

## **Агентные модели локальных этнических конфликтов (на примере осетино-ингушского конфликта в селе Тарское)**

**Н.Г. Клаус, В.П. Свечкарев**

Агентное моделирование это современная методология, применяемая сегодня во всем мире для поддержки принятия решений, анализа и изучения сложных систем, состоящих из отдельных, функционирующих независимо друг от друга индивидов. Основной целью создания любой агентной модели является изучение влияния взаимодействий индивидов на системные характеристики в целом [1]. Целью создания агентной модели в данном случае является исследование этнического конфликта в процессе открытой конфронтации на основе имитации поведения участников. В качестве объекта исследования предлагается рассмотреть этнический конфликт, локализуемый на ограниченной территории с участием двух этносов. В частности, рассмотрен Осетино-ингушский конфликт на территории Пригородного района Северной Осетии, приведший к вооружённым столкновениям 31 октября – 4 ноября 1992 года, многочисленным жертвам со стороны осетинского и ингушского населения. По состоянию на 2013 год конфликт не урегулирован. После Бесланской трагедии в официальных документах появились формулировки «о невозможности совместного проживания осетин и ингушей». В Конституции Ингушетии заявлено, что «возвращение политическими средствами незаконно отторгнутой у Ингушетии территории и сохранение территориальной целостности Республики Ингушетия» является важнейшей задачей. В связи с этим создание прогнозных моделей данного этнического конфликта в процессе открытой конфронтации является актуальным [2].

На сегодняшний день одной из самых популярных сред разработки агентных моделей является свободно-распространяемый программный инструментальный NetLogo [3]. С использованием NetLogo разрабатываются агентные модели во всех основных отраслях наук, включая социальные,

политические науки, конфликтологию [4-6]. Библиотека NetLogo регулярно пополняется новыми моделями и расширениями, созданными десятками тысяч студентов, преподавателей, исследователей со всего мира, в том числе, и из России [7-9]. Модель, описываемая в данной статье была разработана в среде NetLogo на основе уже описанной ранее многоагентной модели «Две этнические группировки» [9,10].

Для исследования Осетино-ингушского конфликта были проведены начальные испытания модели на конкретном конфликте, задействовав в модели геоинформационные данные, характеризующие изучаемый объект, данные о населении – состав враждующих этнических группировок, учли существующий уровень напряженности между этническими группировками, изучив предысторию конфликта. При работе с моделью было проведено иерархическое усложнение модели – была построена иерархическая цепочка по принципу «снизу вверх», мы последовательно ввели новые усложняющие факторы в модель, дали им математическое описание, которое было реализовано в свою очередь в функциях исходного кода модели.

### **Описание исходных данных**

Сейчас в Осетии проживает не более 20 тыс. ингушей. По официальным данным на 1 января 2010 года в районе проживает 103,8 тыс. человек, 19 поселений/сел/поселков, среди них изучаемое в данной работе село Тарское, в котором [2]: всего – 4371 человек, осетины – 2559 чел. (58,5 %), ингуши – 1716 чел. (39,3 %), русские – 20 чел. (0,5 %), другие – 67 чел. (1,7 %). В селе Тарское, как и в некоторых других селах Пригородного района, определены «ингушские» и «осетинские» улицы и кварталы.

### **Применение модели для анализа конкретного конфликта**

Для создания многоагентной модели, способной анализировать конфликт на территории села Тарское, были поставлены следующие задачи:

1. Интегрировать в NetLogo ГИС-карту Пригородного Района.
2. Дифференцировать агентов: активные ингуши – активные осетины – нейтральные – третья сила (федеральные силы или миротворцы).

3. Цель модельного исследования заключается в получении ответов на следующие вопросы: что будет при открытой конфронтации, сколько требуется федеральных сил для остановки боевых действий.

Для того чтобы провести анализ конфликтной ситуации в селе Тарское с помощью агентной модели «Две этнические группировки», были проведены следующие действия:

1. ГИС-карта села Тарское была импортирована в NetLogo. Патчи модели были разделены условно на патчи (территории/улицы/дома/дороги) принадлежащие ингушам и территории, контролируемые осетинами. То есть каждая клетка поля модели (решетки) получила свои характеристики, которые используются как зависимости и параметры в формулах расчета поведения агентов.

2. Были определены и разграничены агенты: ингуши, осетины, федеральные силы. Количество представителей враждующих этнических группировок соответствует общему количеству жителей села Тарское, то есть реальным данным.

3. Исходный код модели, описывающий правила поведения агентов – представителей этнических группировок, был изменен с тем, чтобы соответствовать конкретному конфликту. Например, появление ингуша на территории, принадлежащей осетинам, вызывает падение показателя толерантности у агентов-осетин, что влияет на их готовность принять участие в открытой конфронтации, и может стать причиной вспыхнувшего конфликта.

### **Принципы работы модели**

Приведем атрибуты и правила поведения агентов – опишем спецификацию агента мирного жителя (она будет одинаковой как у агентов-ингушей, так и у агентов-осетин) — потенциального экстремиста. Во первых в каждой модели, описывающей конфронтацию этнических группировок должна быть характеристика, описывающая уровень напряженности отношений между народами. Наше представление напряженности будет очень простым и будет включать только два сильно идеализированных компонента, которые за

отсутствием лучшей терминологии назовем «Лишения» (**H**) и «Толерантность» (**L**). Их определения следующие: **H** - это трудности, которые испытывает конкретный агент (физиологические или экономические сложности и лишения. Это может быть в нашем случае безработица, отсутствие личного жилья, также этот параметр конкретного агента может отражать негативную предысторию общения с представителями противоположной этнической группировки и т. д.), в социологии эту величину определяет термин относительная депривация. Это значение будет внешним по отношению к модели. Предполагается, что оно будет устанавливаться для каждого агента отдельно. Из-за отсутствия конкретных данных, для каждого агента просто будет выставлено случайным образом значение, взятое из интервала (0, 1) — равномерное распределение на интервале (0, 1). Ясно, что этот параметр-показатель относительной депривации для каждого агента в последствии можно усложнять, адаптировать к реальности, складывать из настоящих статистических данных, что позволит отразить в модели реальные отношения между враждующими этническими группировками.

Но очевидно, что испытываемые трудности сами по себе не являются причиной обострения конфликта. Другой важный фактор это воспринимаемая агентом толерантность **T** по отношению к представителям противоположной этнической группировки. В данной модели величина тоже является внешней, может принимать значения от 0 до 1. Это величина, изменяемая пользователем модели, до запуска симуляции, чтобы иметь возможность протестировать степень конфликта при низких или высоких уровнях толерантности группировок. Из персонального уровня недовольства каждого агента (относительной депривации), а также общей легитимности должна складываться латентная напряженность. Уровень недовольства, который каждый из агентов испытывает по отношению к противоположной этнической группировке, основывается на этих двух переменных. Вариантов описания этой зависимости может быть представлено множество, мы в данной модели полагаем:

$$G = H(1-T).$$

Недовольство (**G**) это результат умножения испытываемых трудностей и принимаемой «нетерпимости», получаемой из  $(1 - T)$ . Интуитивное понимание этой формулы следующее: если толерантность высока, тогда испытываемые трудности не вызывают политического недовольства [11].

Конечно, обострение конфликта зависит от большого количества факторов — не только от чьего-то недовольства. Для организации открытых конфронтаций и обострения конфликта нужны лидеры, организаторы. Некоторые из агентов могут быть изначально ориентированны на конфликт, обладать статусом «активный противник» еще в начале работы модели. А что нужно для того, чтобы к активным агентам примыкали единомышленники (остальные представители его этнической группировки)? Например, некоторые из агентов, просто более расположены к рискованным предприятиям, нежели другие. И соответственно определим **R** как уровень неприятия риска агента. Гетерогенно среди агентов, так же как и **H**, значение **R** распределено равномерно. Для каждого из агентов присваивается значение уровня неприятия риска на интервале  $(0, 1)$  и остается фиксированным на протяжении всей жизни агента.

Все агенты, обладающие склонностью к риску, (кроме нейтрального значения риска) будут оцениваться как поддерживающие «активных противников» и вероятность ареста таких агентов до активного присоединения к конфликту должна возрастать. Такая оценка полагается для увеличения области воздействия федеральных сил. Они должны работать не только с активными и конфликтующими агентами, также включаем в область их влияния и тех агентов, которые имеют революционные взгляды. Vision — это параметр-число позиций области действия, а также видимости агентов. Это не только север, юг, запад и восток, но в целом окружающее количество клеток, равное значению переменной vision, которая может регулироваться пользователем, увеличиваться либо уменьшаться. Как и в большинстве агентных моделей, область видимости агента ограничена, информация локальна. Но при

необходимости заложить в модель можно более точные и реальные свойства (например, средства связи для федеральных сил для обмена информацией о местоположении активных экстремистов), и тогда движение представителей федеральных сил не будет случайно-хаотичным, а станет организованным.

Дадим агенту возможность на каждом шаге принимать решение — вступать в конфликт или нет. Для этого агент должен оценивать ситуацию вокруг себя. Обозначим отношение федерал-к-активному-агенту в области видимости агента  $v$  как  $(C/A)v$ . Положим в этом случае вероятность ареста агента-агрессора:

$$P = 1 - \exp[-k(C/A)v].$$

Константа  $k$  положена с тем, чтобы гарантировать оценку ( $P = 0.9$ ), когда  $C = 1$  и  $A = 1$ . Заметьте, что величина  $A$  — количество активных агентов всегда по крайней мере равна  $1$ , потому, что агент всегда считает себя активным, когда подсчитывает для себя  $P$  (вероятность собственного ареста в случае примыкания к экстремистам). Он спрашивает себя (обращается к вышеуказанной формуле) на каждом шаге работы модели «Какова вероятность того, что меня арестуют, если я перейду к активным действиям?». Интуиция за этой формулой проста. Вообразите сильно пострадавшего/недовольного агента, рассматривающего возможность атаковать представителя противоположной этнической группировки. Если по близости порядка  $10$  федералов, то вероятность быть арестованным гораздо выше в том случае, если он будет первым атаковавшим ( $C/A = 10$ ), чем в случае когда в драке уже участвуют больше  $20$  агентов ( $C/A = 1/3$ ). При конкретном количестве федералов оцениваемая вероятность ареста падает при большом количестве активных экстремистов поблизости. В расчет принимаются только агенты (активные и федералы) находящиеся в пределах видимости. Эта простая мысль будет играть важную роль в данном анализе.

На принятие решения «восстать или не восстать», агентом с нейтральным уровнем неприятия риска, никак не будет влиять оценочная вероятность ареста, в то время как на агента с низким показателем неприятия риска — будет.

Определим чистый риск агента:

$$N=RP.$$

В формуле  $N$  – это чистый риска агента (результат перемножения показателя неприятия риска и оцененной агентом вероятности ареста) [12].

Все эти формулы и понятия в совокупности описывают правила поведения агентов, согласно которым агенты изменяют свое состояние (статус). Правила перехода состояний ниже описаны в Таблице.

Таблица 1 – Переход состояний агента

Состояние	(G-N)	Переход состояния
Q (спокойный)	$>T$	$Q \Rightarrow A$
Q (спокойный)	$\leq T$	$Q \Rightarrow Q$
A (активный)	$>T$	$A \Rightarrow A$
A (активный)	$\leq T$	$A \Rightarrow Q$

Если для агента в состоянии  $Q$ , разница  $G-N$  превышает какой-то неотрицательный порог  $T$  (определено как в Таблице 1.), который может быть и нулем, тогда этот спокойный агент становится активным. Если для агента в состоянии  $A$  разница превышает  $T$ , тогда этот активный агент и остается активным, иначе он становится спокойным. Подытожим простое правило для агента в модели:

Правило Агента  $A$ : Если  $G - N > T$ , будь активным, иначе будь спокойным.

Агенты также обладают так называемой ограниченной рациональностью. Правильно будет понимать это правило как предусматривающее тот факт, что агент принимает одно из двух состояний (активный или спокойный) максимизируя ожидаемую выгоду. Обычно порог  $T$  устанавливается некоторым небольшим положительным значением. Однако заметьте, что если оно принимает отрицательные значения, как  $-G$  (то есть уровень фрустрации индивида, связанный с предпочтением притворства равен самому уровню недовольства), агенты могут посчитать рациональным вступить в конфликт, зная, что они будут вынуждены пострадать (получат отрицательную

выгоду). Просто хуже «Сидеть и далее терпеть». Агенты взвешивают ожидаемую выгоду и потери, но они не «сверхрациональны» [13].

Ограничения данной модели, накладываемые на область исследования, заключаются в следующем. Качество ГИС-данных очень сильно влияет на погрешность и качество модели. Модель не учитывает возможность прибытия новых представителей той или иной этнической группировки, в условиях современной мобильности это важное ограничение, для реализации которого могут потребоваться дополнительные силы. Федеральные силы не могут быть причислены к сочувствующим той или иной этнической группировке – они не имеют показателя толерантности. Модель предназначена только для очень маленьких локальных территорий.

Созданная модель, при определенных условиях, позволяет (с некоторой погрешностью) находить ответы на следующие вопросы: что будет при открытой конфронтации, терактах; сколько требуется федеральных сил для остановки боевых действий/умиротворения конфликта, как и где формируются очаги конфликта.

#### **Литература:**

1. Макаров, В.Л. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели) / В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин. – М.: Экономика, 2013. – 295 с.
2. Здравомыслов, А.Г. Осетино-ингушский конфликт: перспективы выхода из тупиковой ситуации. – М.: РОССПЭН, 1998. – 128 с.
3. Клаус, Н.Г., Свечкарев В.П. Многоагентное моделирование конфликтных ситуаций: Учеб. пособие. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2012. – 124 с.
4. Современная практика социального моделирования конфликтных процессов /Под ред. Розина М.Д. – Р/Д: Изд-во СКНЦВШ ЮФУ, 2010. – 120 с.
5. Свечкарев, В.П., Тымчук, Д.А., Конторович, С.Д. Адаптация многоагентных моделей конфликтных ситуаций в рамках теории идентичности // Научная мысль Кавказа. Междисциплинарный журнал, 2011, №2. С.52-64.



6. Современная практика моделирования этносоциокультурной конфликтности на Юге России /Под ред. М.Д. Розина. – Р/Д: Изд-во СКНЦВШ ЮФУ, 2012. – 160 с.

7. Свечкарев, В.П., Тымчук Д.А. Многоагентное моделирование критических социальных поведений // Инженерный вестник Дона, 2010. – №1. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/latest/n1e2010/175/>.

8. Клаус, Н.Г. Применение агентного моделирования в социально-экономических науках: модель «Децентрализованные восстания на Северном Кавказе» // Научное наследие Ю.А. Жданова и современные проблемы моделирования сложных социосистем (на материалах Юга России): материалы международных научных чтений (г. Ростов-на-Дону, 19 октября 2012 г.) – Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2012. – 244 с. – С.:95-102.

9. Клаус, Н.Г. Применение агентного моделирования в анализе социальных конфликтов. Модель «Две этнические группировки. Предотвращение геноцида» // Методология, теория и история социологии: сборник научных статей в 3 т. / под ред. В.И. Филоненко. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2012. – Т.2. – С.:57-65.

10. Клаус, Н.Г., Свечкарев, В.П. Моделирование экстремистской деятельности: адаптированные агентные модели // Инженерный вестник Дона, 2012. – №2. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012>.

11. Ожиганов, Э.Н. Политическая напряженность: имитационное моделирование и раннее предупреждение. // Аналитический вестник Совета Федерации РФ, 2008. – № 9 (354).

12. Epstein, J.M. (2000) Modeling civil violence: An agent-based computational approach. Center on Social and Economic Dynamics, The Brookings Institution, 1775 Massachusetts Avenue, NW, Washington, DC 20036; and External Faculty, Santa Fe Institute, 1399 Hyde Park Road, Santa Fe, NM 87501

13. Epstein, J. M., Steinbruner, J. D. & Parker, M. T. (2001) Modeling Civil Violence: An Agent-Based Computational Approach, Working Paper 20 (Center on Social and Economic Dynamics, Washington, DC).