

# Мультиагентное моделирование динамики экстремизма

Ю. Г. Дреус, Н. А. Павлов

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Россия

**Аннотация.** На основе анализа состояния общества с экстремистски настроенными элементами определена цель исследования - моделирование общественных явлений с учетом эмоций и психологического состояния человека для определения эффективности контртеррористических действий государства. Разработана концептуальная модель общества с радикально настроенными личностями, учитывающая социальные, когнитивные и эмоционально-психологические факторы, влияющие на развитие экстремистских проявлений. Построена модель, формализующая эти факторы и контртеррористические действия государства. При помощи агентного моделирования в среде Anylogic эта модель реализована и получены результаты, позволяющие определять динамику развития экстремальных проявлений в обществе в зависимости от мер, направленных на их предотвращение. Предложен интерфейс при помощи которого аналитик может изменять параметры, влияющие на происходящие в модели процессы, и изучать реакцию системы на такие изменения.

**Ключевые слова:** агентное моделирование, терроризм, состояние агента, обобщенная функция состояния, контртеррористические действия, стимулирующие действия, масштаб атаки.

DOI 10.14357/20718632190102

## Введение

Моделирование – мощный инструмент анализа и прогнозирования во всех сферах производственной, экономической и социальной жизни общества. Сложность моделирования социальных явлений заключается в их слабостью формализованности, в сложной зависимости от многих факторов, которые зачастую даже не имеют однозначных определений. Поэтому моделирование общества «в целом», как некоторой системы, функционирующей по определенным законам, не приводит к результату. Однако есть другой подход, основанный на данных о характеристиках и действиях отдельных элементов социальных систем. В ре-

зультате их взаимодействия формируются определенные принципы развития системы. Такой подход к моделированию, известный как «агентное моделирование», рассматривает систему как набор объектов с заданными свойствами и алгоритмами действий; при этом знать глобальные законы функционирования системы необязательно.

Такие объекты называют *агентами*. Они взаимодействуют со средой и друг с другом в соответствии со своими психолого-эмоциональными состояниями, формируя таким образом общее состояние системы.

Задача данного исследования заключалась в следующем. Используя систему моделирования AnyLogic, изучить изменение состояния общества при наличии в нем экстремистски

настроенных элементов под влиянием мер противодействия им со стороны государства. Это даст возможность прогнозировать преступность и наметить рациональные пути для борьбы с ней. Такой прогноз должен ориентировать предупредительную деятельность, помочь рассчитать силы и средства, сосредоточить усилия на узловых проблемах.

Несмотря на то, что существует большое число научных работ, в которых описываются различные социальные явления, в настоящее время сделано лишь небольшое количество попыток использовать компьютерное моделирование в этой области.

В статье [1] предлагается модель, в которой при помощи методов системной динамики описаны взаимодействия населения с мигрантами. Развитие этой модели содержится в работе [2], где понятие терроризма сужено до преступлений террористического характера, связанных с конфликтами мигрантов с мигрантофобами. В статье [3] описано применение теории игр для моделирования действий террористов при проникновении на объект. В работе [4] создана модель принятия решений группой террористов при выборе масштаба акции. Противодействие властей террористической организации, целью которой является увеличение числа сторонников, рассмотрено в статье [5]. Авторы работы [6] сравнивают два сценария инвестирования в противодействие угрозам: основанный на вероятностной оценке риска и основанный на стратегической оценке.

Как видно из приведенного краткого обзора выполненных работ, все они рассматривают частные вопросы проявления экстремизма. Взаимодействие экстремистских организаций с обществом, динамика этого взаимодействия, влияние на эту динамику экономических и общественно-политических факторов практически не изучается. Одной из немногих статей, посвященных этому вопросу, является статья [7], в которой изучаются действия правительства на акции террористов. В ней моделируется конфликт израильских властей и палестинских группировок. Экстремисты наносят урон, устраивая взрывы. Власти пытаются бороться с ними, нанося целенаправленные удары, находя и уничтожая осужденных лидеров группировок. Удары

властей поднимают уровень ненависти к их стране на территориях, контролируемых группировками, что увеличивает количество желающих вступить в группировки для отмщения. В модели террористы выбирают частоту атак, а власти - частоту своих ударов. Авторы работы пытаются найти оптимальную стратегию для властей с точки зрения сохранения наибольшего количества жизней, учитывая, что удары для государства стоят жизней гражданских людей, проживающих на подконтрольных группировкам территориях.

## 1. Концептуальная модель системы

Анализ выполненных работ позволил сформулировать содержательное описание исследуемой системы, а также уточнить постановку задачи ее изучения.

Система представляет собой сообщество индивидуумов (агентов), которые могут находиться в перечисленных ниже состояниях.

«Мирный» – соответствует мирному населению. Из этого состояния возможен переход только в состояние «сторонник». Этот переход возможен только под влиянием жизненных обстоятельств и ненаправленных воздействий внешней среды.

«Сторонник» – поддерживает экстремистов, но не участвует явно в их деятельности. Это наиболее многочисленная группа. Они могут служить источником кадров для экстремистских групп, а также просто создавать благоприятный политический климат. Переход в следующую группу возможен под воздействием внешней среды и индивидуальной агитационной деятельности вербовщиков.

«Активисты» – люди, непосредственно совершающие террористические акты. Их численность невелика. Они могут объединяться в группы, выполняющие один определенный террористический акт.

«Сотрудники» – люди, занимающиеся поддержкой проведения операций. Их задачи – помощь активистам в подготовке терактов, их моральная поддержка. Они занимаются связью и подготовкой убежищ, разведкой и обеспечением различных технических потребностей. Это довольно крупная группа.

«Группа» – объединяет «активистов» и «сотрудников», готовых к действиям. Переход в группу возможен под воздействием внешней среды и индивидуальной агитационной деятельности вербовщиков.

«Неактивен» – отражает последствия задержания агента спецслужбами.

Лидеры экстремистских сообществ, занимающиеся выработкой целей, стратегии и тактики организации, не выделяются в отдельное состояние, так как они крайне малочисленны, информации о них очень мало и средства воздействия на них весьма ограничены. Их функции по выбору параметров атак отнесены к воздействиям среды.

Как видно, переход из состояния в состояние зависит от личных эмоционально-психологических характеристик агента и от воздействий внешней среды. Он возможен в том случае, когда некоторая обобщённая функция состояния, вычисляемая на каждом шаге моделирования, превышает пороговое значение:

$$S(t) = a_1(t)SL + a_2(t)KL + a_3(t)PF + a_4(t)PK,$$

где  $0 \leq a_i(t) \leq 10$  ( $i = 1, \dots, 4$ ) – коэффициенты, отражающие важность  $i$ -го фактора,  $SL$  – социальный уровень,  $KL$  – когнитивный уровень,  $PF$  – личные особенности,  $PK$  – политический климат в обществе (уровень демократизации, легитимность власти, методы решения политических проблем).

Социальный уровень агента определяется его возрастом, заработной платой, принадлежностью к определённой религии, преданностью делу, готовностью к самопожертвованию, дисциплинированностью, чувством коллективизма.

Когнитивный уровень агента (под этим термином понимаются интеллектуальные особенности, т.е. психические механизмы переработки информации агентом) – это подозрительность; склонность к поиску ввне источников личных проблем; оборонительная готовность; раздражительность; нетерпимость. Эти факторы могут влиять на выбор стратегии действий и на переходы между состояниями.

Личные особенности характеризуются такими эмоционально-психологическими факторами как злопамятность, жажда самоутверждения, тревожность и влечение к смерти, отчужденность от по-

зитивных ценностей, склонность к насилию и жестокости. Они определяют склонность конкретного агента к радикализму.

Важность каждого фактора  $0 \leq a_i(t) \leq 10$  ( $i = 1, \dots, 4$ ) зависит от степени достижения агентом своей цели, от методов и уровня стимулирования противоправной деятельности и от уровня и методов противодействия противоправной деятельности.

В модели реализовано пять возможных целей: материальная обеспеченность, авторитет, власть, решение социальных и политических проблем. Цель агента с течением времени может изменяться под влиянием окружающей среды, воздействующей на эмоционально-психологические параметры агента (например, в зависимости от агитационной деятельности «сотрудников»).

Стремясь к достижению своей цели, агент переходит из состояния в состояние. В данной модели рассматривается переход в категорию «группа», где он становится участником террористического акта непосредственно как «активист» или косвенно как «сотрудник». Спустя определенное время, требуемое для подготовки, агент совершает атаку. Масштаб атаки может быть следующим:

1) атака небольшая (типа нападения на пост полиции или одиночные нападения на улице); такая атака не требует длительной подготовки (примерно один месяц) и большого числа участников (минимум 10 человек);

2) крупная акция – групповые нападения, похищения, акции с использованием небольших взрывных устройств; требует для подготовки около двух месяцев с числом активистов порядка 30 человек;

3) резонансная акция имеет большой резонанс в обществе: это захват большого числа заложников, угон транспортных средств, взрывы с большим числом жертв; этот тип наиболее привлекателен для террористов с точки зрения производимого на общество эффекта, но требует больших временных и людских затрат (более 100 активистов); время на ее подготовку более шести месяцев.

Результат атаки зависит от ее типа и параметров внешней среды «эффективность органов правопорядка». Это может быть успех (в этом случае различные типы атак приводят к различному

числу жертв, что является одним из выходных параметров модели) или провал; в некоторых случаях возможен отказ от атаки. Если атака провалилась, то через определенное время агент может вернуться к проведению новой атаки.

Из множества вариантов поведения террорист должен выбрать оптимальный, с его точки зрения, вариант.

Активную роль в антитеррористической деятельности играет государство. От него имени действует аналитик, выбирая направления борьбы с терроризмом, на которые будут выделяться средства. Распределение средств по направлениям является исходным входным параметром системы,

Основные методы противодействия экстремистской деятельности можно сгруппировать следующим образом:

1) снижение материальных возможностей террористов; к ним относятся выявление и блокировка источников финансирования, усиление контроля за оружием и боеприпасами;

2) совершенствование судебной системы, что подразумевает ужесточение законодательства по отношению к лицам, совершившим действия террористического характера, в том числе к способствовавшим распространению экстремистских идей;

3) повышение социального уровня, включает в себя решение социальных, религиозных проблем, снижение межнациональной напряженности и розни; к этой группе можно отнести работу властей со средствами массовой информации;

4) улучшение политического климата в государстве - проведение работ по демократизации общества, решение политических проблем государства, повышение легитимности власти, возможное вытеснение организаций из области террористической борьбы в область борьбы политической;

5) увеличение эффективности правоохранительных органов; данная группа объединяет различные силовые методы: проведение армейских и полицейских спецопераций, выявление и разрушение ячеек экстремистов, усиление охраны государственной границы, применение новых технических и организаци-

онных методов поиска террористических групп и противодействия этим группам.

Чтобы использовать все возможности определенной группы мер, необходимо затратить некоторые ресурсы.

Методы прямого стимулирования террористической деятельности сводятся к материальному вознаграждению участников противоправных действий и к агитационному воздействию на них. Кроме прямого стимулирования существует косвенное, когда цели агента не совпадают с его положением в обществе.

## 2. Мультиагентная модель системы

### Параметры агента

Каждый агент в агентной модели характеризуется набором параметров. К ним относятся следующие:

- идентификационный номер агента;
- цель агента;
- текущие значения составляющих весовых коэффициентов в обобщенной функции состояния:

$$a_i(t) = \sum_{k=1}^{n_i} \alpha_{ij} a_{ik}(t), 0 \leq \alpha_{ij} a_{ik}(t) \leq 1.$$

В модели учтены следующие факторы, характеризующие

- социальный уровень агента:
  - $a_{11}(t)$  - возраст;
  - $a_{12}(t)$  - заработная плата;
  - $a_{13}$  - принадлежность к религии (не зависит от времени);
- когнитивный уровень агента:
  - $a_{21}(t)$  - подозрительность;
  - $a_{22}$  - склонность к поиску вовне источников личных проблем (не зависит от времени);
  - $a_{23}(t)$  - оборонительная готовность;
  - $a_{24}(t)$  - раздражительность;
  - $a_{25}(t)$  - нетерпимость
- личные особенности (не зависят от времени):

- $a_{31}$  - злопамятность
- $a_{32}$  - жажда самоутверждения;
- $a_{33}$  - тревожность и влечение к смерти;
- $a_{34}$  - отчужденность от позитивных ценностей;
- $a_{35}$  - насилие;
- $a_{36}$  - жестокость.

– коэффициенты изменения весовых коэффициентов  $\alpha_{ij}$  под воздействием стимулирующих и противодействующих факторов;

– постоянные времени  $\lambda_{ik}$  для функций зависимости весовых коэффициентов в обобщенной функции состояния  $S(t)$  от времени:  $a(t) = \exp(-\lambda_{ik}t)$  – для убывающих функций,  $a_{ik}(t) = 1 - \exp(-\lambda_{ik}t)$  – для возрастающих функций;

– значение текущей обобщенной функции состояния;

– индекс текущего состояния агента;

– критические значения обобщенной функции состояния, определяющие переходы агента из состояния в состояние; они изменяются аналитиком в ходе моделирования с целью изучения влияния на выходные характеристики модели;

– индекс участия в атаке  $i$ -го типа;

– индекс результата атаки;

– вероятность провала атаки каждого типа;

– вероятность перехода в состояние «неактивен».

### Параметры среды

Под параметрами среды понимаются характеристики для выбора параметров атаки и вычисления числа жертв, а также переменные, описывающие характеристики правил и процессов, общих для всех агентов и действующих на уровне популяции. Каждый агент находится в среде, зависит от ее параметров и своими действиями может изменять ее характеристики.

- Минимальное количество активистов и сотрудников, необходимое для совершения того или иного террористического акта (косвенно из данных [8, 9]).

- Начальное значение количества активистов и сотрудников. Эти коэффициенты изменяются аналитиком в ходе моделирования с целью изучения влияния на выходные характеристики модели.

- Текущее значение количества активистов и сотрудников. Определяется по превышению обобщенных функций состояний над критическими значениями для каждого агента.

- Вероятности выбора масштаба атаки  $s_i$  (задаются аналитиком).

- Коэффициенты  $\lambda(s_i)$  для расчета числа жертв  $m_i$  по каждому виду атак  $s_i$ . Будем считать, что число жертв  $m_i$  для масштаба атаки  $s_i$

распределено по закону Пуассона; оно определяется как случайное число выбором «по жребии» [10] из распределения

$$P(m_i, s_i) = \frac{\lambda(s_i)^{m_i}}{m_i!} e^{-\lambda(s_i)}.$$

Значение  $P(m_i, s_i) = 0$  расценивается как провал атаки, коэффициенты изменения весов  $\alpha_{ik}(t)$  под воздействием мер по предотвращению экстремальной деятельности:  $\alpha_{ik}(t) = 1 + f_j(x)f_{\max}$  – для убывающих функций времени,  $\alpha_{ik}(t) = f_j(x)f_{\max}$  – для возрастающих функций времени ( $f_{\max}$  – максимальный объем средств, выделенных для борьбы с экстремальной активностью;  $\sum_{j=1}^5 f_j(x) = f_{\max}$ ). Распределение средств по весовым коэффициентам выполняется аналитиком.

### Параметры контртеррористических действий

Эффективность вложений для повышения эффективности  $j$ -го ( $j = \overline{1,5}$ ) метода борьбы с терроризмом

$$f_j(x) = \frac{k_j}{1 + \left(\frac{k_j}{f_{j0}} - 1\right) e^{-r_j x_j}},$$

где  $k_j$  – коэффициент пропорциональности,  $f_{j0}$  – начальное значение эффективности,  $r_j$  – параметр, характеризующий скорость прироста эффективности,  $x_j$  – объем выделенных средств на душу населения. Эта формула получена путем аппроксимации данных [11]. Там же содержатся данные о коэффициентах  $k$ ,  $r$ ,  $x$ . Начальное ненулевое значение функции обусловлено работой, проводимой соответствующими органами даже в отсутствии дополнительного финансирования.

В процессе исследования данные о коэффициентах могут изменяться аналитиком.

### Параметры прямых стимулирующих действий

- Текущие идентификационные номера агентов, сгруппированные по состояниям и целям функционирования; определяются по параметрам агентов.

- Текущие значения количества агентов, сгруппированные по состояниям и целям функционирования.

- Коэффициенты изменения весов  $\alpha_{ik}$  под воздействием мер стимулирования:  $\alpha_{ik} = \beta_s$  – для убывающих функций времени,  $\alpha_{ik} = 1 + \beta_s$  – для возрастающих функций времени; назнача-

ются аналитиком, выполняющим функции лидера экстремистской организации, на основе анализа целей агентов и их численности в различных состояниях.

- Возможные масштабы атак.
- Выбранный масштаб атаки.

### 3. Алгоритм моделирования

Расчет параметров модели во время моделирования происходит по шагам. Шаг модельного времени – один день. Длительность моделирования – 10 лет.

На первых шагах происходит считывание начальных параметров, введенных в полях интерфейса эксперимента и заданных во внешнем файле, создается популяция агентов с заданным числом агентов, устанавливается начальное число экстремистов и сторонников. Переменные агентов, среды, параметров контртеррористических и стимулирующих действий принимают начальные значения. Часть параметров агентов рассчитывается исходя из описанных выше распределений.

Обобщенные функции состояний вычисляются непрерывно как функции времени. Принято, что дискретные изменения этих функций под воздействием мер стимулирования и контртеррористических мер совершаются с периодом один месяц. Совокупное изменение этих функций может приводить к превышению их значений над пороговыми и, следовательно, к изменению состояния каждого агента. Лидер экстремистской организации постоянно отслеживает количество агентов в отдельных состояниях с одинаковыми целями функционирования и принимает решение по их распределению по атакам того или иного типа.

Далее в модели определяется количество жертв для соответствующих типов атак. Нулевое количество жертв означает срыв атаки и в данной модели – включение агентов с соответствующими идентификационными номерами в список «неактивных».

Изменения параметров аналитиком непосредственно во время работы модели отслеживаются постоянно. Новые значения сразу поступают на вход функций.

По окончании эксперимента результаты записываются во внешний файл: сохраняется

число совершенных акций и жертв, итоговое распределение агентов по типам состояний.

Для работы с моделью был разработан интерфейс, позволяющий аналитику изменять параметры модели и изучать влияние этих изменений на выходные результаты. Кроме ручного изменения предусмотрен другой вариант: автоматическое изменение параметров с целью оптимизации затрат при заданном уровне финансирования или оптимизации финансирования при заданном уровне эффективности. Пример окна интерфейса приведен на Рис. 1.

На Рис. 2 показаны обобщенные кривые зависимости числа жертв террористических актов от интенсивности различных антитеррористических действий.

Для оценки адекватности модели были выбраны данные по Республике Чечня с 2003 по 2013 года. Число агентов модели – 1200000 (численность населения рассматриваемой республики за выбранные годы составляло от 1105 тыс. человек до 1324 тыс.). Сведения по бюджету Республики Чечня за годы с 2005 по 2013 взяты из [12]. Аналитик может вручную изменить распределение этих средств по различным формам противодействия.

Согласно статистическим данным общее количество акций в республике Чечня за это время составило 170 акций, в ходе которых погибло 360 человек. Результаты моделирования дали такие оценки: общее среднее количество акций – 144, среднее число погибших – 343 человека.

Расхождение в оценках можно объяснить тем, что в модели был включен аппарат оптимизации и было выбрано оптимальное распределение затрат по антитеррористическим действиям.

### Заключение

В ходе исследований подтверждено, что агентное моделирование представляет собой достаточно эффективное средство для моделирования систем, в которых ведущую роль играют эмоционально-психологические факторы. Результатом выполненной работы является агентная модель общества, в котором действуют экстремистские элементы, деятельность которых управляется их собственными эмоционально-психологическими настроениями и агитационной деятельностью лидеров. С другой стороны,

им противодействуют государственные органы при помощи системы мер силового, материального и морального характера. С помощью разработанного интерфейса аналитик может изме-

нять интенсивность отдельных факторов, влияющих на процесс принятия решений, и изучать эффективность различных мер противодействия терроризму.

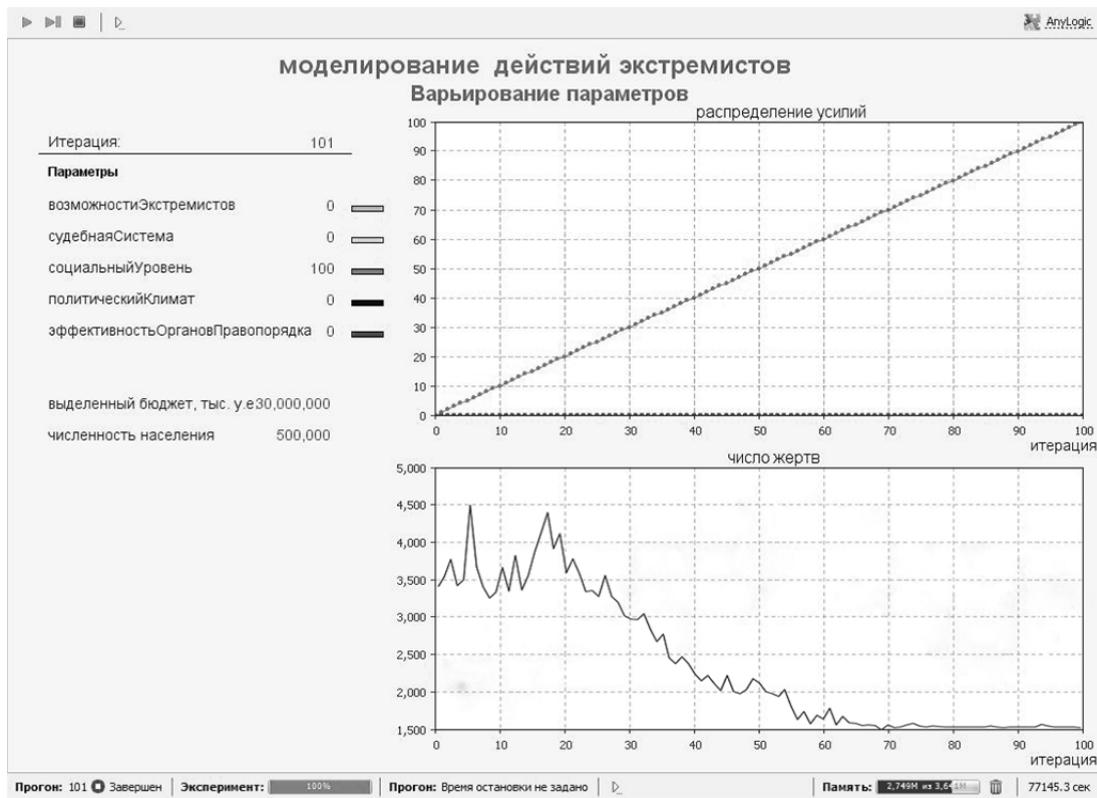


Рис. 1. Пример окна интерфейса (варьирование значения параметра («социальный уровень»))

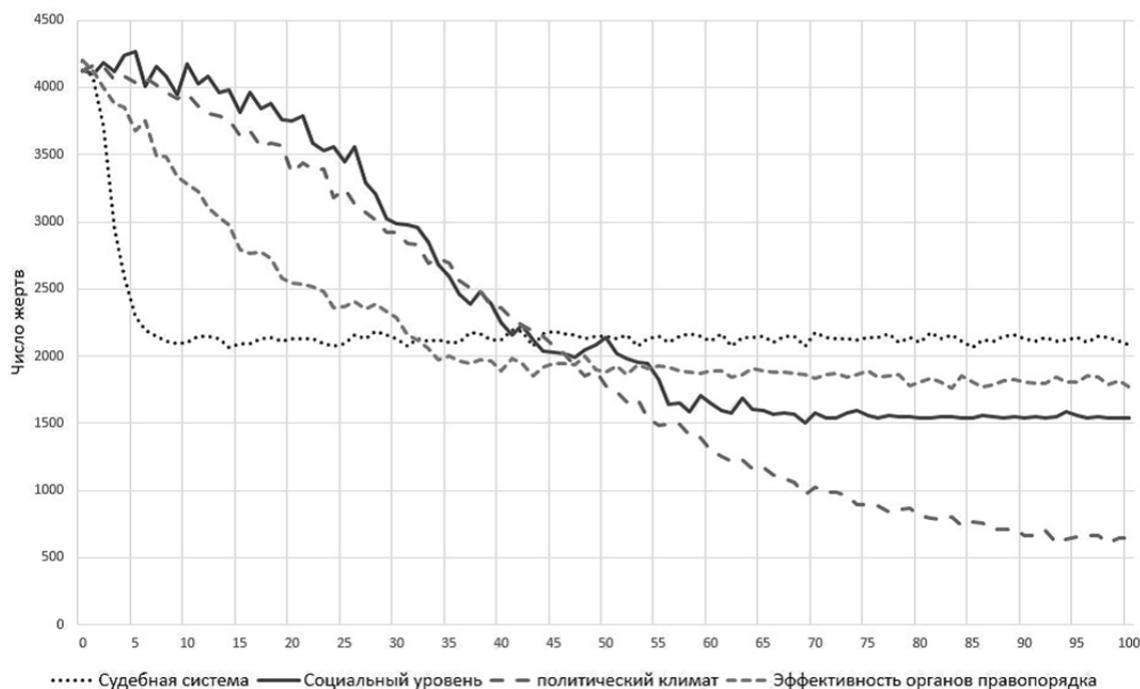


Рис. 2. Зависимость числа жертв терроризма от интенсивности противодействующих факторов

## Литература

1. Шведовский В.А. Моделирование социально-психологических последствий и вероятности совершения актов экстремизма и терроризма // Математическое моделирование социальных процессов. Т. 7. – М.: МАКС Пресс, 2005. – С. 44–58.
2. Палитай И.С. Особенности применения метода моделирования в социологическом исследовании терроризма. дис. канд. соц. наук: 22.00.01 – М., 2009. – 04200961632.
3. James Pita, Manish Jain, Janusz Marecki, Fernando Ordóñez, Christopher Portway, Milind Tambe, Craig Western, Praveen Paruchuri, Sarit Kraus. Deployed ARMOR protection: The application of a game theoretic model for security at the Los Angeles International Airport. Conference: 7th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2008), Estoril, Portugal, Industry and Applications Track Proceedings. – 2008.
4. Jonathan S. Feinstein, Edward H. Kaplan. Analysis of a Strategic Terror Organization // The Journal of Conflict Resolution, Vol. 54, No. 2, Terrorism and Policy (April 2010), pp. 281-302.
5. Ulrich Hendel. Look like the innocent flower, but be the serpent under't: Mimicking behaviour of growth-oriented terrorist organizations. Munich Discussion. Paper No. 2012-20 Department of Economics University of Munich.
6. Boaz Golany, Edward H. Kaplan, Abraham Marmor, Uriel G. Rothblum. Nature plays with dice– terrorists do not: Allocating resources to counter strategic versus probabilistic risks // European Journal of Operational Research 192 (2009), pp. 198–208.
7. Daniel Jacobson, Edward H. Kaplan. Suicide Bombings and Targeted Killings in (Counter-) Terror Games // The Journal of Conflict Resolution, Vol. 51, No. 5 (Oct., 2007), pp. 772-792.
8. "Charta Caucasica". Список террористов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: интернет.
9. Федоров Ю.К. Современный терроризм: особенности и перспективы // Аналитические доклады научно-координационного совета по международным исследованиям МГИМО (У) МИД России. Выпуск 1, июнь 2005 г. – Режим доступа : интернет.
10. Древш Ю.Г., Золотарев В.В. Введение в имитационное моделирование: Учебное пособие. М.: МИФИ, 2002.
11. Куликова В.И., Мнацаканян А.Г. Экономика и управление государственными расходами в системе территориальных подразделений органов внутренних дел (на примере уwd калининградской области): Монография. - Калининград, Балтийский институт экономики и финансов, 2009. - 95 с. 2009
12. Консорциум Кодекс. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: интернет.

**Древш Юрий Георгиевич.** Профессор. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Россия. Доктор технических наук. Количество печатных работ: 60. Область научных интересов: системный анализ, моделирование. E-mail: ydrevs@ya.ru

**Павлов Николай Александрович.** Аспирант. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Россия.

## Multi-agent simulation of the extremism dynamics

Yu. G. Drevs, N. A. Pavlov

National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute)

**Abstract.** Based on the analysis of the state of society with extremist elements, the aim of the study is to simulate social phenomena taking into account the emotions and psychological state of a person to determine the effectiveness of counter-terrorist actions of the state. A conceptual model of society with radical personalities, taking into account social, cognitive, emotional and psychological factors affecting the development of extremist manifestations, is developed. The model formalizing these factors and counterterrorist actions of the state is constructed. With the help of agent modeling in the Anylogic environment, this model is implemented and the results are obtained, allowing to determine the dynamics of extremist manifestations, is developed. The model formalizing these factors and counterterrorist actions of the state is constructed. With the help of agent modeling in the Anylogic environment, this model is implemented and the results are obtained, allowing to determine the dynamics of extreme manifestations in society, depending on the measures aimed at their prevention. The interface by means of which the analyst can change the parameters influencing the processes occurring in the model and study the reaction of the system to such changes is proposed.

**Keywords:** agent-based modeling, terrorism, state of the agent, the generalized function of the state counter-terrorism action, stimulating action, the scale of the attack.

**DOI** 10.14357/20718632190102

## References

1. Shvedovskiy V.A. Modelirovanie sochialno-psihologicheskikh posledstviy i veryatnosti soversheniya aktov ekstremizma i terrorizma // *Matematicheskoye modelirovanie sochialnykh processov*. T. 7. – M.: MAKS Press, 2005. – S. 44-58.
2. Palitay I.S. Osobennosti primeneniya metoda modelirovaniya v sotsialogicheskoy issledovaniy terrorizma. Dis. kand. sotz. nauk: 22.00.01 – M., - 04200961632.
3. James Pita, Manish Jain, Janusz Marecki, Fernando Ordóñez, Christopher Portway, Milind Tambe, Craig Western, Praveen Paruchuri, Sarit Kraus. Deployed ARMOR protection: The application of a game theoretic model for security at the Los Angeles International Airport. Conference: 7th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2008), Estoril, Portugal, Industry and Applications Track Proceedings. – 2008.
4. Jonathan S. Feinstein, Edward H. Kaplan. Analysis of a Strategic Terror Organization // *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 54, No. 2, Terrorism and Policy (April 2010), pp. 281-302.
5. Ulrich Hendel. Look like the innocent flower, but be the serpent under't: Mimicking behaviour of growth-oriented terrorist organizations. Munich Discussion. Paper No. 2012-20 Department of Economics University of Munich.
6. Boaz Golany, Edward H. Kaplan, Abraham Marmor, Uriel G. Rothblum. Nature plays with dice – terrorists do not: Allocating resources to counter strategic versus probabilistic risks // *European Journal of Operational Research* 192 (2009), pp. 198–208.
7. Daniel Jacobson, Edward H. Kaplan. Suicide Bombings and Targeted Killings in (Counter-) Terror Games // *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 51, No. 5 (Oct., 2007), pp. 772-792.
8. "Charta Caucasic". Spisok terroristov [Elektronnyy resurs]. – Rezim dostupa: internet: [http://www.tkhostov.ru/download/files/terrorist\\_list.pdf](http://www.tkhostov.ru/download/files/terrorist_list.pdf)
9. Fedorov Y.K. Sovremenniy terrorism: osobennosti i perspektivi // *Analiticheskie doklady nauchno-koordinatsionnogo soveta po mezdunarodnim issledovaniyam MGIMO (U) MID Rossii*. Vypusk 1, iyun' 2005 g. - Rezim dostupa: internet: [http://imimgimo.ru/images/pdf/analiticheskie\\_doklady/ad-01.pdf](http://imimgimo.ru/images/pdf/analiticheskie_doklady/ad-01.pdf)
10. Drevs Yu.G. Zolotarev V.V. Vvedenie v imitatsionnoe modelirovanie: Uchebnoe posobie. M.: MIFI, 2002.
11. Kulikova V.I., Mnachakanyan A.G. Ekonomika i upravlenie gosudarstvennymi rashodami v sisteme territorial'nykh podrazdeleniy organov vnutrennih del (na primere UVD kaliningradskoy oblasti): Monografiya. – Kaliningrad, Baltiiskii institute ekonomiki i finansov, 2009. – 95 s., 2009.
12. Konsorshium Kodeks. Elektroonniy fond pravovoi i normativno-tehnicheskoi dokumentatsii. [Elektronnyy resurs]. – Rezim dostupa: internet: <http://docs.cntd.ru>.

**Drevs Yuriy Georgievich** Professor. Federal state autonomous educational institution of higher education "National research nuclear University "MEPhI", Moscow, Russia. Doctor of technical Sciences, number of publications-60. Research interests: system analysis, modeling. E-mail: [ydrevs@ya.ru](mailto:ydrevs@ya.ru)

**Pavlov Nikolai Alexandrovich** Postgraduate. Federal state autonomous educational institution of higher education "National research nuclear University "MEPhI", Moscow, Russia. E-mail: [nia.pavlov@gmail.com](mailto:nia.pavlov@gmail.com)