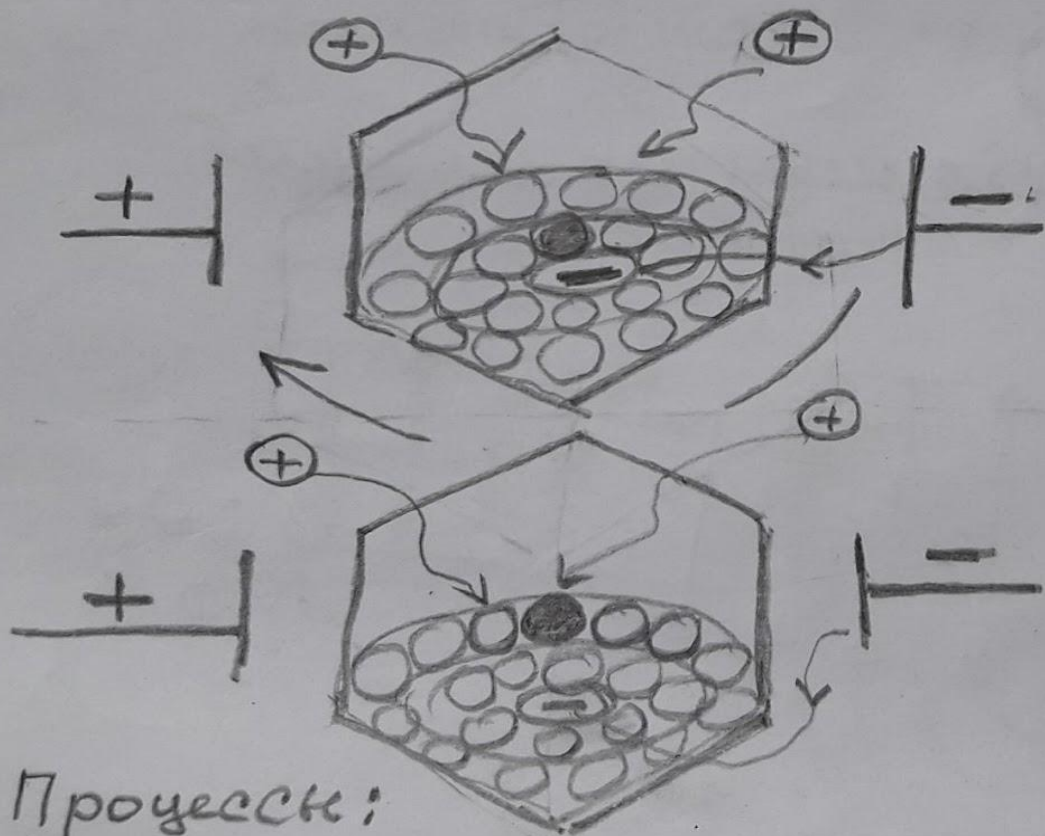


# 1 Проектирование информационных систем

## 5. поэтапное моделирование

Предметная область.  
Динамический объект модел.



Процессы:

Осаждение — нецелрив

Перемешивание вихря

Факторы влияющие на толщину покрытия шарика

1. Продолжительность процесса (Т мин)
2. Продолжительность нахождения шара в слое ( $\Delta t$  сек)
3. Сколько всего слоев в загрузке (W)
4. Какую толщину  $\Delta h(k)$  мкм полагает шарик в слое с номером k за время  $\Delta t$

$$\Delta h(k) = \frac{k^2 \Delta t}{100 W}$$

$$k = 1, W$$

Например,  $W = 5; \Delta t = 1$

$$\Delta h(1) = \frac{1}{500} = 0,002 \text{ мкм}$$

$$\Delta h(2) = \frac{4}{500} = 0,008$$

$$\Delta h(3) = \frac{9}{500} = 0,018$$

$$\Delta h(4) = \frac{16}{500} = 0,032$$

$$\Delta h(5) = \frac{25}{500} = 0,05$$

② Проектирование информационных систем

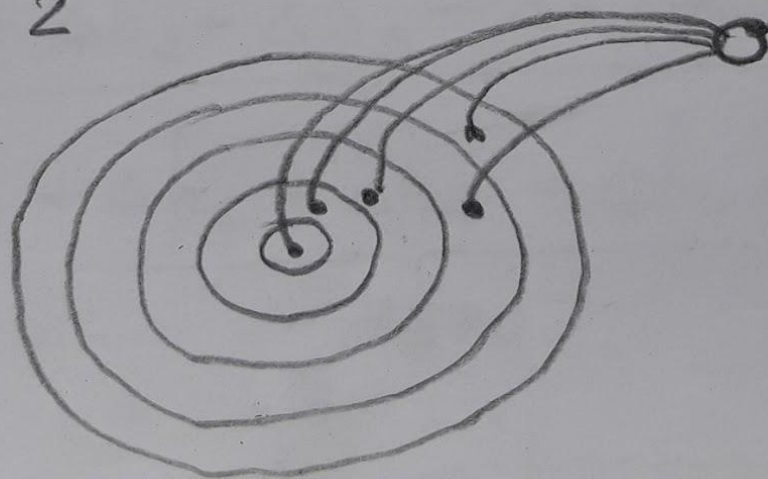
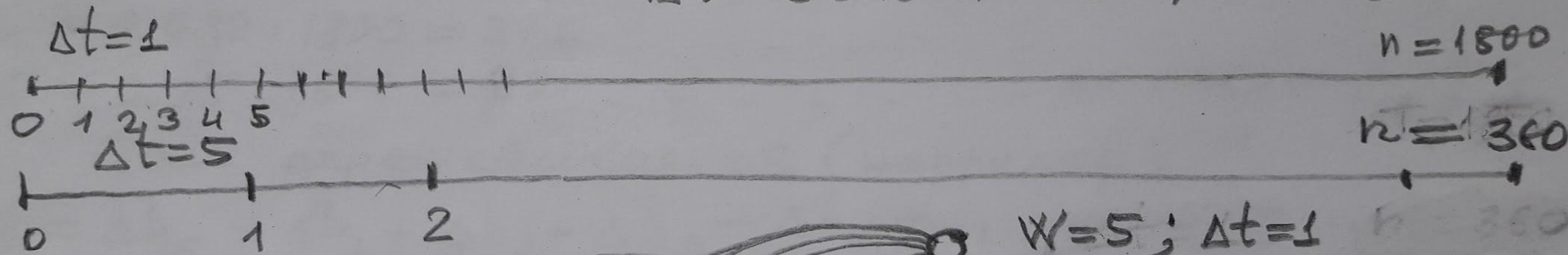
5. Физическое моделирование (продолжение)

Например, продолжительность процесса  $T = 30$  мин;

$$T = 30 \cdot 60 = 1800 \text{ сек.}$$

$$\text{Количество шагов при } \Delta t = 1 \text{ сек; } n = 1800 / 1 = 1800$$

$$\Delta t = 5 \text{ сек } n = 1800 / 5 = 360$$



$$W = 5; \Delta t = 1$$
$$\Delta h(1) = \frac{1 \cdot 1}{500} = 0.002$$
$$\Delta h(2) = \frac{4}{500} = 0.008$$
$$\Delta h(3) = \frac{9}{500} = 0.018$$
$$\Delta h(4) = \frac{16}{500} = 0.032$$
$$\Delta h(5) = \frac{25}{500} = 0.05$$



③ Проектирование информационных систем

5. Формальное моделирование (продолжение)

Допустим барабан не крутится, тогда за время  $T$  ишем:

$H_1 = 0,002 \cdot 1800 = 3,6$  — если все время на первом уровне

$H_2 = 0,008 \cdot 1800 = 14,4$  — на втором уровне

$H_3 = 0,018 \cdot 1800 = 32,4$

$H_4 = 0,032 \cdot 1800 = 57,6$

$H_5 = 0,05 \cdot 1800 = 90$

на пятом уровне

первая

Если перешибается (например)

серия:  $h(1) = \Delta h_5 + \Delta h_1 + \Delta h_3 + \Delta h_3 + \Delta h_4 + \dots$

Вторая

серия:  $h(2) = \Delta h_3 + \Delta h_1 + \Delta h_1 + \overset{1800}{\Delta h_4} + \Delta h_4 + \dots$

... ..

1800

зеленая

серия:  $h(10) = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_5 + \dots$

1800

④ Проектирование информационных систем

⑤. поэтапное моделирование (продолжение)

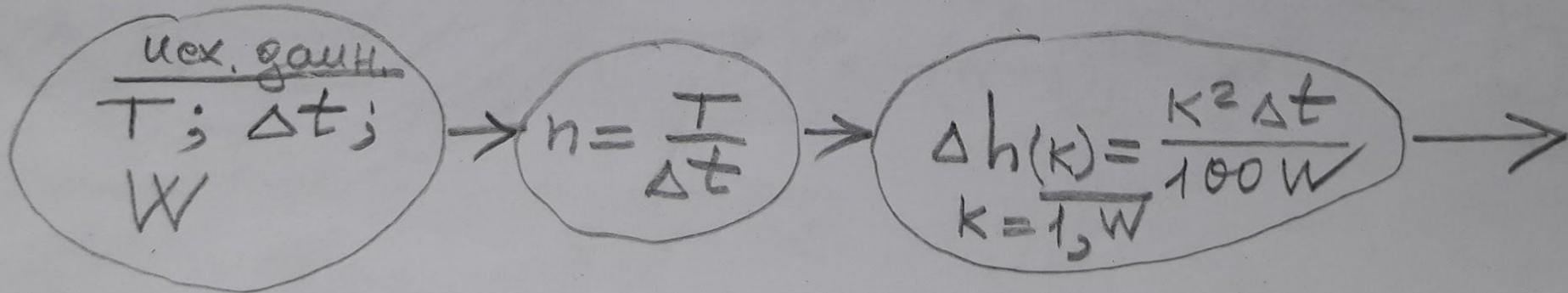
$H = \{h(1), h(2), \dots, h(10)\}$  - случайная величина

$M(H) = \left( \frac{\sum_{i=1}^{10} h(i)}{10} \right)$  - оценка матем. ожидания

$D(H) = \left( \frac{\sum_{i=1}^{10} h^2(i)}{10} \right) - [M(H)]^2$

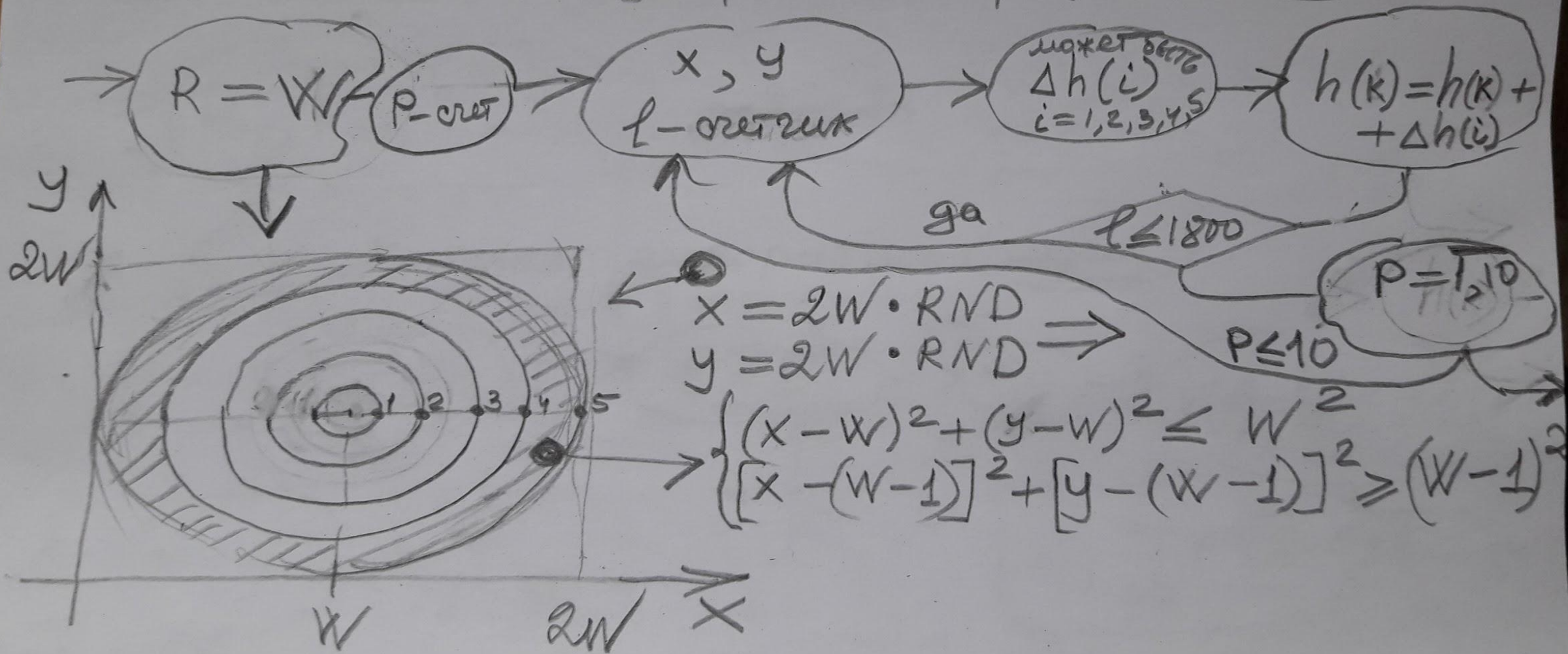
$\sigma(H) = \sqrt{D(H)}$

Построение имитирующего вычислит. процесса





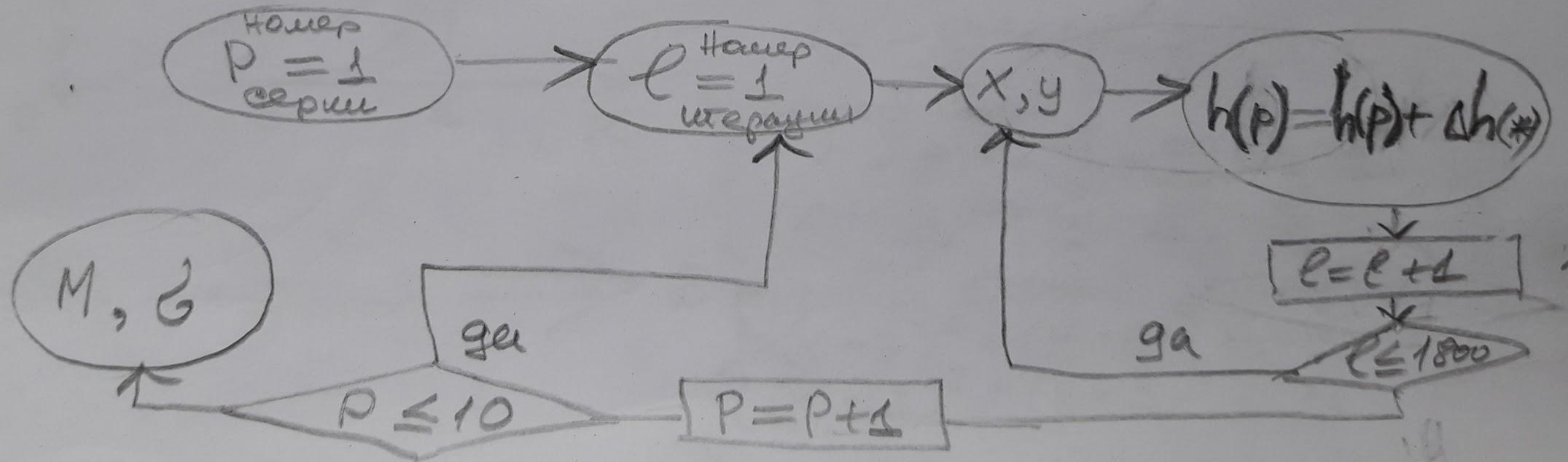
5) Проектирование информационных систем  
 5. Стохастическое моделирование (продолжение)



6) Проектирование информационных систем  
 5) Повторное моделирование (продолжение)

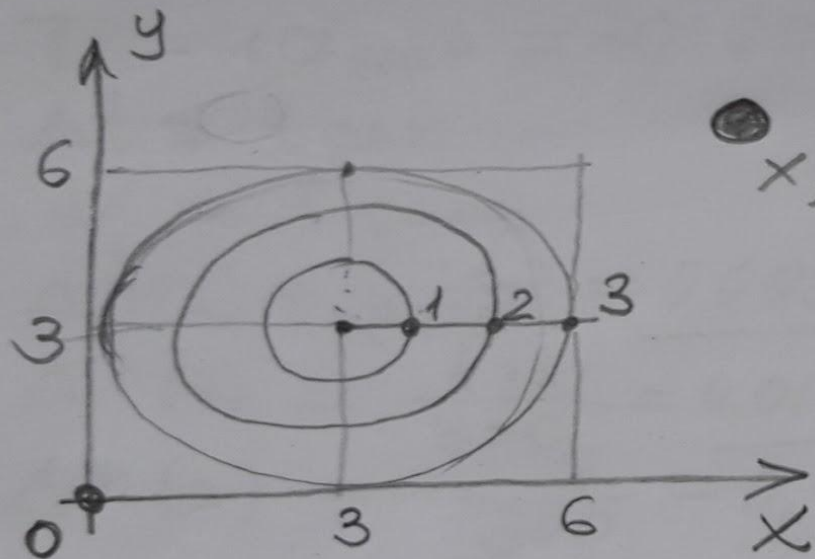


Концепт алгоритма (цель)





- ⑦ Проектирование информационных систем  
[5]. Разработка «нулевого» прототипа



$$x = 6 * \text{RND}; x \in [0, 6]$$
$$y = 6 * \text{RND}; y \in [0, 6]$$

Условие попадания в слой

В перв. слой

$$(x - 3)^2 + (y - 3)^2 \leq 1$$

Во второй слой

$$\begin{cases} (x - 3)^2 + (y - 3)^2 \leq 4 \\ (x - 3)^2 + (y - 3)^2 \geq 1 \end{cases}$$

В третий слой

$$\begin{cases} (x - 3)^2 + (y - 3)^2 \leq 9 \\ (x - 3)^2 + (y - 3)^2 \geq 4 \end{cases}$$

Условие попадания  $\Rightarrow$

8) Проектирование шероховатых систем  
 [5]. Разработка «углевого прототипа» (продолжение!)

$$T = 10 \text{ мин} = 10 \cdot 60 = 600 \text{ сек}$$

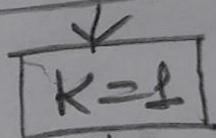
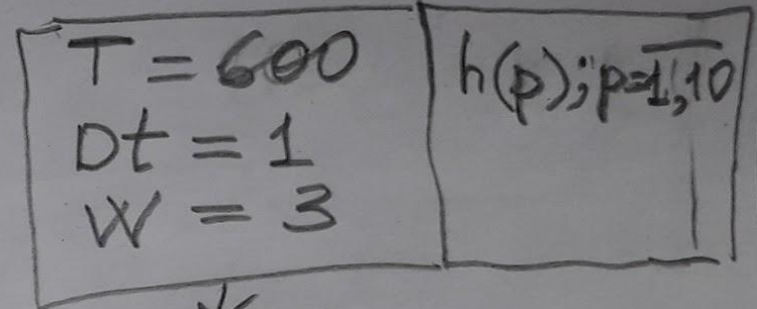
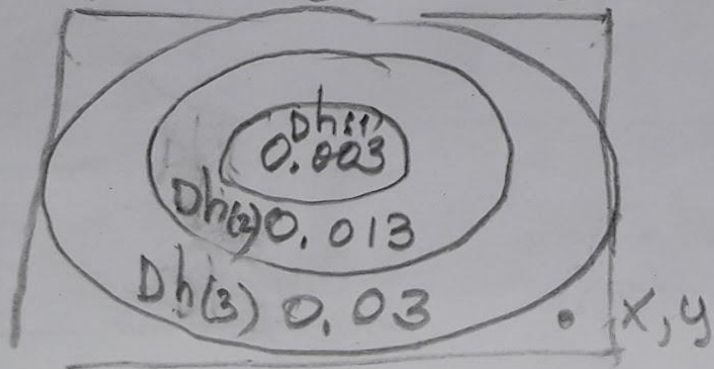
$$\Delta t = 1 \text{ сек}$$

$$W = 3 \text{ слоя}$$

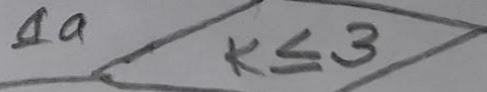
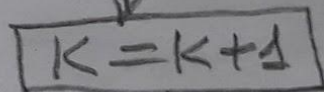
$$\Delta h(1) = \frac{1 \cdot 1}{300} = 0.003 \text{ мкм}$$

$$\Delta h(2) = \frac{4 \cdot 1}{300} = 0.013 \text{ мкм}$$

$$\Delta h(3) = \frac{9}{300} = 0.03 \text{ мкм}$$



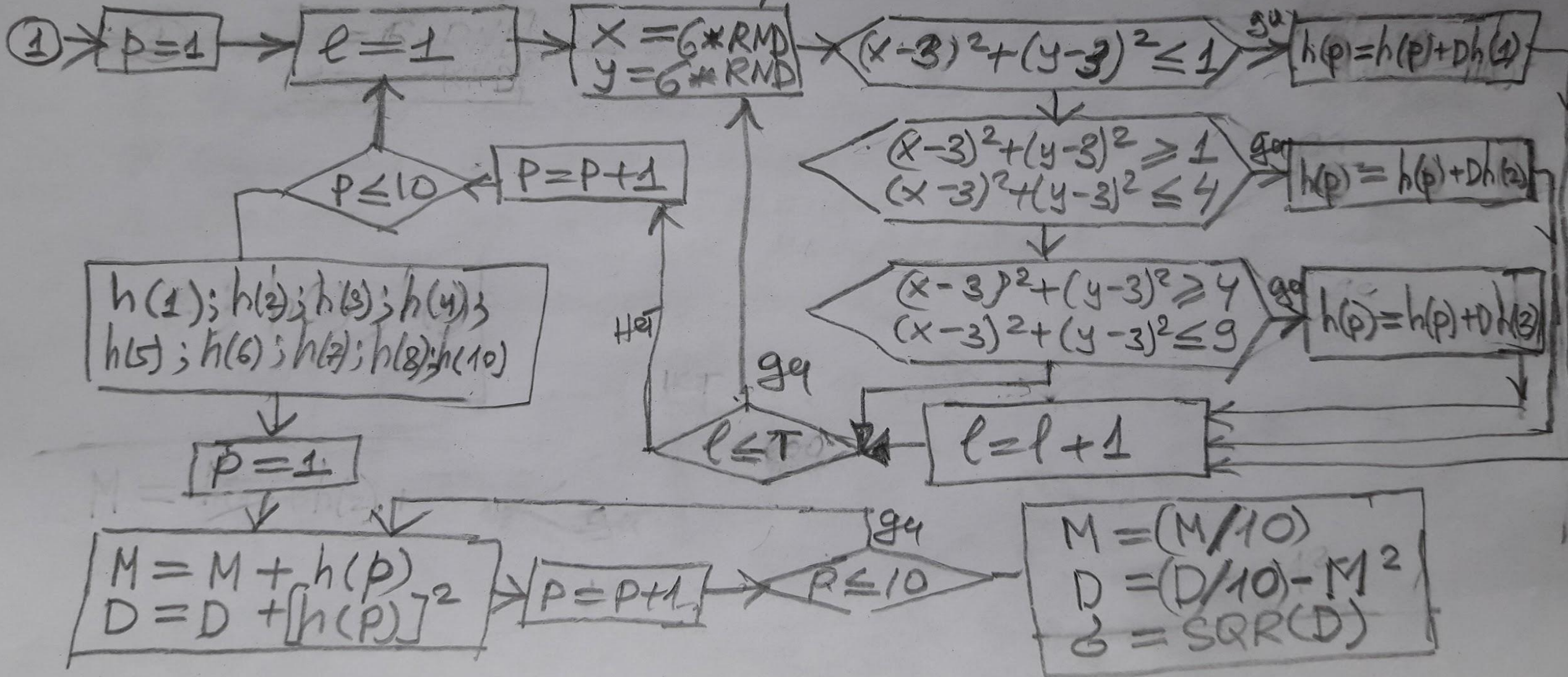
$$Dh(K) = \frac{K^2 \cdot \Delta t}{100 \cdot W}$$





9) Проектирование и разработка цифровых систем

5. Разработка аналогового >> цифрового (продолжение 2)





# 10) Проектирование информационных систем

## 5) Лабораторная работа «Барабан»

Прототип 1. Разработать ПО и вычислить:

1. Оценку математического ожидания  $M(h)$ ;
2. Оценку среднеквадратического отклонения  $\sigma(h)$ ;
3. Построить столбчатую диаграмму измений количества покрытий от от одной серии испытаний к другой, т.е.

