

# Модель сегрегации Шеллинга

## Математическое моделирование

Жибицкая Евгения Дмитриевна

2026-02-19

# Содержание I

1 1. Информация

2 2. Вводная часть

3 3. Основная часть

4 4. Заключение

# Раздел 1

## 1. Информация

# 1.1 Докладчик

- Жибицкая Евгения Дмитриевна
- Студентка 3-го курса ФФМиЕН
- Направление «Прикладная информатика»
- Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы
- 1132236130@rudn.ru
- <https://github.com/JaneZhibit>



## Раздел 2

### 2. Вводная часть

## 2.1 Актуальность

- **Основа современного подхода:**

Одна из первых работ, доказавшая эффективность агентно-ориентированных моделей в социальных науках.

- **Парадокс микро-макро:**

Демонстрация того, как небольшие индивидуальные предпочтения приводят к глобальным последствиям.

- **Универсальность принципа:**

Возможность применения метода к различным социальным процессам, не только к расселению в городах.

## 2.2 Объект и предмет исследования

### Объект исследования:

- Модель пространственной сегрегации Томаса Шеллинга как пример агентно-ориентированной модели.

### Предмет исследования:

- Математическая формализация модели и влияние параметра толерантности на динамику системы.

## 2.3 Цели и задачи

### Цель:

- Знакомство с моделью сегрегации Т. Шеллинга.

### Задачи:

- Изучение истории возникновения модели;
- Формализация модели (описание агентов, среды и правил принятия решений);
- Анализ динамики системы и влияния параметра толерантности;
- Определение значения модели для развития агентно-ориентированного подхода.

## Раздел 3

### 3. Основная часть

### 3.1 Исторический контекст

- Автор: Томас Шеллинг (лауреат Нобелевской премии по экономике 2005 года)
- Инструментарий: Лист бумаги в клетку + монеты 2х достоинств
- Вопрос: Как личные предпочтения людей влияют на расселение в городе?
- Гипотеза: Сегрегация требует высокого уровня нетерпимости



Рисунок 1: Томас Шеллинг

### 3.2 Суть модели (формализация)

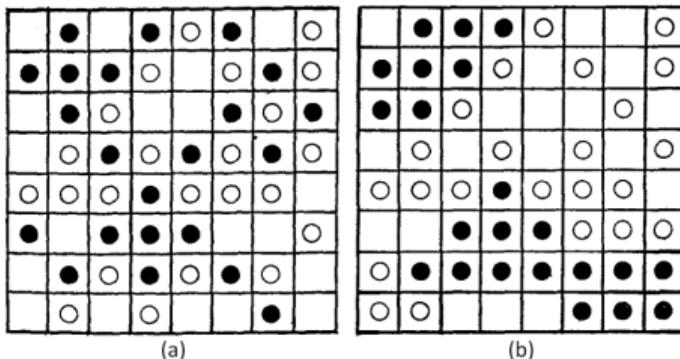


Рисунок 2: Модель

- **Среда:** Двумерная решетка ( $N \times N$ ) (клетки — «дома»).

- **Агенты:** Два типа («синие» и «красные») + пустые клетки.

- **Окружность:** Мура (8 соседних клеток).

**Главный параметр – Порог толерантности (T):**

- **Правило 1:** Агент **счастлив**, если доля «своих» среди соседей ( $R \geq T$ ).

- **Правило 2:** Агент **несчастлив** и переезжает, если ( $R < T$ ).

**Формула расчета доли:**

$$R = \frac{n_{same}}{n_{total}}$$

### 3.3 Алгоритм симуляции

- ➊ **Инициализация:** Агенты расставляются случайно.
- ➋ **Проверка:** Каждый агент оценивает свое окружение.
- ➌ **Перемещение:** «Несчастливые» ищут свободное место (случайно или в ближайшее подходящее).
- ➍ **Повтор:** Из-за переездов соседей счастливые могут стать несчастными.
- ➎ **Остановка:** Все счастливы или система зациклилась.

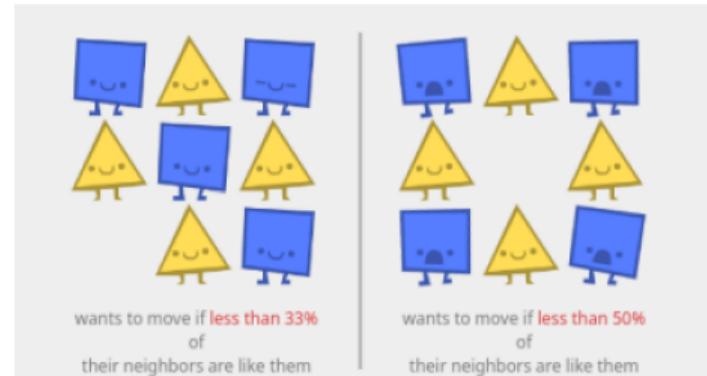


Рисунок 3: Перемещение агентов

## 3.4 Роль параметра толерантности

### Три режима поведения системы

- **Низкий ( $T < 30\%$ ):** Агенты очень терпимы. Система быстро приходит в равновесие, структура поля остается смешанной, похожей на случайный шум. Сегрегация отсутствует.
- **Средний ( $30\% \leq T \leq 70\%$ ):** Даже при умеренных требованиях система лавинообразно стремится к полной сегрегации. Агенты сбиваются в плотные группы, чтобы гарантировать себе комфорт.
- **Высокий ( $T > 75\%$ ):** Система не может прийти в равновесие: агенты бесконечно перемещаются по полю, так как ни одно место не является достаточно «чистым» для них.

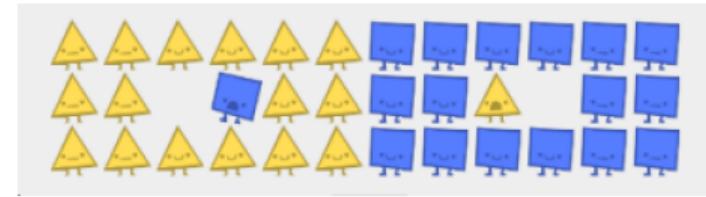


Рисунок 4: Параметр толерантности

## 3.5 Анализ динамики

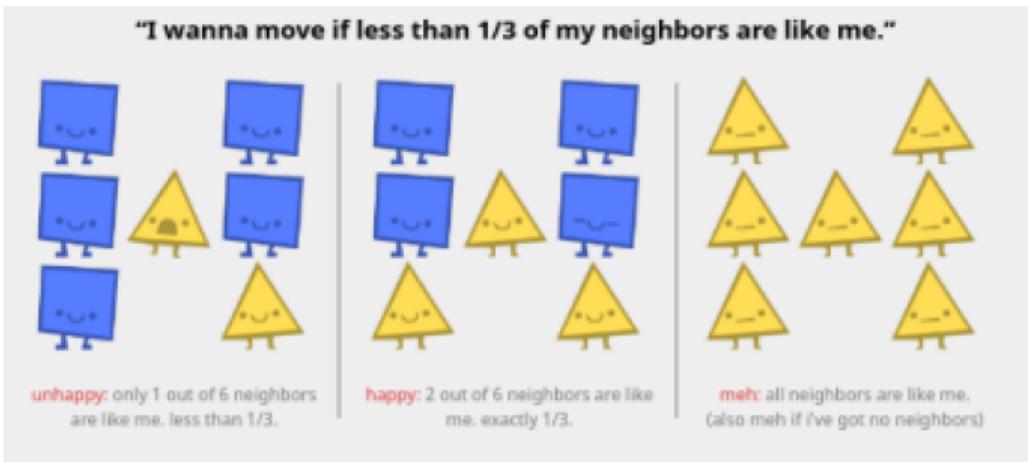


Рисунок 5: Парадокс Шеллинга

## Микромотивы ≠ Макроповедение

### Парадокс Шеллинга:

- **Условие:** Агент хочет, чтобы лишь 30–40% соседей были «своими» (мягкое предпочтение).
- **Результат:** В равновесии – 80–90% «своих» соседей и totalная сегрегация.

*Слабые личные предпочтения ведут к сильному разделению в масштабах всей системы.*

## Раздел 4

### 4. Заключение

## 4.1 Выводы

Общие выводы:

- ① **Отсутствие злого умысла:** Гетто и кварталы возникают не из-за ненависти, а из-за стремления к «комфортной среде».
- ② **Необратимость:** Смешанное состояние неустойчиво. Идеальная интеграция разрушается от одного переезда. Разделение происходит очень быстро, смешение практически невозможно.

Значение для науки:

- ① Основа агентно-ориентированного моделирования (АВМ).
- ② Доказательство того, что простые правила рождают сложное поведение (Эмерджентность).
- ③ Применение: этническое расселение, языковые группы, социальные сети

## 4.2 Список литературы

- **Schelling, T. C.** Dynamic models of segregation / T. C. Schelling // Journal of Mathematical Sociology. — 1971. — Vol. 1, no. 2. — P. 143-186. — URL: [https://www.stat.berkeley.edu/~aldous/157/Papers/Schelling\\_Seg\\_Models.pdf](https://www.stat.berkeley.edu/~aldous/157/Papers/Schelling_Seg_Models.pdf) (дата обращения: 17.02.2026). — Текст : электронный.
- **Hart, V.** The Parable of the Polygons / V. Hart, N. Case. — San Francisco, 2014. — URL: <https://ncase.me/polygons/> (дата обращения: 17.02.2026). — Текст : электронный ; Изображение (движущееся ; трехмерное) : электронные.
- **Thomas Schelling: Models of segregation** // Wikipedia: The Free Encyclopedia. — San Francisco, 2025. — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas\\_Schelling#Models\\_of\\_segregation](https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Schelling#Models_of_segregation) (дата обращения: 17.02.2026). — Текст : электронный.