

7. *Eli J. Finkel, Christopher A. Bail, Mina Cikara, Peter H. Ditto, Shanto Iyengar, Samara Klar, Lilliana Mason, Mary C. McGrath, Brendan Nyhan, David G. Rand, Linda J. Skitka, Joshua A. Tucker, Jay J. Van Bavel, Cynthia S. Wang, James N. Druckman.* Political sectarianism in America // *Science*. – 30 Oct 2020. – Vol. 370. Issue 6516. – P. 533-536.

Охапкина Е.П.

Разработка динамической системы функционирования сообществ социальной сети

Аннотация: Протекающие в сообществе социальной сети процессы показаны в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка. Рассмотрена имитационная модель построенной исследованной динамической системы при различных начальных условиях имитации.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, социальные сетевые сервисы, системная динамика, информационно-коммуникационные технологии, имитационное моделирование

Примем, что в рамках моделирования предметной области для системы сообществ социальной сети (далее ССС) определены три обязательных параметра:

1. L – общее количество отметок «нравится» (так называемых «лайков» ('like')) на внутреннем сленге аудитории сообщества социальной сети) за анализируемый период времени t .
2. P – общее количество подписчиков (постоянных читателей) для ССС за анализируемый период времени t .
3. S – общее количество сообщений в ССС вне зависимости от адресатов и получателей за анализируемый период времени t .

Каждый из приведенных параметров участвует в процессах системы ССС. Таким образом, для каждого параметра может быть определен закон его изменения, который в рамках математической постановки будет представлен характеристическим уравнением.

Пусть l_i – количество отметок типа 'like' для одной произвольной записи («поста») сообщества социальной сети. Тогда

параметр L может быть определен как сумма отметок типа «like» для всех записей («постов») ССС, имеющей вид (1).

$$L = \sum_{i=1}^n l_i, \quad (1)$$

где n – количество записей в ССС за анализируемый период времени t , i – порядковый номер записи.

Размер постоянной аудитории ССС напрямую зависит от уровня интереса и привлекательности публикаций, поставляемых сообществом. В качестве параметра, определяющего читательский интерес аудитории ССС, предлагается использовать введенный ранее показатель l_i . Пусть l_j количество посетителей, ставших подписчиками целевого ССС после просмотра одной произвольной публикации. В этом случае параметр P может быть определен в виде записи (2).

$$P = \frac{\sum_{i,j=1}^{n,m} l_i p_j}{\gamma}, \quad (2)$$

где m – количество наборов посетителей, ставших подписчиками после просмотра одной произвольной публикации; j – порядковый номер публикации; γ – коэффициент негативного восприятия публикации j аудиторией, который может быть интерпретирован как доля негативных отзывов/комментариев о публикации j , , при этом $\gamma \in [1, \dots, 9]$.

Для описанного набора параметров предполагается зависимость вида (3)

$$\gamma \rightarrow 0 \Rightarrow P \rightarrow \infty \quad (3)$$

Таким образом, очевидно, что наименьший коэффициент негативного восприятия публикации j аудиторией приводит к увеличению числа посетителей, ставших подписчиками сообщества после прочтения публикации j .

В рамках математического моделирования предметной области предполагается, что в ССС возможность обмена сообщениями доступа руководству и пользователям, которые имеют статус подписчиков сообщества. Пусть s – количество сообщений, инициируемых одним подписчиком сообщества, а r – количество сообщений, инициируемых одним членом руководства сообщества. Далее предположим, что каждый из подписчиков и членов

руководства сообщества может с некоторой вероятностью h начать обмен сообщениями. В этом случае для параметра S следует считать справедливым равенство вида (4).

$$S = \frac{(P_s + R_r)h}{\mu} - g, \quad (4)$$

где $R \in N$ – количество членов руководства сообщества; μ – технический коэффициент загруженности сети, $\mu \in (1, \dots, 1.8]$; g – доля погрешности или количество сообщений, не дошедших до адресата ввиду проблем на технической стороне сети.

Для всех ранее определенных параметров ССС могут быть установлены взаимозависимости, описываемые дифференциальными уравнениями.

Количество отметок типа ‘like’ в сообществе зависит от качества и характера восприятия аудиторией поставляемых сообществом публикаций. С учетом данного фактора, предлагается описать закон изменения общего количества «лайков» через коэффициенты негативного и положительного восприятия постоянной аудиторией генерируемого сообществом контента. Введение нового коэффициента положительного восприятия публикаций аудиторией позволяет описать закон изменения отметок типа ‘like’ в виде уравнения (5).

$$\frac{dL}{dt} = \omega(L + P + S) - \gamma L, \quad (5)$$

где $\omega = [1, \dots, 9]$ – коэффициент положительного восприятия аудиторией публикаций сообщества.

В данном случае предполагается, что отметки типа «нравится» могут выставлять только участники, являющиеся подписчиками сообщества. В данном случае количество сообщений S следует считать косвенным показателем активности аудитории, ввиду чего в законе изменения количества отметок типа «нравится» значение данного параметра учитывается наравне с количеством подписчиков P .

В рамках моделирования предполагается, что размер постоянной аудитории будет изменяться в зависимости от общего числа отметок типа ‘like’, а общее количество сообщений в сообществе никаким образом не влияет на размер постоянной аудитории, что может быть описано уравнением вида (6).

$$\frac{dP}{dt} = \omega L - 2\gamma P, \quad (6)$$

В данном случае влияние коэффициента негативного восприятия публикаций будет иметь вдвое большее значение, поскольку он является определяющим в решении читателя публикации стать членом постоянной аудитории ССС.

Подразумевается, что в ССС обмен сообщениями могут инициировать только подписчики и члены руководства сообщества. В этом случае закон изменения общего количества сообщений будет описан уравнением вида (7).

$$\frac{dS}{dt} = RP - \frac{\omega L}{\gamma}, \quad (7)$$

Все описанные законы изменения для каждого из целевых параметров дают возможность описать процессы ССС в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка, которая выражает баланс между доступными параметрами ССС. Таковая система уравнений записана в виде (8).

$$\begin{cases} \frac{dL}{dt} = \omega(L + P + S) - \gamma L \\ \frac{dP}{dt} = \omega L - 2\gamma P \\ \frac{dS}{dt} = RP - \frac{\omega L}{\gamma} \end{cases} \quad (8)$$

Система (8) может быть представлена в наиболее традиционном представлении, для этой цели предлагается произвести следующие замены:

$$L \rightarrow x$$

$$P \rightarrow y$$

$$S \rightarrow z$$

В этом случае исходная система будет иметь вид (9)

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \omega(x + y + z) - \gamma x \\ \frac{dy}{dt} = \omega x - 2\gamma y \\ \frac{dz}{dt} = Ry - \frac{\omega x}{\gamma} \end{cases} \quad (9)$$

Вспользуемся системой имитационного моделирования iThink v.8.0 [1] для оценки динамики развития основных показателей (9) при различных начальных условиях. На рисунке 1 показан ориентированный граф имитационной модели соответствующий динамической системе (9).

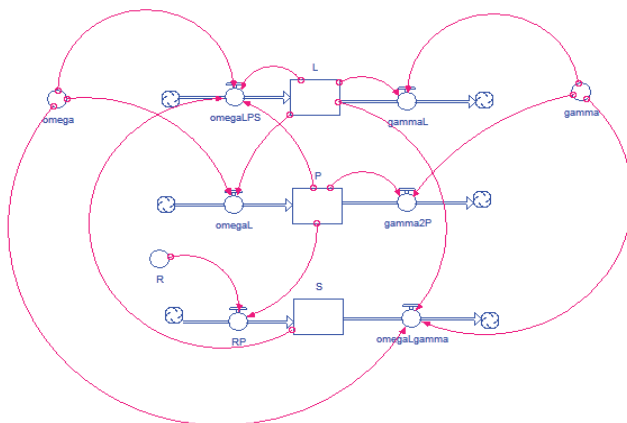


Рисунок 1 – Ориентированный граф динамической системы

Рассмотрим несколько сценариев развития процессов изменения количества отметок «like» (L), подписчиков (P) и сообщений (S). В таблице 1 покажем начальные условия для первого сценария.

Таблица 1 – Начальные условия сценария

| Параметр | Значения | | |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Первый сценарий | Второй сценарий | Третий сценарий |
| L | 100000 | 10000 | 500000 |
| P | 10000 | 1000 | 1000000 |
| S | 20000 | 2000 | 500000 |
| ω | 1.1 | 1.1 | 0.9 |
| γ | 2.5 | 2.5 | 1.0 |
| R | 5 | 5 | 1 |

Для решения в численном виде воспользуемся методом Runge-Kutta 4, наиболее точным методом доступным в iThink. В качестве временной шкалы укажем условные временные единицы. На рисунке 2 можно видеть динамику изменения показателей L, P and S для начальных условий первого сценария.

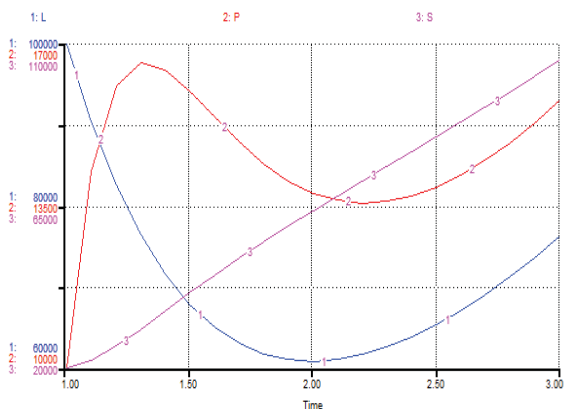


Рисунок 2 – Динамика развития процессов в условном масштабе времени

Наблюдение нестабильных режимов работы динамической системы для рассматриваемого объекта моделирования, с одной стороны, кажется предсказуемым: множество отдельно действующих пользователей. Но, с другой стороны, даже большое

количество пользователей объединяют единые оценки высказываний, что дает повод о том, что формирование мнений на виртуальной площадке возможно. Считаю перспективным также рассмотреть подход, связанный с созданием динамической системы основанной на мультиагентном моделировании. В таком подходе формирование отклика со стороны пользователя подчинено его деятельности в малой группе большого сообщества социальной сети. В этом смысле, малая группа выступает с двух позиций: как агент формирования мнения и его транслирования на общую аудиторию и, в то же время, является агентом сообщества, воспринимающим чужое мнение извне.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научно-исследовательского проекта № 18-29-22104 «Разработка социально-киберфизической системы мониторинга разнообразного интернет-контента для противодействия проявлению агрессии, давления и других форм деструктивного воздействия на индивидуальное и групповое сознание пользователей»

Литература:

1. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Устинов Р.Д., Стиридонов Г.В. Имитационное моделирование в системе структурного и имитационного моделирования "IThINK" // Вестник Технологического университета. – 2019. – Т. 22. №. 2. – С. 159-164.
-
-