

Поиск путей разрешения конфликтов методом Монте-Карло

Е. С. Антипова

Государственный университет управления (ГУУ)

Аннотация: В работе описан общий подход к поиску путей решения конфликтных ситуаций с дискретным рассогласованием с помощью математического аппарата. В рамках математического моделирования конфликтов разработан общий метод построения функции конфликтности для каждого субъекта, участвующего в конфликте. Выделены основные задачи разрешения конфликтов. На примере двух субъектов, участвующих в конфликте, получены условия, связывающие функции неудовлетворенности субъектов, при которых рассмотренные задачи урегулирования конфликтов будут иметь решение. Показано применение метода Монте-Карло к поиску решения конфликтных ситуаций с дискретным рассогласованием для каждой задачи разрешения конфликтов. Рассмотренный подход к построению функции неудовлетворенности, описывающейся с помощью индивидуальных психологических характеристик человека, участвующего в конфликте, позволяет лучше понять причины возникновения конфликта и принять правильное решение об урегулировании конфликтной ситуации. Выделенные основные задачи разрешения конфликтов с точки зрения математического моделирования конфликтов и приведенная схема построения целевой функции для этих задач могут быть применимы к любому типу конфликта любой сложности.

Ключевые слова: конфликт; конфликтующие стороны; социально-экономические конфликты; разрешение конфликтов; математическое моделирование конфликтов.

Для цитирования: Антипова Е. С. Поиск путей разрешения конфликтов методом Монте-Карло // Вестник СибГУТИ. 2025. Т. 19, № 3. С. 95–110. <https://doi.org/10.55648/1998-6920-2025-19-1-95-110>.



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0
License

© Антипова Е. С., 2025

Статья поступила в редакцию 08.04.2025;
переработанный вариант – 18.05.2025;
принята к публикации 26.05.2025.

1. Введение

В современном мире конфликты являются важной составляющей общества. Они оказывают не только отрицательное, но и положительное влияние на развитие цивилизации. Внедрение цифровых технологий и новых алгоритмов в разные сферы жизни социума – политика, экономика, образование, культура – подразумевает появление новых форм взаимодействий между социальными группами или отдельными индивидами, которые могут повлечь за собой напряженность, несовместность интересов, обострение противоречий [1, 2, 3, 4]. Таким образом, в условиях цифровой трансформации общества появляются новые конфликты, требующие особого подхода к пониманию сути конфликта, описанию конфликтной ситуации, а также моделированию взаимодействий сторон конфликта. Одним из важных моментов в теории конфликтов является выбор способа управления и разрешения конфликтной ситуации. Существуют различные методы и подходы к урегулированию конфликтов, например, переговорные [5], привлечение третьей стороны (медиаторство) [6, 7] и другие. В эпоху

цифровизации анализ конфликтов все больше осуществляется с помощью методов информационных технологий и математического аппарата [8, 9, 10, 11]. В работе [12] рассмотрен вопрос применения экспертных систем для исследования региональных конфликтов, в работе [13] представлена нейросетевая математическая модель репрезентации социального конфликта в медиaprостранстве. В статье [14] для моделирования конфликта применен метод анализа иерархий.

В данной работе рассмотрено применение математической модели описания конфликтов [15] для поиска и анализа возможных путей урегулирования конфликтных ситуаций.

2. Конфликт как задача комбинаторной оптимизации

В работе [15] была представлена математическая модель конфликтов и получено единое строгое определение конфликта, позволяющее формализовать любой конфликт и описать его математически.

Согласно этому определению, любой конфликт характеризуется как минимуму двумя параметрами W и H : целью субъекта, и тем, что он имеет в данный момент соответственно.

Причиной (движущей силой) конфликта является рассогласование

$$u = \begin{cases} [W - H], & W \geq H \\ [H - W], & W \leq H \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{где } [x] = \begin{cases} x, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}.$$

Причем, если $u=0$, то по определению, считается, что конфликт отсутствует, а при $u>0$ – конфликт имеет место.

В ходе исследования проблемы было выяснено, что задача разрешения конфликтов является задачей комбинаторной оптимизации, т.е. сводится к поиску минимума некоторой функции, зависящей от всех параметров $\{W_i, H_i\}$, характеризующих конкретную конфликтную ситуацию.

Каждый участник конфликтной ситуации сам решает, какой из возможных (потенциальных) или существующих конфликтов (внутренних или внешних) для него более значим, а какой меньше.

Это означает, что каждый конфликт может быть количественно охарактеризован определенным показателем значимости, показывающим, насколько значим этот конфликт для данного участника конфликтной ситуации. Чем выше показатель значимости какого-либо конфликта для данного участника, тем важнее для него разрешить этот конфликт.

В этом случае для каждого участника k конфликтной ситуации можно ввести функцию, характеризующую уровень конфликтности (или неудовлетворенности текущей ситуацией в целом) [15, 16].

В общем случае такую функцию неудовлетворенности можно записать как

$$U^{(k)} = \sum_i \mu_i^{(k)} u_i^{(k)}, \quad (2)$$

где $\mu_i^{(k)}$ – коэффициент (фактор) значимости i -го конфликта для k -го лица. Для рациональных участников конфликтной ситуации $\mu_i^{(k)} \geq 0$. Параметры $\mu_i^{(k)}$ являются индивидуальными психологическими характеристиками k -го человека. В общем случае эти параметры не являются постоянными даже для одного и того же человека: они меняются со временем, в результате чего некоторые конфликты, которые ранее считались для него незначительными, могут стать существенными, и наоборот, другие конфликты, которые ранее были принципиальными для этого человека, могут стать незначительными. В любом случае, каждый субъект сам явно или неявно устанавливает для себя шкалу приоритетов, а, значит, и значения параметров $\mu_i^{(k)}$.

Для всех $\mu_i^{(k)} \geq 0$ функция (2) неотрицательна, а ее минимум $U^{(k)} = 0$ соответствует состоянию, когда k -й человек полностью удовлетворен сложившейся ситуацией, т. е. для него нет каких-либо существенных конфликтов. Чем больше значение функции $U^{(k)}$, тем больше

неудовлетворенность k -го человека в данной конфликтной ситуации, и, можно ожидать, тем больше он будет прилагать усилий для разрешения существующих конфликтов.

Целью любого человека является минимизация собственной функции неудовлетворенности путем изменения контролируемых им параметров W, H .

Таким образом, задача разрешения конфликтной ситуации сводится к перебору всех параметров конфликта $\{W_i, H_i\}$ с учетом существующих ограничений, и поиску такой комбинации этих параметров, при которой функции (2) для всех участников конфликтной ситуации будут минимальны (в идеале равны нулю).

Таким образом, поиск путей разрешения существующих и потенциальных конфликтов сводится к задаче комбинаторной оптимизации.

Следует отметить, что в общем случае конфликтующим сторонам редко удается достичь бесконфликтной ситуации, т.е. ситуации, когда $U^{(k)} = 0$ для всех k . В этом случае можно говорить о неразрешимых конфликтах. В других случаях конфликты разрешимы.

Функцию (2) представима в виде

$$U^{(k)} = M^{(k)} \sum_i m_i^{(k)} u_i^{(k)}, \quad (3)$$

где

$$M^{(k)} = \sum_i \mu_i^{(k)}; \quad (4)$$

$$m_i^{(k)} = \frac{\mu_i^{(k)}}{M^{(k)}}; \quad (5)$$

$$\sum_i m_i^{(k)} = 1, 0 \leq m_i^{(k)} \leq 1. \quad (6)$$

Сформулированная модель применима для любого количества участников конфликтной ситуации. В качестве примера ограничимся двумя субъектами, участвующими в конфликте.

Можно выделить следующие основные задачи разрешения конфликтов.

(А) Поиск одностороннего преимущества: найти оптимальные условия для одного из участников конфликтной ситуации, т.е. такие условия, при которых функция $U^{(k)}$ для одного из участников $k = 1, 2$ конфликтной ситуации имеет минимум. В этом случае условия для другого участника, вообще говоря, будут не оптимальными.

(В) Поиск компромисса. Необходимо отметить, что в общем случае могут не существовать условия, при которых функции $U^{(1)}$ и $U^{(2)}$ одновременно имеют минимальные значения, т.е., когда оба участника могут добиться для себя оптимальных условий в данной конфликтной ситуации. В этом случае они могут искать компромиссное решение. Идеальным компромиссом будем называть такую конфликтную ситуацию, при которой уровни конфликтности у обоих участников одинаковые ($U^{(1)} = U^{(2)}$), и при этом функции $U^{(k)}$ достигают минимально возможного значения:

$$\min U^{(1)} = \min U^{(2)}. \quad (7)$$

Это означает, что оба участника конфликтной ситуации находятся в одинаковых условиях, и ни один из них не имеет преимуществ перед другим. Необходимо отметить, что на практике удовлетворить условию (7) практически невозможно, поэтому правильнее говорить о реальном (не идеальном) компромиссе, который наступает, если выполняется условие

$$|U^{(1)} - U^{(2)}| \leq \frac{\alpha}{2} \min(U^{(1)} + U^{(2)}), \quad (8)$$

где параметр $0 < \alpha \ll 1$. Например, при $\alpha = 0,1$ разница в уровнях конфликтности у двух участников не превышает 10% от их минимально возможного среднего уровня конфликтности.

Таким образом, в случае поиска идеального компромисса задача разрешения конфликтов сводится к поиску условного минимума, например, функции $U^{(1)}$, при условии

$U^{(1)} = U^{(2)}$. Эту задачу формально можно решить методом неопределенных множителей Лагранжа.

В случае неидеального (реального) компромисса (8) задача разрешения конфликта сводится к поиску минимума функции $(U^{(1)} + U^{(2)})$ при условии (8) и относится к задачам нелинейного программирования [17].

(С) Поиск максимального уровня конфликтов для одного из участников конфликтной ситуации: найти условия, при которых функция $U^{(k)}$ для одного из участников $k = 1, 2$ конфликтной ситуации будет максимальной, независимо от того, какие значения будет принимать функция $U^{(n)}$ для другого участника конфликтной ситуации ($n \neq k$). Такая задача возникает, когда один из участников конфликтной ситуации хочет создать оппоненту максимальный дискомфорт, независимо от того, как это скажется на нем самом.

(D) Создание максимального уровня конфликтов оппоненту при минимальном личном уровне конфликтов. Т. е. поиск таких условий, которые соответствуют $\max U^{(1)}$ при $\min U^{(2)}$ или $\max U^{(2)}$ при $\min U^{(1)}$. Эту задачу можно сформулировать по-другому: найти условия, обеспечивающие $\min (U^{(2)} - U^{(1)}) < 0$ или $\min (U^{(1)} - U^{(2)}) < 0$.

(Е) Существует точка зрения третьей стороны (арбитра). В качестве арбитра может выступать некая третья сторона, заинтересованная в разрешении данной конфликтной ситуации в целом. Т. е. целью арбитра в общем случае является не разрешение конфликтов какого-то конкретного участника конфликтной ситуации (хотя и такое возможно), а уменьшение суммарной конфликтной нагрузки в целом. В этом случае задача сводится к поиску условий, при которых достигается минимум функции

$$U = b_1 U^{(1)} + b_2 U^{(2)}, \quad (9)$$

где параметры $b_1, b_2 \geq 0$. Без потери общности, можно считать, что

$$b_1 + b_2 = 1. \quad (10)$$

Параметры b_1 и b_2 характеризуют отношение арбитра (третьей стороны) к участникам данной конфликтной ситуации: чем больше параметр b_n , тем важнее для арбитра снизить конфликтную нагрузку именно участника n . При $b_1 = b_2 = 0,5$ отношение арбитра к обоим участникам конфликтной ситуации равно.

Рассмотрим кратко, каким образом могут быть заданы параметры $\mu_i^{(k)}$, характеризующие отношение k -го участника конфликтной ситуации к i -тому конфликту. Как уже было отмечено, параметры $\mu_i^{(k)}$ являются психологическими характеристиками k -го участника конфликтной ситуации и характеризуют его точку зрения на данный момент времени в данных обстоятельствах. Очевидно, эти параметры не могут быть вычислены по каким-либо моделям. Они могут задаваться, например, (а) на основании анализа предыдущего опыта участия данного субъекта в аналогичных или других конфликтных ситуациях; (б) на основании психологического портрета данного субъекта; (с) на основании экспертных оценок; (д) на основании собственных оценок данного субъекта.

В последнем случае субъекту предлагается самому оценить значимость для него того или иного конфликта по некой (например, 100-бальной) шкале. Приведенные человеком таким образом значения и следует рассматривать, как $\mu_i^{(k)}$. При решении задачи (А) – поиск одностороннего преимущества, абсолютные значения параметров $\mu_i^{(k)}$ не имеют значения и в этом случае можно использовать нормированные значения $m_i^{(k)}$ (5), полученные в результате такой оценки. Однако, при решении задач (В) и (С), когда, фактически, происходит сравнение уровней конфликтности обоих участников конфликтной ситуации, необходимо пользоваться абсолютными значениями параметров $\mu_i^{(k)}$, более того, для разных участников данной конфликтной ситуации они должны определяться по одной и той же универсальной (например, по 100-бальной) шкале. Таким образом, параметры $\mu_i^{(k)}$ являются субъективными характеристиками и отражают точку зрения того, кто их задает (определяет). Например, один и тот же конфликт у разных субъектов может иметь разную значимость: для одного этот конфликт может иметь принципиальное значение и, следовательно, характеризуется большим значением соответствующего параметра $\mu_i^{(k)}$, в то время как для другого этот же конфликт может быть незначительным и, следовательно, для него соответствующий параметр $\mu_i^{(k)} \approx 0$.

В этом случае первый участник предпримет максимум усилий для разрешения этого конфликта, в то время как второй не будет обращать внимания на данный конфликт. Более того, параметры $\mu_i^{(k)}$ даже для одного и того же субъекта не остаются постоянными: они могут изменяться (а) с течением времени (человек меняется, меняются его взгляды и приоритеты), (б) в зависимости от длительности конфликта (при длительном конфликте человек может приспособливаться, смириться, уменьшая некоторые свои параметры $\mu_i^{(k)}$, а может, напротив, ожесточаться, увеличивая их), (с) в зависимости от обстоятельств, (д) за счет взаимного влияния одних конфликтов на другие и т.п.

Аналогичным образом задаются параметры b_1 и b_2 , входящие в выражение (9).

3. Метод Монте-Карло

Таким образом, с математической точки зрения задача разрешения конфликтов сводится к задаче комбинаторной оптимизации: поиску минимума (максимума) некоторой функции $\Phi(\{W, H\})$, зависящей от всех параметров W и H , характеризующих данную конфликтную ситуацию.

Вид функции $\Phi(\{W, H\})$ зависит от конкретной решаемой задачи. В частности, для задач, сформулированных в предыдущем разделе, в качестве функции $\Phi(\{W, H\})$ используются следующие:

(А) Для задачи поиска одностороннего преимущества

$$\Phi(\{W, H\}) = U^{(k)}, \quad (11)$$

где k – номер участника конфликтной ситуации, для которого ищутся оптимальные условия. Отметим, что в этом случае можно использовать не абсолютные значения параметров $\mu_i^{(k)}$, а их нормированные значения $m_i^{(k)}$ (5), т. е., фактически, принять $M^{(k)} = 1$.

(В) Для задачи поиска реального компромисса (8)

$$\Phi(\{W, H\}) = \begin{cases} f_1(z), & z > 0 \\ f_2(U^{(1)} + U^{(2)}), & z \leq 0 \end{cases} \quad (12)$$

где f_1 и f_2 – монотонно возрастающие функции своих аргументов;

$$z = |U^{(1)} - U^{(2)}| - \frac{\alpha}{2}(U^{(1)} + U^{(2)}). \quad (13)$$

Действительно, при $z > 0$ (т. е. пока не удовлетворено условие (8)) поиск минимума функции (12) ведется в направлении уменьшения параметра (13), а в случае $z \leq 0$ (т. е. при выполнении условия (8)) ведется поиск состояния с минимальным значением $(U^{(1)} + U^{(2)})$. При этом должно выполняться условие $f_2(U^{(1)} + U^{(2)}) < f_1(z)$ для любых $z > 0$ и любых $U^{(1)} + U^{(2)}$, т. к. только в этом случае гарантировано уменьшение функции $\Phi(\{W, H\})$ при переходе из области $z > 0$ в область $z < 0$. Простейшим видом функций f_1 и f_2 являются линейные функции. В этом случае с учетом указанного условия функция (12) имеет вид

$$\Phi(\{W, H\}) = \begin{cases} z, & z > 0 \\ U^{(1)} + U^{(2)} - (U_{max}^{(1)} + U_{max}^{(2)}), & z \leq 0 \end{cases} \quad (14)$$

(С) Для задачи создания максимального уровня конфликтов участнику k

$$\Phi(\{W, H\}) = -U^{(k)}; \quad (15)$$

(D) Для задачи создания максимального уровня конфликтов оппоненту при минимальном личном уровне конфликтов

$$\Phi(\{W, H\}) = U^{(k)} - U^{(-k)}, \quad (16)$$

где индекс k соответствует выбранному участнику конфликтной ситуации, а индекс $(-k)$ – его оппоненту.

(Е) Для задачи поиска оптимальной конфликтной ситуации с точки зрения третьей стороны (арбитра)

$$\Phi(\{W, H\}) = b_1 U^{(1)} + b_2 U^{(2)}. \quad (17)$$

Стоит отметить, что при решении всех перечисленных задач варьируются параметры W и H всех без исключения участников рассматриваемой конфликтной ситуации с учетом имеющихся ограничений и связей.

Для небольшого количества параметров W и H эту задачу можно решить простым перебором, однако при большом количестве этих параметров и при большом числе сторон, участвующих в рассматриваемой конфликтной ситуации, такой метод поиска решений является неоптимальным.

Одним из эффективных методов для решения задач разрешения конфликтов в общем случае является метод Монте-Карло (алгоритм Метрополиса) [18].

Ниже приведено краткое описание алгоритма Метрополиса [18] применительно к задаче разрешения конфликтов.

На каждом шаге итерации из всего набора варьируемых параметров W и H случайно (с помощью генератора случайных чисел) выбирается один, который условно обозначим X . Значение этого параметра изменяется на противоположное: $X' = 1 - X$. Здесь учтено, что в рассматриваемом случае все параметры W и H могут принимать только два значения: 0 или 1. Для нового значения параметра X' вычисляется изменение функции $\Phi(\{W, H\})$:

$$\Delta\Phi = \Phi(\{W, H\}_X, X') - \Phi(\{W, H\}_X, X) \quad (18)$$

где $\{W, H\}_X$ означает набор параметров W и H без параметра X .

Если $\Delta\Phi < 0$, то фиксируется новое значение параметра $X = X'$, в противном случае новое значение параметра $X = X'$ фиксируется, если выполняется условие

$$R < \exp(-\Delta\Phi/T(n)) \quad (19)$$

где R – случайное число, равномерно распределенное в диапазоне $[0, 1]$; $T(n) > 0$ – параметр, медленно и монотонно убывающий на каждом шаге итерации.

Если условие (19) не выполняется, то оставляется прежнее значение параметра X . После чего делается следующий шаг итерации. Итерационный процесс заканчивается, когда на протяжении заданного числа шагов (обычно кратного числу всех параметров W и H) функция $\Phi(\{W, H\})$ не изменяется.

При конечных (немалых) значениях параметра $T(n)$ условие (19) означает, что допустимы изменения параметров W и H даже в тех случаях, когда $\Delta\Phi > 0$. Таким образом, на начальных шагах итерации, вообще говоря, допустимы изменения параметров W и H , приводящие к временному увеличению функции $\Phi(\{W, H\})$. Это позволяет выйти из области притяжения локальных минимумов функции $\Phi(\{W, H\})$ и найти область притяжения глобального минимума этой функции. При очень малых значениях параметра $T(n)$ (на поздних шагах итерации, когда система уже попала в область притяжения глобального минимума функции $\Phi(\{W, H\})$), условие (19) практически не будет выполняться, поэтому изменения параметров W и H будет допустимо только в тех случаях, когда это приводит к уменьшению функции $\Phi(\{W, H\})$.

В качестве функции $T(n)$ можно использовать, например,

$$T = T_0 k^n, \quad (20)$$

где $n = 1, 2, \dots$ – номер итерации; $0 < k < 1$; T_0 – параметр, выбираемый из условия $\frac{\Delta\Phi_1}{T_0} \ll 1$;

$\Delta\Phi_1$ – изменение $\Delta\Phi$ на первом шаге итерации.

Быстрое изменение функции $T(n)$ нежелательно, т. к. это может привести к тому, что система не успеет попасть в окрестность глобального минимума функции $\Phi(\{W, H\})$ до того, как параметр $T(n)$ станет очень малым. С этой точки зрения параметр k желательно выбирать близким к единице.

4. Иллюстрация метода Монте-Карло

В работе [16] был разработан общий метод построения схемы конфликтной ситуации и ее анализа. Рассмотренный подход применен к динамической дискретной модели конфлик-

та «ребенок-родитель». Конфликт заключается в том, что ребенок хочет иметь смартфон, а родитель не хочет покупать смартфон ребенку, т. к. родитель считает, что наличие смартфона оказывает отрицательное влияние на ребенка – на его психику, поведение, общение с другими людьми, мешает учебе и т. п. Для достижения своей цели ребенок воздействует на родителя, например, начинает себя плохо вести, тем самым создавая родителю конфликт; либо пытается решить свою проблему (отсутствие смартфона) без участия родителя, т. е. достать смартфон из альтернативных источников (бабушки, дедушки, друзья и т. п.). В ходе решения основного конфликта (наличие или отсутствие смартфона у ребенка) возникает множество второстепенных конфликтов, причем, как у ребенка, так и у родителя. Каждая из конфликтующих сторон начинает искать альтернативные пути разрешения имеющихся у нее конфликтов или пытается воздействовать на оппонента, чтобы тот изменил контролируемые им параметры в нужную сторону, например, родитель может выполнить какое-нибудь другое желание ребенка – купить велосипед вместо смартфона.

Верхним индексом 1 обозначим одну сторону конфликта (ребенок), а верхним индексом 2 – другую сторону конфликта (родитель).

Для каждого участника конфликтной ситуации конфликт характеризуется своим набором рассогласований: для ребенка $U^{(1)} = \{u_0^{(1)}, u_1^{(1)}, \dots, u_8^{(1)}\}$, для родителя $U^{(2)} = \{u_0^{(2)}, u_1^{(2)}, \dots, u_4^{(2)}\}$. Также у каждого участника конфликтной ситуации есть контролируемые параметры, которые он может менять в зависимости от конфликтной ситуации (табл. 1), и могут быть фундаментальные параметры, которые неизменны ни при каких условиях (табл. 2). В рассматриваемой задаче фундаментальные параметры есть только у родителя. В таблице 3 собраны параметры рассогласования, характеризующие конфликты, возникающие у ребенка и родителя в ходе математического моделирования, описанного в [16].

Таблица 1. Параметры, контролируемые участниками конфликтной ситуации

Ребенок		Родитель	
Параметр	Ситуация	Параметр	Ситуация
$W_0^{(1)}=0$	Не хочет иметь смартфон	$H_0^{(2)}=0$	Не купил ребенку смартфон
$W_0^{(1)}=1$	Хочет иметь смартфон	$H_0^{(2)}=1$	Купил ребенку смартфон
$H_1^{(1)}=0$	Плохо себя ведет		
$H_1^{(1)}=1$	Хорошо себя ведет		
$H_0^{(k)}=0$	Не достал смартфон из альтернативного источника $k=3, \dots, N$	$H_1^{(2)}=0$	Не отобрал у ребенка смартфон, полученный из альтернативного источника
$H_0^{(k)}=1$	Достал смартфон из альтернативного источника $k=3, \dots, N$	$H_1^{(2)}=1$	Отобрал у ребенка смартфон, полученный из альтернативного источника
$W_1^{(1)}=0$	Не хочет новый велосипед	$H_2^{(2)}=0$	Не покупает ребенку новый велосипед
$W_1^{(1)}=1$	Хочет новый велосипед	$H_2^{(2)}=1$	Покупает ребенку новый велосипед

Таблица 2. Фундаментальные параметры

Родитель	
Параметр	Ситуация
$W_0^{(2)} \equiv 0$	Хочет, чтобы смартфон не оказал отрицательное воздействие на ребенка
$W_1^{(2)} \equiv 0$	Хочет, чтобы ребенок не расстраивался
$W_2^{(2)} \equiv 1$	Хочет, чтобы ребенок вел себя хорошо

Таблица 3. Конфликты ребенка и родителя, порожденные рассмотренной конфликтной ситуацией

Ребенок	Родитель
$u_0^{(1)} = (1 - H_0) W_0^{(1)}$	$u_0^{(2)} = H_0^{(2)}$
$u_1^{(1)} = (1 - H_0)(1 - W_0^{(1)})$	$u_1^{(2)} = u_0^{(1)} + u_1^{(1)} + u_7^{(1)} + u_8^{(1)}$
$u_2^{(1)} = u_2^{(2)}$	$u_2^{(2)} = 1 - (1 - u_5^{(1)})(1 - u_7^{(1)}) H_1^{(1)}$
$u_3^{(1)} = (1 - K_1^{(2)})(1 - H_0^{(2)}) H_0$	$u_3^{(2)} = K_1^{(2)}(1 - H_0^{(2)}) H_0$
$u_4^{(1)} = (1 - H_0^{(2)}) H_0$	$u_4^{(2)} = K_1^{(2)} H_1^{(2)}(1 - H_0^{(2)}) H_0$
$u_5^{(1)} = (1 - H_0^{(2)}) W_0^{(1)}$	
$u_6^{(1)} = K_1^{(2)} H_1^{(2)}(1 - H_0^{(2)}) H_0$	
$u_7^{(1)} = (1 - H_2) W_1^{(1)}$	
$u_8^{(1)} = (1 - H_2)(1 - W_1^{(1)})$	

где $H_0 = (1 - (1 - H_0^{(2)})(1 - H_0^{(3)}) \dots (1 - H_0^{(N)}))(1 - H_1^{(2)})$; $H_2 = (1 - u_2^{(2)}) H_2^{(2)}$

Параметр $K_1^{(2)}$, описывает, знает ли родитель о том, что ребенок достал смартфон из альтернативного источника или нет. Данный параметр является независимым параметром системы.

В этой статье рассмотрены случаи, когда имеется только один альтернативный источник, откуда ребенок может получить смартфон, т. е. $N = 3$. Таким образом, начальный параметр «имею» будет иметь вид:

$$H_0 = 1 - (1 - H_0^{(2)})(1 - H_0^{(3)}), \quad (21)$$

где $H_0^{(3)}$ показывает, получил ли ребенок из альтернативного источника смартфон.

В работе [16] подробно описана схема построения конфликта «ребенок-родитель».

Для иллюстрации метод Монте-Карло был применен к рассматриваемому конфликту. Задача заключается в поиске таких значений управляемых (контролируемых) параметров, при которых возможно оптимальное разрешение конфликтной ситуации с точки зрения либо одного участника конфликта, либо обоих участников.

Так как параметр $K_1^{(2)}$ является независимым параметром системы, то для каждой задачи было выполнено по два расчета: при $K_1^{(2)} = 0$ (вариант а) и $K_1^{(2)} = 1$ (вариант б).

Ниже приведены результаты расчетов для конкретного набора параметров $\mu_i^{(k)}$ (табл. 4), характеризующих ребенка и родителя. Эти параметры были выбраны случайно и независимо с помощью генератора случайных чисел в диапазоне $[0, 1]$.

Для всех вариантов расчетов использовались одни и те же значения параметров $T_0 = 5$ и $k = 0.95$.

Были проведены расчеты для задач (А), (В) и (D). Расчеты для задач (С) и (Е) производятся аналогично. Варианты расчетов представлены в таблице 5.

Таблица 4. Параметры $\mu_i^{(k)}$, характеризующие ребенка и родителя, используемые в расчетах

Ребенок								
$\mu_0^{(1)}$	$\mu_1^{(1)}$	$\mu_2^{(1)}$	$\mu_3^{(1)}$	$\mu_4^{(1)}$	$\mu_5^{(1)}$	$\mu_6^{(1)}$	$\mu_7^{(1)}$	$\mu_8^{(1)}$
0.609062	0.597986	0.974018	0.118495	0.523417	0.277281	0.482635	0.101624	0.39404
Родитель								
$\mu_0^{(2)}$	$\mu_1^{(2)}$	$\mu_2^{(2)}$	$\mu_3^{(2)}$	$\mu_4^{(2)}$				
0.94373	0.986098	0.637864	0.279273	0.963127				

Таблица 5. Варианты расчетов

Вариант	Задача	Условия
1a	$\min U^{(1)}$	$K_1^{(2)}=0$
1b	$\min U^{(1)}$	$K_1^{(2)}=1$
2a	$\min U^{(2)}$	$K_1^{(2)}=0$
2b	$\min U^{(2)}$	$K_1^{(2)}=1$
3	$\max(U^{(2)} - U^{(1)})$	$K_1^{(2)}=0$ и $K_1^{(2)}=1$
4a	$\max(U^{(1)} - U^{(2)})$	$K_1^{(2)}=0$
4b	$\max(U^{(1)} - U^{(2)})$	$K_1^{(2)}=1$
5a	Компромисс	$\alpha=0.1$; $K_1^{(2)}=0$
5b	Компромисс	$\alpha=0.1$; $K_1^{(2)}=1$

Результаты расчетов представлены в Таблице 6 и на рис. 1–7. Следует отметить, что во многих случаях задача имеет неоднозначное решение: одни и те же результаты ($U^{(1)}$ и $U^{(2)}$) получаются для разных сочетаний параметров W и H . Чтобы не загромождать таблицу 6 данными, для каждого варианта приведен только один из полученных результатов.

Таблица 6. Результаты расчетов для вариантов, представленных в таблице 5

Вариант	$W_0^{(1)}$	$W_1^{(1)}$	$H_1^{(1)}$	$H_0^{(3)}$	$H_0^{(2)}$	$H_1^{(2)}$	$H_2^{(2)}$	$U^{(1)}$	$U^{(2)}$
1a	0	1	1	0	1	0	1	0	0.943
1b	0	0	1	0	1	1	1	0	0.943
2a	0	0	1	1	0	0	1	0.642	0
2b	0	1	1	1	0	0	1	0.523	0.279
3	0	0	1	0	1	0	0	0.394	1.930
4a	1	0	1	1	0	0	0	2.287	1.624
4b	1	0	0	1	0	0	0	2.169	1.903
5a	0	0	1	1	0	0	0	2.254	2.610
5b	1	1	1	1	0	0	0	1.891	1.903

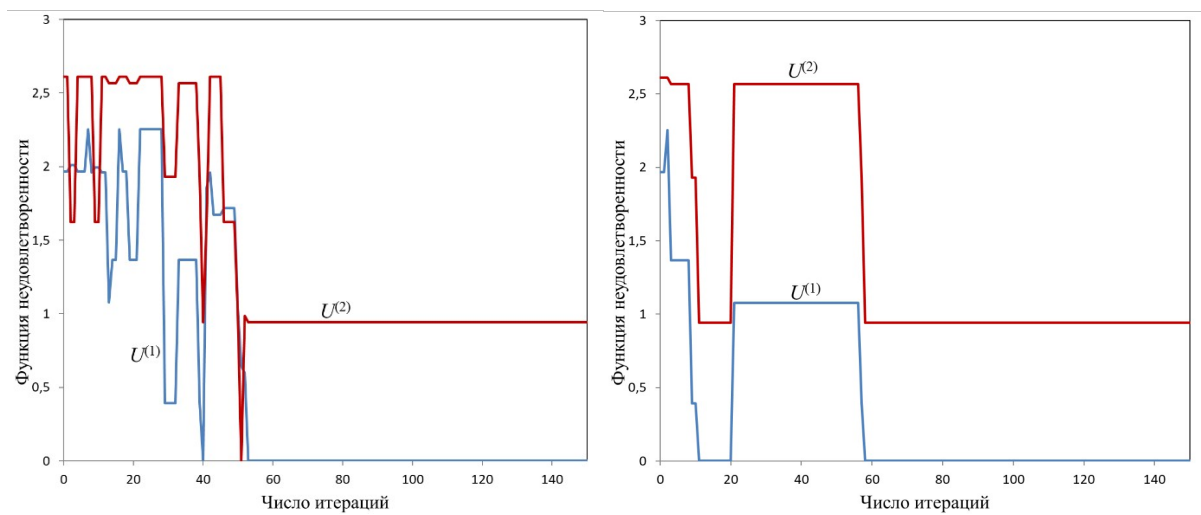


Рис. 1. Варианты расчетов 1а (слева) и 1б (справа)

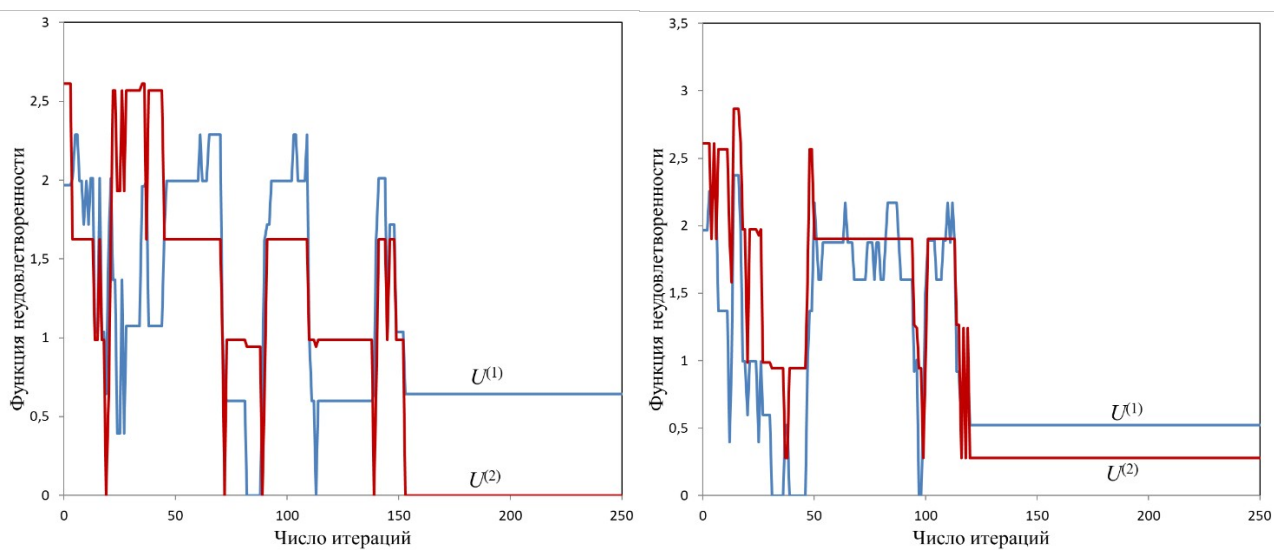


Рис. 2. Варианты расчетов 2а (слева) и 2б (справа)

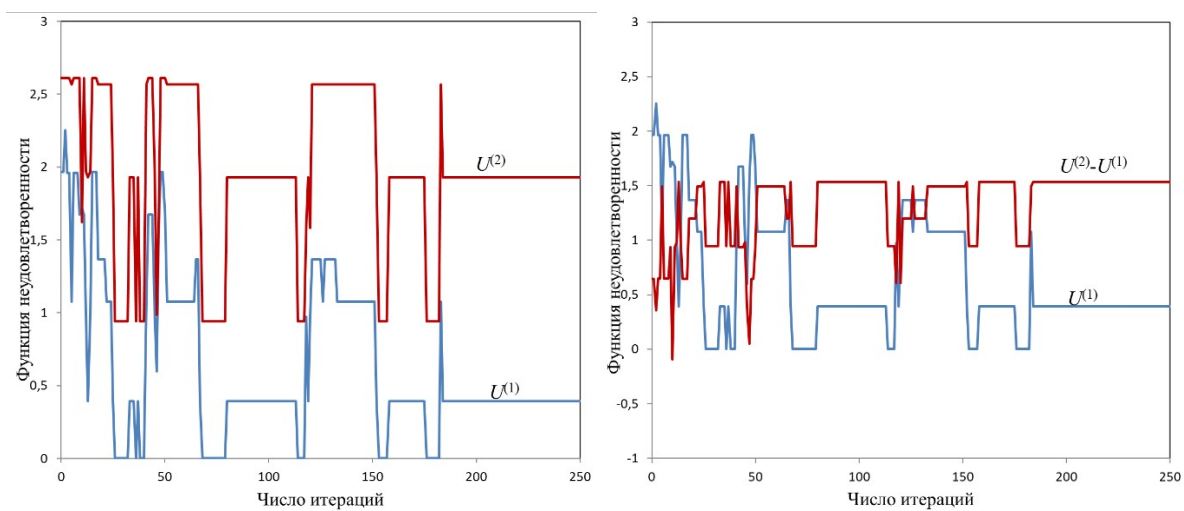


Рис. 3. Вариант расчета 3

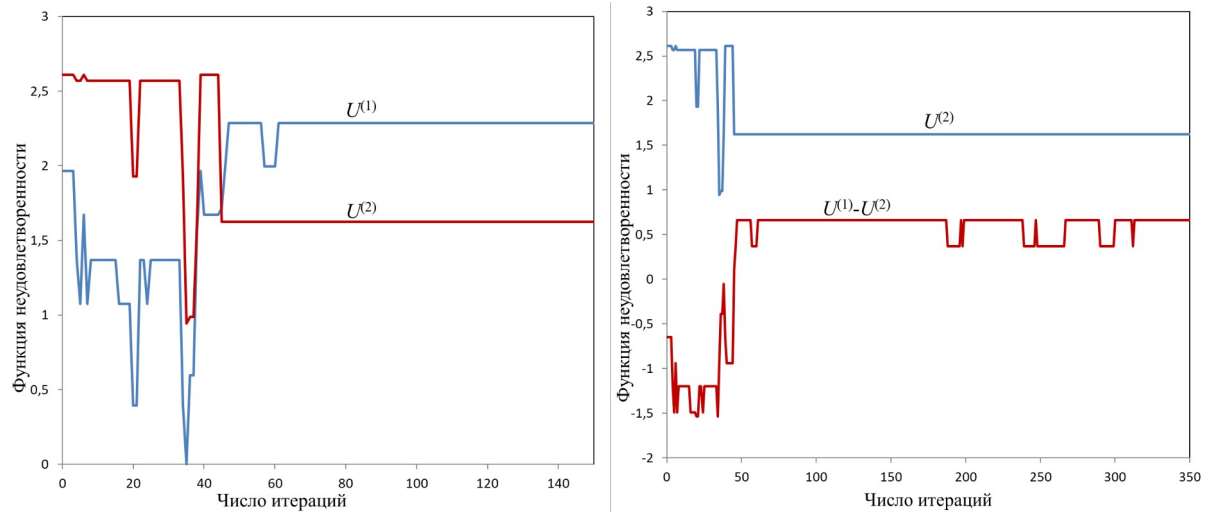


Рис. 4. Вариант расчета 4а

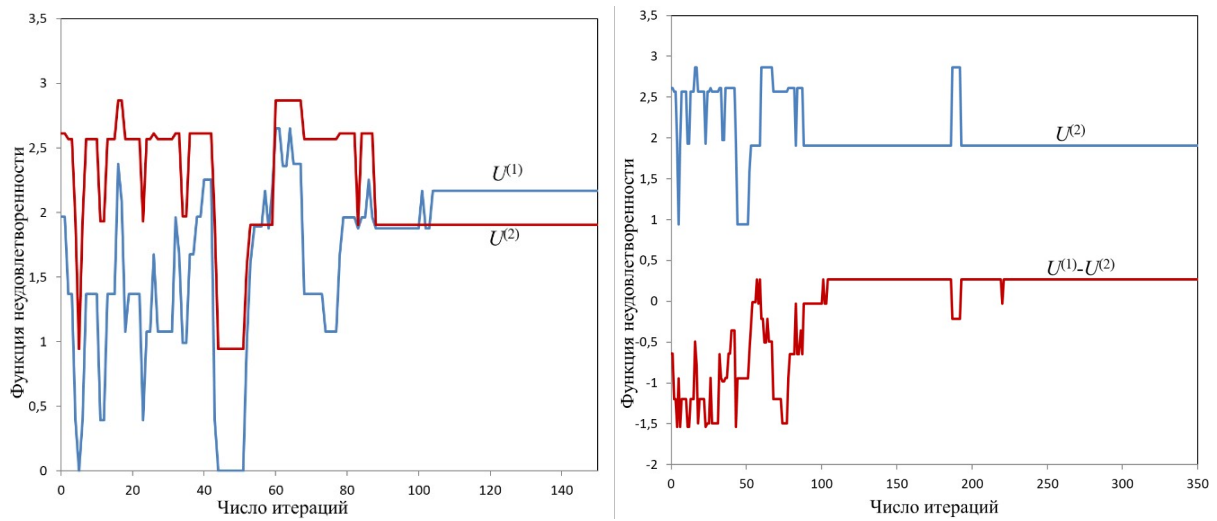
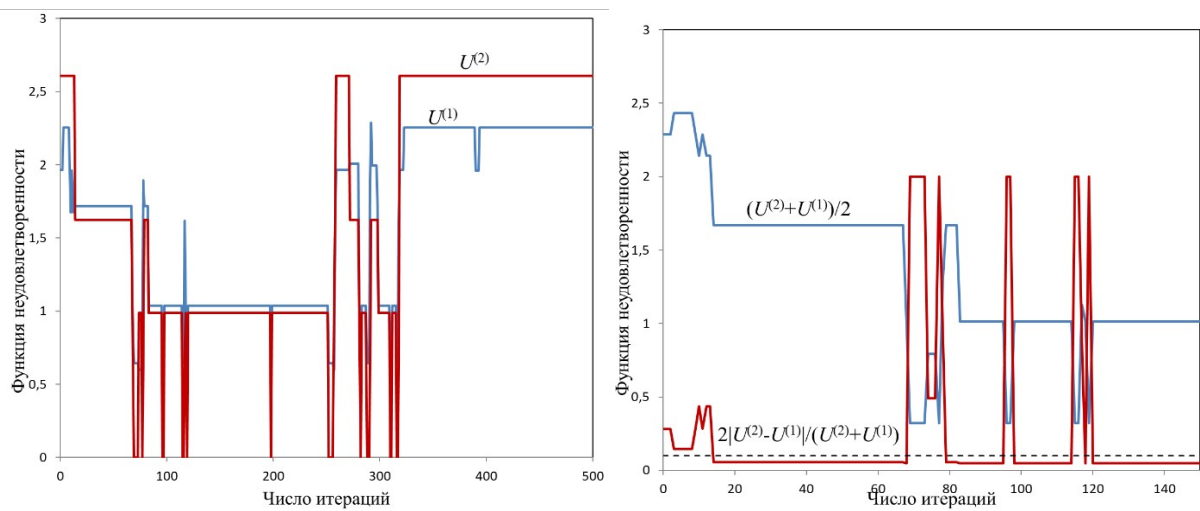


Рис. 5. Вариант расчета 4b

Рис. 6. Вариант расчета 5а. Штриховая линия, соответствует заданному значению $\alpha = 0.1$

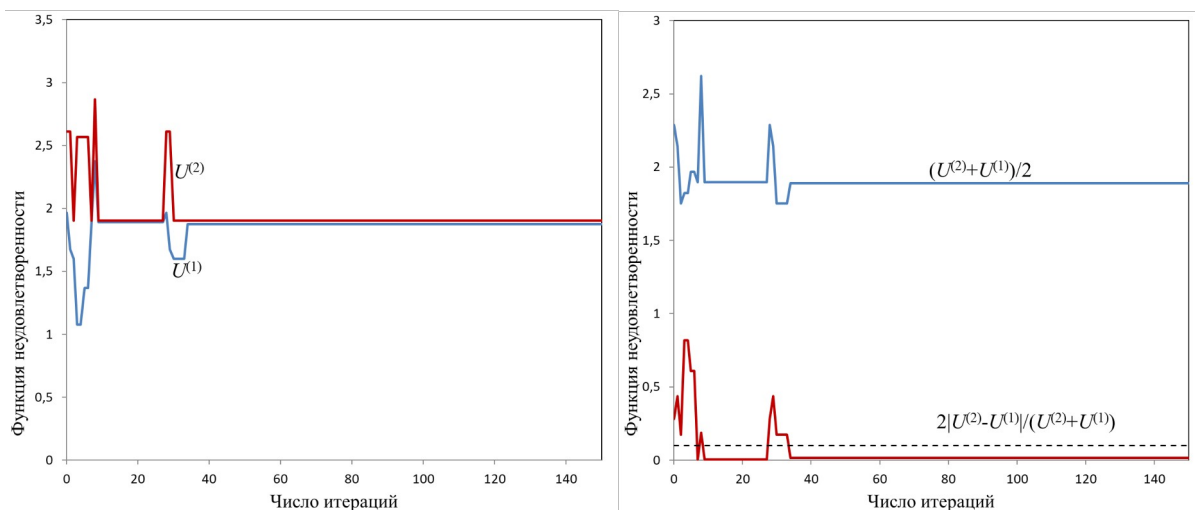


Рис. 7. Вариант расчета 5b. Штриховая линия, соответствует заданному значению $\alpha = 0.1$

Интересно отметить, что во всех вариантах (кроме варианта 3) уровень конфликтности родителя $U^{(2)}$ всегда выше в тех случаях, когда он узнал о том, что ребенок достал смартфон из альтернативного источника ($K_1^{(2)} = 1$), по сравнению со случаем, когда родитель не знает об этом ($K_1^{(2)} = 0$). Более того, расчеты показали, что в варианте 2b не существует решения с $U^{(2)} = 0$. Т. е. в этом случае не существует бесконфликтное для родителя состояние. Из этого можно сделать вывод, что родителю (по крайней мере при данном наборе параметров $\mu_i^{(k)}$) лучше не знать о том, что ребенок достал смартфон из альтернативного источника.

Для варианта 3 (ребенок хочет создать родителю максимально конфликтную ситуацию при минимальном собственном уровне конфликтов) при данном наборе параметров $\mu_i^{(k)}$ (табл. 3) рассматриваемая задача имеет одинаковые решения при $K_1^{(2)} = 0$ и $K_1^{(2)} = 1$, поэтому эти варианты объединены в один. В этом случае, наряду с решением, имеющим наибольшую разность $U^{(2)} - U^{(1)} = 1.536$ ($U^{(1)} = 0.394$, $U^{(2)} = 1.929$), имеется решение с меньшей разностью $U^{(2)} - U^{(1)} = 1.492$, но при этом с большим уровнем конфликтности для родителя ($U^{(1)} = 1.076$, $U^{(2)} = 2.568$). И в том, и в другом случае у ребенка самого имеются неразрешенные конфликты. Кроме этого, эта задача (вариант 3) имеет бесконфликтное решение для ребенка ($U^{(1)} = 0$, $U^{(2)} = 0.934$), но с еще меньшей разностью $U^{(2)} - U^{(1)} = 0.934$, которое соответствует вариантам 1a и 1b.

В вариантах 5a и 5b достигнуты значения $\frac{2|U^{(1)} - U^{(2)}|}{(U^{(1)} + U^{(2)})} = 0.0493$ и $\frac{2|U^{(1)} - U^{(2)}|}{(U^{(1)} + U^{(2)})} = 0.006$,

соответственно, при заданном максимальном значении $\alpha = 0.1$, что является хорошим компромиссом, однако уровни конфликтов участников в этих случаях ($U^{(1)} = 1.036$, $U^{(2)} = 0.986$) и ($U^{(1)} = 2.254$, $U^{(2)} = 2.610$), соответственно, остаются достаточно высокими.

В результате анализа разработанной модели можно сделать вывод: у ребенка оказалось больше конфликтов, чем у родителя, но при выбранных значениях параметров $\mu_i^{(k)}$ оказалось, что ребенок находится в более выигрышной ситуации, чем родитель – ему легче снизить свою конфликтную нагрузку и легче создать конфликты родителю. Т. е. у ребенка большая степень свободы, позволяющая воздействовать на родителя, чем наоборот. Возможно, этот результат относится только к данной модельной системе, которая, конечно, учитывает не все возможные ситуации и способы воздействия конфликтующих сторон друг на друга, однако анализ реальных известных конфликтов ребенок-родитель показывает, что этот вывод во многих случаях соответствует действительности.

4. Заключение

Метод Монте-Карло широко применяется для решения задач в различных предметных областях, начиная от физики (где он и возник) и заканчивая экономикой и психологией. В данной работе метод Монте-Карло впервые применен для анализа конфликтных ситуаций и поиска их оптимального разрешения. Этот метод позволяет эффективно находить решения задач математической теории конфликтов независимо от сложности реальной конфликтной ситуации.

В данной работе рассмотрен метод анализа конфликтной ситуации, построения функции конфликтности и поиска оптимальных решений методом Монте-Карло на примере социального конфликта между ребенком и родителем, однако описанный подход может быть применен к решению других видов конфликтных ситуаций, таких как, например, военные конфликты, информационные конфликты между различными организационно-техническими системами [19, 20] и др.

В статье обсуждено построение функции конфликтности для каждого участника конфликтной ситуации, используя которые строится целевая функция $\Phi(\{W, H\})$, характеризующая конфликтную ситуацию в целом. Для наиболее часто встречающихся задач разрешения конфликтных ситуаций приведены общие схемы построения функции $\Phi(\{W, H\})$. Показано, что с математической точки зрения поиск возможных путей разрешения конфликтов сводится к задаче комбинаторной оптимизации: поиску минимума функции $\Phi(\{W, H\})$ при заданных ограничениях. Для решения этой задачи использован метод Монте-Карло (алгоритм Метрополиса), являющийся универсальным инструментом, реализация которого не зависит от вида конкретной конфликтной ситуации.

В этой работе рассмотрены конфликты только с дискретными параметрами W и H и, как следствие – с дискретными рассогласованиями, а в работе [15] – только конфликты с непрерывными параметрами W и H , и непрерывными рассогласованиями. В реальных конфликтных ситуациях участники могут характеризоваться, как непрерывными, так и дискретными параметрами W и H , что может быть учтено соответствующим образом при составлении функции неудовлетворенности $U^{(k)}$.

Необходимо отметить, что результат поиска путей эффективного разрешения конфликтов существенно зависит от точности оценки параметров значимости $\mu_i^{(k)}$ для каждого участника конфликтной ситуации и каждого имеющегося или потенциально возможного конфликта. Кроме того, для решения этой задачи нужно знать (предугадать) все возможные стратегии, которыми могут воспользоваться участники данной конфликтной ситуации, а также все имеющиеся у участников возможности воздействовать друг на друга. От этого в значительной степени зависит успех проводимого анализа и принятия решений.

Эти вопросы предполагается рассмотреть в следующих статьях.

Литература

1. Сунами А. Н. Этика «цифрового общества»: новый конфликт или новый баланс // Вестник Санкт-Петербургского университета. Философия и конфликтология. 2023. Т. 39. Вып. 3. С. 544–556. <https://doi.org/10.21638/spbu17.2023.311>.
2. Степанов В. Г., Колесник Е. А. Социальный конфликт и напряженность в обществе в условиях реализации проекта цифровизации городского хозяйства " Умный город" // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. 2021. №. 1. С. 115–130.
3. Нестик Т. А. Влияние военных конфликтов на психологическое состояние общества: перспективные направления исследований // Социальная психология и общество. 2023. Т. 14. №. 4. С. 5–22.

4. Соломатина Е. Н. Новые формы социальных конфликтов в системе высшего образования России // Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. 2021. Т. 27. №. 1. С. 188–208.
5. Гуриева С. Д. и др. Интеллектуальный концепт переговорных процессов // Сибирский психологический журнал. 2024. №. 93. С. 155–169.
6. Никитина Ю., Таран К. Мировые практики медиации в конфликтах в цифровую эпоху // Пути к миру и безопасности. 2021. №. 1 (60). С. 11–28.
7. Иванова Е. и др. Теоретические основы медитативно-переговорных технологий урегулирования конфликта // Вестник Санкт-Петербургского университета. Философия и конфликтология. 2022. Т. 38. №. 4. С. 581–593.
8. Du J.; Liu S.; Liu Y.; Yi J. A novel approach to three-way conflict analysis and resolution with Pythagorean fuzzy information. *Inf. Sci.* 2022, 584, 65–88.
9. Lang G.; Yao Y. Formal concept analysis perspectives on three-way conflict analysis. *Int. J. Approx. Reason.* 2023, 152, 160–182.
10. Vitanov N. K., Dimitrova Z. I., Ausloos M. Verhulst–Lotka–Volterra (VLV) model of ideological struggle // *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2010. Т. 389. №. 21. С. 4970–4980.
11. Nazir A., Abbas N., Shatanawi W. On stability analysis of a mathematical model of a society confronting with internal extremism // *International Journal of Modern Physics B*. 2023. Т. 37. №. 07. С. 2350065.
12. Евсеев В. О. Методология применение экспертных систем для анализа региональных конфликтов // ЦИТИСЭ. 2021. №. 3. С. 65–78.
13. Нефедова Ю. С., Вартанова Е. Л., Аникина М. Е. Математическая модель репрезентации социального конфликта: создание и апробация на корпусе текстов // Президент. 2024. Т. 18. С. 23.
14. Бандейкина Н. Н., Крюкова Т. В. Об одном подходе к оценке конфликтологической компетентности руководителя методом математического моделирования // Вестник Санкт-Петербургского университета. Философия и конфликтология. 2021. Т. 37. №. 1. С. 106–117.
15. Антипова Е. С. Математическое моделирование конфликтов // Вестник Югорского государственного университета. 2023; 4: 41–56. DOI 10.18822/byusu20230441-56.
16. Антипова Е. С. Дискретная динамическая модель конфликтов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2024. Т. 14. №. 1. С. 283–296.
17. Ганичева А. В., Ганичев А. В. Приближенный метод оптимизации задач нелинейного программирования // Прикладная математика и вопросы управления. 2022. №. 4. С. 9–25.
18. Metropolis, N., Rosenbluth, A. W., Rosenbluth, M. N., Teller, A. H., & Teller, E. (1953). Equation of state calculations by fast computing machines. *The journal of chemical physics*. 1953; 21(6), 1087–1092.
19. Макаренко С. И. Информационный конфликт системы связи с системой дестабилизирующих воздействий. Часть I: Концептуальная модель конфликта с учетом ведения разведки, физического, радиоэлектронного и информационного поражения средств связи // Техника радиосвязи. 2020. № 2 (45). С. 104–117. DOI: 10.33286/2075-8693-2020-45-104-117.
20. Михайлов Р. Л. Динамическая модель информационного конфликта информационно-телекоммуникационных систем специального назначения // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 3. С. 238–251. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10309

Антипова Екатерина Сергеевна

старший преподаватель кафедры математических методов в экономике и управлении
ФГБОУ ВО «Государственный университет управления» (109542, Москва, Рязанский проспект, 99), e-mail: antipovaes@live.ru.

Search for ways to resolve conflicts using the Monte Carlo method

Ekaterina S. Antipova

State University of Management

Abstract: The paper describes a general approach to finding ways to resolve conflict situations with discrete mismatch using a mathematical apparatus. Within the framework of mathematical modeling of conflicts, a general method for constructing a conflict function for each subject participating in the conflict has been developed. The main tasks of conflict resolution have been identified. Using the example of two subjects participating in the conflict, the conditions have been obtained that link the dissatisfaction functions of the subjects, under which the considered problems of conflict resolution will have a solution. The application of the Monte Carlo method to the search for a solution to conflict situations with discrete disagreement for each conflict resolution task has been shown. The considered approach to constructing a dissatisfaction function described using individual psychological characteristics of a person involved in a conflict allows one to better understand the causes of a conflict and make the right decision on resolving a conflict situation. The identified main problems of conflict resolution from the point of view of mathematical modeling of conflicts and the given diagram for constructing the objective function for these tasks can be applied to any type of conflict of any complexity.

Keywords: conflict; conflicting parties; socio-economic conflicts; conflict resolution; mathematical modeling of conflicts.

For citation: Antipova E. S. Poisk putej razresheniya konfliktov metodom Monte-Karlo [Search for ways to resolve conflicts using the Monte Carlo method]. Vestnik SibGUTI, 2025, vol. 19, no. 3, pp. 95-110. <https://doi.org/10.55648/1998-6920-2025-19-3-95-110>.



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0
License

© Antipova E. S., 2025

The article was submitted: 08.04.2025;
revised version: 18.05.2025;
accepted for publication 26.05.2025.

References

1. Sunami A. N. *Ehtika «tsifrovogo obshchestva»: novyi konflikt ili novyi balans* [Ethics of the "Digital Society": New Conflict or New Balance]. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Filosofiya i konfliktologiya. 2023, 39 (3), 544–556.
2. Stepanov V. G., Kolesnik E. A. *Sotsial'nyi konflikt i napryazhennost' v botchiest v usloviyakh realizatsii proekta tsifrovizatsii gorodskogo khozyaistva "Umnyi gorod"* [Social conflict and tension in society in the context of the implementation of the digitalization project of urban economy "Smart City"]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Sotsiologiya. Ehkonomika. Politika. 2021, no. 1, 115-130.
3. Nestik T. A. *Vliyanie voennykh konfliktov na psikhologicheskoe sostoyanie obshchestva: perspektivnye napravleniya issledovaniy* [The influence of military conflicts on the psychological state of society: promising areas of research]. Sotsial'naya psikhologiya i obshchestvo. 2023, 14(4), 5-22.

4. Solomatina E. N. *Novye formy sotsial'nykh conflictive v sisteme vysshego obrazovaniya Rossii* [New forms of social conflicts in the system of higher education in Russia. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 18. Sotsiologiya i politologiya. 2021, 27(1), 188-208.
5. Gurieva S. D. et al. *Intellektual'nyi kontsept peregovornykh protsessov* [Intellectual concept of negotiation processes]. Sibirskii psikhologicheskii zhurnal. 2024, 93, 155-169.
6. Nikitina YU., Taran K. *Mirovye praktiki mediatsii v konfliktakh v tsifrovuyu ehpokhu* [Global Practices of Conflict Mediation in the Digital Age]. Puti k miru i bezopasnosti. 2021. №. 1 (60). S. 11-28.
7. Ivanova E. et al. *Teoreticheskie osnovy meditativno-peregovornykh tekhnologii uregulirovaniya konflikta* [Theoretical foundations of meditative-negotiation technologies for conflict resolution]. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Filosofiya i konfliktologiya. 2022, 38(4), 581-593.
8. Du J.; Liu S.; Liu Y.; Yi J. A novel approach to three-way conflict analysis and resolution with Pythagorean fuzzy information. Inf. Sci. 2022, 584, 65–88.
9. Lang G., Yao Y. Formal concept analysis perspectives on three-way conflict analysis. Int. J. Approx. Reason. 2023, 152, 160–182.
10. Vitanov N. K., Dimitrova Z. I., Ausloos M. Verhulst–Lotka–Volterra (VLV) model of ideological struggle // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 2010. T. 389. №. 21. C. 4970-4980.
11. Nazir A., Abbas N., Shatanawi W. On stability analysis of a mathematical model of a society confronting with internal extremism // International Journal of Modern Physics B. 2023. T. 37. №. 07. C. 2350065.
12. Evseev V. O. *Metodologiya primeneniya ehkspertnykh sistem dlya analiza regional'nykh konfliktov* [Methodology of application of expert systems for analysis of regional conflicts]. TSITISEH. 2021, 3, 65-78.
13. Nefedova YU. S., Vartanova E. L., Anikina M. E. *Matematicheskaya model' reprezentatsii sotsial'nogo konflikta: sozдание i aprobatsiya na korpuse tekstov* [Mathematical model of representation of social conflict: creation and testing on a corpus of texts]. Prezident. 2024, Vol. 18, p. 23.
14. Bandejkina N. N., Kryukova T. V. *Ob odnom podkhode k otsenke konfliktologicheskoi kompetentnosti rukovoditelya metodom matematicheskogo modelirovaniya* [On one approach to assessing the conflictological competence of a manager using the method of mathematical modeling. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Filosofiya i konfliktologiya. 2021, 37(1), 106-117.
15. Antipova E. S. *Matematicheskoe modelirovanie konfliktov*. [Mathematical modeling of conflicts]. Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta. 2023; 4, 41-56. DOI 10.18822/byusu20230441-56.
16. Antipova E. S. *Diskretnaya dinamicheskaya model' konfliktov* [Discrete dynamic model of conflicts]. Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ehkonomika. Sotsiologiya. Menedzhment. 2024, 14(1), 283-296.
17. Ganicheva A. V., Ganichev A. V. *Priblizhennyi metod optimizatsii zadach nelineinogo programmirovaniya* [Approximate method for optimization of nonlinear programming problems]. Prikladnaya matematika i voprosy upravleniya. 2022, 4, 9-25.
18. Metropolis, N., Rosenbluth, A. W., Rosenbluth, M. N., Teller, A. H., & Teller, E. (1953). Equation of state calculations by fast computing machines. The journal of chemical physics, 21(6), 1087-1092.
19. Makarenko S.I. *Informacionnyj konflikt sistemy svyazi s sistemoy destabiliziruyushchih vozdeystvij. Chast' I: Konceptual'naya model' konflikta s uchetom vedeniya razvedki, fizicheskogo, radioelektronnogo i informacionnogo porazheniya sredstv svyazi* [The information conflict of the communication system with the system of destabilizing effects. Part I: A conceptual model of the conflict, taking into account the conduct of intelligence, physical, electronic and information damage to communications]. Tekhnika ra-diosvyazi. 2020, 2 (45), 104-117. DOI: 10.33286/2075-8693-2020-45-104-117
20. Mikhailov R. L. *Dinamicheskaya model' informacionnogo konflikta informacionno-telekommunikatsionnykh sistem special'nogo naznacheniya* [Dynamic model of information conflict of special purpose information and telecommunication systems]. Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti. 2020, 3, 238-251. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10309

Ekaterina S. Antipova

Senior Lecturer, Department of Mathematical Methods in Economics and Management, State University of Management (109542, Moscow, Ryazansky prospekt, 99) e-mail: antipovaes@live.ru.