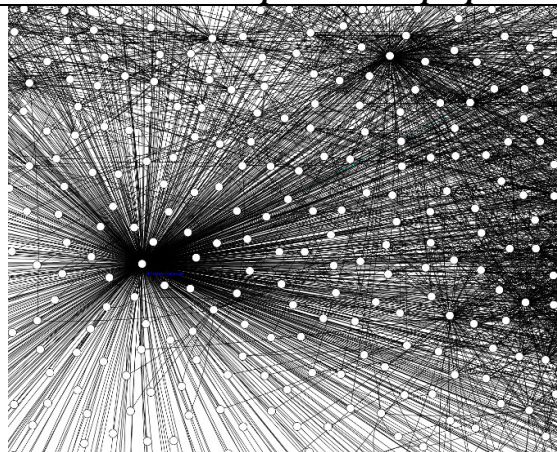
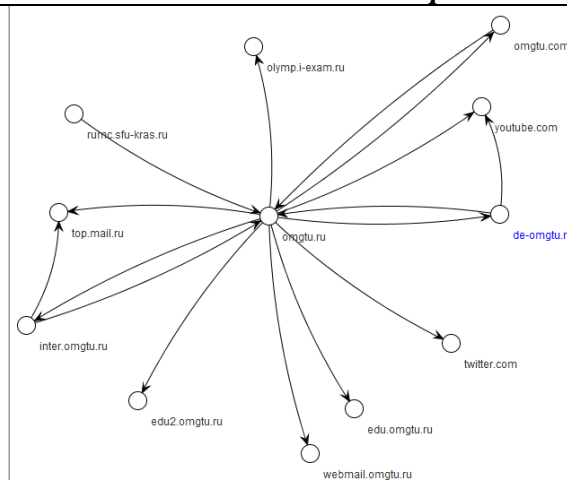


ГРАНТ 16-31-60023 мол_а_дк Математические модели и структуры социальных сетей

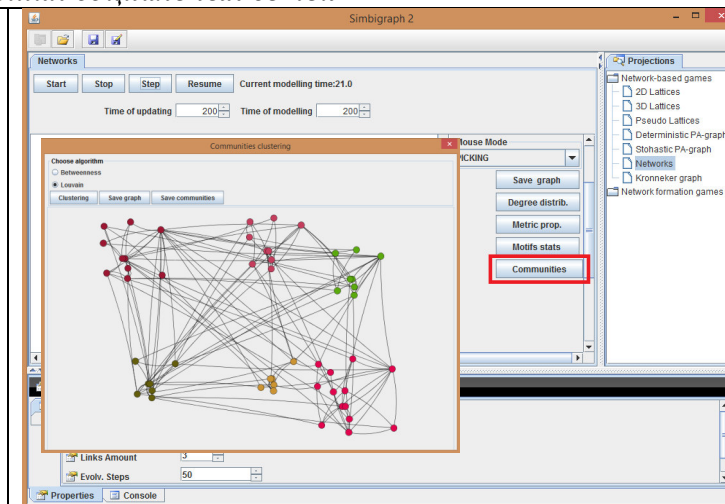
Исследование направлено на разработку новых методов анализа и моделирования больших социальных сетей



Фрагмент исследованной социальной сети «ВКонтакте»,
https://github.com/yudinev/VK_neighbourhood
https://github.com/yudinev/VK_subnet



Фрагмент исследованной сети ссылок веб-страниц,
https://github.com/yudinev/web_crawler



Мгновенный снимок программы, разработанной для моделирования сетевых процессов. <https://github.com/yudinev/Simbigraph2>

Основные результаты проекта

| Результат | Математические модели | Примеры интерпретаций и пояснения |
|--|--|---|
| Предложена модель случайных графов с нелинейным правилом предпочтительного связывания с учетом потери связей между участниками сети в ходе ее эволюции | Выведены уравнения динамики, позволяющие прогнозировать развитие сети с потерями связей в процессе развития сети, а также с учетом разовых потерь после выращивания (случайное просеивание). | Граф с непрерывной потерей связей можно интерпретировать как структуру некой «разогретой» экономики, если его вершины поставить в соответствие субъектам экономической деятельности, а дуги – проектам (регулярным взаимодействиям) пар субъектов. Принцип предпочтительного связывания – вполне соответствует тому, как выбираются партнеры новыми субъектами при их вхождении в систему регулярных экономических взаимодействий. Отсутствие потерь дуг соответствует благоприятному для развития экономики климату, когда все проекты сохраняются в течение длительного времени. Модель с потерями связей соответствует «холодному экономическому климату», определяемому, в частности, большими налогами. Модель со случайным просеиванием связей соответствует ситуации, когда после некоторого «теплого периода» сбор дуг получился тем же, как и в режиме непрерывной потери дуг, но происходит это не непрерывно, а после генерации. Какая модель оказывается наиболее жизнеспособной, в какой модели присутствует (при прочих равных условиях), большее число «локомотивов экономики» обсуждается в работе [1]. |
| Решена задача комплексной калибровки графов с нелинейным правилом предпочтительного связывания. | Формулируется и решается экстремальная задача калибровки графов по распределению степени связности вершин и совместному распределению концевых степеней ребер. | В ранее выполненных работах [2,3] мы «научились» подбирать «функцию предпочтения» для реализации заданного распределения степени связности вершин. В работе [4], выполненной в рамках гранта, мы впервые «научились» подбирать «функцию предпочтения» так, чтобы было реализовано не только заданное распределение степени связности вершин, но и совместное распределение степени связности ребер. В работе предложенный подход использован для построения модели графа сети Интернет на уровне автоматизированных систем. |

| | | |
|---|--|--|
| Решена задача моделирования сетей путем «смешивания» случайных графов. | Формулируется и решается задача калибровки композиции (объединения) графов с нелинейным правилом предпочтительного связывания для реализации заданных распределения степени связности вершин и совместного распределения концевых степеней ребер моделируемой сети. | В работе [5], выполненной в рамках гранта, показывается, что социальная сеть Brightkite может быть представлена в виде композиции (объединения) двух крупных компонент с автономными структурами. Обе компоненты хорошо описываются графами предпочтительного связывания. В этой же работе геосоциальная сеть Gowalla рассматривается как композиция автокоррелированной случайной сети Эрдеша–Реньи и сети, описываемой графом предпочтительного связывания. Соответствующая модификация графа Эрдеша–Реньи – автокоррелированный ЭР-граф, введенный в статье [5], учитывает автокоррелированное поведение устанавливающих связи пользователей сети, поведение, на которое влияет память о предыдущих успехах и неудачах. |
| Решена задача калибровки графа по заданному распределению степени узлов и коэффициенту кластеризации путем введения нового типа случайных графов – модульная модель графов с нелинейным правилом предпочтительного связывания | Выводятся математические соотношения, позволяющие выполнять комплексную калибровку графа, выражаемого присоединениями модулей. Показано, что эта модель позволяет калибровать случайные графы предпочтительного связывания одновременно по распределениям степеней связности вершин и по коэффициенту кластеризации. | В методы теории случайных графов с нелинейным правилом предпочтительного связывания вводится новый прием – использование для выращивания графов сложных стохастических приращений (модулей), состоящих из нескольких взаимосвязанных вершин (модульная модель). Предложенная в рамках гранта модульная модель [6] успешно была использована для совместной калибровки по распределению степени связности вершин и коэффициенту кластеризации. В работе [7] модульная модель была расширена до модели с добавлением целых сообществ, что отражает реальную картину роста социальных сетей, например, при поступлении в университет в социальную сеть университета добавляются сразу несколько студентов, которые сразу связываются между собой, поскольку поступают в одну студенческую группу. |
| Решена задача разработки ускоренного алгоритма для расчета встречаемости сетевых мотивов на основе статистического подхода | Предложены алгоритмы, основанные на метода случайной выборки каркасов (впервые предложенным в [8] и реализованным изначально только для неориентированных графов), для расчета встречаемости типовых подграфов в сетях с направленными связями. | Предложенный алгоритм позволяет ускорить расчет 3-мотивов и 4-мотивов в сетях с направленными связями в сравнении с известными подходами (реализованными в библиотеке igraph для среды R, пакетах mfinder, accMotif, Fanmod). Проблема перебора большого числа типовых подграфов на четырех вершинах в ориентированных графах решена путем развития оригинального ускоренного метода Монте-Карло (метода случайной выборки каркасов) с учетом представления найденных подграфов в канонической форме графов (алгоритм BLISS). |

1. Задорожный В.Н., Юдин Е.Б. Dynamic equations of node degrees in growing networks with connection losses // 2016 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines, Dynamics 2016. – Proceedings, 2017. – P. 7819111. DOI: 10.1109/Dynamics.2016.7819111.
2. Zadorozhnyi V.N., Growing graphs with addition of communities // Journal of Physics: Conference Series Structural properties of the scale-free Barabasi-Albert graph. // Automation and Remote Control. – Vol. 73, No. 4, 2012. – P. 702–716. DOI: 10.1134/ S0005117912040091.
3. Zadorozhnyi V.N., Yudin E.B. Growing network: models following nonlinear preferential attachment rule // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications (2015) pp. 111–132.
4. Задорожный В.Н., Юдин Е.Б. Калибровка случайных графов предпочтительного связывания по распределениям степеней вершин и ребер // Омский научный вестник. – 2017. – № 1(151). – С. 114–118.
5. Задорожный В.Н., Юдин Е.Б. О неоднородной структуре социальных сетей // Омский научный вестник. – 2017. – № 2(152). – С. 91–96.
6. Задорожный В.Н., Юдин Е.Б., Юдина М.Н. Калибровка случайных графов предпочтительного связывания по распределениям степеней вершин и ребер // Омский научный вестник. – 2017. – № 3(153). – С. 104–109.
7. Yudin E.B. Growing graphs with addition of communities // Journal of Physics: Conference Series, DOI 10.1088/1742-6596/1050/1/012099.
8. Юдин Е.Б. Расчет числа мотивов на трех узлах методом случайной выборки каркасов в сетях с направленными связями // Омский научный вестник. – 2017. – № 1(151). – С. 135–139.