

УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ОТКЛИКА ЭЛИТЫ НА НАПРЯЖЕННОСТЬ ОБЩЕСТВА.

Басаева Е.К., Каменецкий Е.С., Хосаева З.Х.

Владикавказский научный центр РАН, Россия, г. Владикавказ, ул. Маркуса д.22
helen@smath.ru, esk@smath.ru, hzaia83@mail.ru

Аннотация: В работе исследовано влияние запаздывания на изменение напряженности взаимодействующих социальных групп. Изменение величины запаздывания, может повлечь качественное изменение кривых описывающих напряженность элиты и народа при неизменных значениях параметров модели и функции, определяющей экономическое состояние народа.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение с запаздывающим аргументом, моделирование социальной напряженности, запаздывание.

Введение

Дифференциальные уравнения с запаздыванием используются в различных областях: инженерном деле, экономике, динамике популяций, медицине и т.п.

В связи с тем, что реакция социальной группы на внешние воздействия не мгновенна, а происходит с некоторой задержкой, вполне логично введение в модель запаздывающего аргумента. В известной авторам литературе нет работ учитывающих влияние запаздывания на протекание социальных процессов. Хотя возможность использования дифференциальных уравнений с запаздыванием при анализе социальных процессов отмечается в работе [1].

Работа посвящена исследованию влияния запаздывания на изменение напряженности взаимодействующих социальных групп.

Постановка задачи и результаты

Рассмотрим систему состоящую из двух социальных групп: правящей элиты и народа [2].

При моделировании динамики напряженности социальной системы важно учитывать, что реакция на событие не бывает мгновенной, а проявляется с некоторым временным лагом. Для учета эффекта запаздывания при моделировании социальной системы основная трудность связана с определением времени запаздывания. Кроме того, не очевидно, какие функции в правой части дифференциальных уравнений должны содержать запаздывающий аргумент.

Будем считать, что запаздывание проявляется только в интенсивности восприятия элитой воздействия трудящихся, т.е. вводим запаздывание в коэффициент во втором слагаемом в правой части уравнения (1):

$$dP_1/dt = -\gamma_1 P_1 + (c_1 P_2(t-\tau) / (1 - P_2(t-\tau))) (P_2 - P_1) \quad (1)$$

$$dP_2/dt = \gamma_2 (U_2 - P_2) + c_2 P_1 / (1 - P_1) [(P_1 - P_2) + \eta_2 P_2 (1 - P_1)] \quad (2)$$

Здесь $P_1 = P_1(t)$ и $P_2 = P_2(t)$ – напряженности элиты и народа соответственно, $U_1 = U_1(t)$ и $U_2 = U_2(t)$ – функции, определяющие влияние экономической ситуации на элиту и народ ($P_1, P_2, U_1, U_2 \in [0; 1]$); $\gamma_1, \gamma_2, \eta_2 \in [0; 1]$, c_1 и c_2 – параметры модели.

Отклонение $\tau > 0$ и непрерывно. В работе τ принимается либо постоянной, либо неявно зависит от t как функция $P_1(t)$. Система (1)–(2) решалась численно методом Рунге – Кутты четвертого порядка. В точке со смещенным аргументом значения функции определяется с применением интерполяции кубическим сплайном или разложением в ряд Тейлора при малых τ . Влияние изменения экономической ситуации задается константой или синусоидой.

В результате расчетов получены два варианта изменения напряженности: выход на стационарный режим и возникновение неустойчивости. С ростом запаздывания увеличивается время переходного процесса и неустойчивость возникает позже. Следует отметить, что неустойчивость возникает за счет положительной обратной связи. Рост напряженности трудящихся приводит к росту напряженности элиты, которая в свою очередь увеличивает напряженность трудящихся.

При значительном росте напряженности трудящихся элита либо раскалывается образуя контрэлиту, стремящуюся дестабилизировать ситуацию, либо консолидируется стремясь стабилизировать ситуацию.

Рассмотрим случай консолидации элиты, т.е. уменьшение напряженности элиты из-за ослабления внутриэлитной борьбы. В модель такой процесс можно включить полагая, что коэффициент c_1 становится равным нулю с лагом равным запаздыванию после того, как напряженность трудящихся начинает превышать некоторое пороговое значение: $P_2(t-\tau) > P_{2кр}$. При этом как только $P_2(t-\tau)$ становится меньше $P_{2кр}$, значение c_1 вновь восстанавливается.

При малой величине запаздывания ($\approx 0,01$) и значениях констант $\gamma_1=\gamma_2=0,15$; $c_1=1,5$; $c_2=1,5$; $\eta_2=0,3$ возникают модулированные колебания напряженности народа (Рис.1). Период высокочастотных колебаний больше величины запаздывания а период низкочастотных модулирующих колебаний примерно совпадает с периодом изменения экономической ситуации. Если в этом варианте изменение экономической ситуации постоянно то решение представляет собой наложение высокочастотных колебаний на низкочастотных.

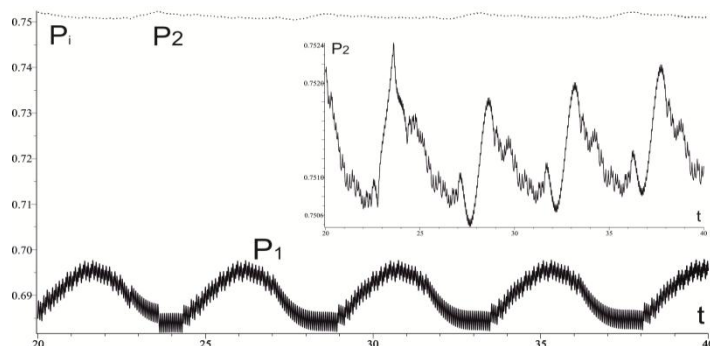


Рис.1 Изменение напряженности при малом постоянном запаздывании.

Изменение значений констант ($\gamma_1=\gamma_2=0,15$; $c_1=2$; $c_2=1,5$; $\eta_2=0,9$) при таком же значении запаздывания полностью меняет картину изменения напряженности (Рис.2), возникает квазипериодическое изменение напряженности.

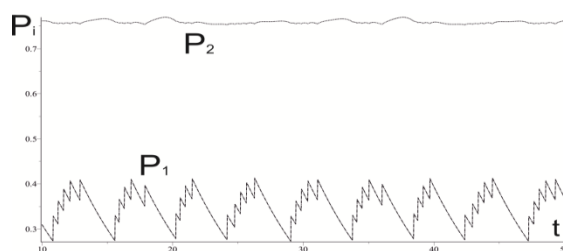


Рис.2 Изменение напряженности при малом постоянном запаздывании (большие значения c_1 и η)

Возможно подобные режимы могут реализоваться в период кризисов и объясняют чередование всплесков протестной активности и спокойных периодов.

В действительности более реалистичным является предположение о том, что величина запаздывания не постоянна, а зависит от текущего значения напряженности элиты. Вид зависимости запаздывания от напряженности может быть разным. Для расчетов, нами выбрано выражение:

$$\tau = z(1-P_1)^2$$

При устойчивых режимах переменное запаздывание практически не влияет на результаты расчетов. При неустойчивых режимах, уменьшение времени запаздывания с ростом напряженности элиты, приводит к более быстрому росту напряженности. Изменение напряженности трудящихся в этом случае велико.

При консолидации элиты и маленьких значениях z (< 1) поведение решения существенно отличается от получаемого при постоянном запаздывании. Увеличивается амплитуда низкочастотных колебаний, исчезают высокочастотные колебания. Период колебаний уменьшается и картина изменения напряженности становится похожа на ту которая наблюдается при больших постоянных значениях запаздывания.

Если z большое (в рассматриваемом случае $z=20$), то получаем качественно другое поведение кривых при постоянном $\tau=7,2$ (Рис.3) и переменном $\tau=20*(1-P_1)^2$ запаздывании(Рис.4). В обоих случаях наблюдается резкий рост напряженности после которого при постоянном запаздывании напряженность меняется слабо, а затем наблюдаем почти экспоненциальное падение P_1 , а падение P_2 почти линейно; при переменном запаздывании напряженности обеих групп падают почти экспоненциально.

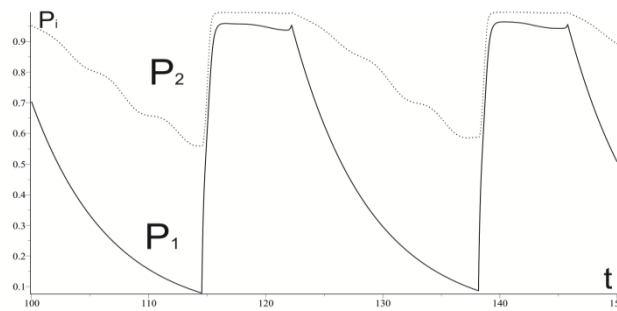


Рис. 3 Изменение напряженности при большом постоянном запаздывании

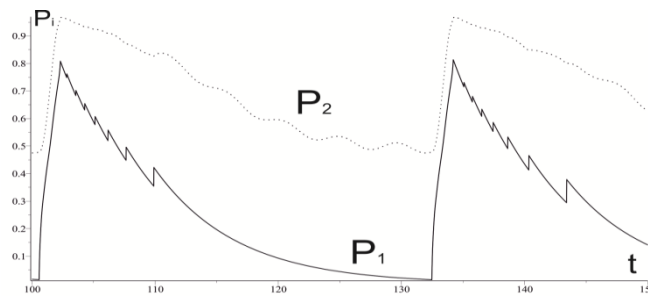


Рис. 4 Изменение напряженности при большом запаздывании зависящем от P_1

При переменном запаздывании увеличивается период одного колебания и размах колебаний напряженности трудящихся. Напряженность элиты несколько уменьшается и на начальном участке спада напряженности имеют место незначительные колебания.

Выводы

Анализ полученных результатов показывает, что изменение величины запаздывания в рассмотренной модели (1)–(2), влечет качественное изменение поведения кривых напряженности элиты и народа при неизменных значениях параметров модели и функции, определяющей экономическое состояние народа. Можно сделать вывод что существует возможность управления напряженностью общества путем изменения величины запаздывания. Скорость изменения запаздывания напрямую зависит от информированности элиты и скорости получения информации.

Литература

1. Dushkov I.N., Jordanov I., Vitanov N.K. Numerical Study of Nonlinear Dynamics of a Population System with Time Delay. – 2017. – URL: [\verb"https://arxiv.org/pdf/1701.08130.pdf"](https://arxiv.org/pdf/1701.08130.pdf) (дата обращения 12.12.2018).
2. Басаева Е.К., Каменецкий Е.С., Хосаева З.Х. О влиянии нелинейных эффектов на стабильность общества // Мат. заметки СВФУ. 2015. Т. 22. С. 78–83.