Искусственные общества. 2013-2023

ISSN 2077-5180

URL - <http://artsoc.jes.su>

Все права защищены

Выпуск 3-4 Том 12. 2017

Моделирование ранней динамики мятежа

Конькова (Кураева) Татьяна Александровна

*младший научный сотрудник ЦЭМИ РАН, ГАУГН
Российская Федерация, Москва,*

Ляшенко Кристина Витальевна

*ГАУГН
Российская Федерация, Москва,*

Аннотация

В работе описывается модель ранней динамики мятежа с использованием агентов гражданских лиц, повстанцев и солдат. В симуляции боевики предпочитают атаковать правительственные силы, которые отвечают на атаки устранением боевика. В модели имитируется динамика взаимодействий между правительственными силами, повстанцами и гражданским населением. При этом уделяется особое внимание эффективности правительственных сил при захвате повстанцев и их точности во избежание сопутствующего ущерба. Моделирование предполагает, что точность (избегание побочного ущерба) более важна для долгосрочного поражения мятежа, чем эффективность захвата повстанцев в каждой контратаке.

Ключевые слова: агентное моделирование, мятеж, гражданская война, динамика мятежа

Дата публикации: 30.12.2017

Ссылка для цитирования:

Конькова (Кураева) Т. А. , Ляшенко К. В. Моделирование ранней динамики мятежа
// Искусственные общества. – 2017. – Т. 12. – Выпуск 3-4.

URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000112-2-1/>. DOI: 10.18254/S0000112-2-1

¹ В данной модели основное внимание уделяется пониманию динамики ранних этапов мятежа и, в частности, тому, какие правительственные военные действия против повстанцев могут иметь неприятные последствия. В работе основное внимание уделяется тому, как гражданские лица, большинство из которых первоначально не определились в поддержке повстанцев, реагируют на деятельность правительства против известных боевиков. Разработанная модель может быть использована для изучения нескольких критических вопросов о мятеже:

- ² • Эффективно ли использовать большие удары с высокой вероятностью захвата или убийства повстанцев, даже с учетом гражданских потерь?
- Когда дело доходит до победы над мятежом, каков компромисс между повышением точности (избегая потерь среди гражданского населения) и эффективности (захватом повстанцев), если таковой существует?
- Какую интерактивную динамику мы можем генерировать из простых правил взаимодействия между правительством и гражданским обществом?

³ Представленная здесь имитационная модель позволяет исследовать некоторые проблемы, связанные с боевым мятежом, и в частности в борьбе с акцентом на «прямой подход» и акцент, касающийся окружающих гражданских лиц. В некоторых случаях тяжелая рука может работать, чтобы победить мятеж. В других случаях это может иметь неприятные последствия. Но когда? Насколько значительны последствия нападения повстанцев в военном отношении даже на риск нанесения ранения гражданскому населению? Моделирование исследует это, рассматривая, как точность (исключая побочный ущерб) и эффективность (способность захватывать или убивать целенаправленных боевиков в любом данном военном действии) взаимодействуют и приводят к распространению или уменьшению зарождающегося мятежа. Предваряя результаты, полученные из моделирования, модель предполагает, что точность важна для долгосрочного поражения мятежа, чем эффективность любой данной контратаки против повстанцев. Когда действие против повстанцев приводит к многочисленным травмам и росту гнева населения, правительства делают для них работу повстанцев и более успешно преследуют цель борьбы с повстанцами. Даже если относительно менее эффективно в любой конкретный момент времени, кампания по борьбе с повстанцами, которая является достаточно точной, чтобы избежать высокого гражданского ущерба, ведет к более коротким восстаниям, чем кампания, характеризующаяся высокой эффективностью, но низкой точностью. Кроме того, модель предполагает, что может быть довольно узкий критический диапазон для точности, где только небольшое снижение точности приводит к резкому нелинейному увеличению продолжительности повстанцев. Модель предлагает нечто вроде «переломной точки» или точки невозврата с точки зрения точности, когда дело доходит до победы над повстанцами. Эта динамика возникает даже при простом моделировании, лишенном таких важных черт, как методы вербовки повстанцев, средства массовой информации, этническая принадлежность.

⁴ Основное предположение модели заключается в том, что действия повстанцев и правительств происходят на фоне большого, первоначально не

вовлеченного населения страны. Повстанцы развиваются и становятся устойчивыми не потому, что побеждают правительственные силы в широкомасштабных военных сражениях, а потому, что им удается завоевать достаточную поддержку («сердца и умы») среди населения. В результате чего повстанцы могут скрываться, получать поддержку, набирать новых членов и проводить продолжительные операции партизанского типа против правительств в течение длительного периода.

⁵ Моделирование предполагает два основных типа агентов: гражданских лиц и солдат. Солдаты представляют правительство или войска, потенциально поддерживающие власть. Гражданские лица представляют массу населения.

⁶ Основной переход агента в модели заключается в том, что обычные гражданские лица могут превратиться в повстанцев при определенных обстоятельствах. Правило принятия решений для гражданских агентов заключается в том, что если гражданский человек более зол, нежели боится, и если гнев гражданского населения порождает склонность к насилию, тогда этот гражданский становится скрытым повстанцем. Такой агент, который достаточно злится и не боится правительства, будет атаковать правительственную цель (солдата), если ему предоставят такую возможность.

⁷ После любой атаки солдаты могут реагировать на нее, нацеливая на повстанца собственную контратаку. Целью таких контратак является удаление (захват или убийство) повстанца, чтобы восставший не мог совершать дальнейшие атаки. Такие контратаки (или аналогичные рейды для захвата известных боевиков) могут также препятствовать тому, чтобы гражданские лица становились повстанцами, увеличивая их уровень страха. Цель правительства - удалить всех повстанцев, подавив тем самым мятеж.

⁸ В модели учитываются три важных факта об обращении правительства с повстанцами. Во-первых, способность солдат захватывать или убивать целевого боевика параметризуется уровнем эффективности солдата, Во-вторых, вероятность того, что контратака солдата наносит сопутствующий ущерб, параметризуется уровнем точности солдата, В-третьих, мы знаем, что гражданское население возмущено широко распространенными смертями среди гражданского населения и остро воспринимает жестокое обращение с гражданскими лицами. Это увеличение гнева действиями правительства происходит одновременно с увеличением страха.

⁹ Суть моделирования заключается в том, что в каждый момент времени один боевик (скрытый или уже активный) выбирается случайным образом, чтобы атаковать солдата в радиусе восстания. После этой атаки солдат отвечает контратакой. С вероятностью, равной эффективности, боевик удаляется из симуляции. Затем, с вероятностью, равной 1-точности, каждый гражданский агент по соседству с повстанцем получает ранения (что представляет собой побочный ущерб). Уровень страха каждого раненого гражданского по соседству увеличивается, а уровень гнева каждого раненого гражданского увеличивается на сумму, пропорциональную общему числу пострадавших гражданских лиц. В зависимости от изменения уровня гнева и страха, скрытые повстанцы по соседству

могут стать «обычными» гражданскими лицами, либо активные боевики могут стать скрытыми повстанцами. Моделирование продолжается до тех пор, пока все боевики, находящиеся в радиусе солдата, не будут удалены из симуляции.

10 В этой симуляции отдельные агенты солдат не «умирают» от атаки боевиков: любой фактически убитый солдат считается немедленно замененным. Нападающий боевик может умереть (удаляется из моделирования). Поскольку отдельные боевики могут быть захвачены или убиты правительственными силами и отсутствуют средства защиты, чтобы противостоять долгое время в устойчивой конфронтации, повстанцы всегда уязвимы в военном отношении на ранней стадии. В отличие от них, правительственные силы обычно не могут существенно пострадать на ранних стадиях мятежа. Солдаты могут быть заменены и незначительный ущерб может быть восстановлен. Вначале мятежники могут быть скорее неприятностью, чем серьезной угрозой.

11 **Агенты**

12 Модель имеет два типа агентов: солдат и гражданских лиц.

13 Солдаты не имеют индивидуальных характеристик, кроме физического места. Все солдаты имеют два глобальных параметра: уровень их эффективности (вероятность того, что они захватили или убили повстанцев после нападений повстанцев) и уровень их точности (вероятность того, что они избегут побочного ущерба для гражданских лиц вблизи повстанца). По умолчанию в пространстве моделирования размещается 100 солдат.

14 У гражданских лиц есть три индивидуальные особенности:

- 15 • гнев на правительство (что увеличивает вероятность нападения на солдата, то есть переход в состояние активного повстанца),
- страх перед правительством (который подавляет вероятность нападения на солдата)
- порог насилия.

16 Каждый параметр может находиться в диапазоне от 0 до 1. Для гнева 0 означает, что гражданский человек вовсе не сердится на правительство, а 1 указывает на максимальный гнев. Для страха 0 означает, что гражданский человек вовсе не боится реакции правительства на его действия (такие как нападение), в то время как 1 указывает на максимальный страх. Для порога насилия 0 означает, что у индивида низкий порог для совершения насилия и агент будет очень неохотно обращаться к насилию, независимо от того, насколько они недоволен правительством. Порог насилия 1 указывает на то, что он будет применять насилие при многих (или всех) обстоятельствах. Чтобы агент находился в состоянии скрытого повстанца, уровень гнева гражданского населения должен быть выше, чем уровень страха и порог насилия. По умолчанию в пространстве моделирования размещено 500 гражданских лиц. Первоначально лишь незначительный процент гражданских лиц соответствует критериям скрытых повстанцев.

Рисунок 1. Вероятность распределения страха, гнева и порога насилия по умолчанию.

18 По умолчанию сетка модели составляет 50 x 50 ячеек. Каждый солдат или гражданский занимает одну ячейку сетки, и только один агент может занимать любую ячейку.

19 Агенты отображаются в пространстве с использованием разных цветов и форм. Военные агенты представлены синими квадратами; когда они атакованы, квадрат выделяется красным цветом для фиксированного количества итераций для целей визуализации. Гражданские агенты могут быть зелеными, желтыми, оранжевыми или красными. Зеленые гражданские лица - это те, уровень гнева которых меньше, чем их уровень страха и порог насилия. Интуитивно это гражданские лица, о которых правительству не нужно (сразу) беспокоиться; они не рискнут совершить нападение. Гражданские лица отображаются желтым цветом, если их гнев больше, чем их страх, но не пересекает порог их насилия. Гражданские лица также отображаются желтым, если их гнев больше порога их насилия, но уровень их страха выше, чем гнев. Интуитивно это гражданские лица, о которых должно волноваться правительство, поскольку они «на полпути» к тому, чтобы стать повстанцами. Гражданские лица отображены оранжевым, если их гнев больше, чем их страх, и их гнев больше, чем порог насилия, но они еще не совершили нападения на солдата. Эти гражданские лица считаются скрытыми повстанцами - они будут атаковать, просто еще не имели возможности. Наконец, гражданские лица отображаются красным цветом, если их параметры гнева, страха и порога насилия отвечают значениям скрытого повстанца и фактически совершили нападение. Эти агенты являются активными повстанцами.

20 Агенты предпринимают одно из двух действий в модели. Во-первых, гражданские лица могут атаковать солдата. Они делают это только в том случае, если они являются скрытыми или активными повстанцами и если находятся в

радиусе действия солдата. Диапазон по умолчанию задается диапазоном из трех ячеек сетки (в типичной сетке 50 x 50).

21 Повстанческая атака, в свою очередь, порождает второе действие, контратаку солдата против атакующего повстанца. Контратакой является попытка правительства захватить или убить повстанца, который совершил нападение против солдата. Вероятность того, что солдат будет контратаковать в ответ на нападение повстанцев, определяется параметром чувствительности, который в симуляции всегда равен 1,0 (то есть солдаты всегда реагируют на атаки).

22 **Эффекты действия**

23 Контратака солдата оказывает влияние как на напавшего, так и на соседних гражданских лиц. Во-первых, контратака имеет вероятность удалить боевика из симуляции (в реальном мире, захватив или убив повстанца). Вероятность удаления боевика определяется величиной эффективности солдата, в настоящее время равной для всех солдат. С $p = \text{эффективность атакующий боевик}$ удаляется из симуляции. Во-вторых, контратака может нанести ущерб гражданским лицам вблизи места контратаки, в котором находится напавший боевик. Каждый гражданский в пределах определенного диапазона может быть поврежден. Травма для каждого гражданского лица встречается с $p = (1 - \text{точность})$, где точность является параметром, который в настоящее время равен для всех солдат.

24 Когда гражданские лица получают ранения от ответа солдата, они испытывают увеличение как страха, так и гнева. [6] В приведенных ими симуляциях гражданские лица смещают свой страх на 10% от пути к 1,0 от их текущего уровня страха, когда они ранены (это увеличение параметризуется в модели). То есть,

$$25 \quad \text{Fear } t + 1 = \text{Fear } t + 0.10 * (1 - \text{Fear } t) \quad (1)$$

26 Функция возрастающего гнева следует другой форме. Мы ожидаем, что гражданские лица станут более недовольны, когда ответы солдат будут неизбирательными и повредят большему количеству гражданских лиц. Таким образом, гнев моделируется как увеличение со скоростью, пропорциональной количеству людей, пострадавших в контратаке. В опубликованных симуляциях гражданское население испытывает увеличение гнева, равное 5% расстояния до уровня гнева 1,0 на одного гражданского, пострадавшего в контратаке (это увеличение параметризуется в модели), до максимального гнева 1,0. То есть,

$$27 \quad \text{Anger } t + 1 = \text{Anger } t + 0,05 * (\text{Число людей, пострадавших от насилия}) * (1 - \text{Anger } t) \quad (2)$$

$$28 \quad \text{Если } \text{Anger } t + 1 > 1.0, \text{Anger } t + 1 = 1.0 \quad (3)$$

29 Например, если контратака ранит 5 гражданских лиц, то пострадавший гражданский увеличит свой гнев на 25% к максимально возможному гневу (1.0).

30 Контратаки солдат могут только уничтожать боевиков. Гражданские лица не могут быть убиты и не удаляются из симуляций, когда они пострадали в

контратаке. Для них остается возможность вербовки повстанцами или дальнейшей травмы в более поздних раундах.

31 **Первоначальный сценарий: высокая точность (0.8), высокая эффективность (0.8)**

32

Рисунок 2. Начальная карта сценария и график данных

33 На графике справа показан подсчет числа гражданских лиц, солдат и повстанцев с указанием количества атак, которые произошли за последние 50 тактов. Показана начальная численность 500 гражданских лиц, которая начинает падать, когда солдаты удаляют повстанцев во время контратак.

Рисунок 3. График данных начального сценария, расширенный

35 Первоначально в этом конкретной симуляции есть 16 скрытых боевиков (график начинается с отметки 1, фактически после того, как один боевик атаковал и был удален контратакой). Они начинают наносить удары по солдатам (совокупное количество атак представлено желтой линией). После каждой атаки противник атакует и с большей эффективностью 0.8 атакующий боевик удаляется. Это приводит к падению числа скрытых повстанцев (черная линия) и постоянному уровню активных повстанцев (бирюзовая линия, повстанцы почти всегда удаляются, поэтому они не остаются активными долго). В этом конкретном прогоне симуляция закончилась после 22 тактов, когда больше боевиков не было в радиусе любого солдата.

36 **Сценарий 2: высокая эффективность (0.8), низкая точность (0.2, высокий побочный ущерб)**

37 Запуск второго сценария (эффективность 0.8, точность 0.2) начинает выявлять более опасную картину. В этом сценарии солдаты по-прежнему эффективны при удалении повстанцев (удаление их с $p = 0.8$ при любой контратаке). Но это происходит ценой большой травмы окружающих гражданских лиц (травмируется гражданское население в окрестности с помощью $p = 0.8$). При

этих значениях продолжительность времени до победы над мятежом значительно выше, чем раньше (около 250 тактов в приведенном примере). Глядя на карту мира и изучая количество смертей на графике, мы видим, что симуляция заканчивается (и повстанцы побеждены) только ценой около 125 гражданских (повстанческих) смертей. Можно рассматривать этот сценарий как сценарий «железной руки», где для победы над повстанцами используется неизбежное насилие.

38 **Сценарий 3: низкая эффективность (0.2), низкая точность (0.2)**

39 В этом случае солдаты не эффективны для захвата повстанцев и они также вызывают государственные потери при контратаке. Прогон моделирования, изображенный на рисунке 4, был искусственно прекращен на 2000 тактов. Даже после 2000 итераций есть еще много повстанцев и продолжаются нападения на правительственных солдат. В течение этого длительного периода смертность продолжала расти (график включает в себя линию для гражданского населения, показывающую, что более половины фиксированного населения были убиты во время контратак солдат). Большая часть населения либо мертва, либо является скрытыми повстанцами. [На самом деле, если эта симуляция будет продолжена, многие из этих гражданских лиц становятся повстанцами, имитация заканчивается после 4598 тактов, а оставшееся гражданское население - 125 человек.]

40

Рисунок 4. Низкая эффективность, низкий уровень точности, после остановки модели.

41 **Результаты повторного моделирования**

42 Вышеприведенные графики и рисунки дают представление о том, что происходит в разных сценариях. Для получения полного представления об интерактивных эффектах эффективности и точности восстания были проведены 25 симуляций для каждой комбинации эффективности солдата от 0.1 до 1.0 и точности от 0.0 до 1.0 с шагом 0.1. Уровень эффективности 0.0 исключается, поскольку в этом случае контратаки никогда не удаляют повстанца и симуляция продолжается бесконечно.

43 В большинстве сочетаний точности и эффективности мятежи заканчиваются относительно быстро (менее 500 тактов). И если один параметр

поддерживается с высоким значением (высокая эффективность или высокая точность), то, даже если другой параметр низкий, повстанцы по-прежнему побеждены. Похоже, что для обеспечения длительного восстания требуется низкая точность и низкая эффективность; когда оба параметра имеют низкое значение - время до окончания симуляции (в среднем) намного выше, что указывает на затянувшийся мятеж.

44

Расширение: добавление замены

45

Ни одна из первоначальных симуляций не привела к критическому сценарию - действительно самоподдерживающемуся мятежу. Фактически, запуск, который никогда не заканчивается, не может возникнуть из исходной программы, потому что в конечном итоге (с любым уровнем эффективности > 0) все боевики могут быть удалены из симуляции (сценарий, заканчивающийся таким образом, может быть результатом убийства почти всех гражданских лиц в моделируемом мире). На самом деле даже жестокие репрессии самых жестоких мятежей обычно не достигают такого уровня разрушения населения. В модели вводится замена убитых повстанцев новыми гражданскими лицами. Результаты замещения в смоделированном мире ближе к реальности, в которой новые люди могут перемещаться в районы, где люди переезжают (или удаляются), и где на практике потенциальные боевики заменяют убитых. Одним из способов достижения конца мятежа в первом наборе моделей было полное опустошение некоторых регионов. В некоторых крайних случаях это может произойти в реальном мире, возможно, с принудительной миграцией или массовыми убийствами в конкретном регионе. Но в большинстве случаев, особенно на ранних стадиях мятежа, гражданские лица значительно превосходят численностью повстанцев, а миграция и (в более долгосрочной перспективе) рождение/взросление могут ввести новых гражданских лиц по всей стране.

46

В этом варианте симуляций новый мирный человек добавляется в мир каждый раз, когда гражданский (повстанческий) удаляется. Это поддерживает постоянное население. Новые гражданские лица размещаются в случайном месте на карте. Новые мирные жители вряд ли будут в точности похожи на повстанцев, которых они заменяют, поэтому возможны два варианта в создании их индивидуальных характеристик. Порог гнева, страха и насилия каждого замещающего человека изначально генерируется из тех же распределений, которые описаны первоначально.

47

Наиболее очевидное изменение в результатах этих симуляций заключается в том, что повстанцы действительно появляются бесконечно, иногда почти все население мобилизуется в качестве повстанцев против правительства. С заменой всегда есть новая партия людей, которые могут стать повстанцами. На рисунке 5 показано состояние мира после 2000 модельных тактов в сценарии низкой эффективности и низкой точности (эффективность 0.2, точность 0.2, с заменой, без влияния на окрестности). По сравнению с моделью с теми же параметрами, но без замены (рис. 4), существует гораздо большее количество скрытых (и активных) боевиков; это связано с размещением новых людей, которые в свою очередь становятся злыми в ответ на полученный ущерб. Поскольку люди заменяются, общая численность населения остается на уровне 500 человек.

Рисунок 5. Сценарий с заменой, отсутствие влияния соседства

Выводы

В модель необходимо постепенно добавлять дополнительные атрибуты мятежей:

- Активные вербовки повстанцев, безопасные дома, защищаемый ландшафт.
- Средства массовой информации, которые искажают или широко транслируют результаты ответов правительства на нападения повстанцев или транслируют повстанческое сообщение.
- Центральное руководство повстанцев или официальную сеть повстанцев.
- Личностную индивидуальность, например, этническую принадлежность, принадлежность к политической партии или религиозную принадлежность. Общий гнев/недовольство и общий сдерживающий эффект от страха позволяют рассматривать эту симуляцию как «свободную от контента» в смысле не отнесения конкретных мотивов к любому агенту, а вместо этого позволяют прикладывать множество реальных материалов.

Симуляция показала, что повстанцы могут распространяться исключительно в ответ на реакцию и действия правительства и раскрывают риски и дилеммы, с которыми сталкиваются правительства во время борьбы с повстанцами. В реальном мире существуют компромиссы между эффективностью и точностью при преследовании повстанцев; «железная рука», скорее всего, захватит повстанцев, но также может нанести дополнительный побочный ущерб. В то время как подход, при котором гражданский ущерб минимизируется, скорее всего, менее эффективен (в краткосрочной перспективе) при захвате целевых лиц. Моделирование предполагает, что крайне важно признать серьезные риски причинения непреднамеренного вреда другим в качестве важного шага к тому, чтобы еще тяжелее усложнить ситуацию с повстанцами.

Modeling the Early Dynamics of Insurgencies

Tatiana Konkova

Cemi RAS

Russian Federation, Moscow,

Christina Lyashenko

STATE ACADEMIC UNIVERSITY FOR THE HUMANITIES

Russian Federation, , Moscow

Abstract

The paper describes a model of early insurgency using agents of civilians, rebels and soldiers. In the simulation, the militants prefer to attack the government forces that respond to the attack by eliminating the rebel. The model simulates the dynamics of interactions between government forces, rebels and the civilian population. Particular attention is paid to the effectiveness of government forces in seizing insurgents and their accuracy in order to avoid collateral damage. Modeling suggests that the accuracy (avoidance of collateral damage) is more important for long-term defeat of insurgency than the capture efficiency of the rebels in each counter.

Keywords: agent based models, insurgency, dynamics, civil war

Date of publication: 30.12.2017

Citation link:

Konkova T., Lyashenko C. Modeling the Early Dynamics of Insurgencies // Artificial societies. – 2017. – V. 12. – Issue 3-4. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000112-2-1/>. DOI: 10.18254/S0000112-2-1