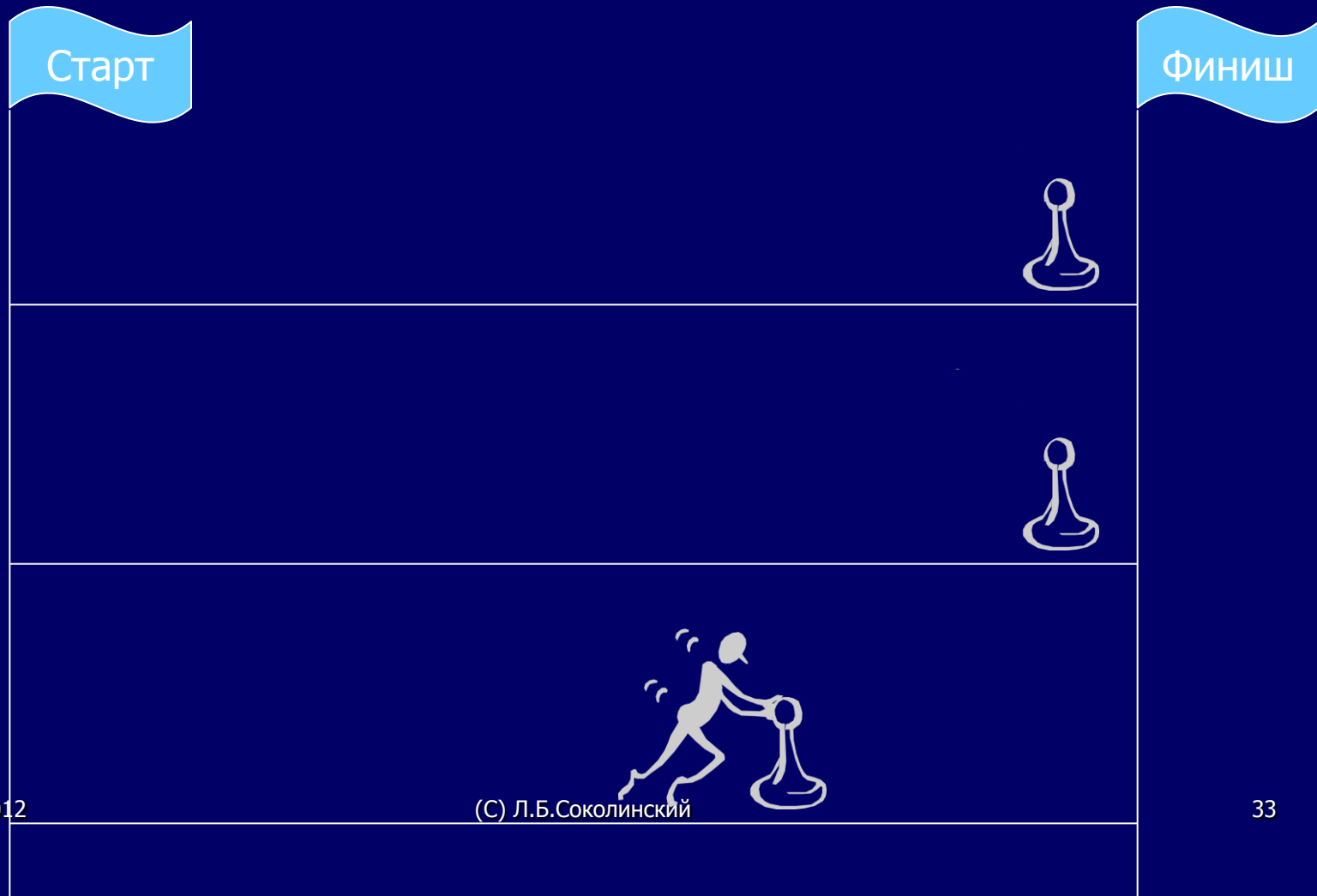
2.2.1 Последовательная обработка



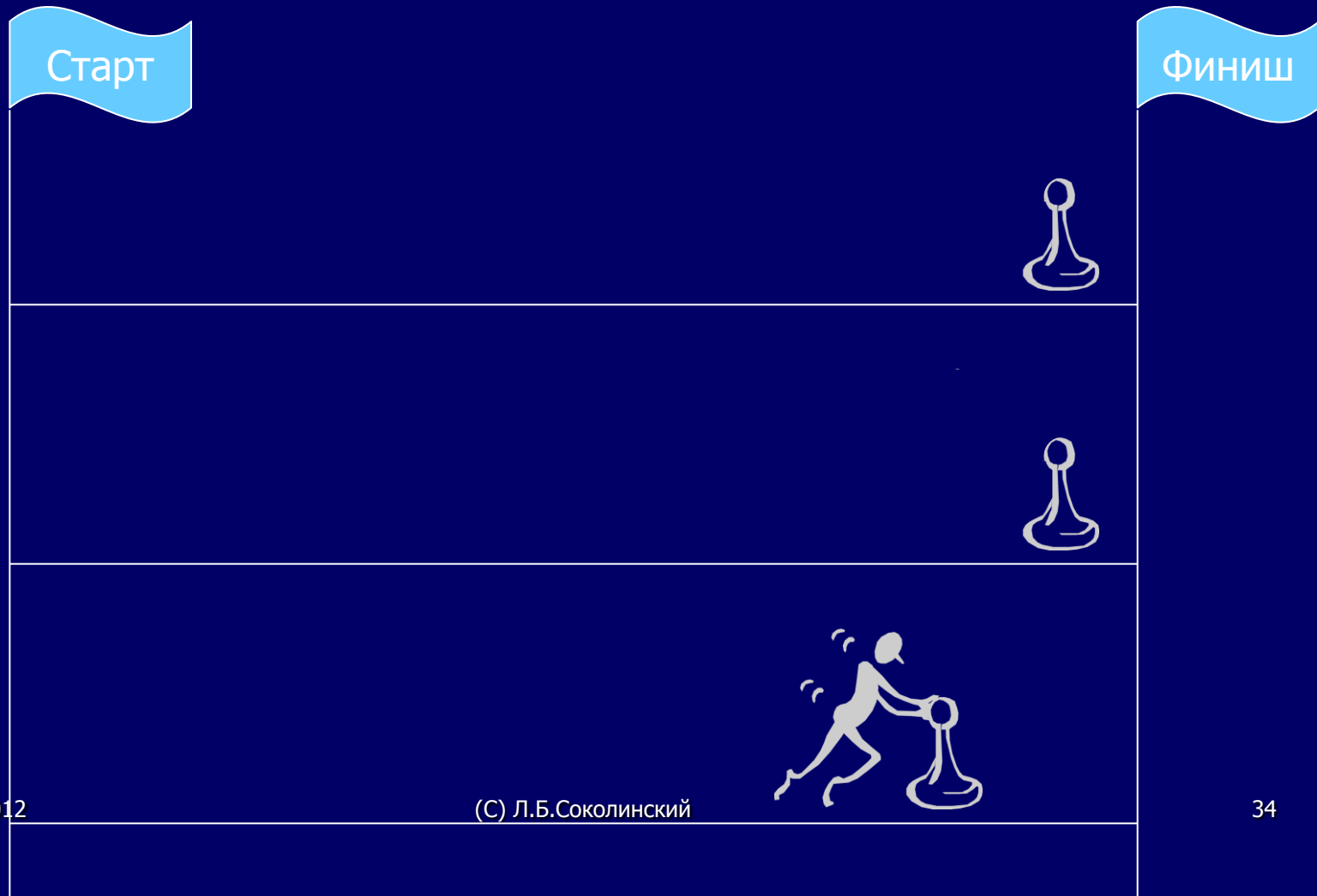
2.2.1 Последовательная обработка



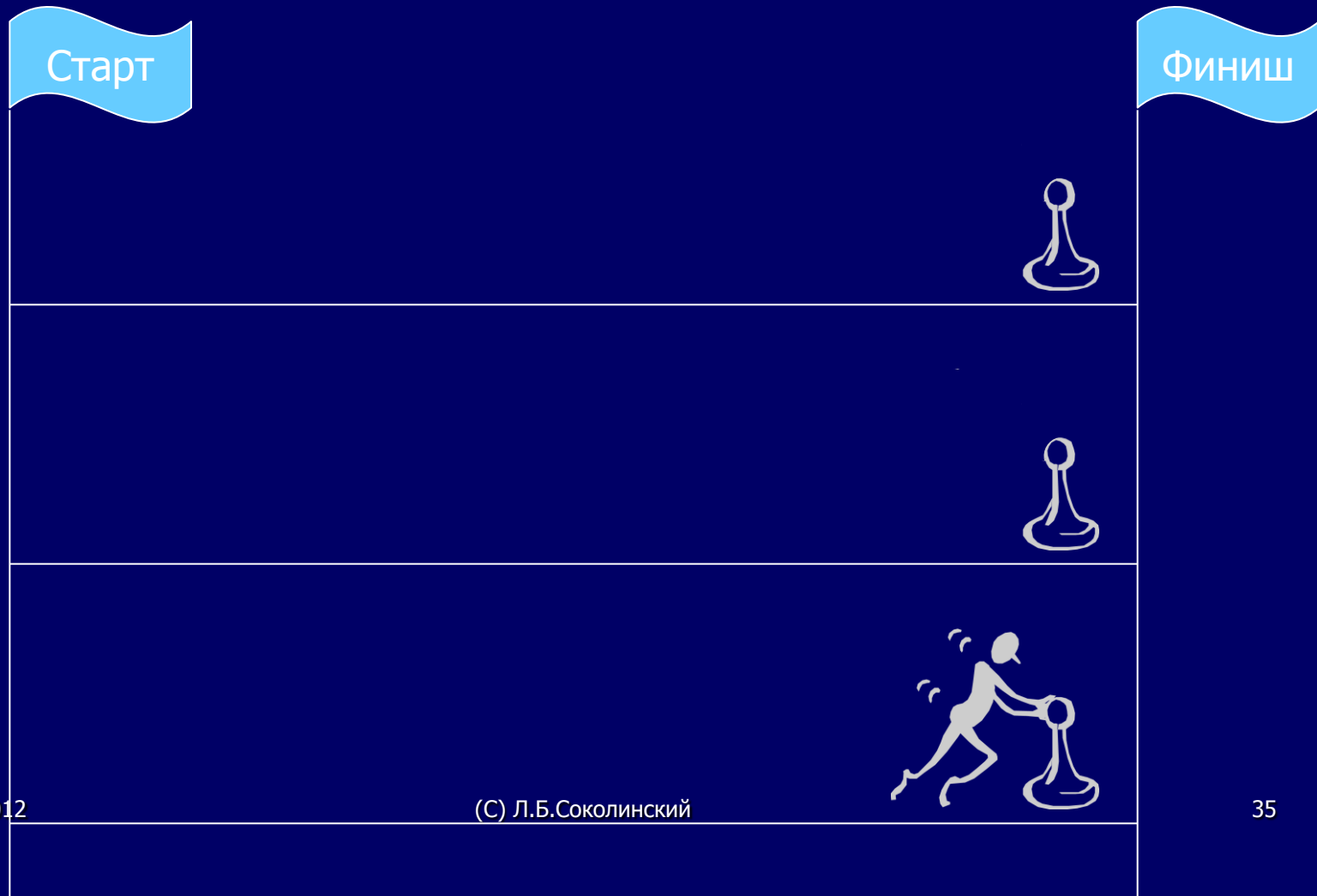
2.2.1 Последовательная обработка



2.2.1 Последовательная обработка



2.2.1 Последовательная обработка



2.2.1 Последовательная обработка



2.2.2 Режим разделения времени

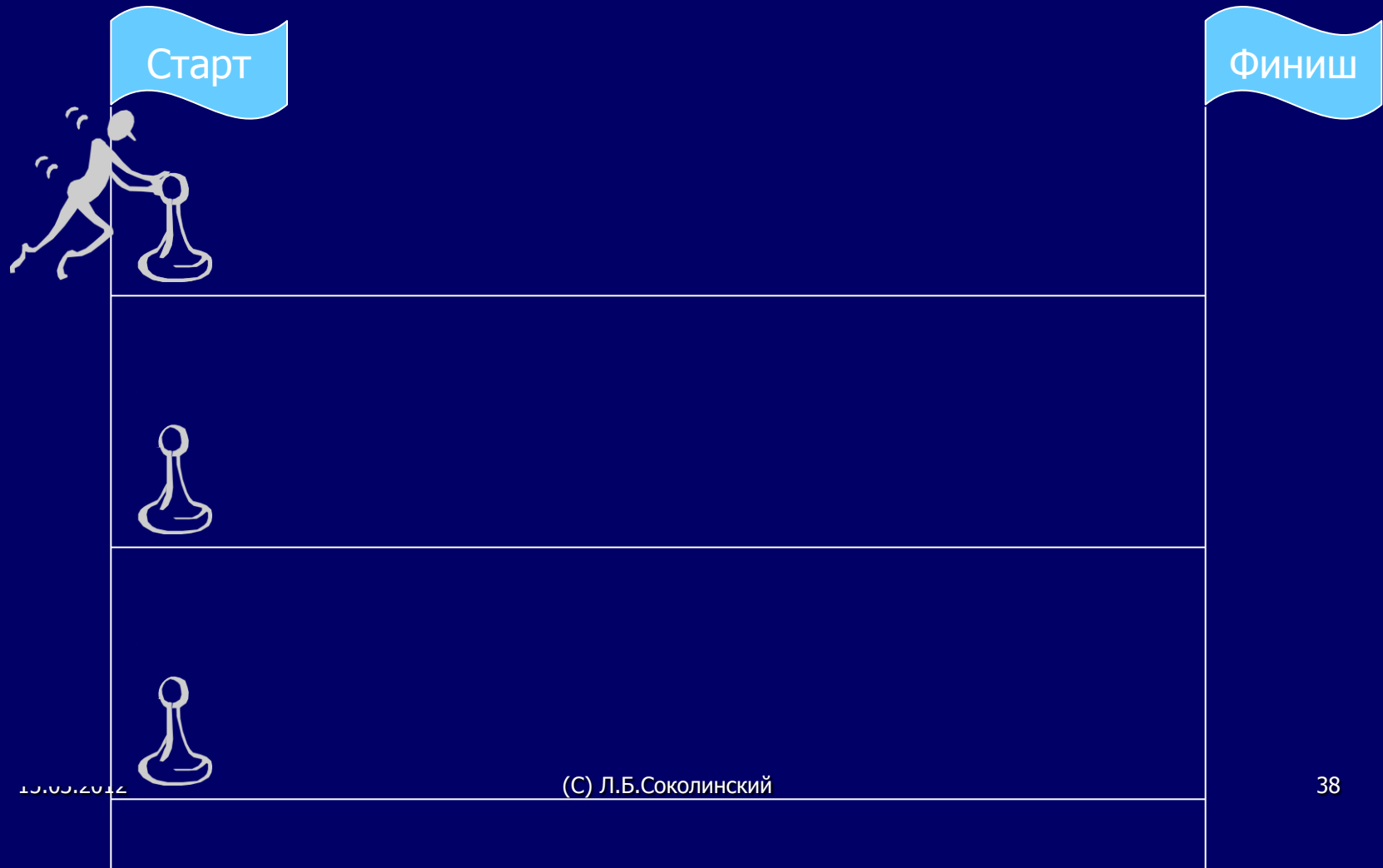


Старт



Финиш

2.2.2 Режим разделения времени



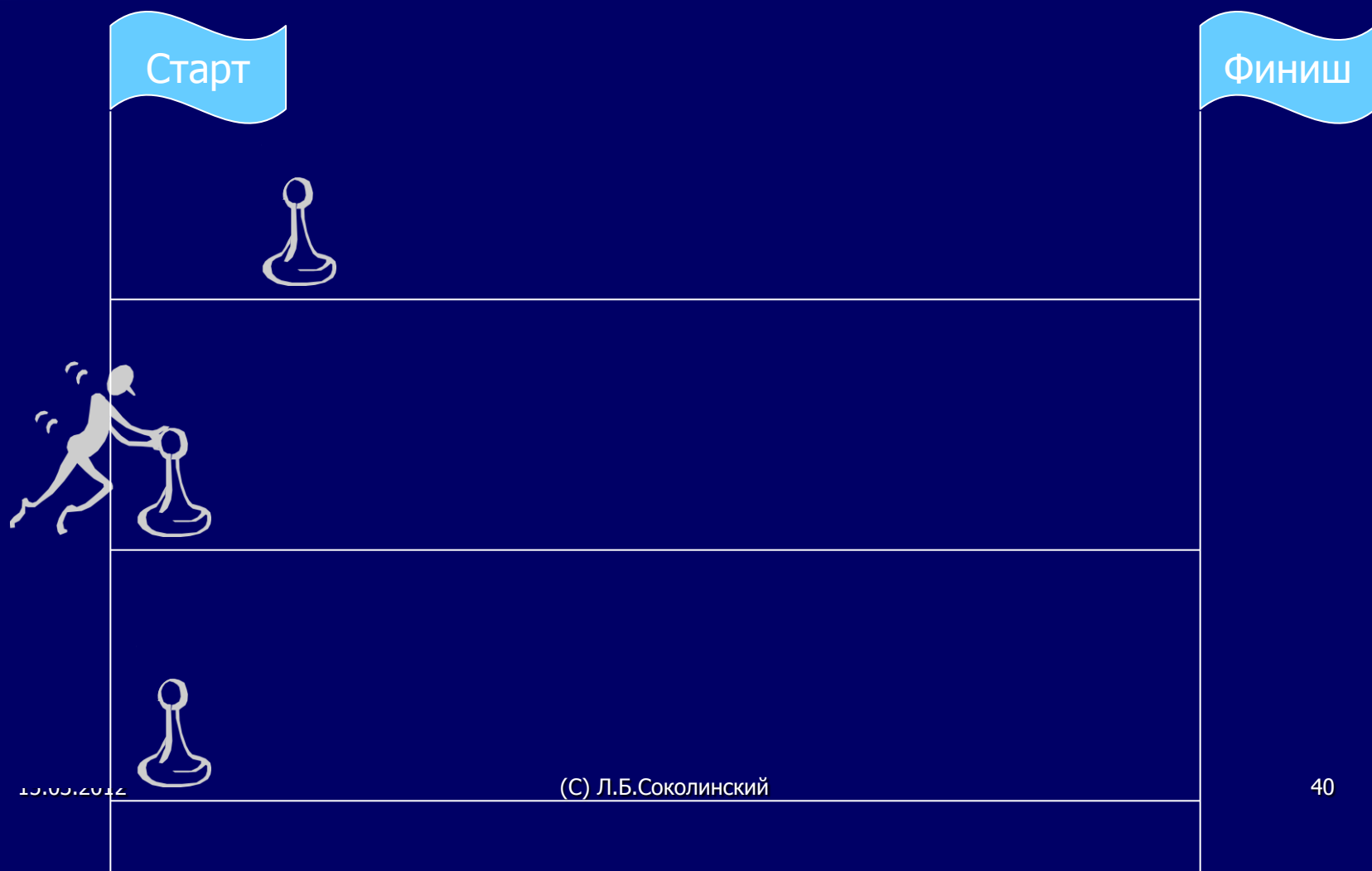
2.2.2 Режим разделения времени



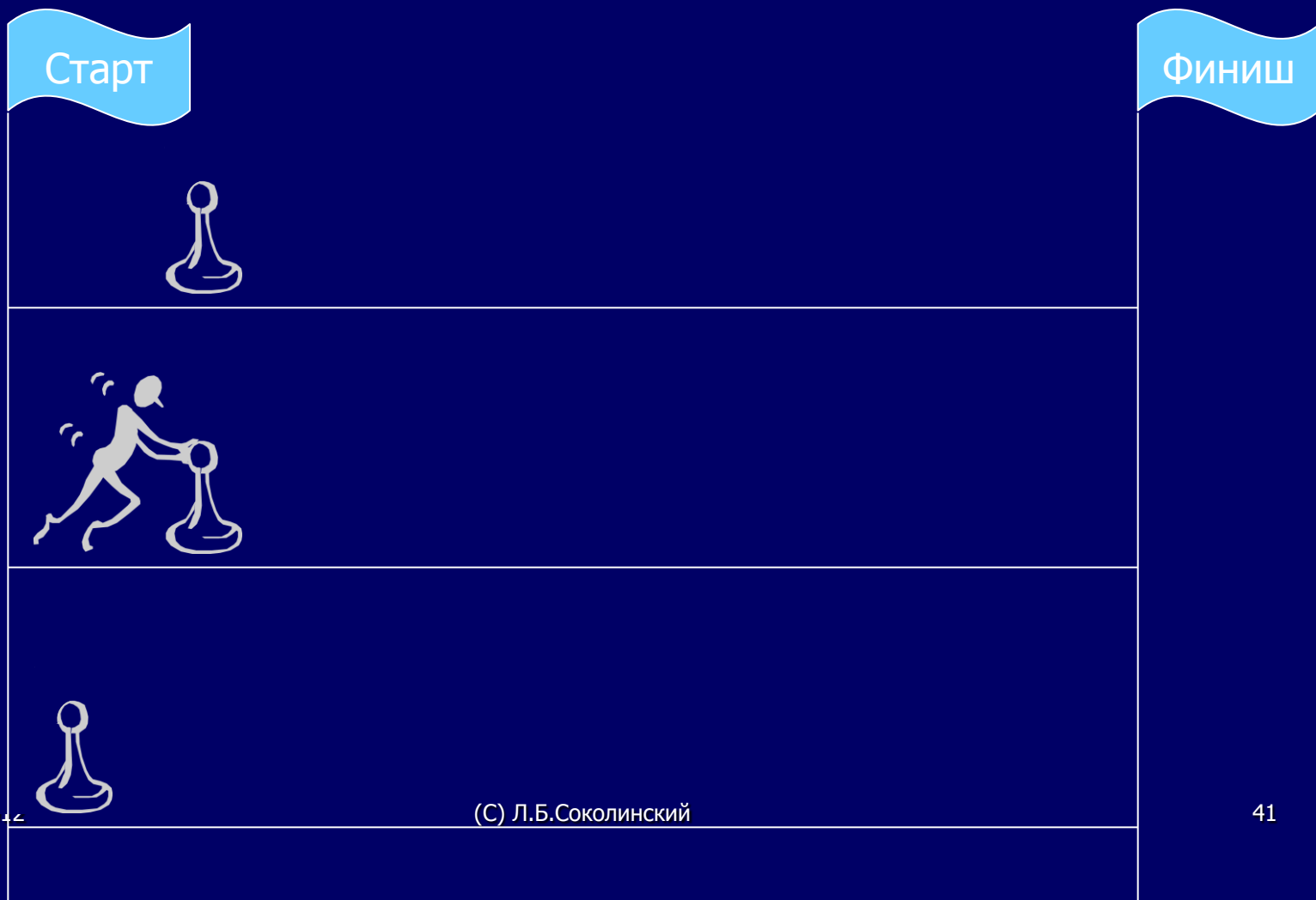
Финиш



2.2.2 Режим разделения времени



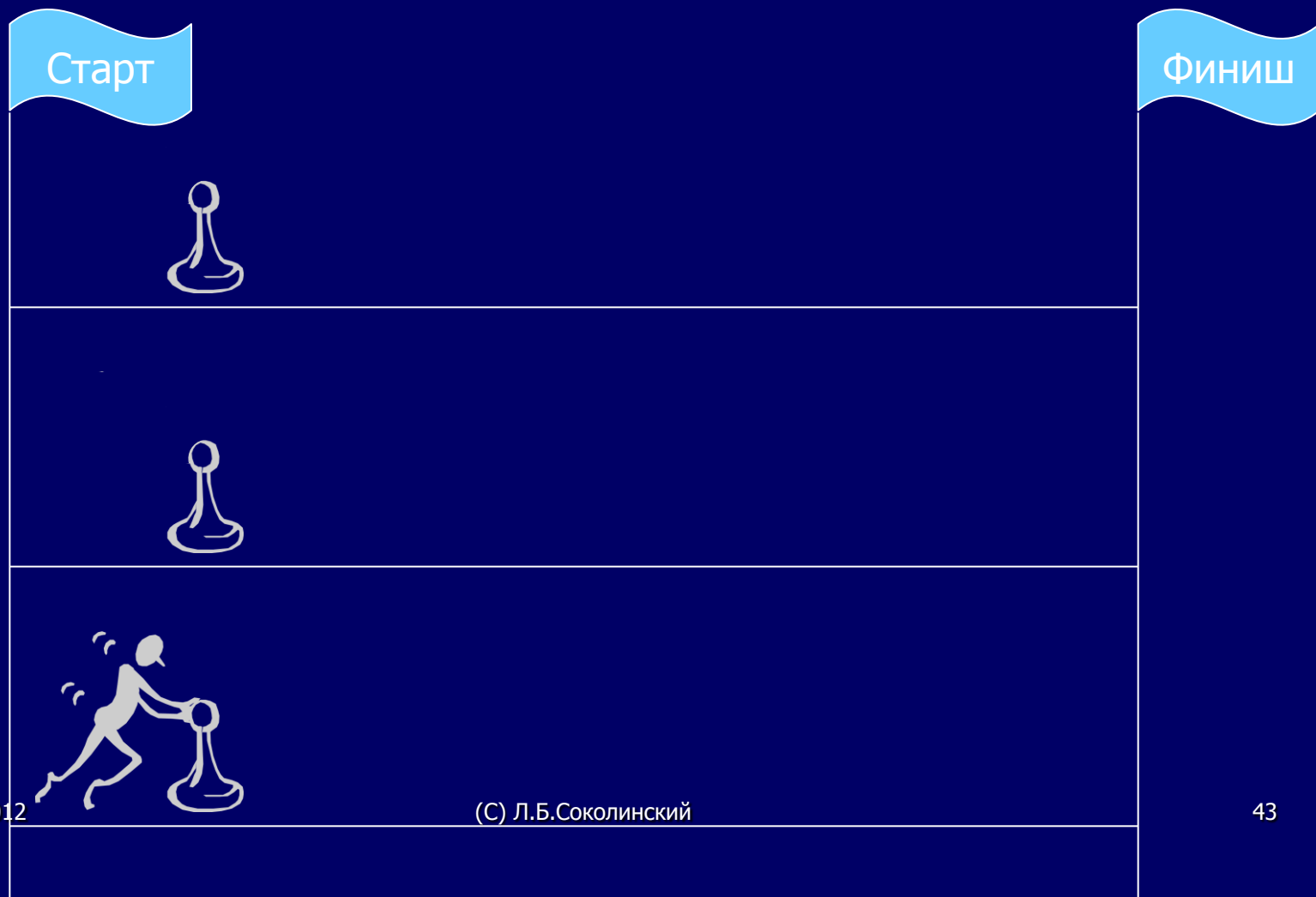
2.2.2 Режим разделения времени



2.2.2 Режим разделения времени



2.2.2 Режим разделения времени



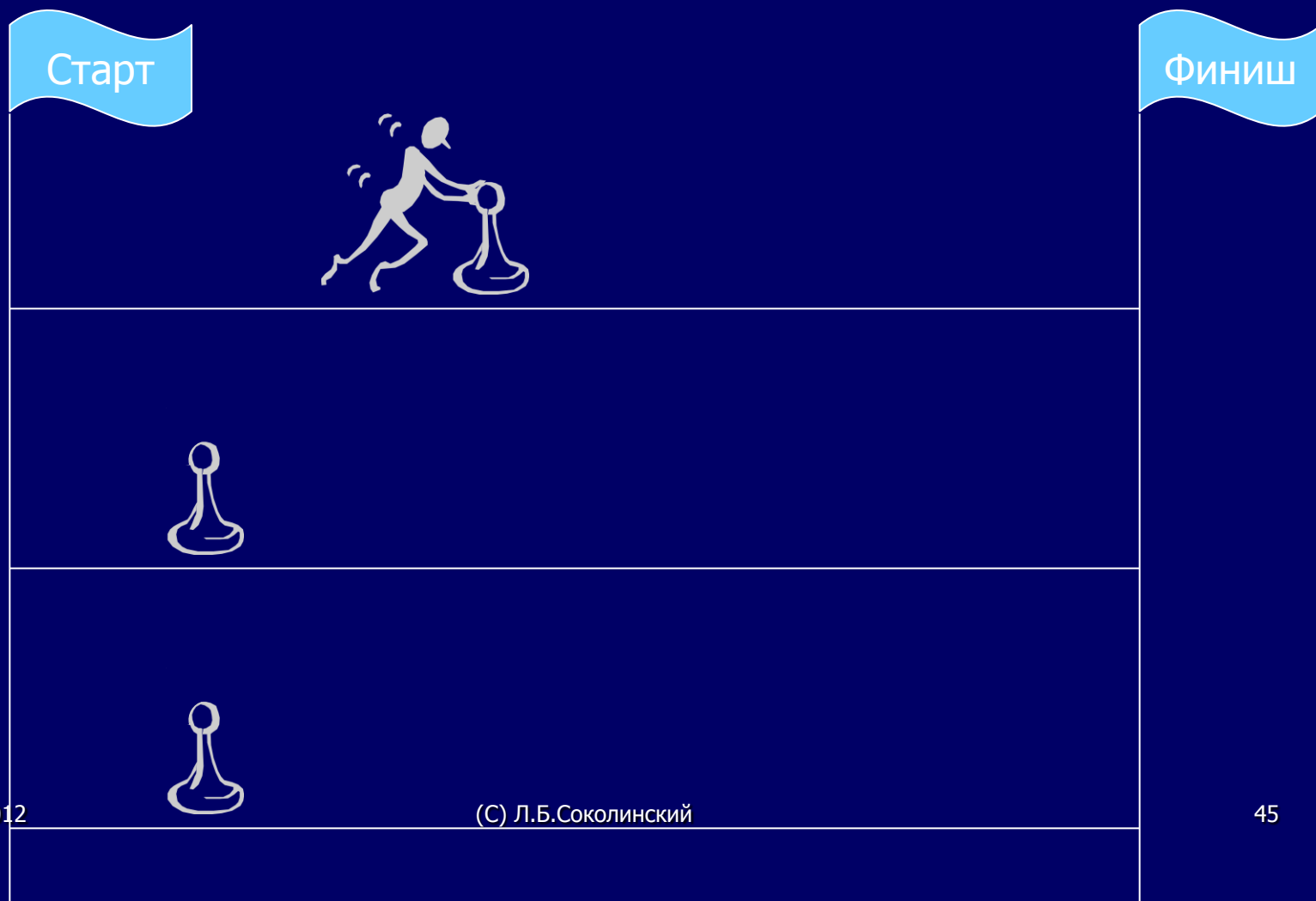
2.2.2 Режим разделения времени



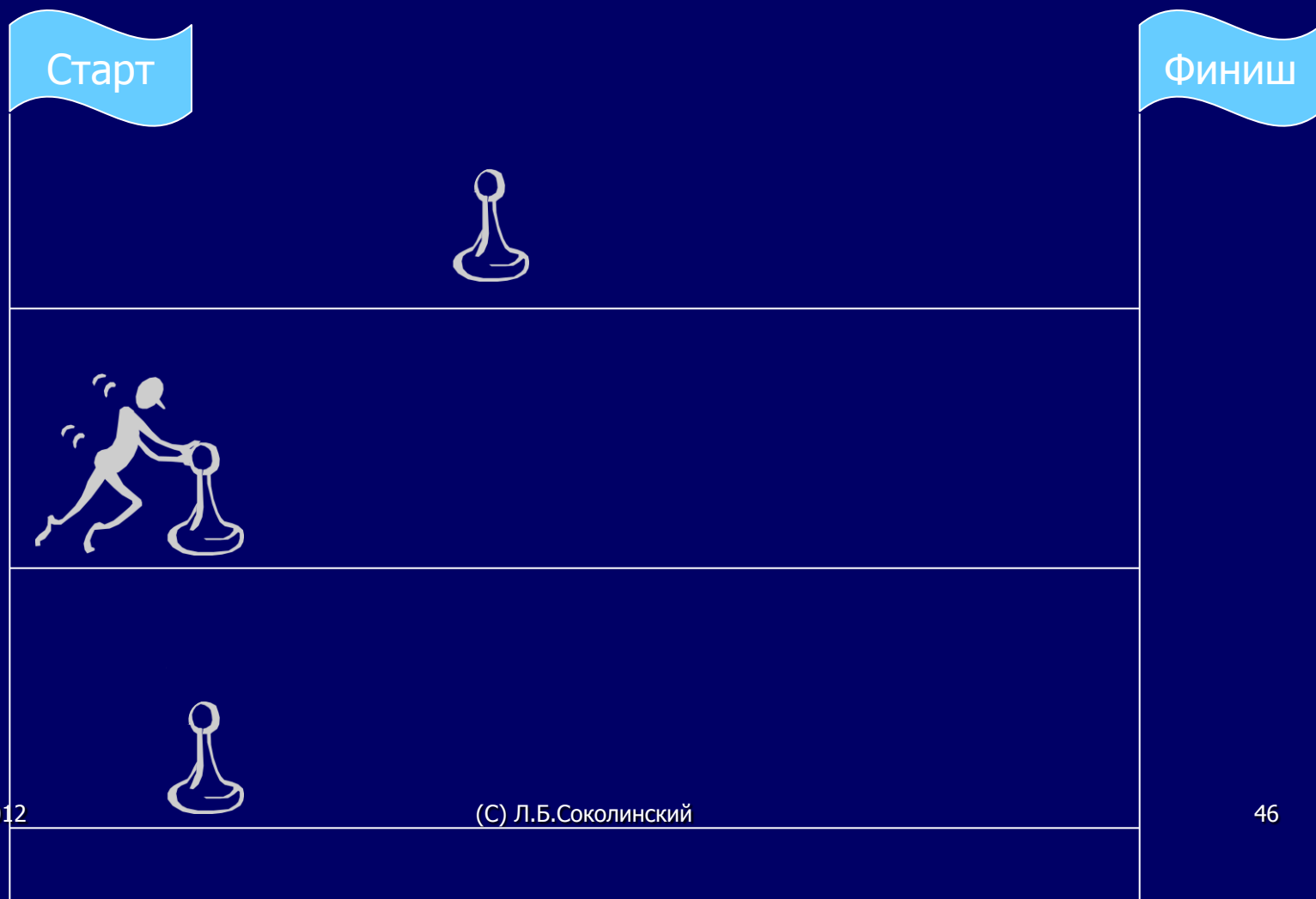
Финиш



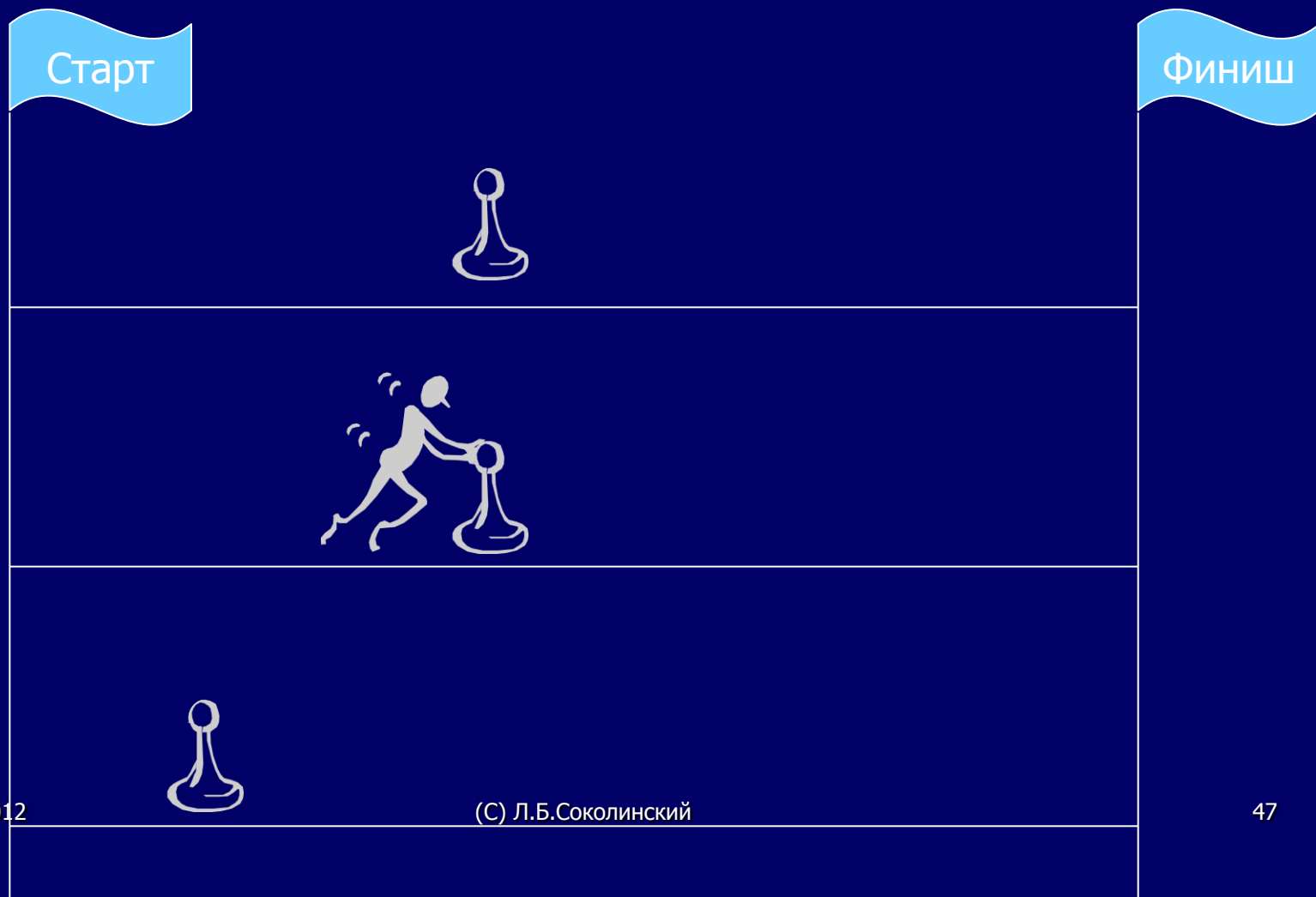
2.2.2 Режим разделения времени



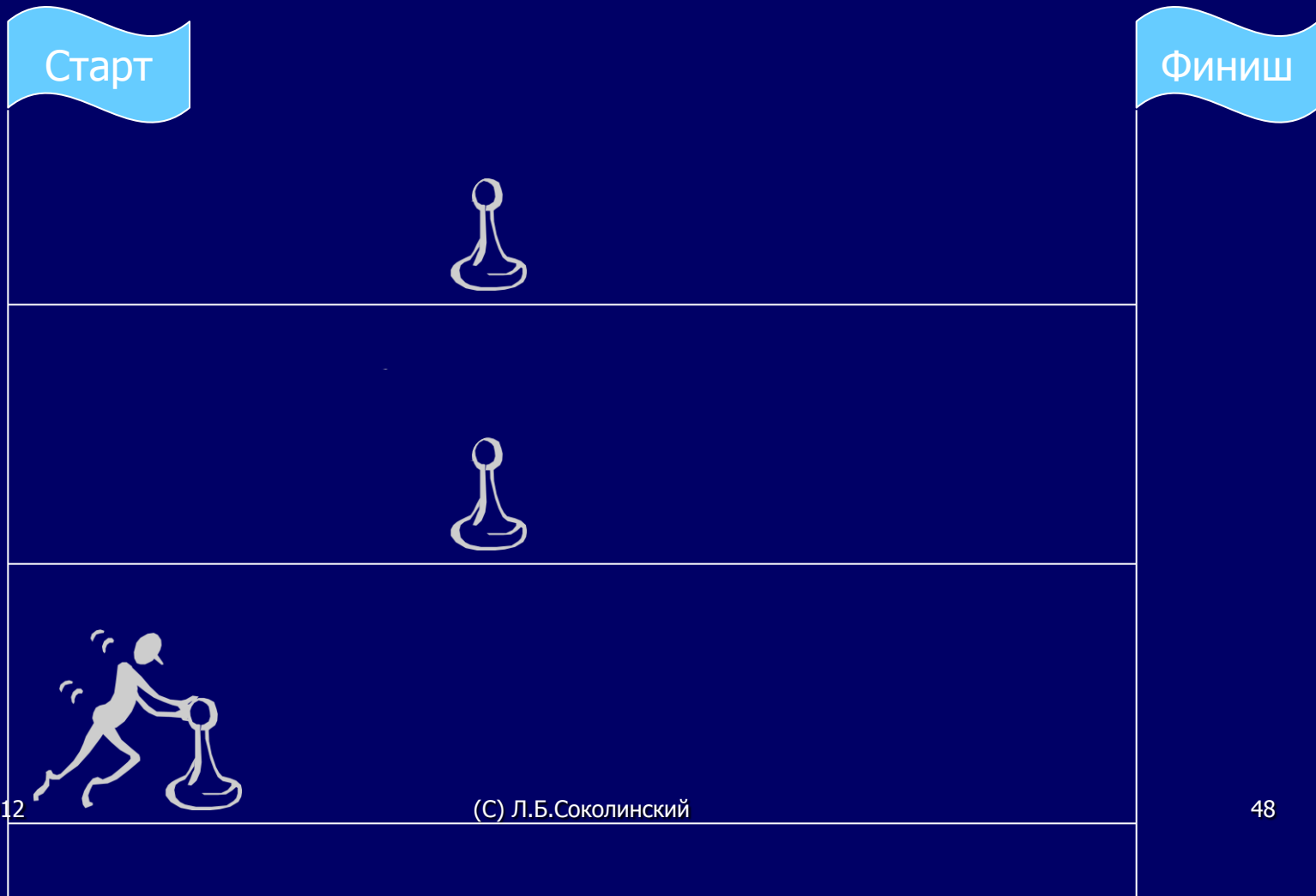
2.2.2 Режим разделения времени



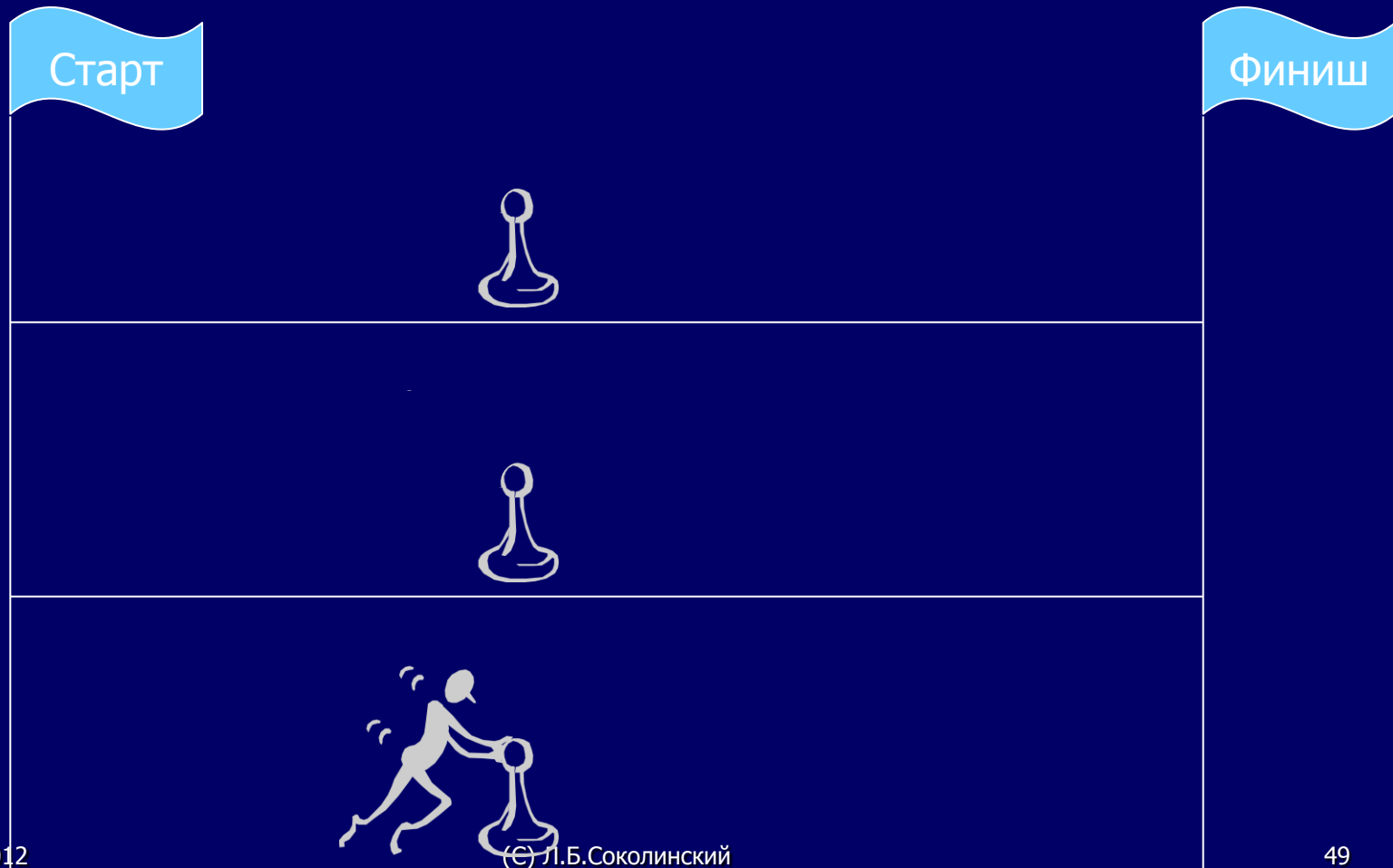
2.2.2 Режим разделения времени



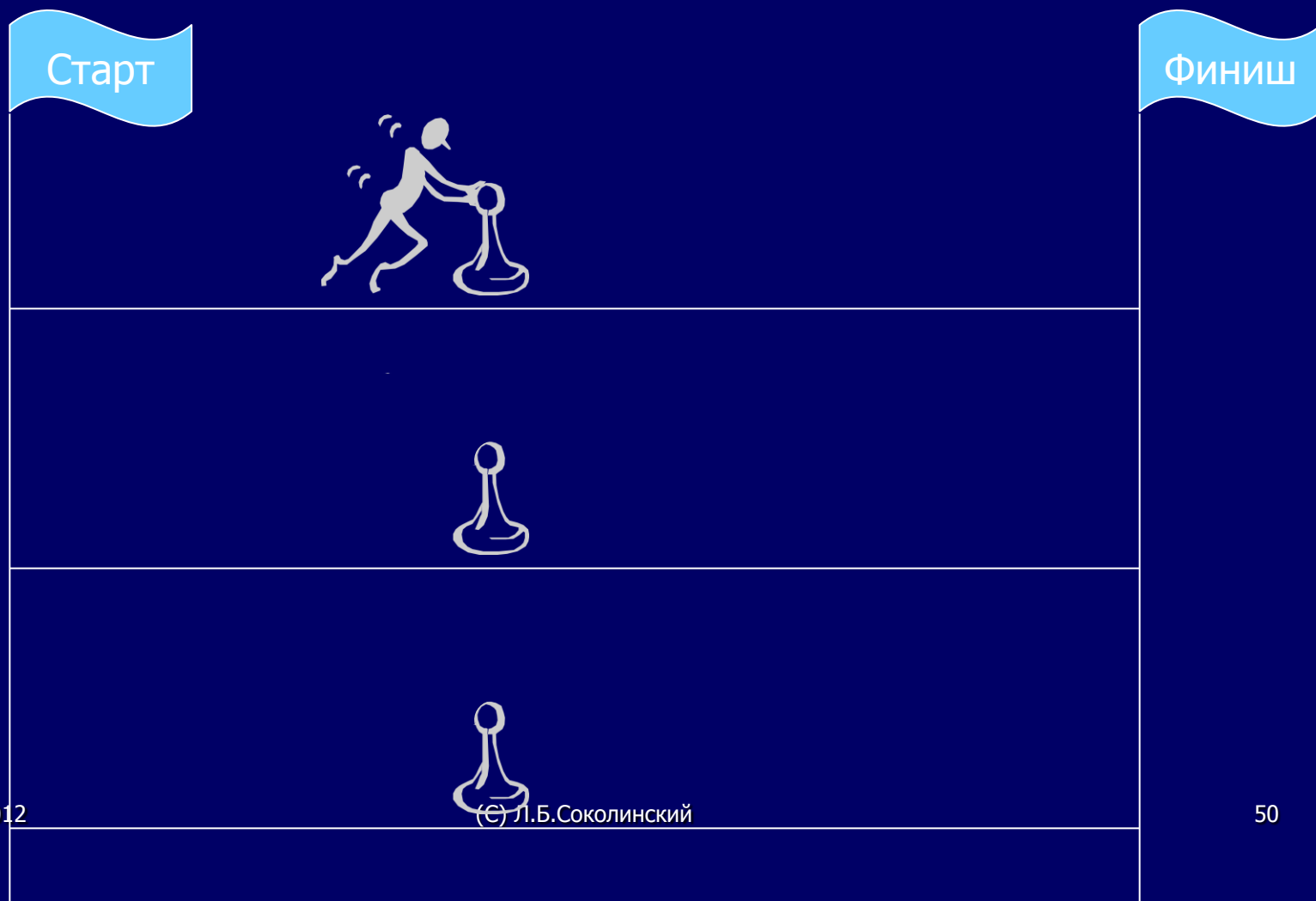
2.2.2 Режим разделения времени



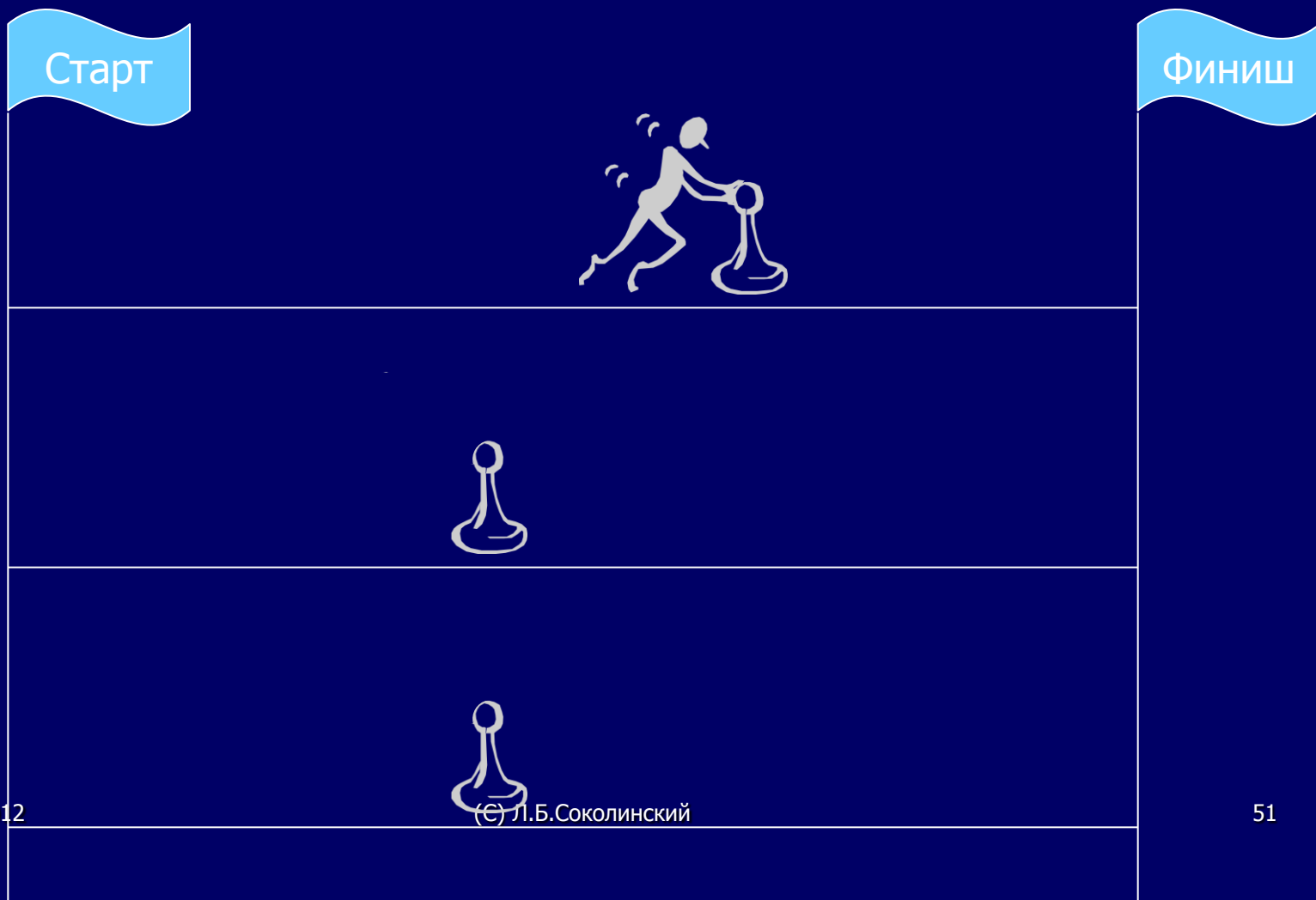
2.2.2 Режим разделения времени



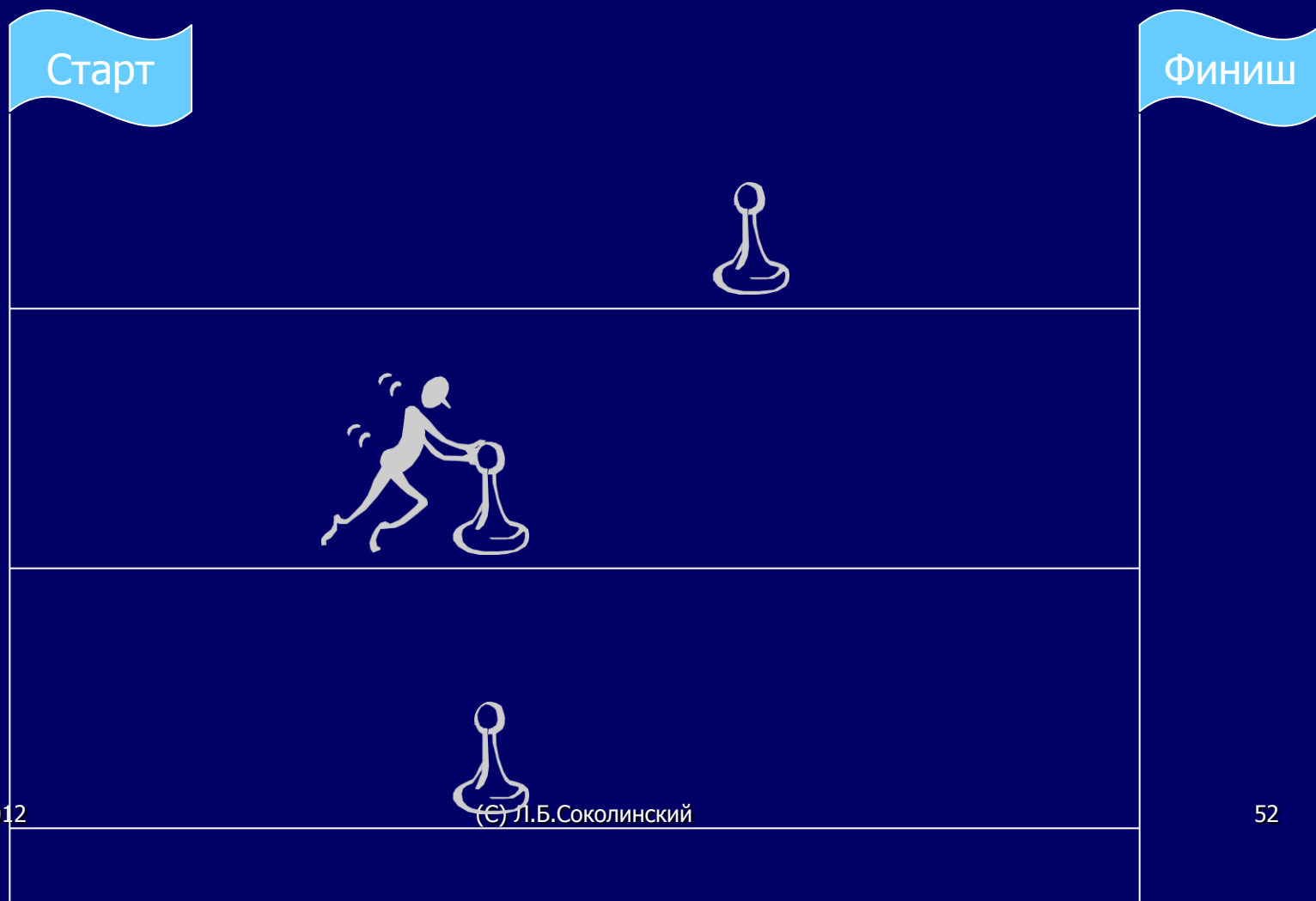
2.2.2 Режим разделения времени



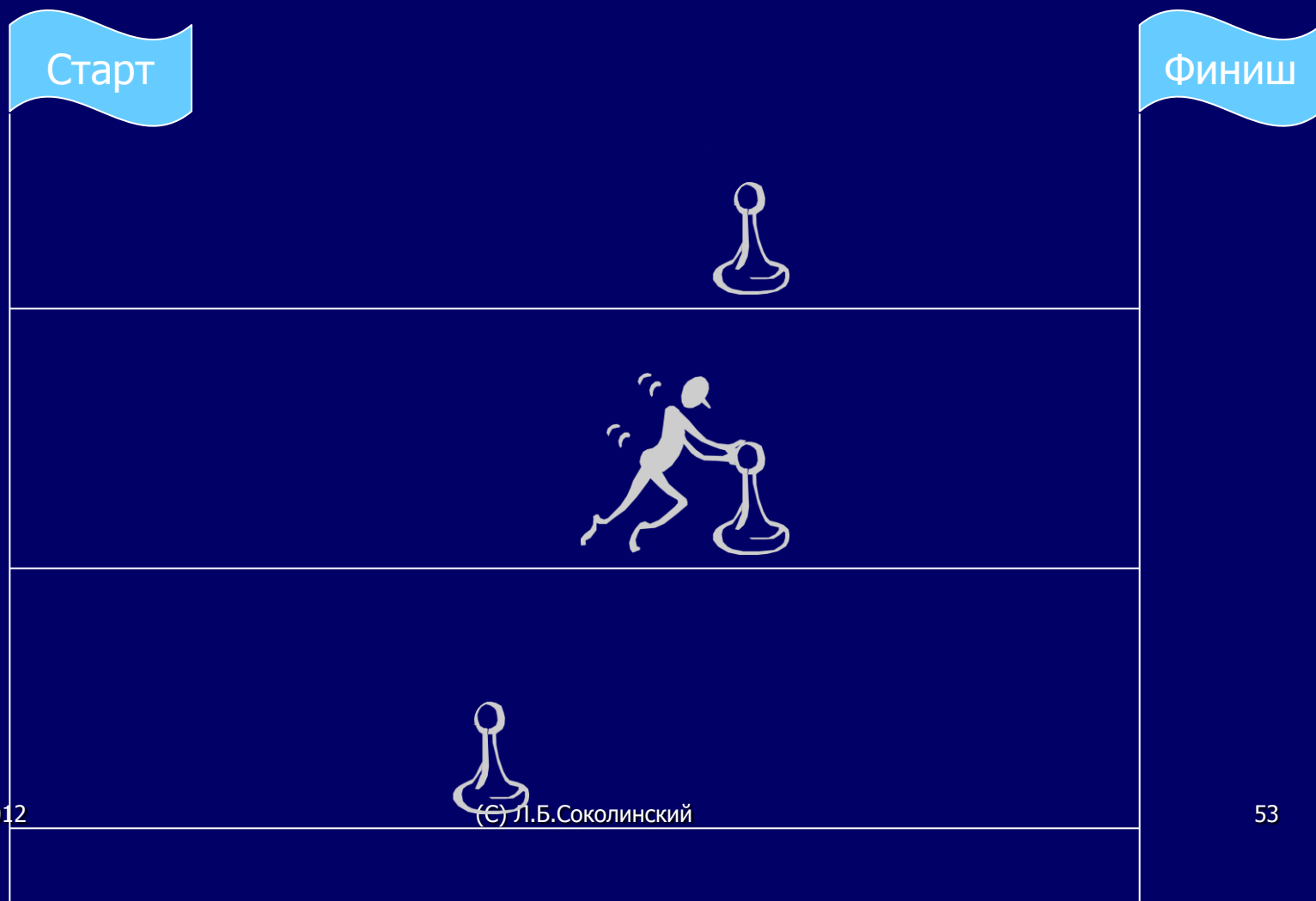
2.2.2 Режим разделения времени



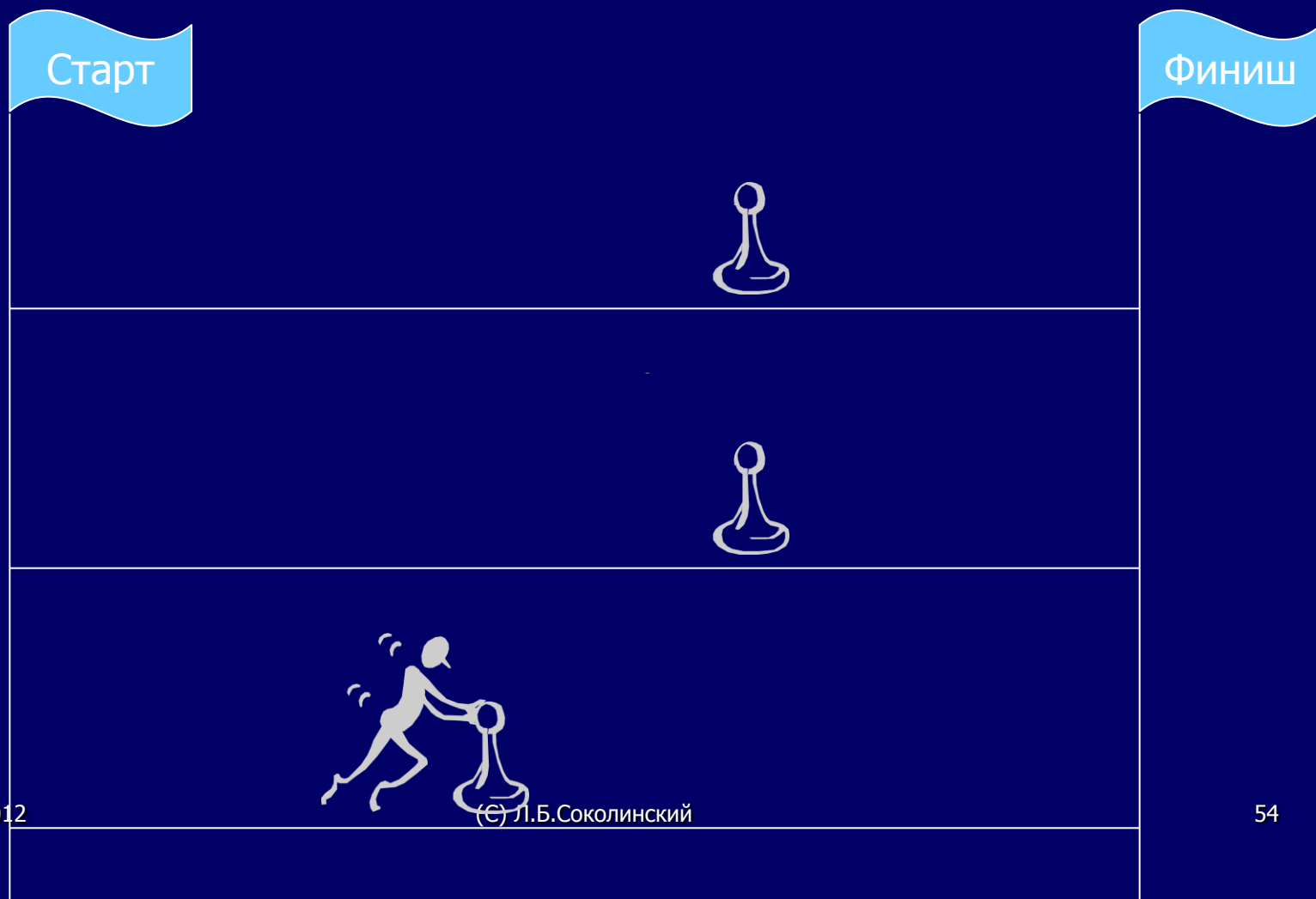
2.2.2 Режим разделения времени



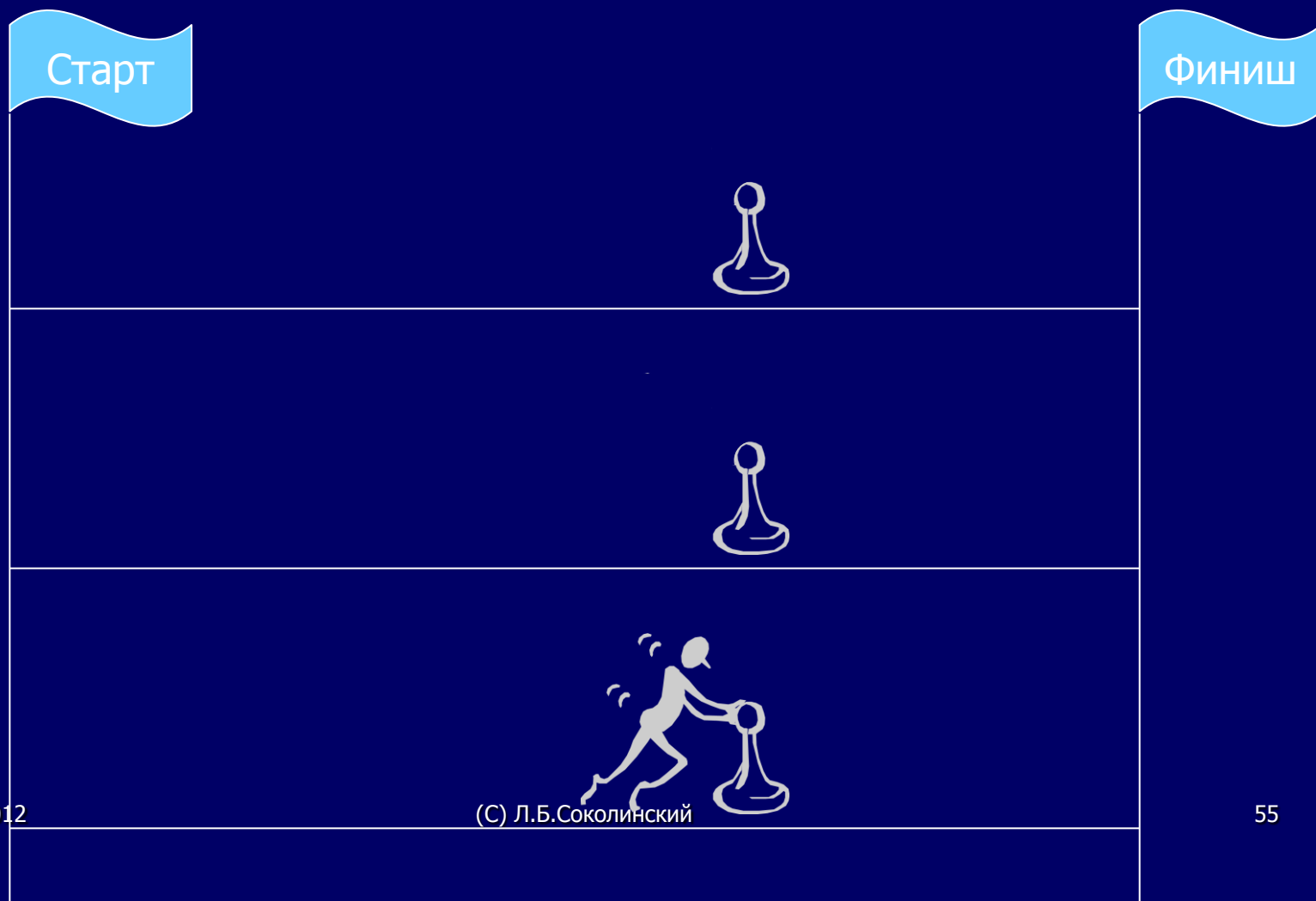
2.2.2 Режим разделения времени



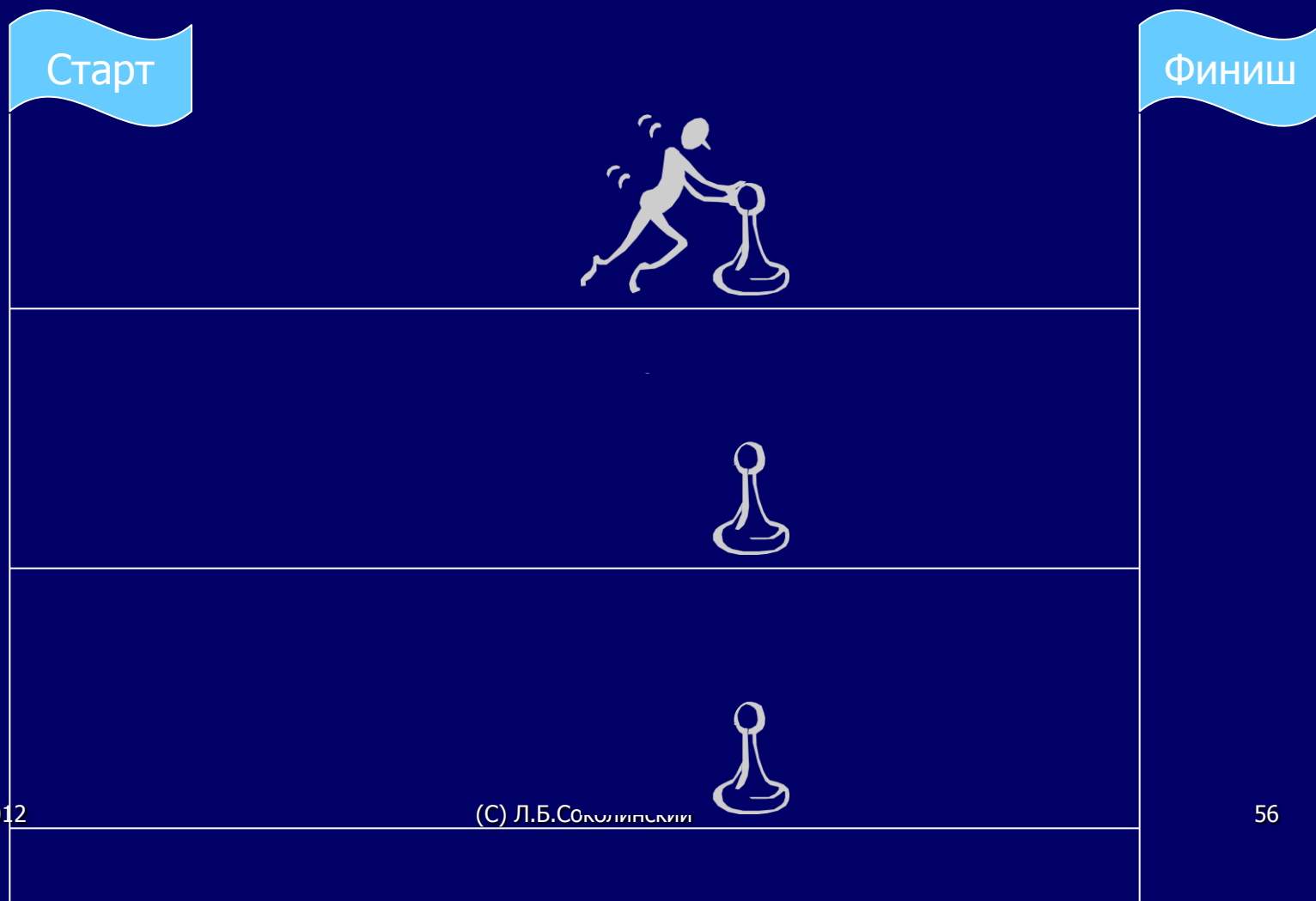
2.2.2 Режим разделения времени



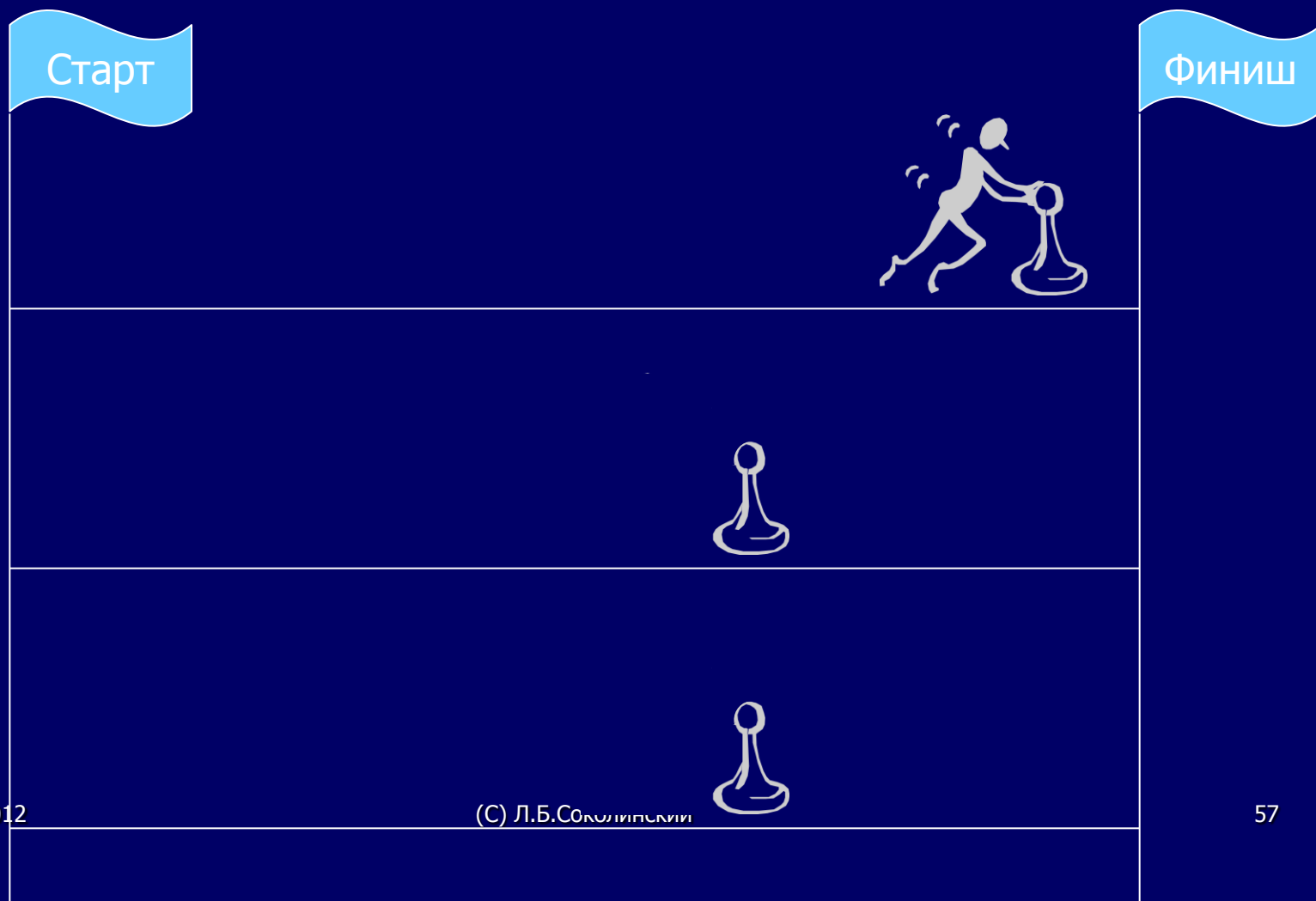
2.2.2 Режим разделения времени



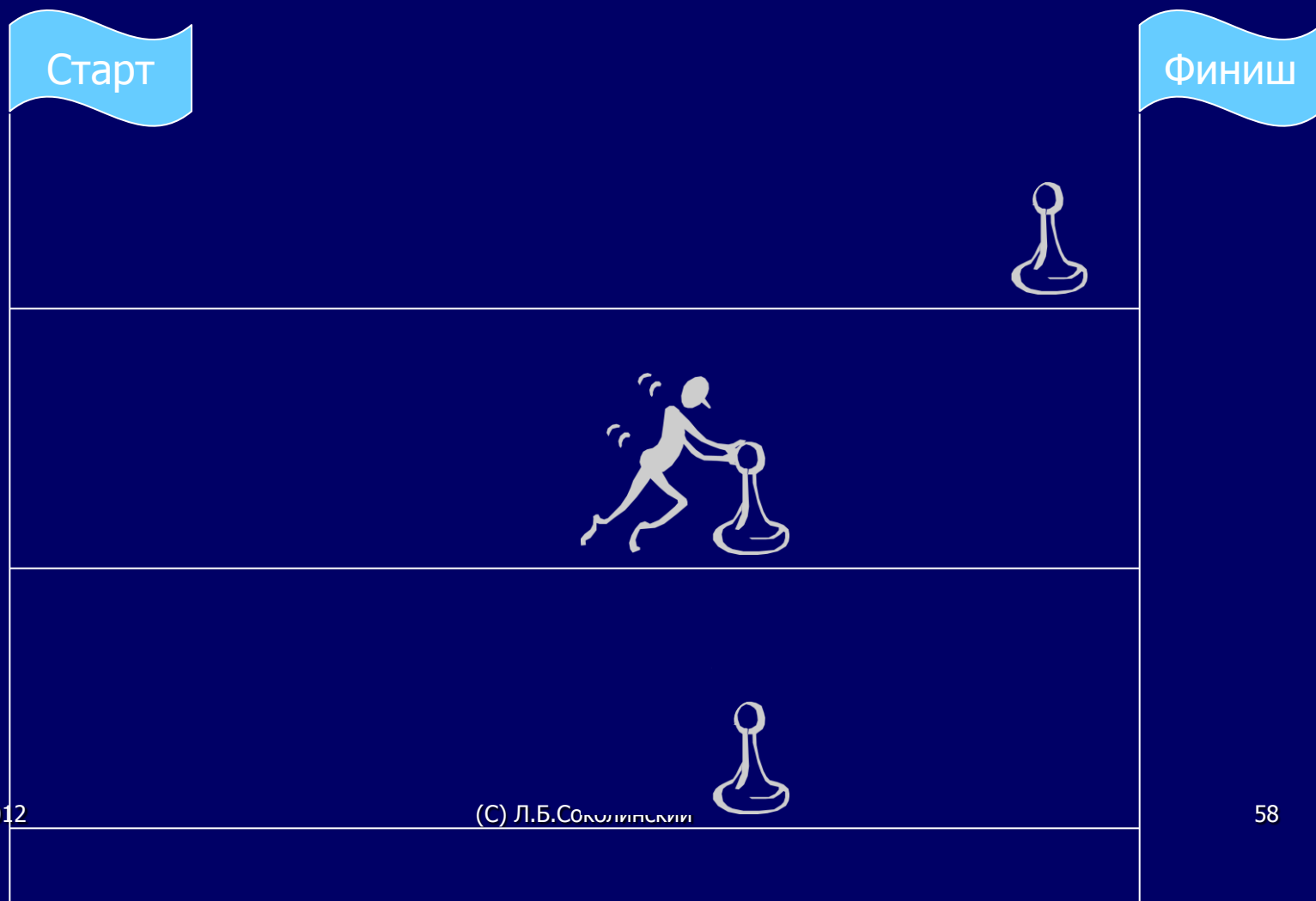
2.2.2 Режим разделения времени



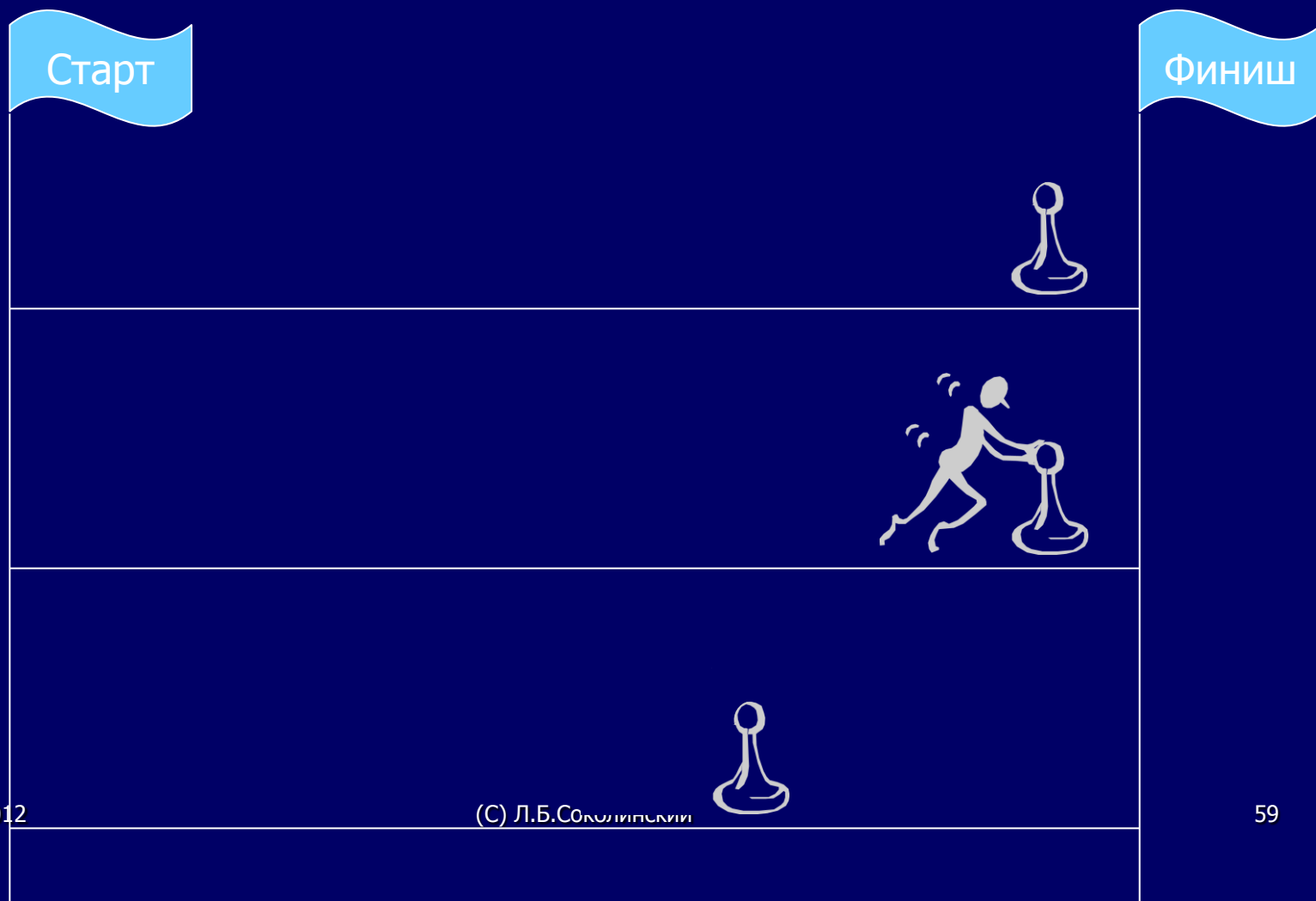
2.2.2 Режим разделения времени



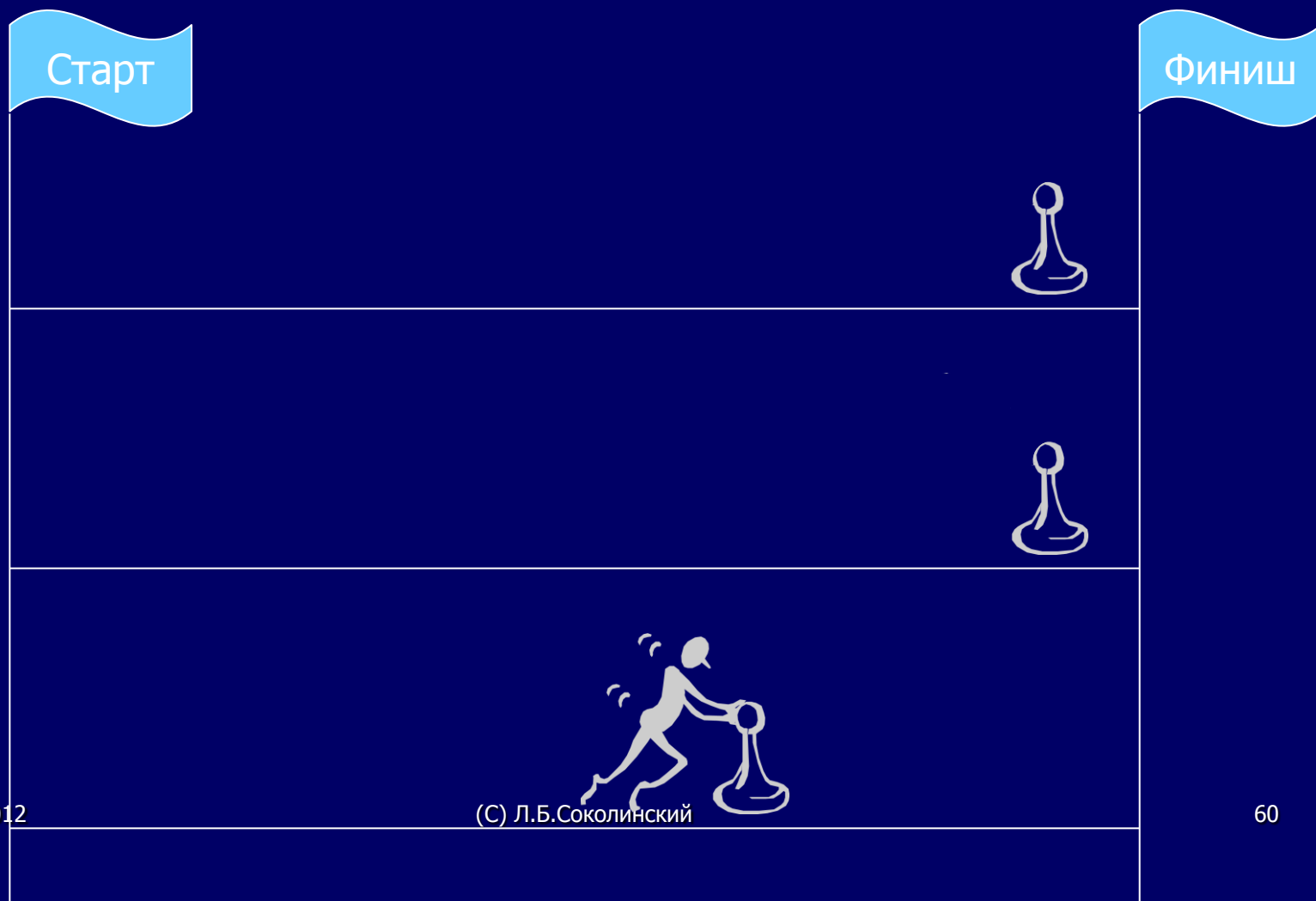
2.2.2 Режим разделения времени



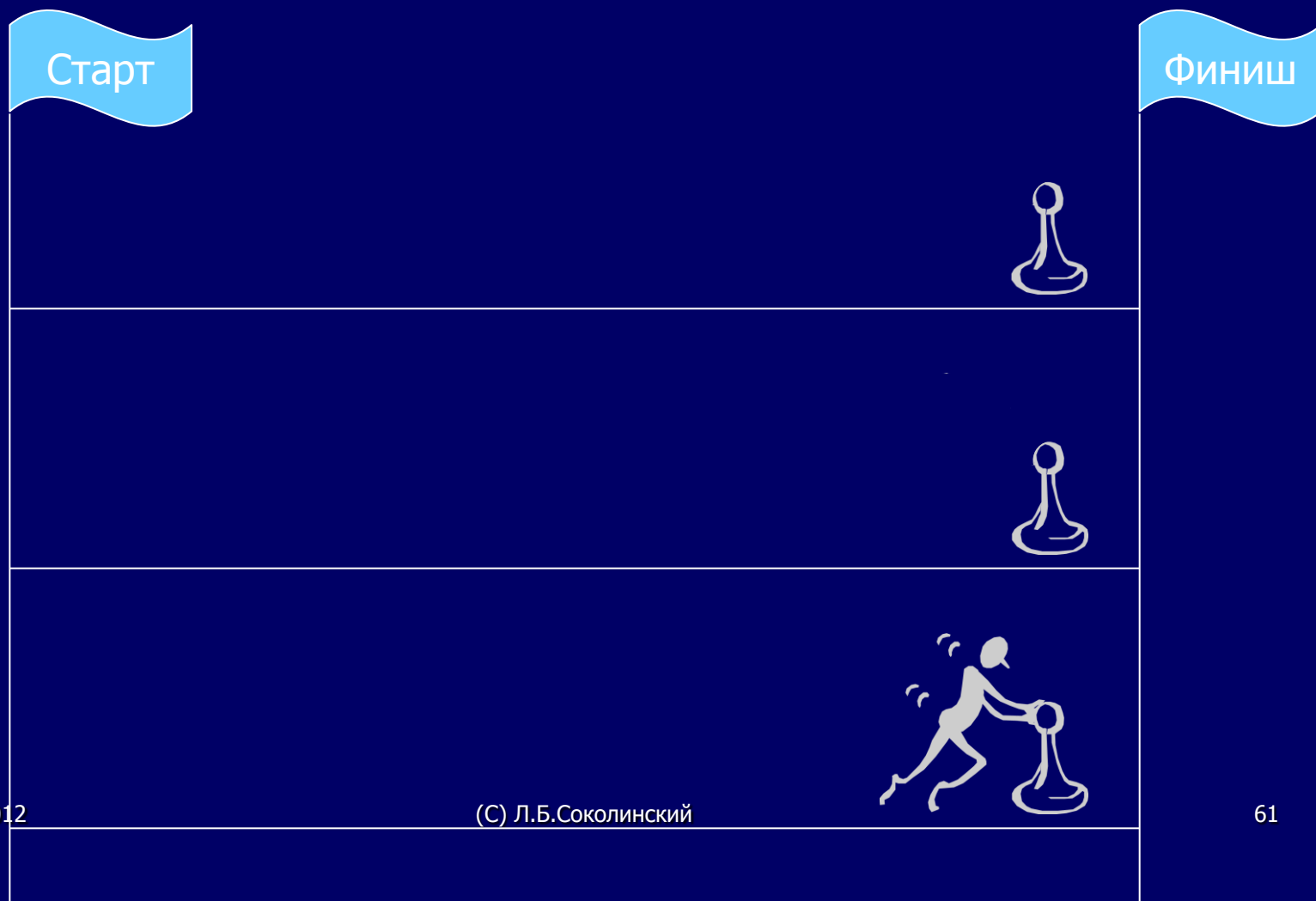
2.2.2 Режим разделения времени



2.2.2 Режим разделения времени



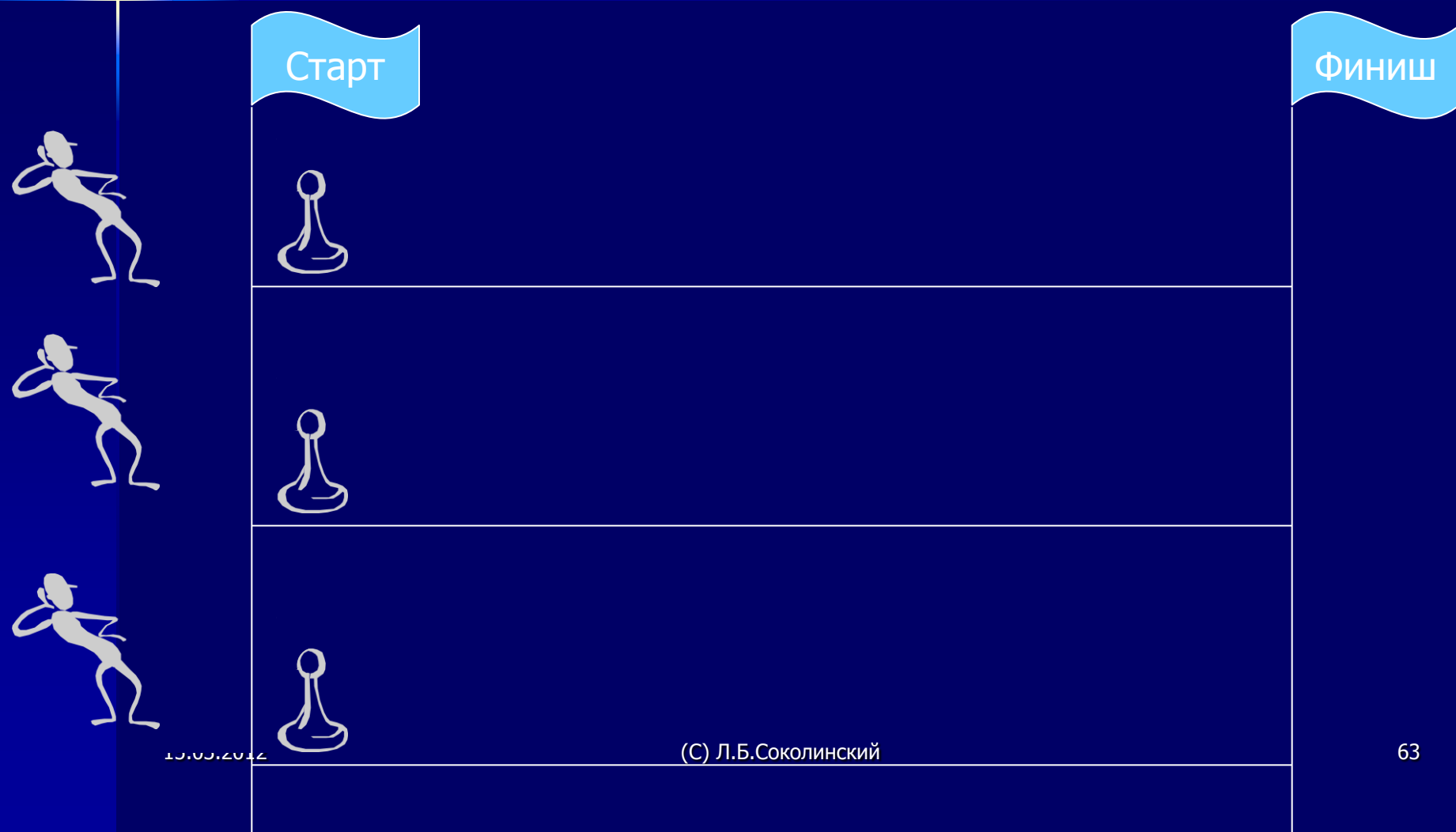
2.2.2 Режим разделения времени



2.2.2 Режим разделения времени



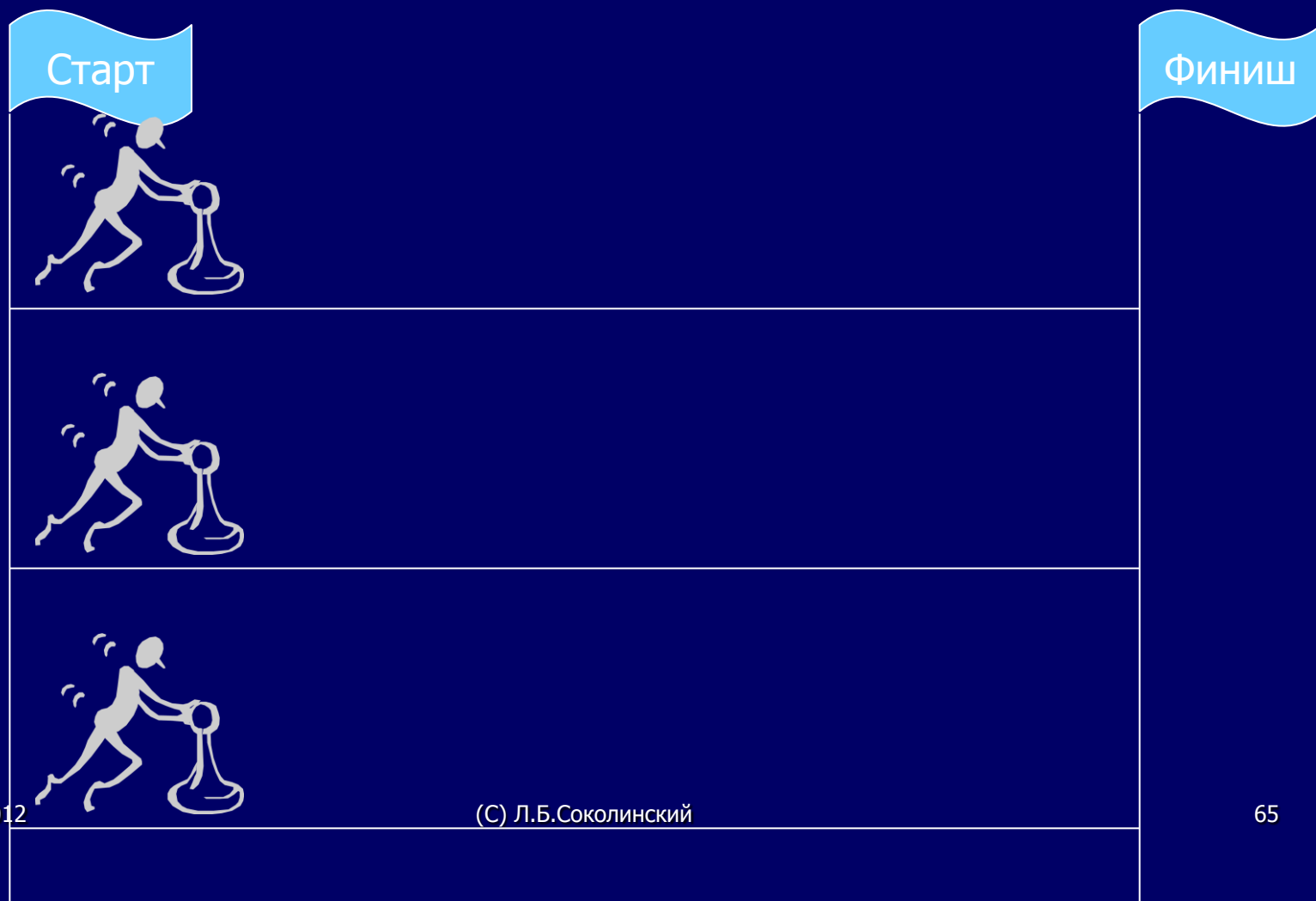
2.2.3 Параллельная обработка



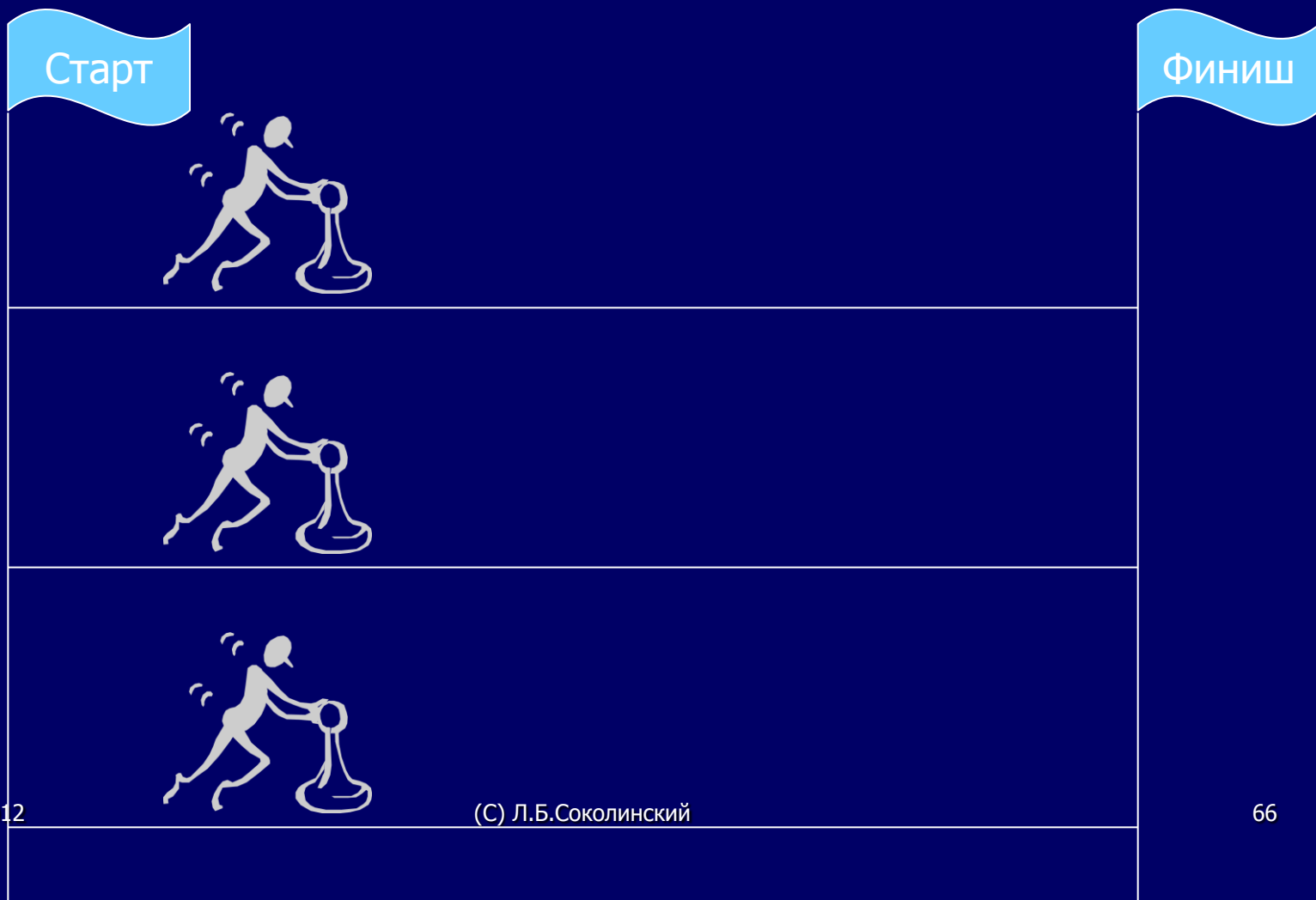
2.2.3 Параллельная обработка



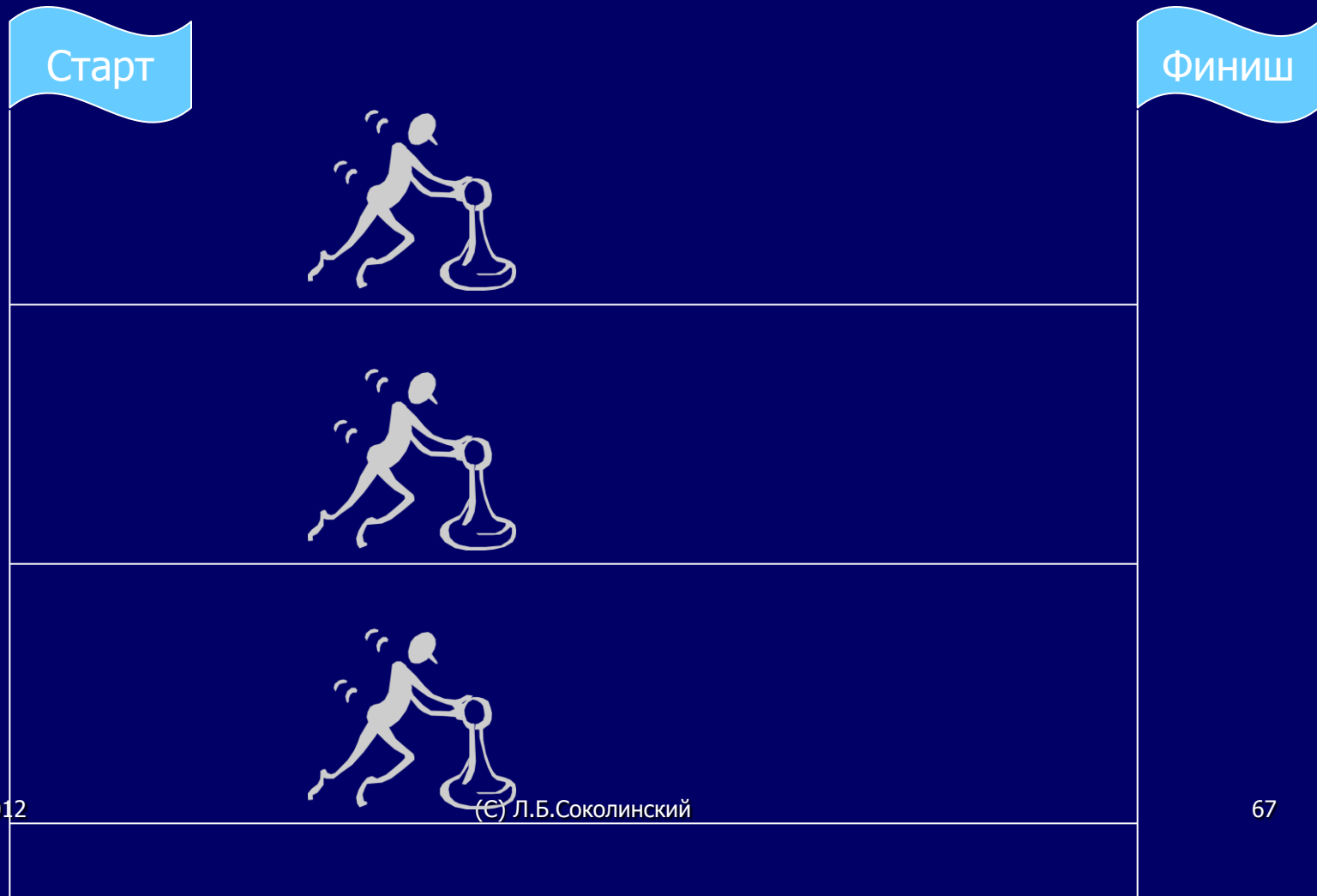
2.2.3 Параллельная обработка



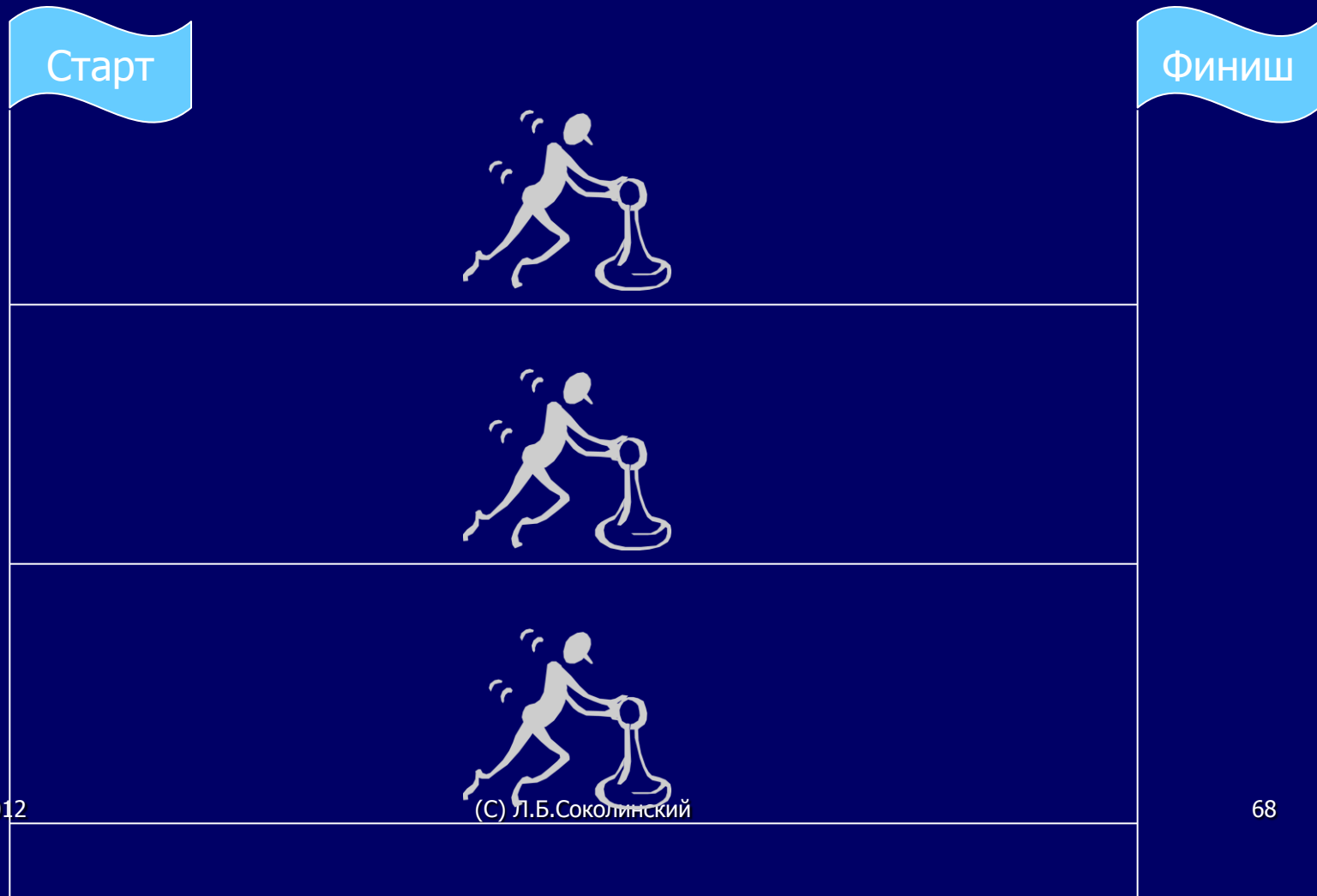
2.2.3 Параллельная обработка



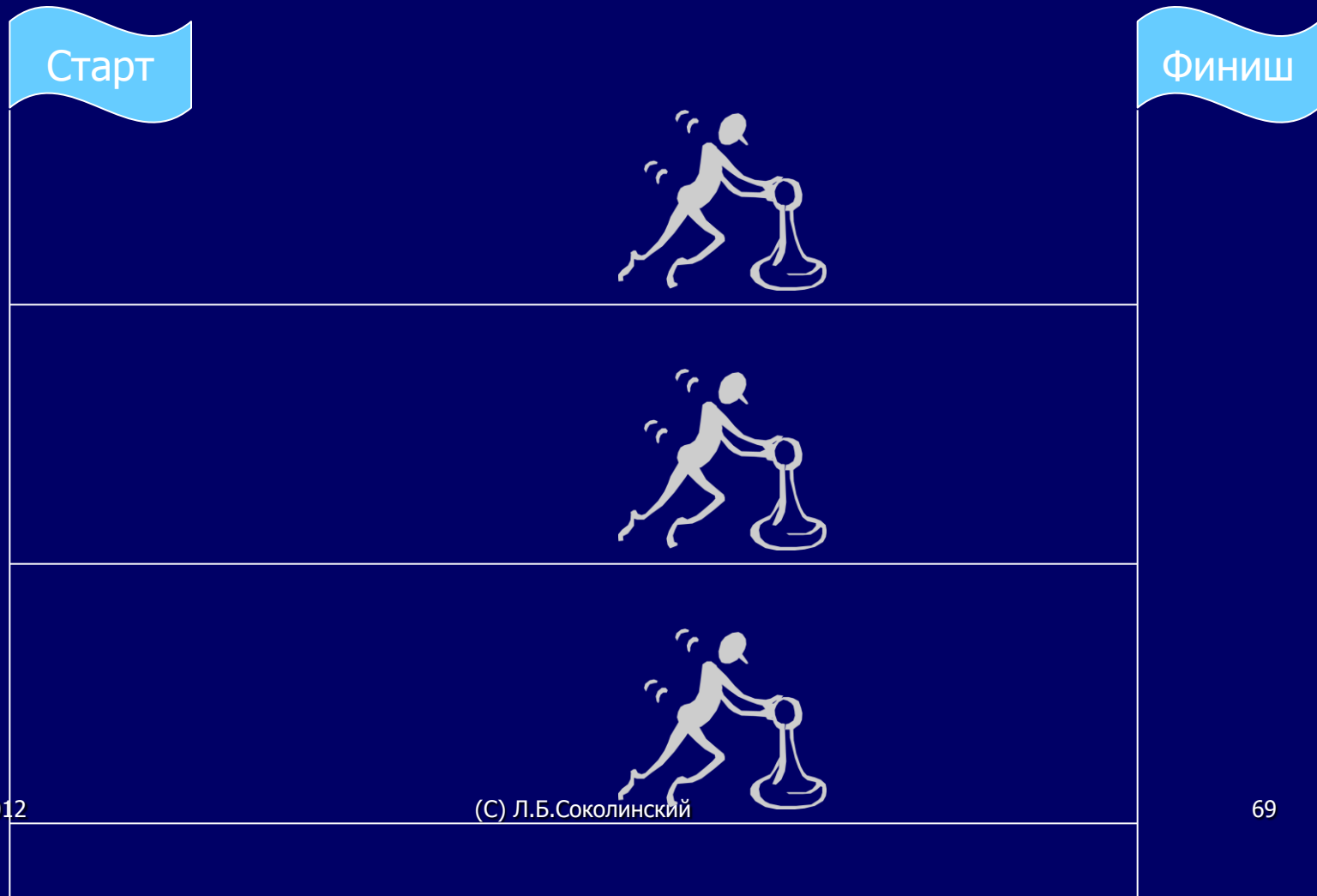
2.2.3 Параллельная обработка



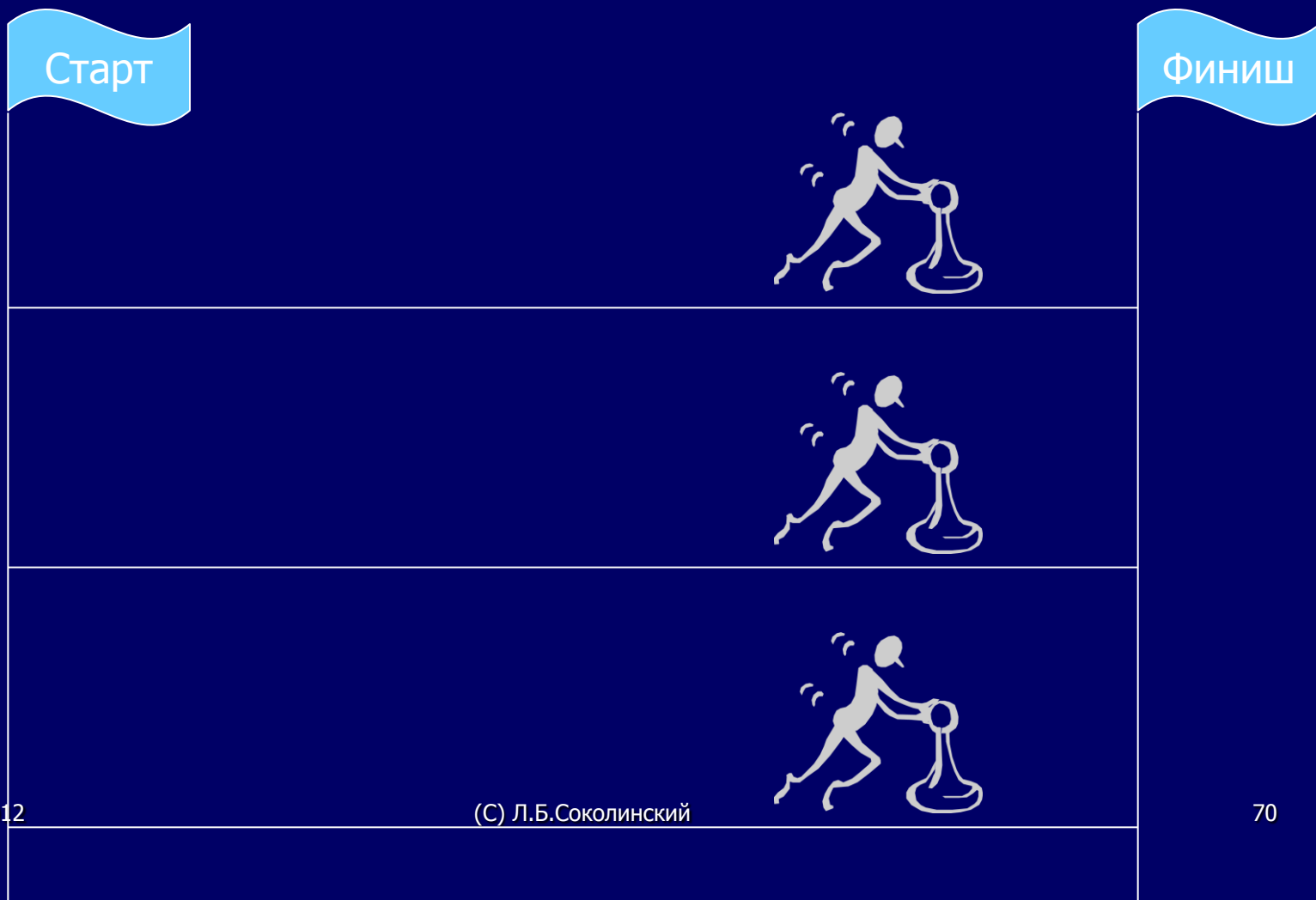
2.2.3 Параллельная обработка



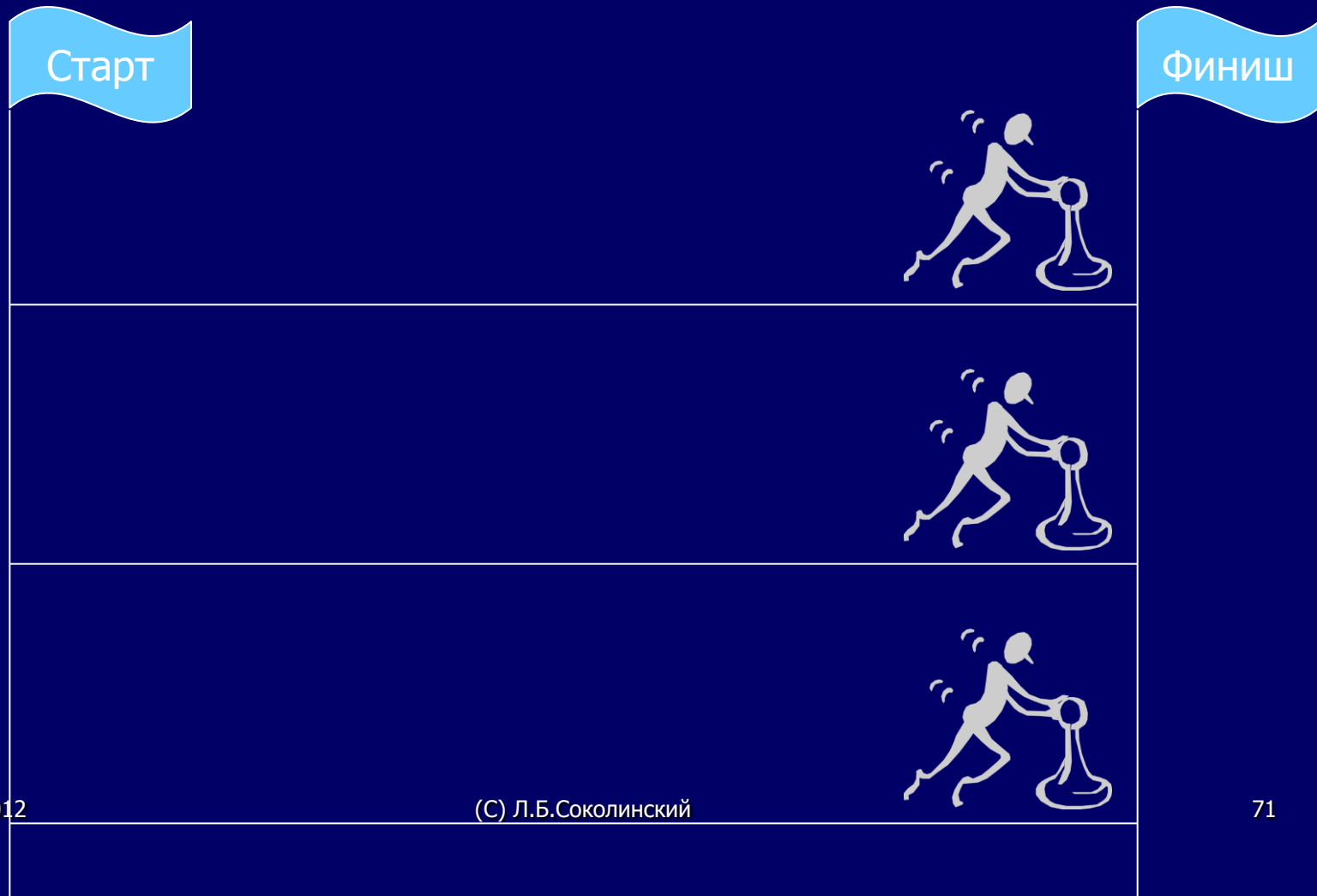
2.2.3 Параллельная обработка



2.2.3 Параллельная обработка



2.2.3 Параллельная обработка



2.2.3 Параллельная обработка



3. Виды параллелизма

- многопроцессорная обработка
- конвейерная обработка
- векторная обработка

3.1 Многопроцессорная обработка

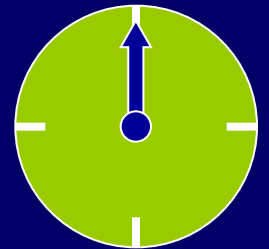
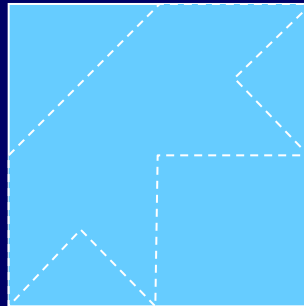
- Несколько процессоров используются для решения одной и той же задачи
 - Задача разбивается на подзадачи
 - Каждый процессор выполняет свою подзадачу
- Пусть один землекоп может выкопать яму $2 \times 2 \times 1$ м за 12 часов.
 - Два землекопа выроют яму за 6 часов?
 - 12 землекопов – за 1 час?
 - 72 землекопа – за 10 минут?

3.2 Конвейерная обработка



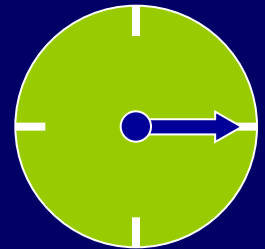
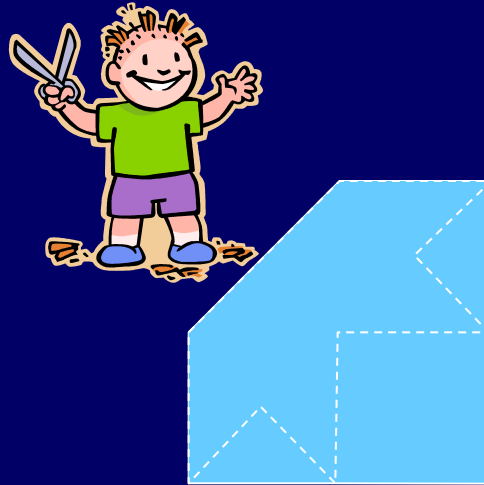
Конвейер
по сборке
пылесосов
на заводе
"Эльмоверк"
компании
"Сименс".

3.2 Конвейерная обработка



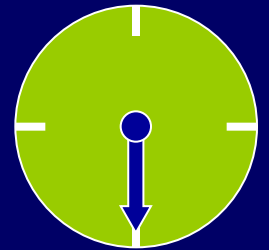
Время: 60

3.2 Конвейерная обработка

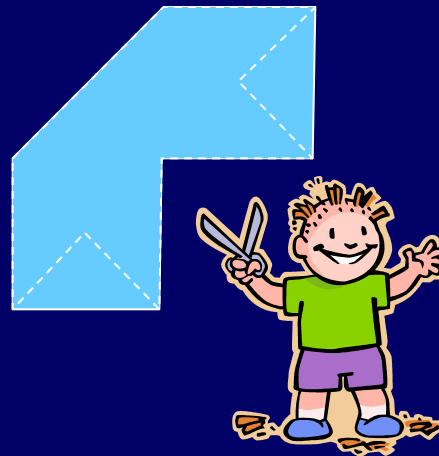


Время: 15

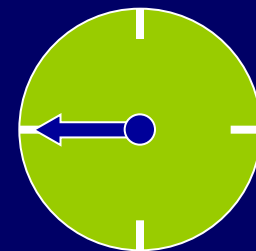
3.2 Конвейерная обработка



Время: 30



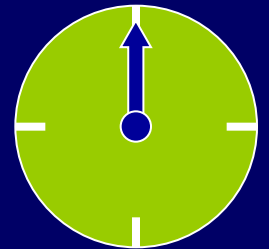
3.2 Конвейерная обработка



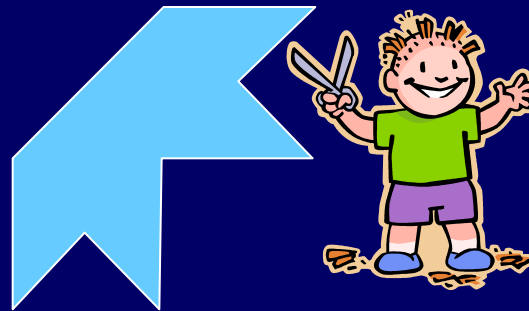
Время: 45



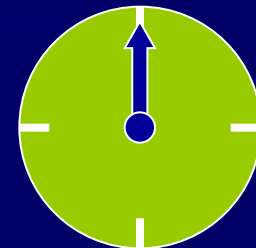
3.2 Последовательная обработка



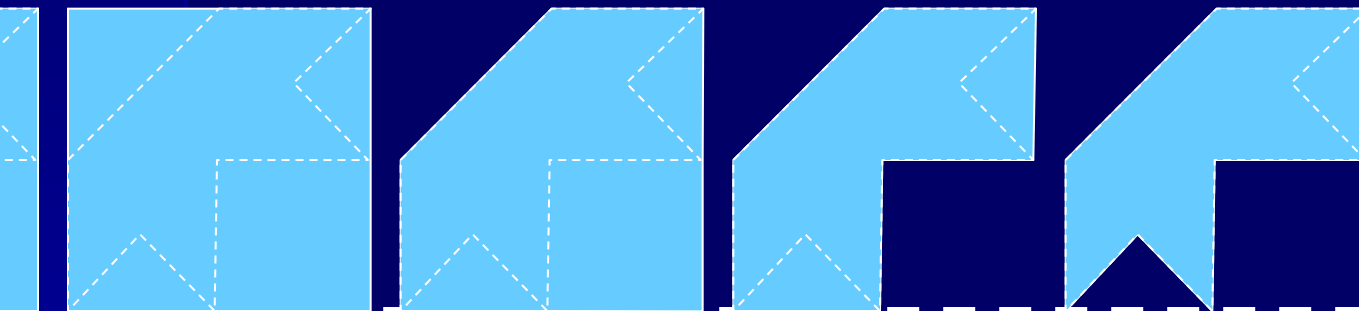
Время: 60



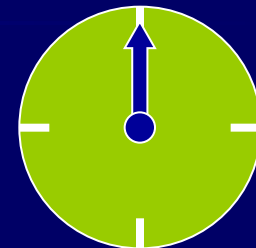
3.2 Конвейерная обработка



Время: 00



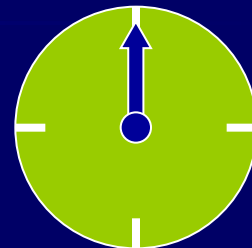
3.2 Конвейерная обработка



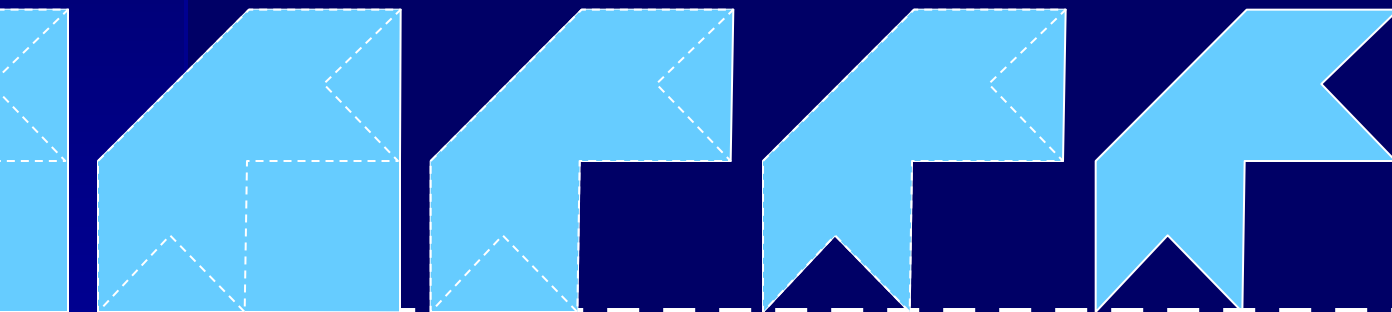
Время: 00



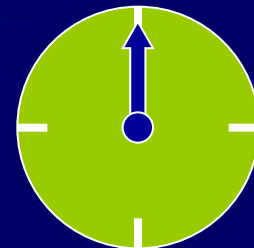
3.2 Конвейерная обработка



Время: 00



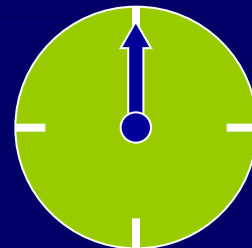
3.2 Конвейерная обработка



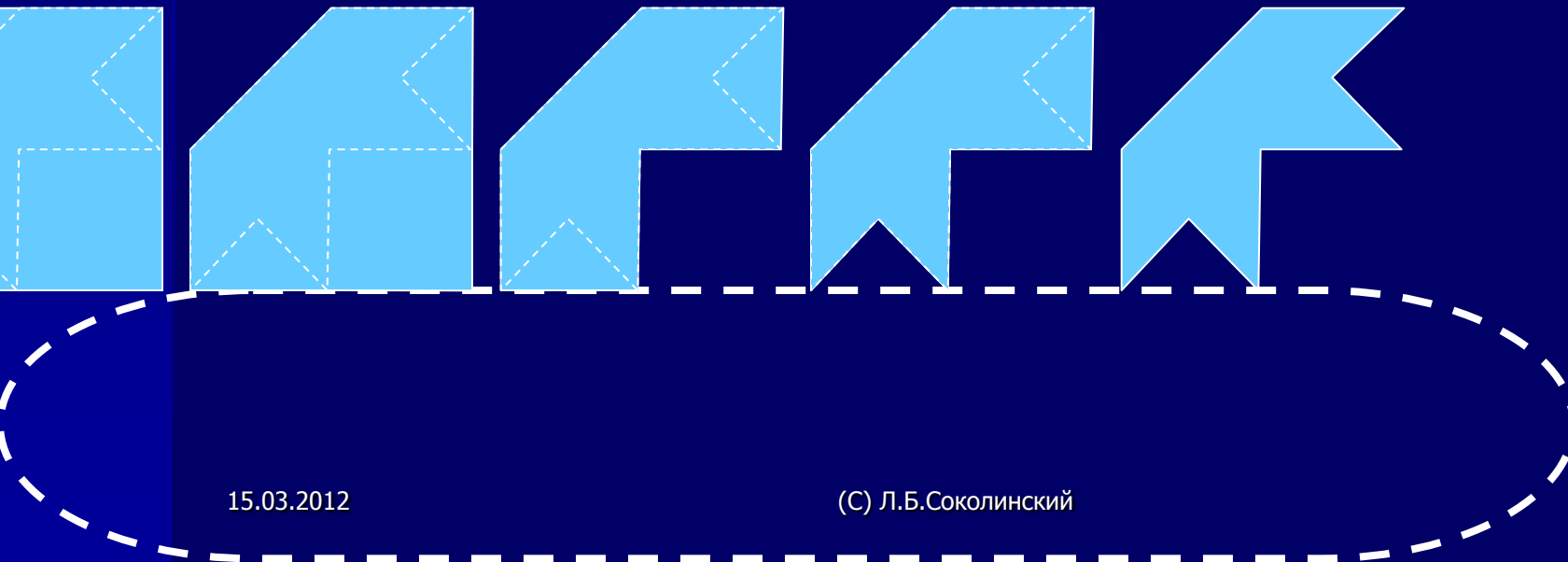
Время: 00



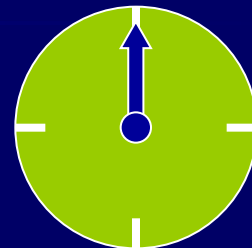
3.2 Конвейерная обработка



Время: 00



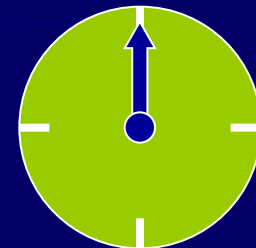
3.2 Конвейерная обработка



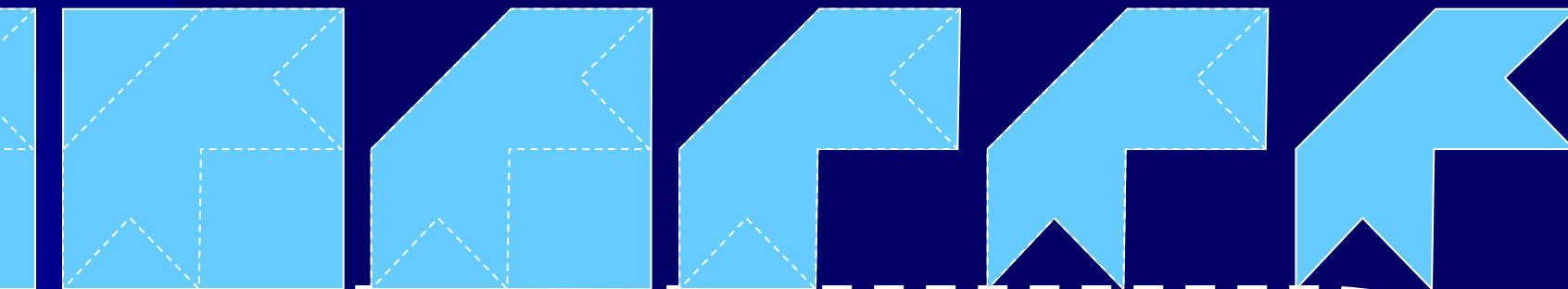
Время: 00



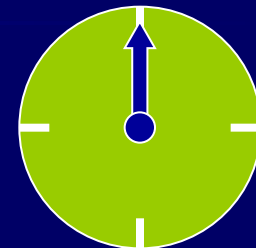
3.2 Конвейерная обработка



Время: 00



3.2 Конвейерная обработка



Время: 00



3.2 Конвейерная обработка

- Сложение вещественных чисел:
 - сравнение порядков
 - выравнивание порядков
 - сложение мантисс
 - нормализация
- Каждая микрооперация выполняется в отдельной части устройства
- Каждая часть устройства – *ступень конвейера*, число ступеней – *длина конвейера*.

3.2 Векторная обработка



Копировально-фрезерный станок для обработки отверстий замка SZS-100. Обеспечивает сверление трёх параллельных отверстий для замочного паза.

3.2 Векторная обработка

- *Векторный процессор*
выполняет операцию над
векторами как одну команду

3.2 Векторно-конвейерная обработка



Конвейер
по сборке
автомобиле
й на заводе
«Вольво».

3.2 Векторно-конвейерная обработка

- Конвейерное устройство умножения состоит из 4 ступеней, срабатывающих за 1 такт.
- Векторный процессор имеет 10 арифметических устройств (АУ) и тратит 2 такта на инициализацию векторной команды умножения
- Умножаем на число 100 векторов из 30 элементов:
 - скалярный процессор: $4_{\text{такта}} * (30 * 100)_{\text{чисел}} = \mathbf{12\ 000}_{\text{тактов}}$
 - конвейерный процессор:
 $4_{\text{такта}} * 1_{\text{число}} + 1_{\text{такт}} * (30 * 100 - 1)_{\text{чисел}} = \mathbf{3\ 003}_{\text{тактов}}$
 - векторный процессор:
 $(4_{\text{такта}} + 2_{\text{иниц.}}) * ((30 * 100)_{\text{чисел}} / 10_{\text{АУ}}) = \mathbf{1\ 800}_{\text{тактов}}$
 - векторно-конвейерный процессор:
 $(4_{\text{такта}} + 2_{\text{иниц.}}) * 1_{\text{АУ}} + (1_{\text{такт}} + 2_{\text{иниц.}}) * (((30 * 100)_{\text{чисел}} / 10_{\text{АУ}}) - 1) = \mathbf{903}_{\text{такта}}$