

# КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ РЕСУРСОБЕСПЕЧЕНИЯ МУЖЧИН НА ПОВЕДЕНИЕ ЖЕНЩИН

**Ю.В. Фролова, В.В. Коробицын, А.А. Лаптев**

This paper is devoted to idea of modeling and simulation of women's behavior in various situations. The environmental resources distribution influence upon type of forming the family. Simulation modeling was used to confirm this hypothesis.

## 1. Введение

В социологическом исследовании актуальным вопросом является изучение семьи и гендерных отношений как объектов моделирования. Идея сравнить поведение женщины в различных ситуациях предполагает выявить типы поведения, влияющие на выбор того или иного действия.

Работа посвящена построению математической модели влияния ресурсообеспеченности мужчин на поведение женщин и образование семьи. Для подтверждения модели использовалось имитационное моделирование. Существует несколько современных подходов для имитации социальных процессов. При проектировании модели и проведении компьютерного эксперимента мы применяем мульти-агентный подход. Для реализации используется мульти-агентная система моделирования Swarm.

Мульти-агентное (multi-agent) моделирование - это моделирование глобального поведения системы на основе локальных взаимодействий участников (агентов) системы. Агенты могут представлять растения и животных в экосистемах, машины на дороге, людей в толпе или автономные характеристики в играх. Эти модели обычно состоят из среды или каркаса (сетки), в которых происходят взаимодействия некоторого количества агентов, определенные условиями поведения (процедурных правил) и заданными параметрами. В мульти-агентной модели характеристики каждого агента отслеживаются во

---

© 2000 Ю.В. Фролова, В.В. Коробицын, А.А. Лаптев

E-mail: frolova@univer.omsk.su

Омский государственный университет

времени. Этот подход моделирования отличается от подходов, где моделируются глобальные усредненные характеристики для целой системы. Мульти-агентное моделирование – это исследование поведения конкретных агентов – частиц системы.

В некоторых мульти-агентных моделях используются пространственные характеристики, когда агент связывает свое поведение со своим (геометрическим) положением в пространстве и имеет возможность передвигаться в окружающей среде. Это могло бы быть естественной моделью, например, для животных при моделировании экологических систем. В то время как растения при таком моделировании не были бы подвижными. Некоторые мульти-агентные модели не используют геометрических характеристик, например, моделирование компьютерной сети может основываться на моделях сетевых компьютеров, но их позиция не влияет на реализацию. Модели, использующие пространственные характеристики, могут иметь непрерывное пространство или дискретное (сетка).

Компьютерные эксперименты при мульти-агентном моделировании включают три основных компонента: агенты, окружающая среда или пространство, и правила взаимодействия. Агенты - «люди» искусственно созданных обществ. Каждый агент имеет внутреннее состояние и правила поведения. Некоторые состояния агентов фиксированы до тех пор, пока они не изменятся посредством взаимодействия с другими агентами или с внешней окружающей средой. Например, в модели, которая будет описана ниже, пол агента и показатель изменения ресурсов фиксированы.

Жизнь в искусственном обществе происходит в окружающей среде. Это может быть, например, ландшафт, топография возобновляемого ресурса, который агенты поглощают и производят. Такой ландшафт смоделирован в виде решетки ресурсов - набор узлов. Однако, окружающая среда, посредством которой агенты взаимодействуют, может иметь более абстрактную структуру. Таким образом, имеются правила поведения для агентов и для узлов (мест) окружающей среды. В итоге, необходимо задать следующие правила взаимодействия: агент - окружающая среда, агент – агент, окружающая среда - окружающая среда.

## 2. Формализация модели

На данном этапе построена исследовательская компьютерная модель, представляющая собой модель взаимодействия мужчин и женщин (агентов) в среде, характеризующейся распределением ресурса.

Главным фактором поведения агентов-женщин является поле ресурса, образованное за счет дохода агентов-мужчин. В результате моделирования получается определенная картина, показывающая следствие локального взаимодействия агентов. Считаем, что образовалась семья, если агент-мужчина и агент-женщина находятся в соседних клетках, и с течением времени их позиции в среде не изменяются.

Случайным образом задаются положение агентов-мужчин, их первоначальный запас данного ресурса и коэффициент естественного расхода наличного ресурса. С учетом величины капитала агентов-мужчин происходит распределение ресурса в окружающем их пространстве. Начальная позиция агентов-женщин в среде задается случайным образом. С течением времени координаты агентов-мужчин не изменяются, а агенты-женщины двигаются по определенному правилу.

Предполагается, что в рамках данной модели агенты женского рода стремятся продвинуться в направлении скопления ресурса, который жестко связан с положением агентов-мужчин. При этом локальный максимум капитала приходится на клетку, занятую агентом-мужчиной, поэтому агенты-женщины должны останавливаться в близкой окрестности агентов-мужчин. Так как первоначальное распределение ресурса среди агентов-мужчин различно, то агенты-женщины должны стремиться к самым богатым, ориентируясь на мощное поле ресурсов вокруг агентов-мужчин. Если клетка, в которой располагается агент-женщина, лучше в отношении ресурсообеспечения по сравнению с соседними, то агент-женщина не изменяет своего положения.

С течением времени величина капитала изменяется под влиянием поведения агентов. Если в клетке находится агент-мужчина, то в ней происходит естественный рост и расход ресурса (мы можем влиять на соотношение роста и спада капитала). Агент-женщина поглощает определенное количество ресурса в клетке, где она находится. Происходит дальнейшее распределение («расплывание») окружающего агентов пространства ресурса. Вследствие регулярного изменения окружающего агентов поля ресурса, агенты-женщины находятся в постоянном движении, наличие капитала агентов-мужчин меняется. Итогом моделирования является эволюция образования семей.

### 3. Реализация модели

Поле ресурса описываем функцией  $u(x, y, t) : U \times R^+ \rightarrow R^+$ , где  $U \subset R^2$  — область моделирования. Пусть  $U = [0, 1] \times [0, 1]$ . Динамику изменения функции  $u(x, y, t)$  опишем дифференциальной краевой задачей:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \varepsilon \Delta u + \beta u - \gamma u^2 + \delta, \quad (x, y) \in U \setminus \partial U, \quad t > 0,$$

$$u(x, y, 0) = u_0(x, y),$$

$$\begin{cases} u(x, 0, t) = u(x, 1, t), \\ u(0, y, t) = u(1, y, t). \end{cases}$$

Дифференциальное уравнение параболического типа описывает процесс распространения ресурсов в  $U$ . Тип уравнения выбирается по аналогии с распространением энергии, тепла и вещества в уравнениях математической физики [1].

Начальные данные задаются ненулевыми в окрестностях нахождения агентов-мужчин

$$u_0(x, y) = \begin{cases} u_i(x, y), & \text{если } (x, y) \text{ находится в окрестности } O_i(x, y) \\ & \text{агента-мужчины,} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Краевые условия в данной задаче замыкают пространство решений на двухмерном торе.

Константа  $\varepsilon > 0$  — скорость распространения ресурсов.

Функции, входящие в уравнение:

рост и потребление ресурсов агентами

$$\beta(x, y) = \begin{cases} \beta_0 + \beta_1, & \text{если в } (x, y) \text{ находится агент-мужчина,} \\ \beta_0 - \beta_2, & \text{если в } (x, y) \text{ находится агент-женщина,} \\ \beta_0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

потребление ресурсов, связанное с перенасыщением  $i$ -го агента-мужчины

$$\gamma(x, y) = \begin{cases} \gamma_i, & \text{если в } (x, y) \text{ находится } i\text{-й агент-мужчина,} \\ \gamma_0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

источник дополнительных ресурсов агентов-мужчин

$$\delta(x, y) = \begin{cases} \delta_0, & \text{если в } (x, y) \text{ находится агент-мужчина,} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Направление перемещения агентов-женщин опишем функцией  $m = (m_x, m_y)$ ,  $m : U \rightarrow B^2$ , где  $B^2$ -шар в  $R^2$

$$m_x = \left( \frac{\nabla u(x, y)}{|\nabla u(x, y)|}, h_x \right), \quad m_y = \left( \frac{\nabla u(x, y)}{|\nabla u(x, y)|}, h_y \right),$$

$h_x, h_y$  — векторы, направленные вдоль осей  $Ox, Oy$  соответственно, и длиной, равной шагу перемещения.

## 4. Компьютерный эксперимент

Построенная модель реализована на языке Objective-C в мульти-агентной системе моделирования Swarm. Возможности встроенного графического интерфейса пользователя в данном пакете позволяют визуально наблюдать за ходом развития процесса. С помощью специального инструментария, содержащегося в основных библиотеках, мы выводим на экран анимационную картину. Выводится среда исследования (сеточная область), на которой располагаются и перемещаются агенты, а также отображается величина ресурса в каждой ячейке. Клетки, содержащие агентов-мужчин и агентов-женщин, окрашены в разные цвета. Степень распределения ресурса в среде различается по цветовой гамме:

чем больше капитал ресурса, тем ярче цвет. Таким образом, мы можем выявить агентов-мужчин с большим ресурсом, основываясь на окружающем его «ореоле». Имитацию процесса можно наблюдать как в непрерывном, так и в пошаговом развитии. В любой момент времени можно узнать величину наличного ресурса агента-мужчины, расположение агентов, вызвав вспомогательное графическое окно на каждого агента. Изменяя в данном окне значение параметров, мы имеем возможность переместить любого агента, поменять его характеристики.

При первоначальном запуске программы-модели появляется пользовательская панель управления, позволяющая переключать режимы работы (остановка, непрерывное и пошаговое развитие, сохранение любого этапа исследования), панель начальных данных модели, где отображаются коэффициенты и начальные значения параметров, которые исследователь может установить.

Для описанной выше модели проведены компьютерные эксперименты и подобраны коэффициенты, при которых поведение агентов согласуется с формализацией реализуемого социального процесса. Рассматривалось поведение агентов при образовании семьи. Определялись параметры, которые влияют на количество созданных семей, продолжительность существования семьи, конечное распределение ресурса, тип поведения агентов.

Экспериментально выявлены три типа поведения агентов и соответствующие им формы семьи. Они зависят от потребностей женщин в ресурсах и от возможностей мужчин обеспечить их этими ресурсами.

Первый тип образуется, когда возможность мужчин в обеспечении ресурсами примерно равна среднему уровню потребности женщин, в этом случае образуются стабильные семьи, состоящие из двух агентов разного пола, например, моногамные семьи.

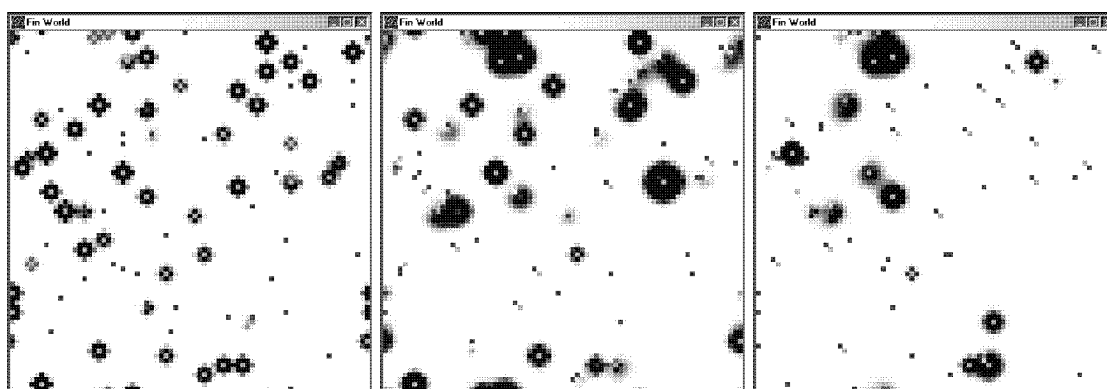


Рис.1. Стадии развития моногамных семей

На рисунке 1 мы видим три стадии развития социума: начальную, промежуточную и финальную. В начальной стадии агенты располагаются случайным образом. Светлые точки — агенты-мужчины, темные — агенты-женщины. Вокруг агентов-мужчин образован темный «ореол», характеризующий наличие ресурсов. Через некоторый промежуток времени (на промежуточной стадии)

видно: уменьшение ресурса у одних агентов-мужчин и увеличение у других, перемещение агентов-женщин ближе к ресурсообеспеченным агентам-мужчинам, образование нескольких семей. В этих семьях устанавливается баланс роста и потребления ресурса. В финальной стадии практически все агенты образовали моногамные семьи.

Второй тип поведения наблюдается в случае, когда потребности женщин существенно превышают средний уровень обеспечения ресурсами мужчин. При этом, даже если семьи и образуются, то они существуют непродолжительное время, а в большинстве случаев вообще не возникают. Такой тип поведения можно охарактеризовать термином «парная семья». «Парная семья - известное соединение отдельных пар на более или менее продолжительный срок» [2, с. 50]. «Парная семья, сама по себе слишком слабая и слишком неустойчива» [2, с. 52].

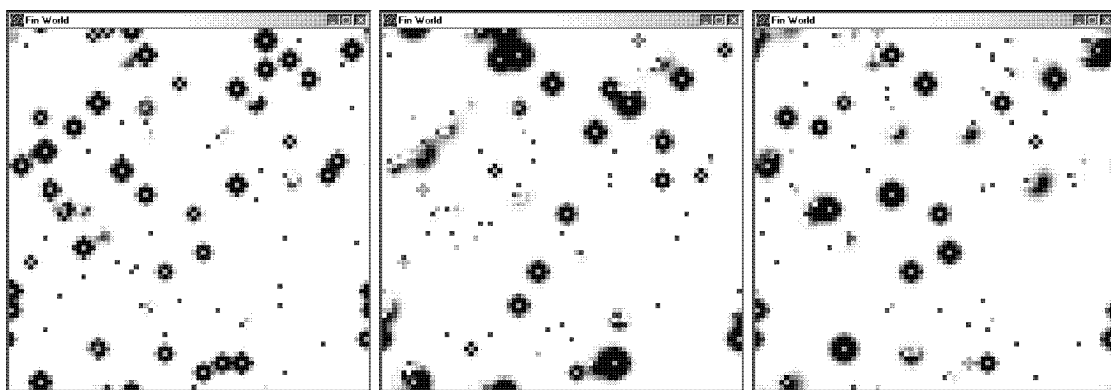


Рис.2. Стадии развития «парных семей»

В финальной стадии (рис. 2) видно отсутствие стабильных семей. При непрерывном наблюдении за процессом развития социума заметно образование и распад кратковременных семей.

Третий тип возникает тогда, когда возможность мужчин в обеспечении ресурсами превышает средний уровень потребности женщин, в этом случае образуются семьи, прототипом которых являются, например, полигамные семьи (полигиния), в которой один мужчина может обеспечить своими ресурсами существование нескольких жен.

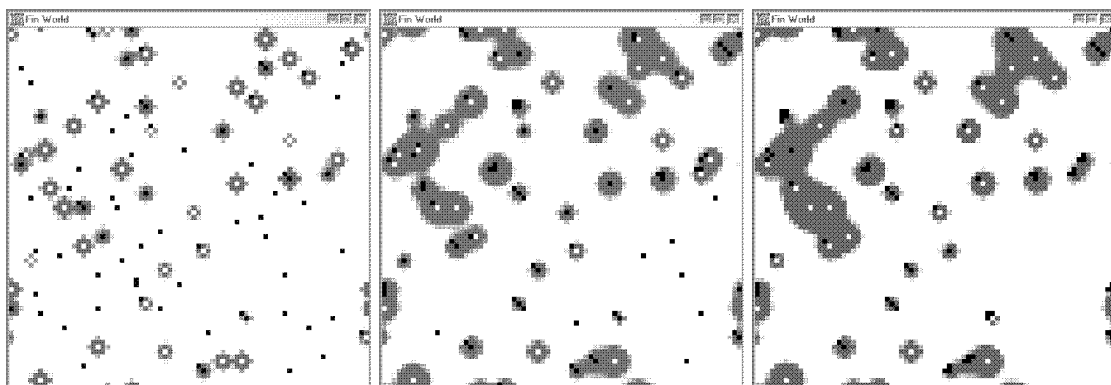


Рис.3. Стадии развития полигамных семей

На рисунке 3 в финальной стадии изображены полигамные семьи. Вокруг агентов-мужчин скапливаются несколько агентов-женщин.

## 5. Заключение

Разработана модель влияния ресурсообеспеченности мужчин на поведение женщин и образование семьи. Проведена серия компьютерных экспериментов с целью определения типов поведения. Были выявлены три типа и соответствующие им три формы семьи, которые могут быть интерпретированы как моногамные, парные и полигамные. Эти формы хорошо согласуются с формами семей, описанных в работе [2]. Это дает основание полагать, что данная модель хорошо описывает влияние отношения общего ресурса, которым обладают мужчины, к общим потребностям женщин на формы образования семьи и типы поведения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонов А.Н., Самарский А.А. *Уравнения математической физики*. М.: Наука, 1977.
2. Энгельс Ф. *Происхождение семьи, частной собственности и государства* / Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. М., 1961. Т.21.
3. Epstein J.M., Axtell R. *Growing Artificial Societies*. Washington, Brookings Institution Press, 1996.
4. Смелзер Н. *Социология*. М.: Феникс, 1994.
5. Телеконференция *simsoc* в Интернет. <http://www.mailbase.ac.uk/lists/simsoc/>