

## **МЕТОД КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Александр Уличев, Елизавета Мелешко, Виталий Хох  
Центральноукраинский национальный технический университет, Кропивницкий, Украина

**АННОТАЦИЯ.** В данной работе исследовались методы моделирования структуры социальных сетей, а также был предложен метод компьютерного моделирования сегмента социальной сети с заданным количеством кластеров для задач исследования процессов распространения информационных воздействий. Была создана компьютерная модель для генерации сегмента социальной сети с разными структурными свойствами для моделирования и исследования процессов распространения информационных влияний. Разработанная компьютерная модель позволяет исследовать: как влияет структурная позиция субъекта влияния на его эффективность в распространении информации, как влияет структура сети на ее робастность по отношению к внешним информационным воздействиям, через сколько времени субъект информационного влияния сможет воздействовать на заданное количество узлов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** социальная сеть, информационная безопасность, теория графов, компьютерное моделирование, информационные влияния

## **THE COMPUTER SIMULATION METHOD OF A SOCIAL NETWORK STRUCTURE FOR THE RESEARCH OF DISSEMINATION PROCESSES OF INFORMATIONAL INFLUENCES**

Oleksandr Ulichev, Yelyzaveta Meleshko, Vitaliy Khokh  
Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

**ABSTRACT.** In this paper, the simulation methods of a social network structure were researched and also the computer simulation method of a social network segment with a given number of clusters for the research of dissemination processes of informational influences was proposed. The computer model to generate a social network segment with different structural properties for modeling and researching processes of disseminating information influences was created. The developed computer model allows one to research: how a structural position of a subject of influence affects his efficiency in the dissemination of information, how the network structure affects its robustness with respect to external information influences, after how much time a subject of information influence can affect a given number of nodes.

**KEYWORDS:** social network, information security, graph theory, computer simulation, information influence

**ВВЕДЕНИЕ.** Моделирование социальных сетей – это важная научная задача, которая используется для исследования социальных процессов, например, процесса распространения информации и/или информационных воздействий, процесса формирования репутации участников социальной сети, процесса информационного управления и противоборства, и т.д.

С точки зрения информационной безопасности важными вопросами, на которые может помочь найти ответы компьютерное моделирование, являются такие: как влияет структурная позиция субъекта влияния на его эффективность в распространении информационных влияний, как влияет структура сети на ее робастность по отношению к внешним информационным воздействиям, через сколько времени субъект информационного влияния сможет воздействовать на заданное количество узлов.

В целом моделирование социальных сетей в первую очередь используется для осуществления [1]:

– анализа структуры сети (например, поиска лидеров мнений, поиска скрытых сообществ и скрытых связей и т.д.);

– исследования социальных процессов (например, распространение слухов и т.д.).

– исследования процесса формирования и развития социальной сети (например, исследование влияния репутации участников социальной сети на динамику изменения ее структуры во времени).

Наиболее часто для моделирования социальных сетей используют графовые модели [1, 2].

Социальную сеть можно представить в виде графа:

$$G = (V, E), \quad (1)$$

где  $V$  – вершины графа, представленные участниками (и, возможно, объектами социальной сети, такими как сообщения, комментарии, «лайки» и т.д.);  $E$  – ребра графа, представленные связями различного типа между участниками и объектами сети.

В данной работе вершинами графа будут пользователи социальной сети, а ребрами – социальные связи между ними, которые предполагают возможность обменом информационными сообщениями.

Исследователи выделяют следующие графовые модели социальных сетей [2, 3]:

1. **Обычные графовые модели.** Задаются матрицей смежности  $G$ , размерностью,  $n \times n$ , где  $n$  – число участников сети.

2. **Стохастические блоковые модели.** Задаются матрицей смежности  $G$ , размерностью  $n \times n$ , где  $n$  – число блоков участников сети. Элемент  $g_{ij} \in [0; 1]$  показывает плотность связей между участниками сети, принадлежащими блоку  $i$ , и участниками, принадлежащих блоку  $j$ . При этом граф не содержит ребер и вершин, показывающих связи участников сети внутри одного блока.

3. **Вероятностные графовые модели.** Задаются матрицей смежности  $G$ , размерностью  $n \times n$ , где  $n$  – число участников сети. Элемент  $g_{ij} \in [0; 1]$  показывает вероятность взаимодействия участника  $i$  и участника  $j$  в течении определенного периода времени.

Для исследования социальных процессов необходимо моделировать динамическую социальную сеть. Моделью динамической сети может быть **динамический граф** [4]. Динамический граф  $D$ , представляет собой

последовательность классических графов  $G_k$ , переход между которыми описывается различными графовыми операциями  $\varphi(G_k) = G_{k+1}$ .

Графовые операции можно разделить на базовые и сложные [4]. К базовым операциям относятся: добавление/удаление ребра, добавление/удаление вершины. Любую сложную графовую операцию можно описать последовательностью базовых графов операций. Операция, осуществляющая переход от графа  $G_k$  к графу  $G_{k+1}$  может быть как базовой так и сложной. Для построения динамического графа можно использовать множество графовых операций  $\Phi = \{\varphi^t\}$ . Последовательность графов  $G_1, G_2, G_3, \dots, G_m$  называется траекторией динамического графа [4].

Для анализа динамических графов применяются методы извлечения ассоциативных правил и методы анализа частотных моделей, для прогнозирования изменений в динамическом графе могут использоваться иерархические, вероятностные и реляционные модели, модели основаны на свойствах социальных сетей и модели основаны на свойствах участников сети [2, 4].

Кроме графовых моделей для моделирования социальных сетей могут применяться клеточные автоматы, цепи Маркова, модели Изинга, модели просачивания и заражения, модели независимых каскадов, модели с порогами, модели основанные на теории игр [5], агентные модели [6] и т. Данные модели позволяют исследовать распространение информационных воздействий в социальных сетях, влияние участников сети и т.д., и могут применяться в комбинации с графовыми методами.

**Целью статьи** является разработка метода компьютерного моделирования структуры сегмента социальной сети с заданным количеством кластеров, который в дальнейшем можно использовать для моделирования и исследования процессов распространения информационных воздействий в социальных сетях.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

При моделировании социальной сети следует учитывать, что ее структура состоит из различных типов кластеров [3, 7, 8]. Различными исследователями выделен ряд типов кластеров социальной сети с характерными конфигурациями. Среди них стоит выделить в частности следующие: группа, лидерская группа, клика.

Предлагается представлять социальную сеть как набор определенных подграфов – типов кластеров и рассматривать ее с точки зрения сетевого подхода [9, 10, 11] с учетом определенных ограничений.

Дадим определения некоторым избранным типам кластеров.

Группа (Г) – граф с таким набором связей, что каждые два узла связаны напрямую или через другие узлы. В литературе такое подмножество часто называют – «целостная сеть» [12]. Схематически граф типа «Группа» представлен на рис. 1.

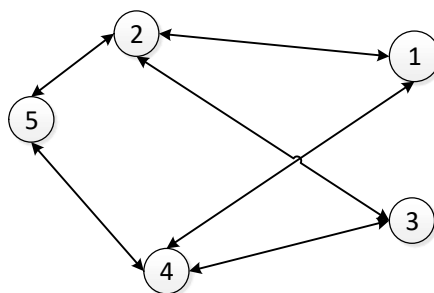


Рис. 1. Подграф социальной сети типа «Группа»

Клика (К) – граф в котором каждый узел связан с каждым, или, другими словами – все вершины графа смежные (рис. 2).

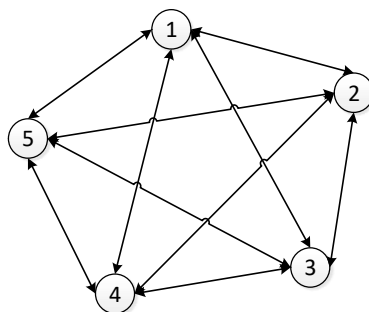


Рис. 2. Подграф социальной сети типа «Клика»

Такие кластеры в социальных сетях представляют интерес с точки зрения анализа информационной безопасности сети. В частности, в исследовании [13] указывается, что кластеры типа «клика» являются наиболее устойчивыми и активными, с точки зрения информационного обмена и влияния на окружающие узлы (другие субъекты сети). Теоретически в пределах клики могут формироваться противоположные идеи, но на практике, в большинстве случаев, «клика» объединяет единомышленников с общими интересами и идеями. Участники клики, обычно общаются и вне сети, их связи достаточно устойчивы и стабильны. Уровень информационного воздействия на порядки выше в отличие от кластеров, где основным носителем идеи есть отдельный субъект, так как в случае «клики» носителем и активным распространителем идеи выступает целый кластер, отображается и на количестве связей с внешними (по отношению к клике) узлами и на плотности информационного обмена. В исследовании [13] указывается и на возможность оценки возраста (зрелости) сети (как давно она сформировалась). Наличие клик с большим количеством узлов говорит о достаточно долгом существовании сети. Поиск клик и их анализ является одной из основных задач структурного анализа сетей.

«Смягченный» вариант клики называют К-плекс (понятие введено авторами [11]) – в таком графе не все, но подавляющее большинство узлов связаны между собой.

Лидерская группа (ЛГ) – подвид группы с одним или несколькими влиятельными узлами-лидерами, лидеры имеют связи со всеми другими узлами группы (рис. 3).

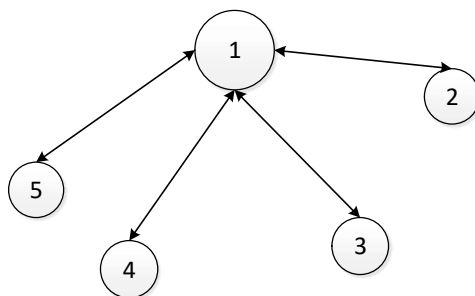


Рис. 3. Подграф социальной сети типа «Лидерская группа»

«ЛГ» фактически является подвидом «Г» с точки зрения теории графов, но существенно отличается с точки зрения структуры построения коммуникаций и развития. Такие подгруппы образуются при наличии в кластере явного лидера.

Под структурой сети можно понимать не только топологические особенности размещения узлов в графе и имеющиеся связи. В исследованиях можно встретить и другие классификации сетей, основанные на их структуре. Так в [14] приводится классификация Хефлина Ч., где сети структурируются на основе поведенческих моделей *актора* (субъекта сети) и возможностей, которые предоставляет ему та или иная сеть:

1. А-сеть. Позволяет актору обозначить и выстроить свое пребывание в социальной сети как определенной вполне реальной социальной единице с возможностью построения устойчивой социальной группы.

2. В-сеть. Позволяет актору обозначить и выстроить свое пребывание в социальной сети как определенной вполне реальной социальной единице без возможности построения устойчивой социальной группы.

3. С-сеть. Позволяет актору сформировать новые отношения внутри А и В сетей.

4. D-сеть. Вспомогательная сеть, предоставляющая инструментарий для построения и расширения функциональных возможностей отношений между акторами в сети Интернет.

При этом автор классификации отмечает не только особенности отдельного типа сети, но и решающую роль позиции субъекта в сети (пользователь, модератор, администратор и т.д.), которая влияет в дальнейшем на все информационные процессы.

Встречаются классификации на основе критериев доминантности (вес лидера и количество доминирующих лидеров) и коммуникативности (плотность связей и информационного обмена). Понятно, что все эти классификации коррелируются между собой. Сеть, относящаяся к определенной группе по критериям доминантности и коммуникативности, будет иметь и характерные наборы кластеров с их внутренней структурой.

На ряду с другими критериями структура носит определяющий характер для социальной сети и влияет на все процессы, происходящие в ходе ее функционирования и информационного обмена внутри. Структурный анализ сетей является актуальной задачей. Данная задача очень многогранна, для исследований могут использоваться различные подходы, методы и средства.

Подходы к генерации структуры социальной сети в значительной степени определяется задачами, которые ставятся перед компьютерной моделью сети. В случае данного конкретного исследования важными возможностями модели социальной сети являются следующие: наличие индивидуальных характеристик узлов и их поведенческих стратегий во время распространения информации.

Учитывая исследования других авторов и результаты обзора источников по анализу сетевых структур, для генерирования структуры сегмента социальной сети предлагается использовать набор базовых кластеров, а конкретные примеры сегментов реализовать как комбинацию выбраны следующие типы кластеров: группа, клика, лидерская группа. Кроме этого следует отметить, что в модели рассматриваются двунаправленные связи. То есть, если существует связь  $V_i \rightarrow V_j$ , то существует и  $V_j \rightarrow V_i$ .

Известно множество различных способов компьютерного представления графов, одним из способов является представление их в виде матриц смежности. Такой способ является достаточно удобным для программной реализации, а также для дальнейшей обработки и анализа, поэтому он и был использован.

Приведем примеры формального описания выбранных типов кластеров.

Формальное описание кластера типа «Группа» может выглядеть так:

$$G_{grupa} = (V_n | \forall V_i, V_j: i, j, k_i \leq n \exists \{E_{ik1}, E_{k1,k2}, E_{k2,k3} \dots E_{kn,j}\}). \quad (2)$$

Фактически группа является связным графом, матрица смежности может иметь различный вид (зависит от плотности связей), а обязательным является условие связности – существование пути между любыми выбранными вершинами кластера.

Формальное описание кластера типа «Клика»:

$$G_{клика} = (V_n | \forall V_i, V_j: i, j \leq n \exists E_{ij}). \quad (3)$$

Матрица смежности для клики будет иметь вид (рис. 4):

i\j	1	2	3	...	n
1	0	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1
3	1	1	0	1	1
...	1	1	1	0	1
n	1	1	1	1	0

Рис. 4. Матрица смежности для кластера типа «Клика»

Формальное описание кластера типа «Лидерская группа»:

$$G_{lid\_grupa} = (V_n | \exists i \leq n, \forall j \leq n \exists E_{ij}). \quad (4)$$

Матрица смежности для лидерской группы будет характеризоваться наличием колонки и строки полностью заполненных значением 1 (кроме диагонального элемента), матрица будет иметь вид (рис. 5):

i\j	1	2	3	...	n
1	0	1	x	x	x
2	1	0	1	1	1
3	x	1	0	x	x
...	x	1	x	0	x
n	x	1	x	x	0

Рис. 5. Матрица смежности для кластера типа «Лидерская группа»

Здесь узел с индексом 2 является лидером группы, элементы x в матрице смежности означают, что на их месте могут как быть ребра (значение 1), так и не быть (значение 0).

В разрабатываемой компьютерной модели матрицы смежности кластеров сегмента сети генерируются автоматически, а также существует возможность внесения изменений в них в ручном режиме.

Предложенный подход к генерированию структуры сети позволяет генерировать сегменты сетей с достаточно разнообразной топологией, а возможность внесения корректив в ручном режиме обеспечивает возможность локально изменять ее структуру и приближать сеть в модели к реальной структуре социальной сети, которая является объектом исследования.

В данной работе генерация структуры социальной сети базируется на создании комбинации из некоторого количества параметризованных кластеров.

В базовом наборе кластеров предлагается использовать все три типа кластеров: группа, лидерская группа, клика. Основным параметром при генерации кластера является количество узлов. В качестве дополнительного параметра присутствует процент узлов кластера с высоким уровнем информационного сопротивления.

Для возможности редактирования структуры социальной сети и с целью получения сетей с заранее заданной структурой в программную реализацию компьютерной модели добавлена возможность добавления/удаления узлов и добавления/изъятия связей.

Так как базовым элементом социальной сети является узел, а компьютерная разрабатываемая модель базируется на объектном подходе, стоит начать рассмотрение модели именно с него.

Узел социальной сети в разрабатываемой модели характеризуется определенным набором параметров, определяющих его поведение и текущее состояние. В модели узел описывается следующими характеристиками:

$$V_i = \langle Av_i, Rv_i, Oav_i, Iav_i, \{Vj_i\} \rangle, \quad (5)$$

где  $Av_i$  – (Active) активность пользователя  $V_i$ , количество активных диалогов (обращений к другим пользователям) за одну итерацию модели;  $Rv_i$  – (Reputation) репутация пользователя  $V_i$ , влияние информационного посыла, сила убеждения;  $Oav_i$  – (Opposite) информационное сопротивление пользователя  $V_i$ , критичность по отношению к идее, которая распространяется;  $Iav_i$  – (Involvement) степень вовлеченности в идею пользователя  $V_i$ , уровень доверия;  $\{Vj_i\}$  – множество контактов, узлов с которыми существует информационный обмен у узла  $V_i$ .

Узел в разрабатываемой компьютерной модели представлен отдельным классом и имеет следующий вид (листинг 1):

#### Листинг 1. Класс, описывающий узел модели социальной сети.

```
public sealed class User
{
    /// <summary>
    /// Базовые характеристики узла сети
    /// Активность узла (количество сообщений за 1 итерацию)
    /// </summary>
    public int Activity { get; set; } // (A) Active
    /// Информационное сопротивление (недоверчивость) // (Op) Opposite
    /// </summary>
    public int Opposite { get; set; }
    /// <summary>
    /// Репутация // (R) Reputation
    /// </summary>
    public int Reputation { get; set; }
    /// <summary>
    /// Вовлеченность в идею // (I) Involvement
    /// </summary>
    public int Involvement { get; set; } //
    /// Графическое представление
    public double PointX { get; set; }
    public double PointY { get; set; }
    private Ellipse ellipse;
    public Ellipse Ellipse
    {
        get { return ellipse; }
    }
}
```

```
        set { ellipse = value; }  
    }//Точка  
    public string Name { get; set; } // имя пользователя  
    public List<User> FriendsList = new List<User>(); // список  
контактов        ////// Дополнительные сервисные поля  
    public int Level { get; set; }  
    ///    public List<User>ForTree = new List<User>();  
    public int NumberFromMatrix { get; set; } // Порядковый номер в  
матрице  
}
```

Конкретные значения полей узел получает в момент добавления к сети в зависимости от параметров, заданных при генерации кластера, конкретной роли узла и других факторов.

Далее рассмотрим метод генерирования одного из кластеров на примере лидерской группы. Лидерская группа характерна наличием узла, имеющего связи со всеми другими узлами сети.

Данный метод предусматривает несколько составляющих этапов:

**1 Этап.** Создание массива точек, которые будут определять визуальное положение узлов на экране;

**2 Этап.** Создание самих узлов (определение индивидуальных параметров) и добавления их в общий массив узлов сети;

**3 Этап.** Установление структурных особенностей в соответствии с выбранным типом кластера (создание связей между узлами);

**4 Этап.** Внесение изменений в матрицу смежности.

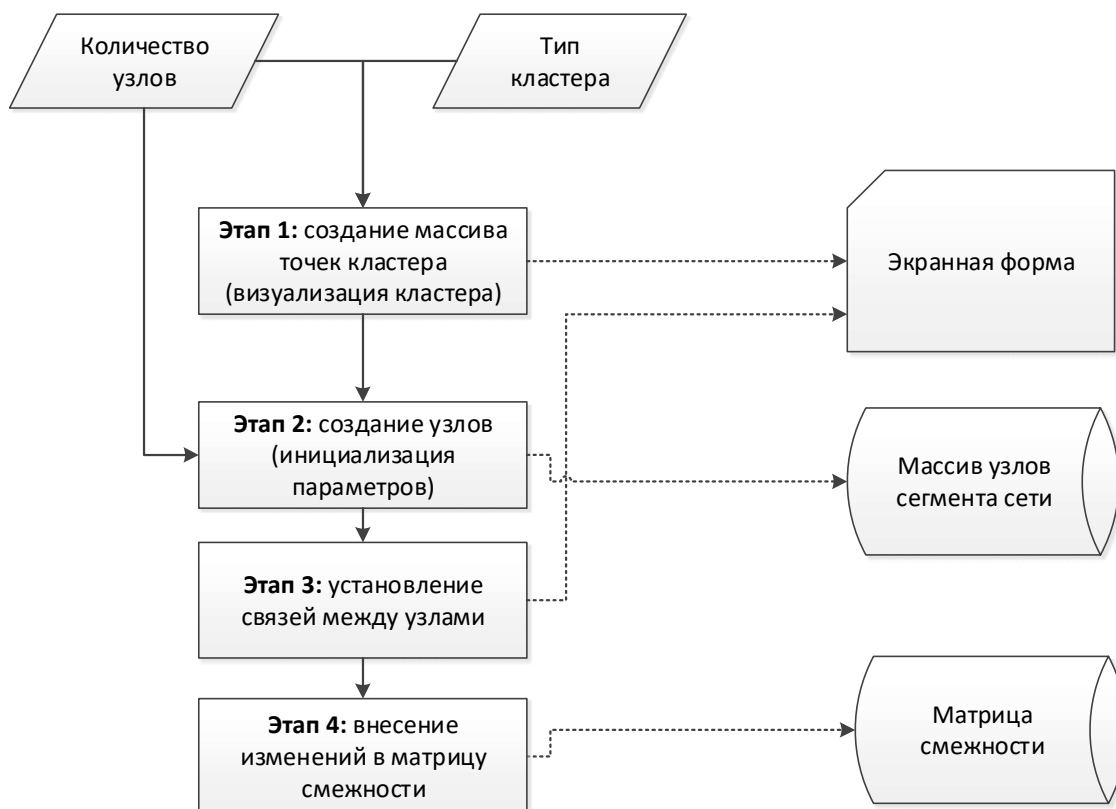


Рис. 6. Этапы метода генерации структуры социальной сети



Каждый тип кластера в конструкторе имеет ограничения на количество узлов сверху, при установке параметров пользователь может задать значение данного параметра (`int countUsers`) в предложенных конструктором пределах. Кроме количества узлов в метод передается центральная точка, которая определяет место размещения кластера на экране, положение других узлов кластера рассчитывается относительно данной точки.

Отдельно стоит охарактеризовать лидера группы. Логично предположить, что узел, который является лидером группы, имеет достаточно высокий уровень репутации (возможно самый высокий уровень, относительно других узлов группы). В противном случае он не может быть лидером группы. Так как лидер группы имеет наибольшее количество связей и для поддержания своего статуса должен постоянно общаться с другими членами группы, его уровень активности должен быть достаточно высоким. А информационное сопротивление должно быть не ниже среднего с точки зрения лидерской позиции в группе.

Другие узлы, если не задан параметр высокого информационного сопротивления в кластере, получают случайные значения этого параметра в допустимых пределах. Тем самым реализуется равномерное распределение характеристик по сети. Вовлеченность в идею до первой итерации модели у всех узлов кроме генератора равно нулю. Так как положение генератора определяется уже после создания структуры сети, то этот параметр при генерации независим от типа кластера, а также для отдельно (вручную) добавленных узлов всегда равен нулю.

Формулы, используемые для начальной инициализации параметров  $i$ -го узла в кластере, представлены ниже:

$$\begin{aligned}Active(V_i) &= random(1, KK), \\Reputation(V_i) &= random(1, 90), \\Opposite(V_i) &= random(10, 800), \\Involvement(V_i) &= 0,\end{aligned}\tag{6}$$

где  $V_i$  – узел группы не из числа лидеров,  $KK$  – количество контактов узла  $V_i$ .

Для узла, который является лидером группы, учитывая вышеописанные рассуждения, значения параметров активности, репутации и сопротивления несколько выше по сравнению с другими узлами в кластере:

$$\begin{aligned}Active(V_l) &= [0.7 * KK], \\Reputation(V_l) &= 100 - random(20), \\Opposite(V_l) &= 00 + random(500), \\Involvement(V_l) &= 0,\end{aligned}\tag{7}$$

где  $V_l$  – лидер группы,  $KK$  – количество контактов лидера группы  $V_l$ .

**Листинг 2.** Метод добавления в сеть кластера типа «Лидерская группа».

```
internal void AddLiderGroup(Point point_, int countUsers ){
// Проверка нахождения центральной точки, представляющей узел, в допустимых
пределах на экране
    if (point_.Y > 90 && point_.Y < 620){
// Буферный массив точек, отвечающих узлам
    Point[] masPointBuf = new[]{
// Создание точек, инициализация координат смещения
        new Point(0, 0),
```

```
        new Point(10, 10),
        new Point(20, 10),
        new Point(20, 20),
        new Point(30, 10),
    ...
    };
// Создание массива точек в соответствии с указанным количеством узлов
Point[] masPoint = new Point[countUsers];
// Цикл присвоения местоположение каждому узлу
for (int i = 0; i < countUsers; i++){
    masPoint[i] = masPointBuf[i];
}

var    userList    =    GenarateUserList(point_,    masPoint,
UserList.Count).ToList();// Создание списка узлов кластера

// Определение случайного узла, которому присваивается роль лидера группы
Random random = new Random();
int lider = random.Next(0, countUsers);

// Установление значений характеристик узлов
for (int i = 0; i < userList.Count; i++){
    if (i==lider){
        for (int j = 0; j < countUsers; j++){
// Если узел лидер группы
            if (i!=j){
                userList[i].FriendsList.Add(userList[j]);
                userList[j].FriendsList.Add(userList[i]);
                userList[i].Activity = (int) 0.7*countUsers;
                userList[i].Opposite = 500 + random(500);
                userList[i].Involvement = 0;
                userList[i].Reputation = 100 - random(20);
            }
        }
    }
    else{
        int count = random.Next(0, 2);
        for (int j = 0; j < count; j++){
            int user = random.Next(0, countUsers);
            if (i != user && !userList[i].FriendsList.Any(x=>x.Name==
userList[user].Name)){
                userList[i].FriendsList.Add(userList[user]);
                userList[user].FriendsList.Add(userList[i]);
                userList[i].Activity = random.Next(1,
userList[user].FriendsList.countUsers);
                userList[i].Opposite = random.Next(10,800);
                userList[i].Involvement = 0;
                userList[i].Reputation = random.Next(1,90);
            }
        }
    }
    AddMatrix (userList[i]); // внесение изменений в матрицы смежности
}
// добавление списка узлов кластера в общий список узлов сети
UserList.AddRange(userList);
}
}
```

С точки зрения пользователя разрабатываемой компьютерной модели, который проводит на ней эксперименты, процесс добавления кластера заключается в выборе его

типа, установлении количества узлов (рис. 7) и выборе местоположения центральной точки кластера на рабочем поле, на котором визуализируется структура сгенерированной социальной сети.

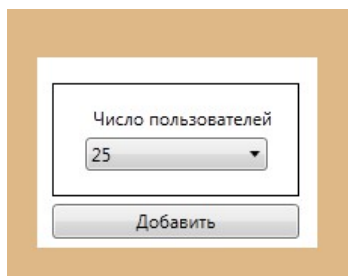


Рис. 7. Окно установки количества узлов

После обработки этого метода пользователь видит размещение кластера на рабочем поле и может выбирать разные режимы его отображения (рис. 8).

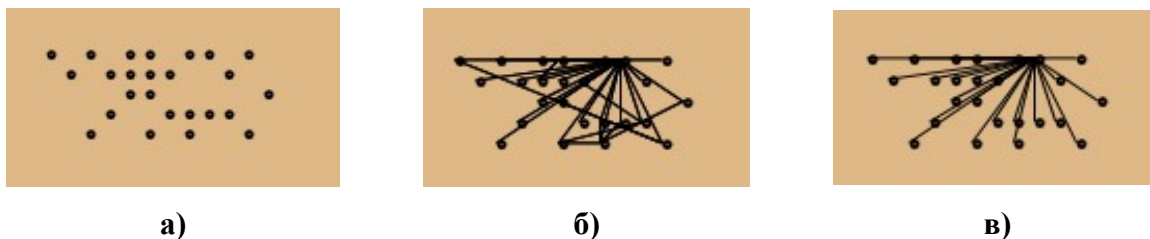


Рис. 8. Различные режимы отображения кластера: (а) исходное отображение узлов кластера, (б) кластер в режиме отображения всех связей, (в) отображение связей выбранного кластера (в данном случае лидер группы)

Аналогично, с точностью до структурных особенностей типа кластера, работают методы генерирования других типов кластеров.

Пример сгенерированного сегмента социальной сети в разрабатываемой компьютерной модели приведен на рис. 9.

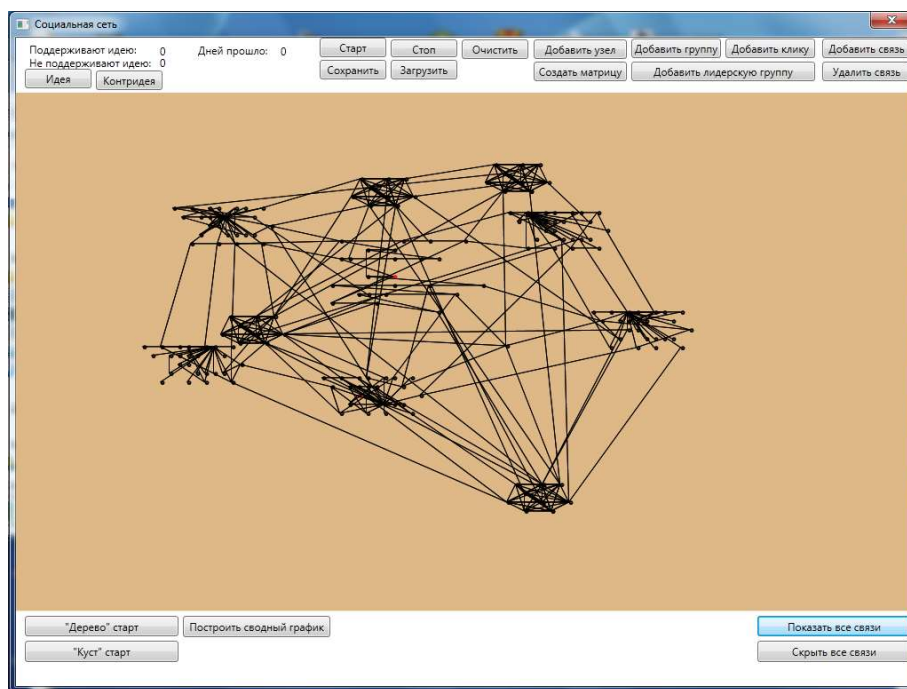


Рис. 9. Пример сегмента сети, сгенерированного в компьютерной модели  
 Процесс информационного обмена в модели происходит в виде итераций, где каждая отдельно взятая итерация соответствует определенному временному промежутку (например, 1 итерация = 1 день).

Вовлеченность в  $\alpha$ -идею отдельного узла определяется аддитивным принципом. Показатель вовлеченности равен сумме накопленных  $\alpha$ -посылов на текущую итерацию:

$$I\alpha v_j = \sum_{m=1}^x \sum_{i=1}^n k_{ij} * \alpha_i, \quad (8)$$

где  $I\alpha v_j$  – уровень вовлеченности  $j$ -го узла в  $\alpha$ -идею,  $x$  – текущая итерация моделирования,  $n$  – количество контактов  $j$ -го узла,  $\alpha_i$  – сообщение от  $i$ -го узла, фиксирует наличие сообщения, значение параметра определяется как:

$$\alpha_i = \begin{cases} 1, & \alpha - \text{сообщение от } V_i \text{ было} \\ 0, & \alpha - \text{сообщение от } V_i \text{ не было} \end{cases}, \quad (9)$$

где  $k_{ij}$  – коэффициент информационного воздействия, определяется соотношением:

$$k_{ij} = \frac{Rv_i}{Op\alpha v_j}, \quad (10)$$

где  $Rv_i$  – репутация узла  $V_i$ ,  $Op\alpha v_j$  – уровень недоверия  $j$ -го узла к  $\alpha$ -идеи.

Поведение и вовлеченность к идее определяется параметром  $I\alpha v_j$ , при превышении определенного порогового значения узел считается вовлеченным в идею. Этим разрабатываемая модель похожа на пороговые модели. Классические пороговые модели рассматривают линейную функцию накопления воздействия.

Так как уровень доверия (недоверия) в модели уже закреплен к конкретной идеи, то информационный вес узла (ИВ) предлагается определять, как коэффициент, получаемый по отношению:

$$ИВ = Репутация / Недоверие. \quad (11)$$

В случае наличия в сети распространителей контридеи к  $\alpha$ -идеи, необходимо учитывать их влияние, и тогда формула (7) примет вид:

$$I\alpha v_j = \sum_{m=1}^x (\sum_{i=1}^n k_{ij} * \alpha_i + \sum_{i=1}^n k_{ij} * (-\alpha_i)). \quad (12)$$

При наличии распространителей контридеи функция вовлеченности перестает быть монотонной и может убывать в случае, если узел получает сообщения с контридеей. В данном случае также определяется уровень вовлеченности распространителя контридеи – пороговое значение (отрицательное) после которого узел становится контргенератором, распространять контридею узел начинает после снижения значения вовлеченности ниже определенного уровня:  $I\alpha v_i < -0.5I\alpha g$ .

Для упрощения восприятия результатов, а также их анализа в модель, кроме графического отображения динамики вовлеченности в идею в сети, добавлена возможность получения динамического графика, отражающего количество вовлеченных в идею узлов на каждой итерации. График позволяет сравнивать скорость роста вовлеченности, для сравнения эффективности разных стратегий распространения информации. На рисунке 10 представлены структура сегмента социальной сети и график количества вовлеченных в  $\alpha$ -идею узлов во времени.

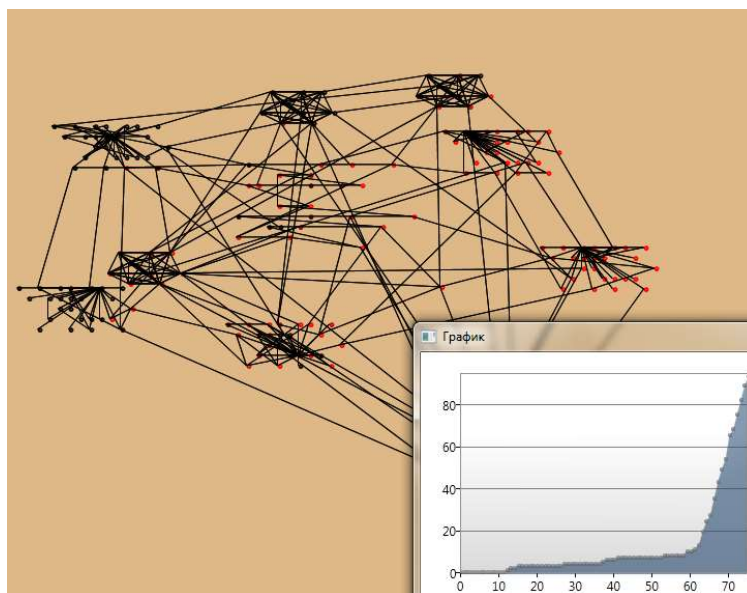


Рис. 10. Графическое отображение состояния социальной сети на  $i$ -й итерации модели

На разработанной компьютерной модели можно проводить моделирование процессов распространения информации и информационных воздействий с применением различных стратегий субъектов распространения информации [15].

## ВЫВОДЫ

В этой работе проведено исследование существующих методов моделирования структуры социальных сетей и их сегментов. Разработан метод компьютерного моделирования сегмента социальной сети для исследования распространения информационных воздействий. Реализована компьютерная модель для генерирования сегмента социальной сети, в которой можно проводить эксперименты для исследования различных стратегий распространения информационных воздействий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Гусарова, Н.Ф. (2016) “Анализ социальных сетей. Основные понятия и метрики”, СПб: Университет ИТМО, 67 стр.
- [2] Батура, Т.В. (2013) “Модели и методы анализа компьютерных социальных сетей”, *Программные продукты и системы*, №3, URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-i-metody-analiza-kompyuternyh-sotsialnyh-setey>
- [3] Чураков, А.Н. (2001) “Анализ социальных сетей”, *Социологические исследования*, №1, С. 109-121.
- [4] Кочкаров, А.А., Сенникова, Л.И., Кочкаров, Р.А (2015) “Некоторые особенности применения динамических графов для конструирования алгоритмов взаимодействия подвижных абонентов”, *Известия ЮФУ. Технические науки*, №1(162), URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-osobennosti-primeneniya-dinamicheskikh-grafov-dlya-konstruirovaniya-algoritmov-vzaimodeystviya-podvizhnyh-abonentov>
- [5] Губанов, Д.А., Новиков, Д.А., Чхартишвили, А.Г. (2010), “Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства – Второе издание”, Москва: Издательство физико-математической литературы, 228 стр.
- [6] Haidai, B., Artiukh, R., Maluyeva, O. (2018), “Analysis and modelling the preferences of social networks users”, *Innovative technologies and scientific solutions for industries*, No 1 (3), P. 5-12. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2018.3.005>.
- [7]Евин, И.А. (2010), “Введение с теорию сложных сетей”, *Компьютерные исследования и моделирование*, Том 2, № 2, С. 121-141.
- [8] Меликов, С., Мусатов, Д., Савватеев, А. (2013), “Моделирование социальных сетей”, URL: [https://kpfu.ru/docs/F117464271/MMS\\_socnet\\_cities.pdf](https://kpfu.ru/docs/F117464271/MMS_socnet_cities.pdf)
- [9] Сазанов, В.М. (2010), “Социальные сети как новая общественная сфера. Системный анализ и прогноз.”, Москва, *Лаборатория СВМ*, 180 стр.
- [10]Hogan, B. (2007), “Analysing social networks via the Internet”, 13 p., URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/be39/06ca5bfc196581aeaa957cc9287179819bc1.pdf>
- [11]Seidman, S.B., Foster, B.L. (1978), “A graph-theoretic generalization of the clique concept”, *Journal of Mathematical Sociology*, №6(1), 139–154.
- [12]Wellman, B., Hogan, B., Berg, K et al. (2006), “Connected lives: The project”, *The networked neighborhood*, pp. 161–216.
- [13]Komusiewicz, C. (2016), “Multivariate algorithmics for finding cohesive subnetworks”, *Jena, a, Germany, Friedrich-Schiller University of Jena*, 24 p., URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/2def/ce3c6f915a4d2bd64412c9a15b4f3bed9f09.pdf>
- [14]Тоискин, В.С., Красильников, В.В. (2010) “Классификация социальных сетей интернет как элементов социальных структур”, *Заочные электронные конференции*, URL: [www.econf.rae.ru/pdf/2012/10/1688.pdf](http://www.econf.rae.ru/pdf/2012/10/1688.pdf).
- [15]Уличев, А.С., Мелешко, Е.В. (2018), “Программное моделирование распространения информационно-психологических воздействий в виртуальных социальных сетях“, *Харьков: Современные информационные системы*, Т.2, №2, С. 35-39, – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/adinsys\\_2018\\_2\\_2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/adinsys_2018_2_2_8) (на украинском)