

# Оптимизация параметров стратегий поиска объектов на море

Антон Ковшаров

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики

6 мая 2015 г.

# Содержание

Постановка задачи

Симуляция эволюции распределения

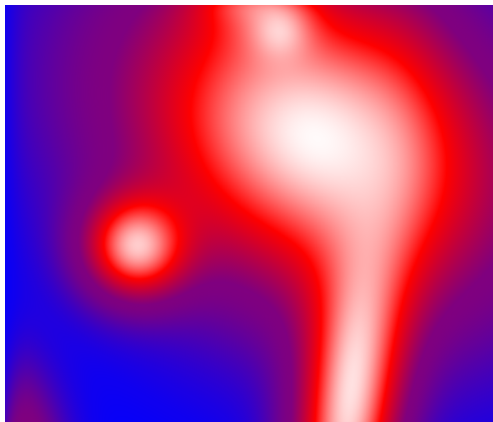
Алгоритм построения маршрута

## Цель работы

Построить маршрут поиска объекта максимизирующий вероятность его обнаружения. Фиксированы:

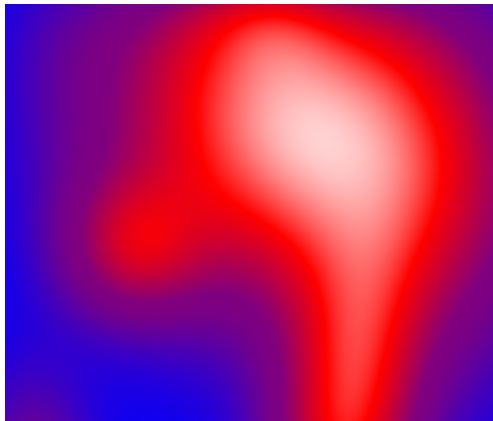
- ▶ распределение вероятности (зависимость от времени)
- ▶ параметры средства поиска
- ▶ стратегия поиска - “параллельное галсирование”

## Распределение вероятности



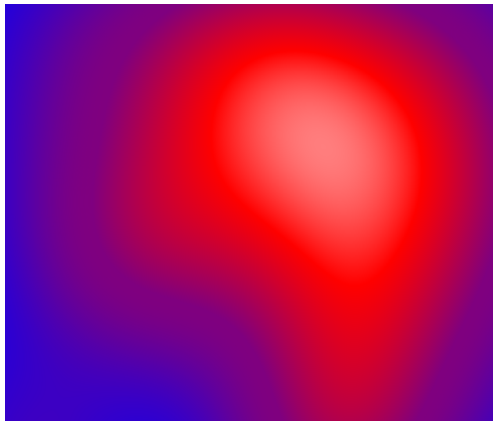
- ▶ Начальное распределение
  - ▶ Нормальное распределение
  - ▶ Равномерное распределение
- ▶ Эволюция распределения (диффузия)

## Распределение вероятности



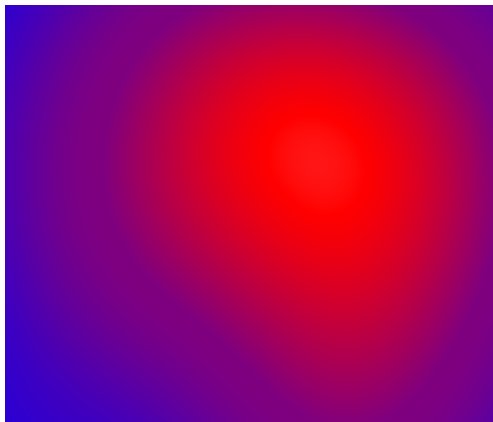
- ▶ Начальное распределение
  - ▶ Нормальное распределение
  - ▶ Равномерное распределение
- ▶ Эволюция распределения (диффузия)

## Распределение вероятности



- ▶ Начальное распределение
  - ▶ Нормальное распределение
  - ▶ Равномерное распределение
- ▶ Эволюция распределения (диффузия)

## Распределение вероятности



- ▶ Начальное распределение
  - ▶ Нормальное распределение
  - ▶ Равномерное распределение
- ▶ Эволюция распределения (диффузия)

## Распределение вероятности



## Распределение вероятности

### Распределение частиц

- ▶ частица - гипотеза положения объекта поиска
- ▶ перемещение частиц с течением времени
- ▶ сбор частиц средством поиска
- ▶ больше собранных частиц — больше вероятность обнаружить объект

## Распределение вероятности

### Распределение частиц

- ▶ частица - гипотеза положения объекта поиска
- ▶ перемещение частиц с течением времени
- ▶ сбор частиц средством поиска
- ▶ больше собранных частиц — больше вероятность обнаружить объект

## Распределение вероятности

### Распределение частиц

- ▶ частица - гипотеза положения объекта поиска
- ▶ перемещение частиц с течением времени
- ▶ сбор частиц средством поиска
- ▶ больше собранных частиц — больше вероятность обнаружить объект

## Распределение вероятности

### Распределение частиц

- ▶ частица - гипотеза положения объекта поиска
- ▶ перемещение частиц с течением времени
- ▶ сбор частиц средством поиска
- ▶ больше собранных частиц — больше вероятность обнаружить объект

## Распределение вероятности

### Распределение частиц

- ▶ частица - гипотеза положения объекта поиска
- ▶ перемещение частиц с течением времени
- ▶ сбор частиц средством поиска
- ▶ больше собранных частиц — больше вероятность обнаружить объект

## Параметры распределения

- ▶  $A_{t_0} : R^2 \rightarrow R$  — начальное распределения (аппроксимируется матрицей)
- ▶  $f(A_t, \Delta t) = A_{t+\Delta t}$  — функция изменения распределения

## Параметры средства поиска

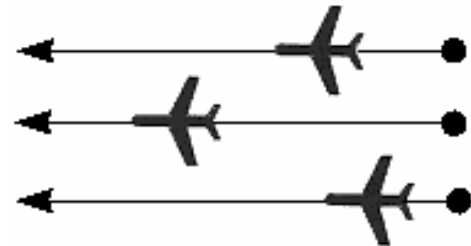
- ▶  $p_0$  — начальное положение средства поиска
- ▶  $v$  — скорость средства поиска
- ▶  $r$  — радиус обнаружения средства поиска (все частицы попавшие в круг радиуса обнаружения считаются “собранными”)

## Стратегии поиска

- ▶ “Заданный маршрут”
- ▶ “Гребенка”
- ▶ “Параллельное галсирование”
- ▶ “Расширяющийся квадрат”

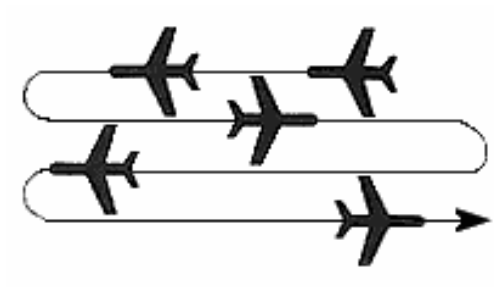


## Стратегии поиска



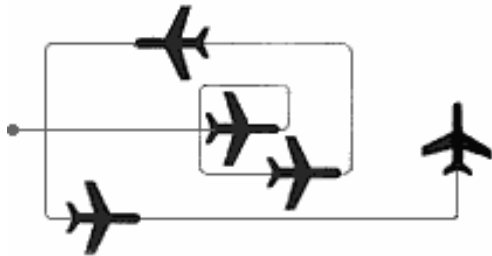
- ▶ “Заданный маршрут”
- ▶ “Гребенка”
- ▶ “Параллельное галсирование”
- ▶ “Расширяющийся квадрат”

## Стратегии поиска



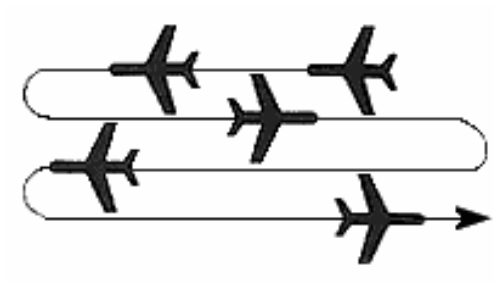
- ▶ “Заданный маршрут”
- ▶ “Гребенка”
- ▶ “Параллельное галсирование”
- ▶ “Расширяющийся квадрат”

## Стратегии поиска



- ▶ “Заданный маршрут”
- ▶ “Гребенка”
- ▶ “Параллельное галсирование”
- ▶ “Расширяющийся квадрат”

## Стратегии поиска

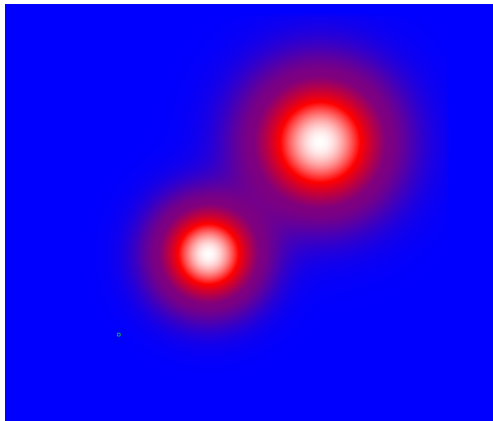


- ▶ “Заданный маршрут”
- ▶ “Гребенка”
- ▶ “Параллельное галсирование”
- ▶ “Расширяющийся квадрат”

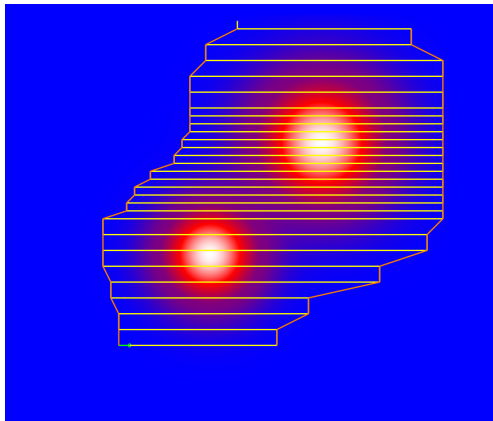
## Параметры стратегии поиска

### Параллельное галсирование

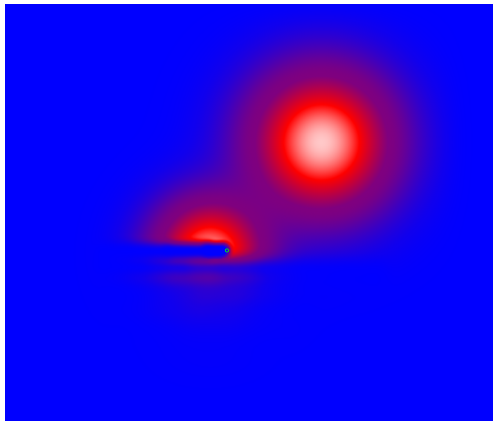
- ▶ / - прямая параллельная направлению галсов



- ▶ Построение маршрута поиска объекта, основываясь на поле вероятности
- ▶ Симуляция прохождения маршрута



- ▶ Построение маршрута поиска объекта, основываясь на поле вероятности
- ▶ Симуляция прохождения маршрута



- ▶ Построение маршрута поиска объекта, основываясь на поле вероятности
- ▶ Симуляция прохождения маршрута



## Входные данные

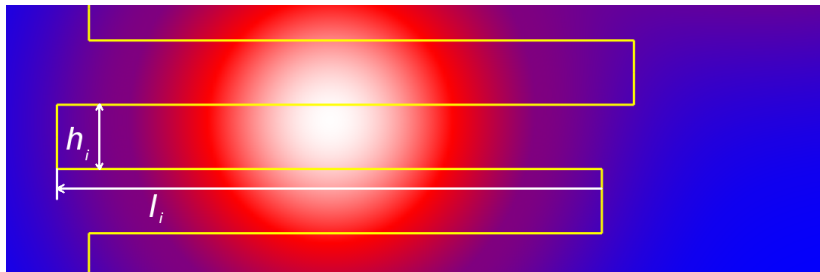
- ▶ параметры распределения
- ▶ параметры средства поиска
- ▶ параметры стратегии поиска
- ▶  $t$  — время поиска

## Задача

- ▶  $w : W$  — частица
- ▶  $\chi(w) = \begin{cases} 1 & \text{если } \exists t \text{dist}(\text{posFinder}(t), \text{pos}(w, t)) \leq r \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$
- ▶  $S_{res} = \frac{\int_W \chi(w) dw}{\int_W dw}$

Построить маршрут максимизирующий  $S_{res}$

## Выходные данные



- ▶  $l_i$  — проекция  $i$ -го галса на прямую  $l$
- ▶  $h_i$  — разница между галсом  $i$  и  $i + 1$
- ▶  $S_{res}$  — доля собранных частиц от начального распределения

# Содержание

Постановка задачи

Симуляция эволюции распределения

Алгоритм построения маршрута

## Примеры моделей изменения распределения

- ▶ случайное блуждание с произвольным  $\Delta t$  в качестве шага,  $v \in [0, vMax]$
- ▶ направленное движение в одном из фиксированных направлений
- ▶ притяжение-отталкивание от фиксированных точек плоскости

## Проблема 1

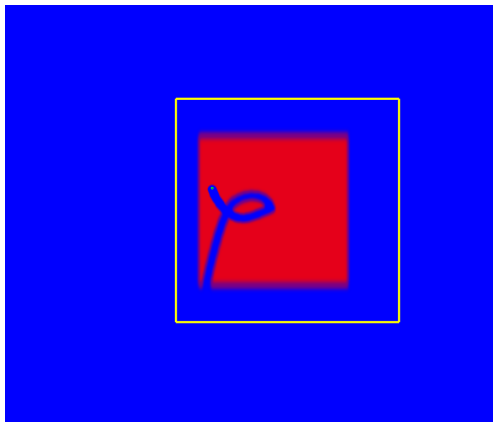
- ▶ ядро нужно применять раз в  $\Delta t$  из физических соображений
- ▶  $\frac{1}{\Delta t} \ll 60FPS$

## Решение проблемы 1



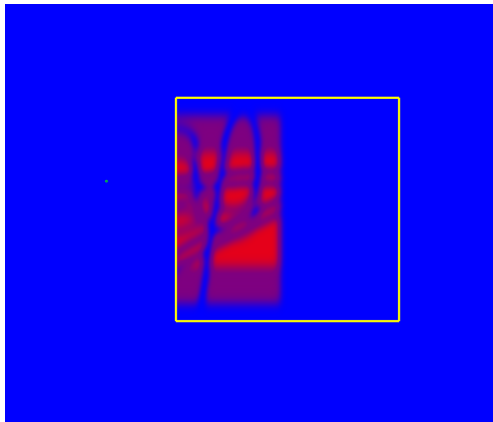
- ▶ приближенные версии частично примененных ядер  $K_{\frac{1}{3}}, K_{\frac{2}{3}}$
- ▶ погрешность не накапливается, так как минимум предыдущий кадр ключевой

## Проблема 2



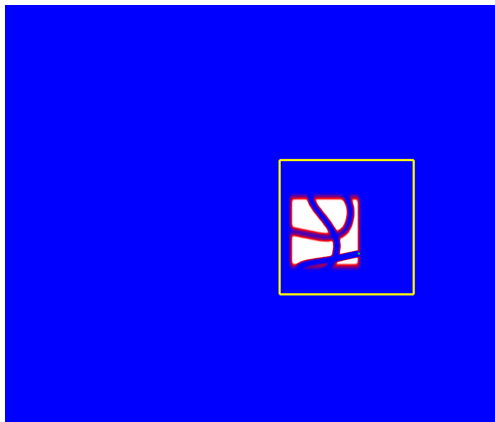


## Проблема 2



изначально выделенной  
текстуры недостаточно

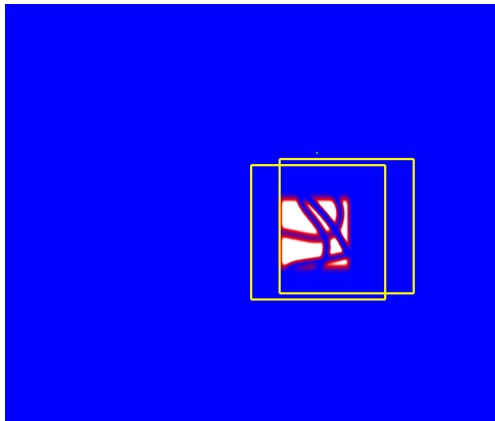
## Решение проблемы 2



Начинает выходить?

- ▶ перецентрировать
- ▶ увеличить  $\times 2$   
(совместить четыре  
ячейки в одну)

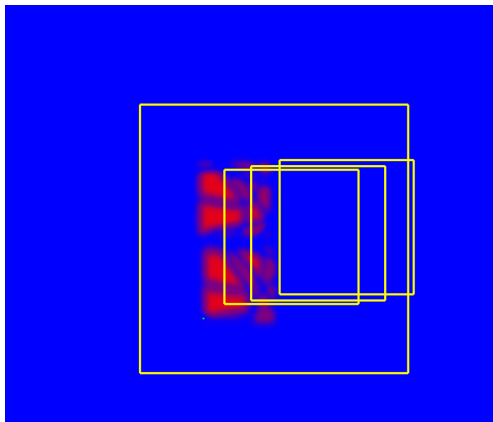
## Решение проблемы 2



Начинает выходить?

- ▶ перецентрировать
- ▶ увеличить  $\times 2$   
(совместить четыре  
ячейки в одну)

## Решение проблемы 2



Начинает выходить?

- ▶ перецентрировать
- ▶ увеличить  $x_2$   
(совместить четыре ячейки в одну)

# Содержание

Постановка задачи

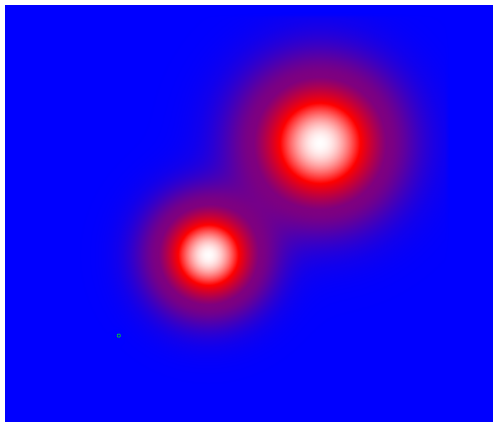
Симуляция эволюции распределения

Алгоритм построения маршрута

## Глобальный алгоритм

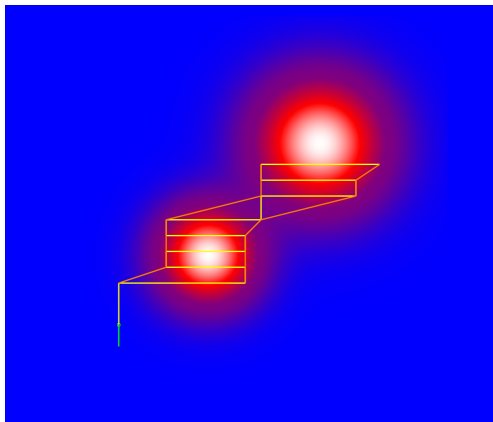
Здесь нужно написать описание динамики за пятую степень

## Результаты работы глобального алгоритма



- ▶ исходное распределение
- ▶ 1 час
- ▶ 2 часа
- ▶ 3 часа
- ▶ 4 часа
- ▶ 8 часов
- ▶ 16 часов

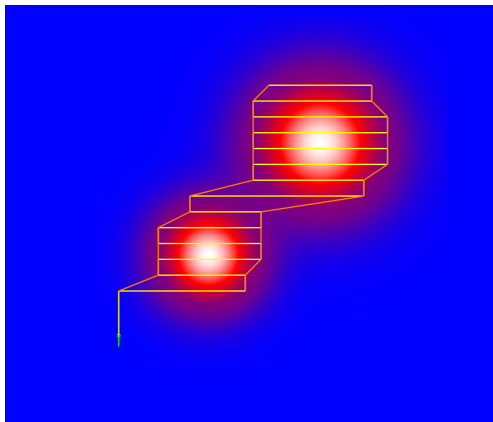
## Результаты работы глобального алгоритма



- ▶ исходное распределение
- ▶ **1 час**
- ▶ 2 часа
- ▶ 3 часа
- ▶ 4 часа
- ▶ 8 часов
- ▶ 16 часов

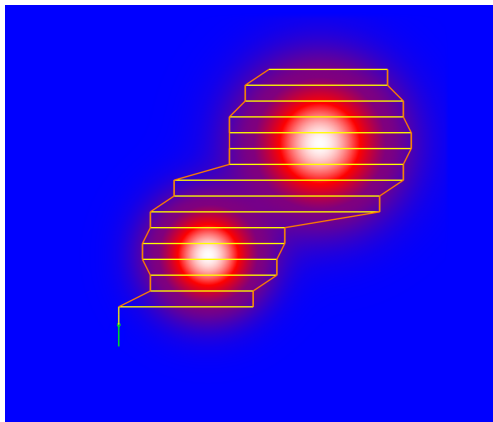


## Результаты работы глобального алгоритма



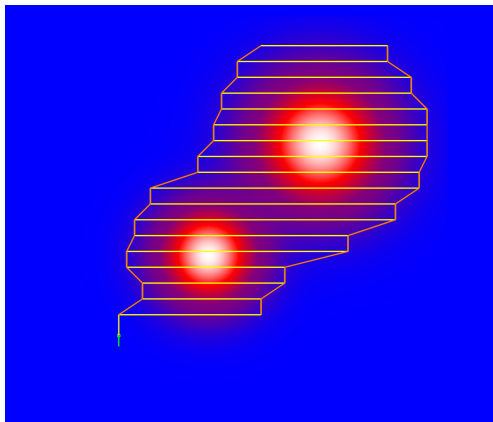
- ▶ исходное распределение
- ▶ 1 час
- ▶ **2 часа**
- ▶ 3 часа
- ▶ 4 часа
- ▶ 8 часов
- ▶ 16 часов

## Результаты работы глобального алгоритма



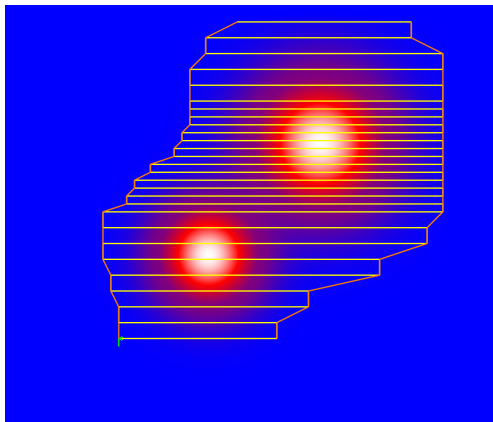
- ▶ исходное распределение
- ▶ 1 час
- ▶ 2 часа
- ▶ **3 часа**
- ▶ 4 часа
- ▶ 8 часов
- ▶ 16 часов

## Результаты работы глобального алгоритма



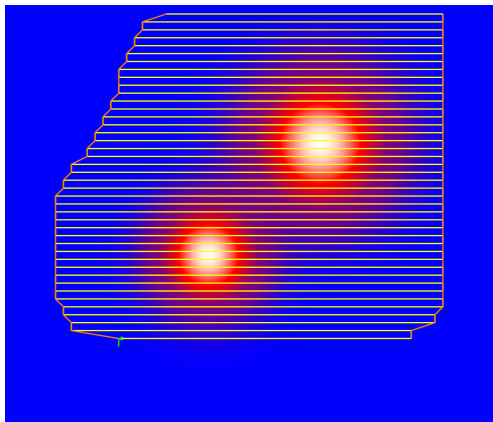
- ▶ исходное распределение
- ▶ 1 час
- ▶ 2 часа
- ▶ 3 часа
- ▶ **4 часа**
- ▶ 8 часов
- ▶ 16 часов

## Результаты работы глобального алгоритма



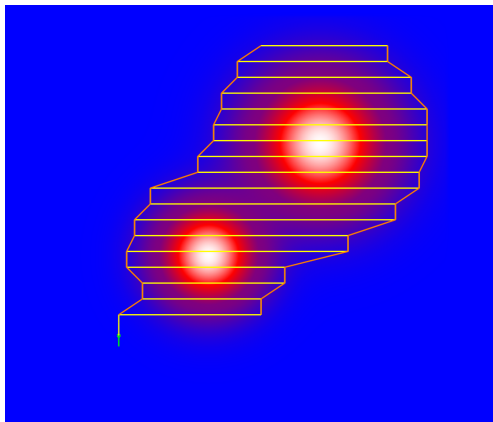
- ▶ исходное распределение
- ▶ 1 час
- ▶ 2 часа
- ▶ 3 часа
- ▶ 4 часа
- ▶ **8 часов**
- ▶ 16 часов

## Результаты работы глобального алгоритма



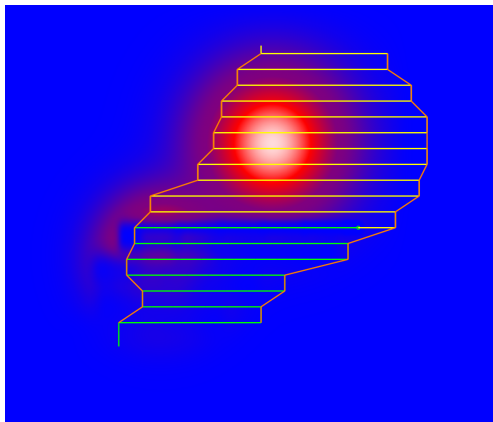
- ▶ исходное распределение
- ▶ 1 час
- ▶ 2 часа
- ▶ 3 часа
- ▶ 4 часа
- ▶ 8 часов
- ▶ 16 часов

## Корректировка построенного пути



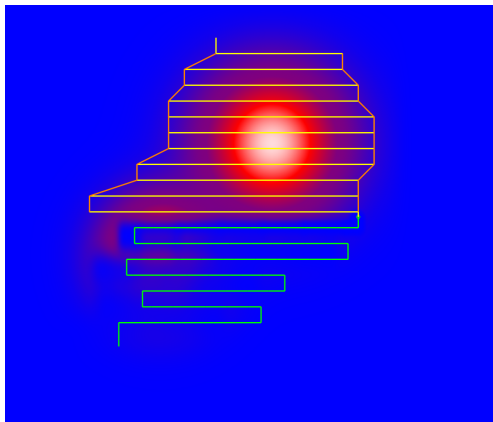
- ▶ изначально построенный путь
- ▶ со временем путь устарел
- ▶ перестроим путь

## Корректировка построенного пути



- ▶ изначально построенный путь
- ▶ со временем путь устарел
- ▶ перестроим путь

## Корректировка построенного пути



- ▶ изначально построенный путь
- ▶ со временем путь устарел
- ▶ перестроим путь