

# Модель сегрегации Шеллинга

## Математическое моделирование

Жибицкая Евгения Дмитриевна

2026-02-19

# Содержание I

1. Информация
2. Вводная часть
3. Основная часть
4. Выводы

# 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:

- Изучение принципов социальной сегрегации на примере модели 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



## 3.2 Суть модели (формализация)

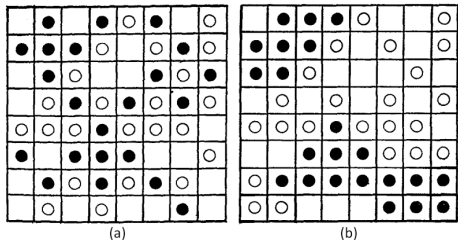


Рисунок 2: Модель

- **Среда:** Двумерная решетка (  $N \times N$  ) (клетки — «дома»).
- **Агенты:** Два типа («синие» и «красные») + пустые клетки.
- **Окрестность:** 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

- 1 **Инициализация:** Агенты расставляются случайно (интеграция).
- 2 **Проверка:** Каждый агент оценивает свое окружение.
- 3 **Перемещение:** «Несчастливые» ищут свободное место (случайно или в ближайшее подходящее).
- 4 **Повтор:** Из-за переездов соседей счастливые могут стать несчастными.
- 5 **Остановка:** Все счастливы или система зациклилась.

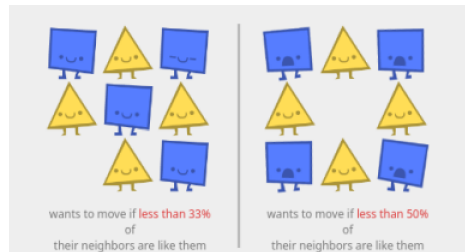


Рисунок 3: Перемещение агентов

## 3.4 Анализ динамики

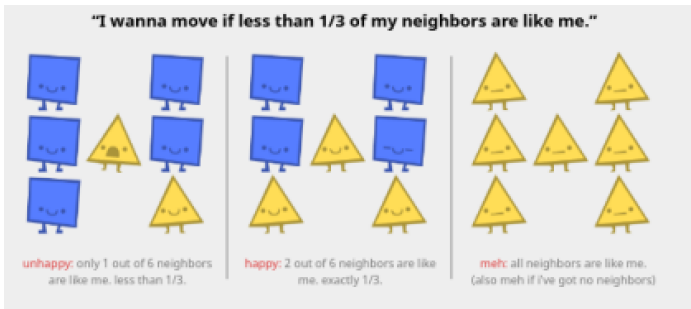


Рисунок 4: Парадокс Шеллинга

Микромотивы  $\neq$  Макроповедение

### Парадокс Шеллинга:

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

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

## 3.5 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.

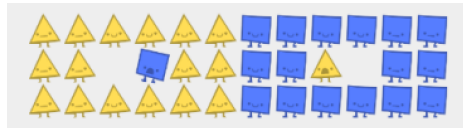


Рисунок 5: Параметр толерантности

## Раздел 4

### 4. Выводы

## 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. Разделение — ловушка, из которой сложно выбраться без вмешательства.
- 3 **Неустойчивость смешанных состояний:** Идеальная интеграция («шахматный порядок») разрушается от одного переезда.

Значение для науки:

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