

# Лабораторная работа №5

## Имитационное моделирование

### Задание.

- 0) Вспомнить темы: имитационное моделирование, генерация случайных чисел.
- 1) Реализовать процесс имитации развития вирусной болезни по данным [Вашего варианта](#).
- 2) Выполнить имитацию 50 дней. Получить по результатам имитации следующую статистику:
- График роста заболевших.
  - Математическое ожидание количества заболеваний в день.
  - Стандартное отклонение количества заболеваний в день.
- 4) Изменить какой-либо параметр на  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$ ,  $\Delta_3$ , провести тесты из пункта 2. Сравнить результаты.

### Описание.

Реализовать макро модель развития вируса. Начальное значение инфицированных задается случайно в интервале 5 - 10.

### Статус агента - Определяет действия агента.

1. Здоров. Агент не распространяет вирус.
2. Болен и не знает. Агент распространяет вирус по описанным законам.
3. Болен и знает (подозревает). Агент распространяет вирус в силу своей ответственности. При этом есть вероятность попасть на лечение.
4. На лечении. Агент лечится и не распространяет вирус.

### Характеристика агента.

1. Социальные контакты (SC).  
Параметр среднего ( $m$ ) - равномерно распределен на интервале  $[0, 50]$ .  
Параметр  $m$  постоянный для каждого агента, каждый день генерируется количество контактов по закону, описанному ниже.

|   |       |
|---|-------|
| # | Закон |
|---|-------|

|   |            |
|---|------------|
| 1 | $N(m, 5)$  |
| 2 | $N(m, 10)$ |
| 3 | $U(m, 3)$  |
| 4 | $U(m, 6)$  |

2. Ответственность (R) .

Уменьшает характеристику 1 в  $n$  раз, где  $n$  - задается законом ниже. Изменяет только тогда, когда агент знает, что он заражен.

| # | Закон         |
|---|---------------|
| 1 | $N(2, 0.1)$   |
| 2 | $U(5, 5)$     |
| 3 | $E(0.5)$      |
| 4 | $10 - E(0.5)$ |

3. Здоровье (HA). Параметр, который показывает здоровье агента, чем больше тем лучше он переносит болезнь. Влияет на скорость выздоровления и вероятность летального исхода. Чем ниже здоровье, тем больше вероятность отправиться на лечение. При параметре  $< 2$  вероятность равна 0.1, иначе 0.01.

| # | Закон        |
|---|--------------|
| 1 | $N(10, 1.5)$ |
| 2 | $N(8, 1.5)$  |
| 3 | $N(6, 0.5)$  |
| 4 | $N(4, 1.5)$  |

4. Возраст (A). Средний возраст населения ( $m$ ) определяется в разделе среда.

| # | Закон       |
|---|-------------|
| 1 | $N(m, 5.5)$ |
| 2 | $N(m, 10)$  |
| 3 | $N(m, 20)$  |
| 4 | $N(m, 30)$  |

## Среда - Определяет среду (Государство/Регион) для моделирования.

1. Средний возраст населения (AP).

| # | Закон        |
|---|--------------|
| 1 | $N(30, 2.5)$ |
| 2 | $N(40, 5.5)$ |
| 3 | $N(50, 8.5)$ |
| 4 | $N(25, 5.5)$ |

2. Эффективность лечения (M). Численный рейтинг, который определяет насколько эффективно лечение. Чем больше тем эффективней. Для каждого случая генерируется свое значение.

| # | Закон        |
|---|--------------|
| 1 | $N(10, 1.5)$ |
| 2 | $N(20, 3.5)$ |
| 3 | $U(10, 2.5)$ |
| 4 | $E(5.5)$     |

3. Проведение тестов (T). Параметр определяет узнает ли агент о том, что он заражен. Для данной среды задается как вероятность в %, что агент сделает тест в текущий день.

| # | Закон       |
|---|-------------|
| 1 | $N(5, 2.5)$ |
| 2 | $N(3, 1.5)$ |
| 3 | $U(5, 5)$   |
| 4 | $E(3.5)$    |

## Характеристики вируса - Определяет заразность, срок выздоровления и смертность.

1. Заразность (I). Определяет вероятность в % заразиться после контакта.

| # | Закон       |
|---|-------------|
| 1 | $U(20,20)$  |
| 2 | $U(30,30)$  |
| 3 | $N(20,2.5)$ |
| 4 | $E(2.5)$    |

2. Срок выздоровления (RT). Измеряется в днях. На этот параметр влияет эффективность лечения (M) и здоровье агента (HA). Если агент не лечится тогда  $M=0$ .

| # | Закон                                    |
|---|--|
| 1 | $1+U(20-1.5*HA-0.5*M, 5-0.25*HA-0.1*M)$  |
| 2 | $2+N(30-2.2*HA-0.8*M, 4-0.15*HA-0.12*M)$ |
| 3 | $3+N(10-0.4*HA-0.3*M, 4-0.2*HA-0.15*M)$  |
| 4 | $4+U(25-2.0*HA-0.2*M, 2-0.1*HA)$         |

3. Смертность (DR). На этот параметр влияет здоровье (HA), возраст (A) и эффективность лечения (M). Определяется, как вероятность в % летального исхода, если агент болен. Если агент не лечится тогда  $M=0$ .

| # | Закон   |
|---|---|
| 1 | $A*0.05 + U(15-1.5*HA-0.5*M, 3-0.25*HA-0.1*M)$  |
| 2 | $A*0.07 + N(15-1.0*HA-0.8*M, 2-0.15*HA-0.12*M)$ |
| 3 | $A*0.09 + N(5-0.35*HA-0.3*M, 2-0.3*HA-0.15*M)$  |
| 4 | $A*0.11 + U(5-0.05*HA-0.2*M, 2-0.1*HA)$         |

**Примечания.** Если закон выдает отрицательные значения, тогда считаем их равными 0.

**Законы.** Способы генерации смотрим в лекции.

$N(m, \sigma)$  - нормальное распределение с мат. ожиданием  $m$  и стандартным отклонением

$\sigma$ .

$U(c, d)$  - равномерное распределение с центром  $c$  и разбросом  $\pm d$ .

$E(\lambda)$  - экспоненциальное распределение.

## Варианты

| #  | SC | R | HA | A | AP | M | T | I | RT | DR |
|----|----|---|----|---|----|---|---|---|----|----|
| 1  | 1  | 2 | 3  | 4 | 1  | 2 | 3 | 4 | 1  | 2  |
| 2  | 2  | 1 | 1  | 4 | 1  | 3 | 2 | 4 | 2  | 1  |
| 3  | 3  | 1 | 2  | 3 | 2  | 1 | 4 | 1 | 3  | 1  |
| 4  | 4  | 2 | 3  | 4 | 1  | 3 | 2 | 1 | 3  | 4  |
| 5  | 1  | 2 | 4  | 3 | 2  | 1 | 4 | 4 | 2  | 4  |
| 6  | 2  | 3 | 1  | 1 | 1  | 1 | 2 | 1 | 4  | 1  |
| 7  | 3  | 3 | 2  | 2 | 4  | 2 | 4 | 2 | 1  | 2  |
| 8  | 4  | 4 | 3  | 1 | 4  | 1 | 2 | 1 | 1  | 1  |
| 9  | 1  | 4 | 4  | 2 | 3  | 2 | 4 | 2 | 4  | 2  |
| 10 | 2  | 4 | 1  | 4 | 1  | 2 | 1 | 4 | 1  | 2  |
| 11 | 3  | 4 | 2  | 1 | 2  | 4 | 2 | 1 | 2  | 3  |
| 12 | 4  | 3 | 3  | 1 | 1  | 2 | 1 | 1 | 1  | 3  |
| 13 | 1  | 3 | 4  | 4 | 2  | 4 | 2 | 4 | 2  | 2  |
| 14 | 2  | 2 | 1  | 2 | 1  | 2 | 1 | 2 | 1  | 2  |
| 15 | 3  | 2 | 2  | 3 | 1  | 3 | 1 | 3 | 1  | 3  |
| 16 | 4  | 1 | 3  | 3 | 4  | 3 | 4 | 3 | 4  | 3  |
| 17 | 1  | 1 | 4  | 2 | 4  | 2 | 4 | 2 | 4  | 2  |
| 18 | 2  | 3 | 1  | 2 | 3  | 3 | 2 | 4 | 2  | 3  |
| 19 | 3  | 3 | 2  | 3 | 4  | 4 | 1 | 4 | 1  | 2  |
| 20 | 4  | 4 | 3  | 3 | 1  | 1 | 2 | 1 | 2  | 2  |
| 21 | 1  | 4 | 4  | 4 | 2  | 2 | 2 | 1 | 2  | 1  |
| 22 | 2  | 4 | 1  | 4 | 3  | 3 | 4 | 4 | 3  | 1  |

|           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <b>23</b> | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| <b>24</b> | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| <b>25</b> | 1 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| <b>26</b> | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 4 |