

УДК: 519.876.2

Учет психологических факторов в моделях боя (конфликта)

В. В. Шумов

Отделение погранологии Международной академии информатизации,
Россия, 125040, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 3/5

E-mail: vshum59@yandex.ru

Получено 20.04.2016, после доработки — 17.11.2016.

Принято к публикации 05.12.2016.

Ход и исход боя в значительной степени зависят от морального духа войск, характеризующегося процентом потерь (убитых и раненых), при котором войска еще продолжают сражаться. Всякий бой есть психологический акт, заканчивающийся отказом от него одной из сторон. Обычно в моделях боя психологический фактор учитывают в решении уравнений Ланчестера (условие равенства сил, когда численность одной из сторон обращается в ноль). При этом подчеркивается, что модели ланчестеровского типа удовлетворительно описывают динамику боя только на начальных его стадиях. Для разрешения данного противоречия предложено использовать модификацию уравнений Ланчестера, учитывающую тот факт, что в любой момент боя по противнику ведут огонь не пораженные и не отказавшиеся от сражения бойцы. Полученные дифференциальные уравнения решаются численным методом и позволяют в динамике учитывать влияние психологического фактора и оценивать время завершения конфликта. Вычислительные эксперименты подтверждают известный из военной теории факт, что бой обычно заканчивается отказом бойцов одной из сторон от его продолжения (уклонение от боя в различных формах). Наряду с моделями временной и пространственной динамики предложено использовать модификацию функции технологии конфликта С. Скапердаса, основанную на учете принципов боя. Для оценки вероятности победы одной из сторон в бою учитываются проценты выдерживаемых сторонами кровавых потерь и показатель боевого превосходства. Последний является средним геометрическим параметров, характеризующих всестороннее обеспечение боя, разведку, маневр и огонь. Анализ хода и исхода ряда военных компаний последних десятилетий показал, что процент выдерживаемых военных потерь резко снизился в странах с низким уровнем рождаемости. Наличие технологического превосходства над противником не гарантирует военного успеха, особенно в случае продолжительного конфликта. В этой связи представляются актуальными дальнейшие исследования, позволяющие количественно учесть вклад психологического фактора в ход и исход боя, а также учитывать влияние социально-психологических воздействий.

Ключевые слова: модели боя, функции технологии конфликта, функция представления и восприятия, психология боя, социально-информационное управление и противоборство

UDC: 519.876.2

Consideration of psychological factors in models of the battle (conflict)

V. V. Shumov

Department borderlogy of International Informatizational Academy,
3/5 Leningradsky Ave., Moscow, 125040, Russia

Received 20.04.2016, after completion — 17.11.2016.

Accepted for publication 05.12.2016.

The course and outcome of the battle is largely dependent on the morale of the troops, characterized by the percentage of loss in killed and wounded, in which the troops still continue to fight. Every fight is a psychological act of ending his rejection of one of the parties. Typically, models of battle psychological factor taken into account in the decision of Lanchester equations (the condition of equality of forces, when the number of one of the parties becomes zero). It is emphasized that the model Lanchester type satisfactorily describe the dynamics of the battle only in the initial stages. To resolve this contradiction is proposed to use a modification of Lanchester's equations, taking into account the fact that at any moment of the battle on the enemy firing not affected and did not abandon the battle fighters. The obtained differential equations are solved by numerical method and allow the dynamics to take into account the influence of psychological factor and evaluate the completion time of the conflict. Computational experiments confirm the known military theory is the fact that the fight usually ends in refusal of soldiers of one of the parties from its continuation (avoidance of combat in various forms). Along with models of temporal and spatial dynamics proposed to use a modification of the technology features of the conflict of S. Skaperdas, based on the principles of combat. To estimate the probability of victory of one side in the battle takes into account the interest of the maturing sides of the bloody casualties and increased military superiority.

Keywords: model battlefield, function technology of the conflict, the function of representation and perception, psychology of combat, social and information management and confrontation

Введение

Обороноспособность государства складывается «из материальных и духовных элементов, выражающих военные, экономические, научные, социальные и морально-психологические возможности государства и народа» [Война, 2004, с. 222]. Под боеспособностью войск понимается «возможность и способность войск (сил флота) успешно вести военные действия, частично или полностью выполнять поставленные боевые задачи в соответствии с их функциональным предназначением. ... Небоеспособными признаются соединения, части и подразделения при наличии в них менее 40 % боевого состава» [Война, 2004, с. 210].

Представленные определения, отражающие опыт боевых действий, взгляды выдающихся полководцев [Суворов, 1996] и военных теоретиков [Головин, 1995], свидетельствуют о важности учета в моделях боя (конфликта, специальных действий) психологического фактора. По Н. Н. Головину, задачей «чистой науки о войне должно быть поставлено изучение войны как явления общественной жизни, а не только исследование способов ведения войны» [Головин, 1995, с. 25]. Показано, что «бой кончается *отказом от него одной из сражающихся сторон, т. е. чисто психологическим актом*» [Головин, 1995, с. 182].

Моделирование боевых действий имеет давнюю историю. В 1916 году английский математик Фредерик Уильям Ланчестер предложил систему из двух однородных дифференциальных уравнений для моделирования воздушного боя [Lanchester, 1916]. За год до него подобную модель опубликовал русский математик М. П. Осипов. Модели ланчестеровского типа основаны на методе динамики средних [Вентцель, 1972]. В последующем модели развивались в сторону более полного учета характеристик различных боевых единиц и способов их применения (см. обзор [Новиков, 2012]). Выделяется класс задач, использующих аппарат дифференциальных уравнений для описания динамики перемещения войск в пространстве (на плоскости) [Краснощеков, Петров, 1983; Аристов, Ильин, 2014].

1. Модели ланчестеровского типа, условие равенства сил

Пусть имеются две стороны, участвующие в боевых действиях. Обозначим через $x(t)$, $y(t)$ численность войск первой и второй стороны соответственно в момент времени $t > 0$; численности в нулевой момент времени — x_0 и y_0 соответственно. Исключив из рассмотрения операционные потери (пропорциональные численности своих войск) и ввод (вывод) резервов, получим следующую систему дифференциальных уравнений [Вентцель, 1972]:

$$\frac{dx(t)}{dt} = -by(t), \quad \frac{dy(t)}{dt} = -cx(t), \quad (1)$$

где b и c — положительные константы (коэффициенты боевой эффективности второй и первой сторон).

Модель (1) известна как модель боя А (модель с переносом огня воюющими сторонами: в случае поражения цели огонь переносится на непораженные еще цели). Модель (1) является частным случаем модели Б, отражающей ведение боевых действий без переноса огня:

$$\frac{dx(t)}{dt} = -\frac{b}{x_0}x(t)y(t), \quad \frac{dy(t)}{dt} = -\frac{c}{y_0}x(t)y(t). \quad (2)$$

Модель боя Б характеризуется более затяжным развитием боя по сравнению с моделью А.

Известна связь между решениями $x(t)$ и $y(t)$ системы дифференциальных уравнений (1), которая называется квадратичной моделью динамики численности войск [Новиков, 2012]:

$$b(y^2(t) - y_0^2) = c(x^2(t) - x_0^2). \quad (3)$$

Обычно проигравшей признается та сторона, чья численность войск первая обратится в ноль. Если $by_0^2 > cx_0^2$, то побеждает вторая сторона, при $by_0^2 < cx_0^2$ побеждает первая. Условие «равенства сил» имеет вид

$$y_0 = x_0 \sqrt{c/b}. \quad (4)$$

Отметим некоторую условность выражений типа (4). Во-первых, уравнения (1) описывают динамику боя только на начальных его стадиях, когда средние численности сторон еще не малы по сравнению с их начальными численностями. Во-вторых, условие (4) не учитывает известного факта, что существует определенный критический процент потерь, при которых сторона отказывается от продолжения боя. Этот факт в военной науке называется боеспособностью войск, в военной статистике — моральным духом или выдерживаемым процентом «кровавых» потерь, в математическом моделировании — фактором Л. Н. Толстого [Павловский, 1993].

Обозначим $0 < \lambda < 1$ ($0 < \mu < 1$) показатель боевого духа (выдерживаемый процент кровавых потерь) первой (второй) стороны. Тогда, полагая $x(t) = (1 - \lambda)x_0$ и $y(t) = (1 - \mu)y_0$, из выражения (3) следует условие равенства сил сторон с учетом их боевого духа (в смысле Л. Н. Толстого) [Павловский, 1993]:

$$y_0 = x_0 \sqrt{\frac{c(1 - (1 - \lambda)^2)}{b(1 - (1 - \mu)^2)}} = \delta \frac{x_0}{\sqrt{\gamma}}, \quad (5)$$

где $\gamma = b/c$ характеризует соотношение коэффициентов боевой эффективности соответственно второй и первой сторон в модели (1), $\delta = \sqrt{(1 - (1 - \lambda)^2)/(1 - (1 - \mu)^2)}$ — соотношение моральных потенциалов.

С учетом боевого духа сторон получим следующее выражение численности войск первой стороны, оставшейся после победы над противником (при $y(t) = (1 - \mu)y_0$):

$$x(x_0, y_0) = \sqrt{\gamma(1 - (1 - \mu)^2)} y_0^2 + x_0^2 + (1 - \lambda)x_0. \quad (6)$$

Показатель боевого духа зависит от волевых качеств личного состава, национального состава, социально-информационных воздействий со стороны командования и противника. Тогда соотношение моральных потенциалов в условиях социально-информационных воздействий следующее:

$$\delta = \sqrt{\frac{1 - (1 - B(x_+, y_-, \lambda))^2}{1 - (1 - B(y_+, x_-, \mu))^2}}, \quad (7)$$

где $B(\cdot)$ — функция представления (восприятия) [Шумов, 2014]; $x_+ \geq 0$ ($x_- \geq 0$) — воздействия первой стороны, направленные на повышение представления своих войск (понижение представления войск противника) о моральном долге; $y_+ \geq 0$ ($y_- \geq 0$) — воздействия второй стороны, направленные на повышение представления своих войск (понижение представления войск противника) о моральном долге.

Отметим, что функция $(B(\cdot): \theta \rightarrow \theta)$ представления (восприятия) о параметре θ имеет определенную аналогию с весовой функцией теории перспектив: в условиях целенаправленных социально-информационных воздействий малые значения показателя индивидами преувеличиваются, высокие — приуменьшаются [Шумов, 2014].

Пусть на объем воздействий наложены ресурсные ограничения:

$$x_+ + x_- = R_x, \quad y_+ + y_- = R_y. \quad (8)$$

Полагая, что показатель боевого духа (выдерживаемый процент кровавых потерь) имеет вероятностный тип, запишем:

$$\delta = \sqrt{\frac{1 - ((1 - \lambda)/(1 - \lambda + \lambda z_{x+} z_{y-}))^2}{1 - ((1 - \mu)/(1 - \mu + \mu z_{y+} z_{x-}))^2}}, \quad (9)$$

$$z_{x+} = \exp\left(\alpha \frac{k_{x+}}{\nu_{x+} + 1} (x_+)^{\nu_{x+} + 1}\right), \quad z_{x-} = \exp\left(-(1 - \beta) \frac{k_{x-}}{\nu_{x-} + 1} (R_x - x_+)^{\nu_{x-} + 1}\right),$$

$$z_{y+} = \exp\left(\beta \frac{k_{y+}}{\nu_{y+} + 1} (y_+)^{\nu_{y+} + 1}\right), \quad z_{y-} = \exp\left(-(1 - \alpha) \frac{k_{y-}}{\nu_{y-} + 1} (R_y - y_+)^{\nu_{y-} + 1}\right),$$

где α — степень оптимизма войск первой стороны; β — степень оптимизма войск второй стороны; k_{x+} , k_{x-} , k_{y+} , k_{y-} — неотрицательные параметры размерности воздействий; ν_{x+} , ν_{x-} , ν_{y+} , ν_{y-} — неотрицательные параметры модальности.

Задача социально-информационного управления — в условиях фиксированного распределения ресурсов второй стороны найти оптимальное распределение ресурсов первой стороны, максимизирующее соотношение моральных потенциалов:

$$\delta = \delta(x_+, x_-) = \delta(x_+) \rightarrow \max, \quad x_+ + x_- = R_x. \quad (10)$$

Рассмотрим пример. Имеются две противоборствующие стороны. Первой стороне известны распределение ресурсов второй стороны на социально-информационные воздействия и их эффективность: $k_{y+} = 1$, $k_{y-} = 0.25$, $\nu_{y+} = 1.3$, $\nu_{y-} = 2$, $y_+ = 2$, $y_- = 2$. В распоряжении 1-й стороны имеется 5 единиц ресурса ($R_x = 5$). Возможности 1-й стороны характеризуются следующими параметрами: $k_{x+} = 1$, $k_{x-} = 0.25$, $\nu_{x+} = 1.3$, $\nu_{x-} = 2$. Показатели боевого духа сторон: $\lambda = \mu = 0.1$. Степени оптимизма сторон: $\alpha = \beta = 0.5$. Найти оптимальное распределение ресурсов 1-й стороны, максимизирующее соотношение моральных потенциалов.

С использованием функции NMaximize пакета Wolfram Mathematica получены решения, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Решения задачи социально-информационного управления

Показатели	Имеющийся в наличии ресурс R_x					
	5.5	5	4.5	4	3	2
Соотношение δ моральных потенциалов	15	1.56	1.53	1.52	1.36	0.89
Ресурс x_+ для воздействия на свои силы	0	3.46	4.5	4	3	2
Ресурс x_- для воздействия на силы противника	5.5	1.54	0	0	0	0

Из таблицы видно, что соотношение моральных потенциалов существенно зависит от умелого распределения ограниченного ресурса для оказания воздействий как на свои силы, так и на силы противника. Так, при наличии у противника 4-х единиц ресурса ($y_+ = 2$, $y_- = 2$) превосходство над ним обеспечивается при меньшем количестве (3 единицы) оптимально распределенного между задачами ресурса.

Для проверки устойчивости решения во все исходные данные (кроме количества ресурса) с помощью функции RandomReal пакета Wolfram Mathematica вводилась 5%-ная погрешность. В таблице 2 при $R_x = 5$ показаны результаты расчетов.

Последние две строки таблицы: средние значения и стандартные отклонения (функция Excel СТАДОТКЛОН). Из таблицы видно, что при заданных погрешностях решение задачи управления устойчиво.

Задача социально-информационного противоборства — найти оптимальное распределение ресурсов сторон, максимизирующее их целевые функции. Предположим, что каждой стороне известны зависимость ее выигрыша от исхода игры, функция выигрыша противника

и множество допустимых действий сторон (имеющийся объем ресурса). Допустим, что стороны принимают решения о распределении ресурса однократно, одновременно и независимо.

Таблица 2. Оценка устойчивости решения

№	Соотношение δ моральных потенциалов	Ресурс x_+ для воздействия на свои силы	Ресурс x_- для воздействия на силы противника
1	1.53	3.44	1.56
2	1.52	3.22	1.78
3	1.55	3.51	1.49
4	1.62	3.28	1.72
5	1.57	3.34	1.66
6	1.53	3.48	1.52
7	1.55	3.30	1.70
8	1.56	3.45	1.55
9	1.56	3.29	1.71
10	1.62	3.56	1.44
11	1.58	3.46	1.54
12	1.55	3.40	1.60
Ср.	1.56	3.39	1.61
СКО	0.03	0.11	0.11

Тогда мы имеем антагонистическую игру, в которой цель первой стороны заключается в максимизации соотношения δ моральных потенциалов, а цель второй — в минимизации. Для поиска равновесия Нэша (точки, одностороннее отклонение от которой невыгодно любой стороне) предположим, что ресурс распределяется ограниченными порциями (например, под ресурсом понимается количество опубликованных сообщений), т. е. мы имеем матричную игру (игру с конечным числом стратегий).

В общем случае решение игры находится в области смешанных стратегий, и для ее вычисления необходимо решить двойственные задачи линейного программирования.

2. Модели ланчестеровского типа, динамика боя

В условиях социально-информационных воздействий представления первой стороны о параметре θ могут быть описаны функцией распределения случайной величины ξ_1 [Шумов, 2014]:

$$F_x(\theta) = \alpha_x F_{x+}(\theta) + (1 - \alpha_x) F_{x-}(\theta), \quad 0 \leq \alpha_x \leq 1, \quad (11)$$

$$F_{x+}(\theta) = \frac{\theta \exp(\nu_x)}{1 - \theta + \theta \exp(\nu_x)}, \quad \nu_x \geq 0,$$

$$F_{x-}(\theta) = \frac{\theta \exp(-\gamma_y)}{1 - \theta + \theta \exp(-\gamma_y)}, \quad \gamma_y \geq 0.$$

Для второй стороны выражения аналогичны (случайная величина ξ_2):

$$F_y(\theta) = \alpha_y F_{y+}(\theta) + (1 - \alpha_y) F_{y-}(\theta), \quad 0 \leq \alpha_y \leq 1, \quad (12)$$

$$F_{y+}(\theta) = \frac{\theta \exp(\nu_y)}{1 - \theta + \theta \exp(\nu_y)}, \quad \nu_y \geq 0,$$

$$F_{y-}(\theta) = \frac{\theta \exp(-\gamma_x)}{1 - \theta + \theta \exp(-\gamma_x)}, \quad \gamma_x \geq 0.$$

Параметры функций (11) и (12) имеют прозрачные содержательные интерпретации. Параметр α_x (α_y) есть доля социально-информационных воздействий, оказываемых первой (второй) стороной конфликта на свои войска. Значение этого параметра зависит от имеющихся у сторон каналов распространения воздействий и проводимых режимных мероприятий.

Параметр ν_x (ν_y) отражает объем и эффективность воздействий первой (второй) стороны на свои войска с целью повышения представления о параметре θ . Соответственно, параметр γ_x (γ_y) характеризует объем и эффективность воздействий первой (второй) стороны на войска противника с целью понижения представления о параметре θ .

В условиях отсутствия целенаправленных воздействий ($\nu_x = 0$, $\gamma_y = 0$, $\nu_y = 0$, $\gamma_x = 0$) получим следующие выражения (равномерное распределение):

$$F_x(\theta) = \theta, \quad F_y(\theta) = \theta. \quad (13)$$

Рассмотрим борелевские функции вида

$$\eta_1 = g_1(\xi_1) = (\xi_1)^A, \quad A > 0 \text{ и } \eta_2 = g_2(\xi_2) = (\xi_2)^B, \quad B > 0.$$

В силу строгой монотонности функций g_1 и g_2 плотности распределения случайных величин η_1 и η_2 заведомо существуют [Чернова, 2007].

Обозначим $0 < \lambda < 1$ ($0 < \mu < 1$) показатель боевого духа первой (второй) стороны. Из условий $F_x(\lambda) = 0.5$ и $F_y(\mu) = 0.5$ (по определению медианы случайной величины) находим:

$$A = \ln(0.5) / \ln(\lambda), \quad B = \ln(0.5) / \ln(\mu). \quad (14)$$

Пусть u_t и v_t есть доли пораженных на поле боя бойцов первой и второй сторон в момент времени t :

$$u_t = \frac{x_0 - x(t)}{x_0}, \quad v_t = \frac{y_0 - y(t)}{y_0}.$$

Вероятности отказа войск сторон, имеющих показатели боевого духа λ и μ , от продолжения боя в условиях социально-информационных воздействий определим через доли пораженных бойцов:

$$F_\lambda(u_t) = \alpha_x F_{+\lambda}(u_t) + (1 - \alpha_x) F_{-\lambda}(u_t), \quad (15)$$

$$F_{+\lambda}(u_t) = \frac{(u_t)^A \exp(\nu_x)}{1 - (u_t)^A + (u_t)^A \exp(\nu_x)}, \quad F_{-\lambda}(u_t) = \frac{(u_t)^A \exp(-\gamma_y)}{1 - (u_t)^A + (u_t)^A \exp(-\gamma_y)},$$

$$F_\mu(v_t) = \alpha_y F_{+\mu}(v_t) + (1 - \alpha_y) F_{-\mu}(v_t), \quad (16)$$

$$F_{+\mu}(v_t) = \frac{(v_t)^B \exp(\nu_y)}{1 - (v_t)^B + (v_t)^B \exp(\nu_y)}, \quad F_{-\mu}(v_t) = \frac{(v_t)^B \exp(-\gamma_x)}{1 - (v_t)^B + (v_t)^B \exp(-\gamma_x)}.$$

В отсутствие целенаправленных социально-информационных воздействий на свои войска и войска противника (при действующей системе подготовки и комплектования войск) вероятности отказа равны:

$$P_\lambda = 1 - F_\lambda(u_t) = 1 - (u_t)^A, \quad P_\mu = 1 - F_\mu(v_t) = 1 - (v_t)^B.$$

На рис. 1 при $\lambda = 0.4$ (первая сторона, сплошная линия) и $\mu = 0.1$ (вторая сторона, пунктирная линия) показаны зависимости вероятностей отказа от боя от доли «кровавых потерь» (убитых и раненых).

Запишем систему уравнений динамики боя, учитывающих психологические качества бойцов сторон (по противнику ведут огонь непораженные и не отказавшиеся от боя бойцы):

$$\frac{dx(t)}{dt} = -by(t)(1 - F_\mu(v_t)), \quad \frac{dy(t)}{dt} = -cx(t)(1 - F_\lambda(u_t)), \quad (17)$$

$$x(0) = x_0, y(0) = y_0.$$

Модель боя (17), учитывающая показатели боевого духа λ и μ , при отсутствии целенаправленных воздействий имеет простой вид:

$$\frac{dx(t)}{dt} = -by(t) \left(1 - \left(\frac{y_0 - y(t)}{y_0} \right)^B \right), \quad \frac{dy(t)}{dt} = -cx(t) \left(1 - \left(\frac{x_0 - x(t)}{x_0} \right)^A \right). \quad (18)$$

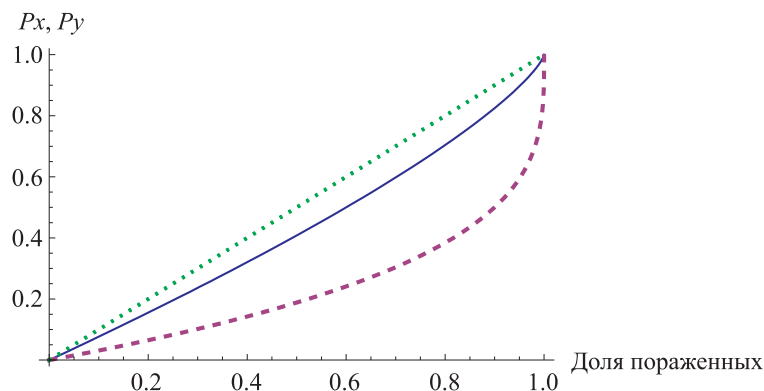


Рис. 1. Зависимости вероятностей отказа от боя от доли «кровавых потерь»

При следующих исходных данных: $b = c = 1$, $x_0 = 1000$, $y_0 = 1200$, $\lambda = 0.4$, $\mu = 0.1$ на рис. 2 показана динамика боя (численности сторон $x(t)$ и $y(t)$ в моменты времени t).

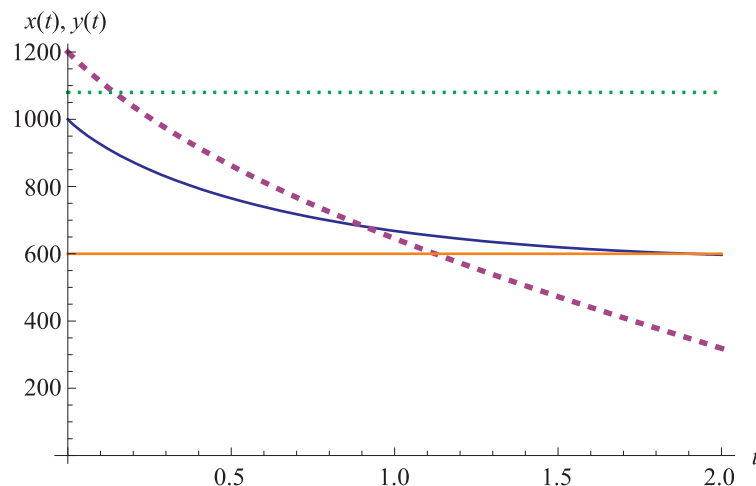


Рис. 2. Динамика боя

Сплошная жирная линия — численность непораженных бойцов первой стороны. Горизонтальная сплошная линия — численность $(1 - \lambda) x_0$. Пунктирные линии характеризуют результат боя второй стороны.

На рис. 3 для первой (сплошная линия) и второй (пунктирная линия) сторон показаны численности $X(t)$ и $Y(t)$ бойцов, не отказавшихся от ведения боя.

Из рисунка видно, что численность бойцов второй стороны, ведущих боевые действия, очень резко сокращается уже на начальном этапе боя ($t < 0.2$).

Таким образом, исход боя в существенной степени зависит от психологических качеств бойцов. Н. Н. Головин отмечает: «Значение духовных свойств бойца всегда высоко оценивалось полководцами всех времен и народов. Привести имена тех, которые верили в их главенствующее значение, было бы равносильно составлению списка всем выдающимся военачальникам» [Головин, 1995, с. 41].

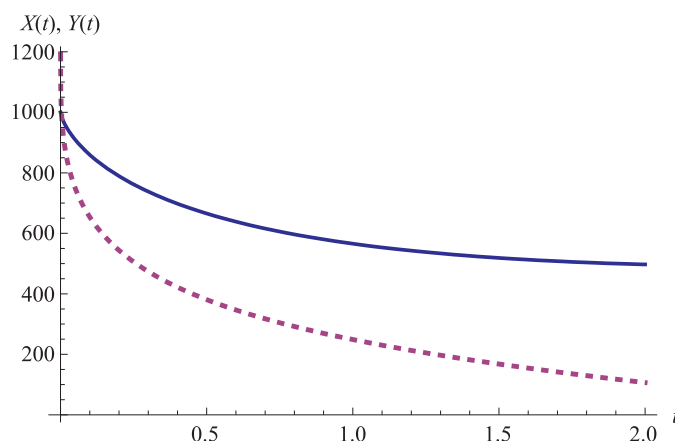


Рис. 3. Численности бойцов, не отказавшихся от ведения боя

Поскольку небоеспособными признаются соединения, части и подразделения при наличии в них менее 40 % боевого состава [Война, 2004, с. 210], то важным показателем боя являются доли $d_\lambda(t)$ и $d_\mu(t)$ бойцов каждой стороны, не отказавшиеся от ведения боя (рис. 4).

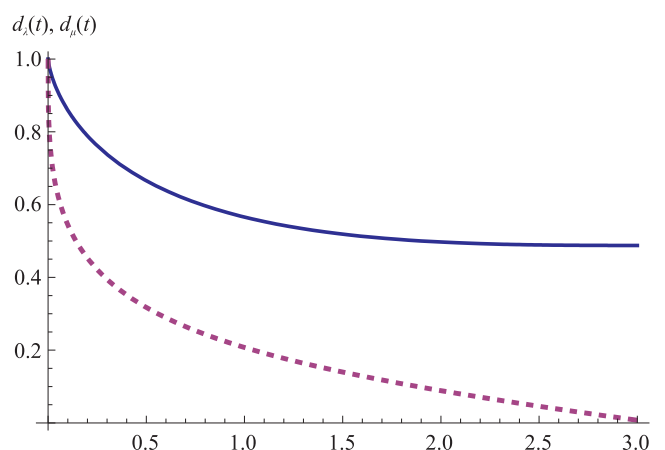


Рис. 4. Доли бойцов, не отказавшихся от ведения боя

У первой стороны ($\lambda = 0.4$, сплошная линия) в ходе боя доля бойцов, продолжающих боевые действия, выше 0.5. Тогда как соответствующая доля бойцов второй стороны ($\mu = 0.1$, пунктирная линия) уже на начальном этапе боя опускается ниже 0.4, что можно считать признаком завершения боя с победой первой стороны.

3. Функции технологии конфликта

С. Скапердас [Skarpedas, 1996] предложил следующую функцию успеха в конфликте (вероятность победы игрока A):

$$p_A(s, q) = \frac{g(s)}{g(s) + g(q)}, \quad (19)$$

где s — количество материального ресурса (усилий) в распоряжении игрока A ; q — количество материального ресурса (усилий) в распоряжении игрока B ; g — функция, задающая технологию конфликта.

В работе [Garfinkel, Skaperdas, 2006] функция соотношения сил конкретизирована, что позволяет говорить, вероятность победы атакующего на некотором объекте пропорциональна количеству выделенного на этот объект ресурса и обратно пропорциональна взвешенной сумме ресурсов, выделенных на этот объект обоими игроками:

$$p_A(s, q) = \frac{\rho s^\tau}{\rho s^\tau + q^\tau}, \quad \tau \in (0; 1], \rho > 0, \quad p_A(0, 0) = \frac{\rho}{\rho + 1}, \quad (20)$$

где s — количество материального ресурса в распоряжении атакующего; q — количество материального ресурса в распоряжении защитника; ρ характеризует соотношение эффективности использования игроками ресурсов на объекте; τ отражает решительность (эффективность) конфликта.

Опираясь на показатели λ и μ , характеризующими моральный дух войска, выражение (19) можно переписать в виде

$$p_A(s, q) = \frac{\rho \lambda s}{\rho \lambda s + \mu q}. \quad (21)$$

В терминологии Г. Таллока параметры λ и μ отражают решительность конфликта.

На рис. 5 показаны агрегированные по годам данные потерь фронтов и отдельных армий в ходе стратегических операций [Россия, 2001].

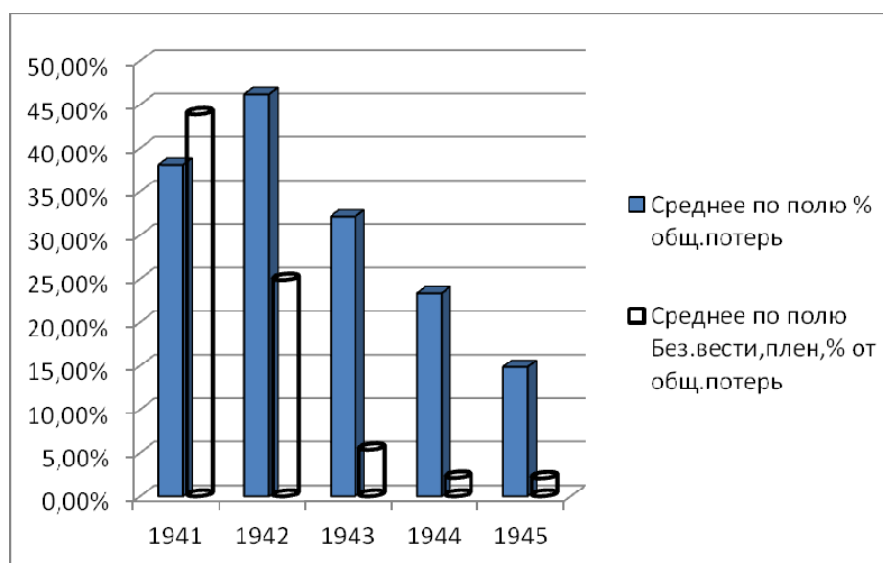


Рис. 5. Доля потерь в ходе стратегических операций

Максимальные общие (возвратные и невозвратные) потери действующей армии были в 1942 г., когда средняя доля потерь достигла 46 %. В частности, общие потери Калининского фронта в ходе Ржевско-Вяземской стратегической наступательной операции (08.01.42–20.04.42) составили 98,59 % от численности войск. Общие потери Сталинградского фронта в ходе Сталинградской стратегической оборонительной операции (17.07.42–18.11.42) составили 75,88 %. Вместе с тем по сравнению с 1941 г. доля без вести пропавших и пленных в общих потерях снизилась с 44 до 25 %. Данный факт можно объяснить возросшим мастерством командиров и командующих, организующих всестороннее обеспечение боя (операции).

Исходя из определения боя (совокупность согласованных по цели, месту и времени ударов, огня и маневра войск) и его принципов, параметр боевого превосходства стороны A вы-

числим с использованием определения среднего геометрического:

$$\rho = \sqrt[4]{\rho_1 \rho_2 \rho_3 \rho_4}, \quad \rho_j > 0, \quad j = 1, \dots, 4, \quad (22)$$

где ρ_1 — коэффициент превосходства стороны A во всестороннем обеспечении; ρ_2 — коэффициент превосходства стороны A в средствах разведки и навигации; ρ_3 — коэффициент превосходства стороны A в маневренности; ρ_4 — коэффициент превосходства стороны A в огневых возможностях.

Использование среднего геометрического, во-первых, дает пессимистическую оценку параметра ρ (среднее геометрическое не больше среднего арифметического, неравенство Коши), во-вторых, отражает комплексный подход и принцип слабого звена.

В ходе боя (конфликта) стороны будут прилагать усилия по повышению морального духа своих войск и снижению морального потенциала противника. Соответствующие воздействия можно учесть, используя функцию представления [Шумов, 2014]:

$$p_A(s, q) = \frac{\rho B(x_+, y_-, \lambda) s}{\rho B(x_+, y_-, \lambda) s + B(y_+, x_-, \mu) q}, \quad (23)$$

где $x_+ \geq 0$ ($x_- \geq 0$) — воздействия атакующего, направленные на повышение представления своих войск (понижение представления войск противника) о решительности действий; $y_+ \geq 0$ ($y_- \geq 0$) — воздействия защитника, направленные на повышение представления своих войск (понижение представления войск противника) о решительности действий.

Возникает *задача социально-информационного управления* — в условиях фиксированного и известного распределения ресурсов защитника (атакующего) найти оптимальное распределение ресурсов атакующего (защитника), максимизирующее (минимизирующее) вероятность победы в конфликте.

Наряду с задачей управления целесообразно ставить и решать задачу *социально-информационного противоборства* — найти оптимальное распределение ресурсов сторон, максимизирующее их целевые функции: вероятности победы в конфликте.

Задача профилактики и предупреждения нарушений воинской дисциплины, уклонения от боя в различных формах, зависит не только и от карающих и репрессивных мер, но и от качества составляющих общего характера: уровня патриотического воспитания, единства фронта и тыла в решении социально-экономических вопросов, действенности социальных институтов и др. [Левшин, 2013].

О важности учета психологических факторов в моделях военных действий свидетельствуют результаты военных кампаний последних десятилетий. В таблице 3 показаны потери США в ходе войн [Кузнецов, 2010, с. 356–357]. Несмотря на то что во вьетнамской войне потери армии США были низки по сравнению с ее потерями в ходе Второй мировой войны, с 1965–1966 годов массовым явлением стали сожжения призывных повесток и выезды за пределы США лиц призывного возраста с целью уклонения от военной службы. Успешное в военном отношении Тетское наступление армии США 1968 года в американских СМИ было представлено как поражение. По этому поводу профессор Д. Калберт написал: «Журналисты изобразили постигшую северных вьетнамцев военную и политическую катастрофу как их сокрушительную победу, чем очень помогли противнику одержать психологическую победу в самих Соединенных Штатах» [Кузнецов, 2010, с. 294].

Могущественная в экономическом и военном отношении страна (США) превратилась в проигравшую сторону главным образом потому, что гражданское общество не выдержало военных потерь. Как представляется, изменение значимости фактора военных потерь в значительной степени обусловлено динамикой суммарного коэффициента рождаемости (среднего количества рождений у одной женщины за весь период ее жизни; для простого воспроизводства населения он равен 2.2–2.3), см. рис. 6 [Калабеков, 2010].

Таблица 3. Потери США в ходе войн

	Убито	Ранено	Общая численность ВС США*	% потерь	Финансовые затраты (\$, 2001 г.)
Вторая мировая война, 1939–1945 гг.	407 316	671 846	14 903 213	7.2	4.53 трлн
Корейская война, 1950–1953 гг.	36 570	103 284	5 764 143	2.4	385.6 млрд
Вьетнамская война, 1964–1973 гг.	58 198	153 363	8 752 000	2.4	826.8 млрд
Война в Персидском заливе	383	467	665 476	0.1	8.5 млрд
«Война с терроризмом» (включая войны в Афганистане и Ираке)	5 312	72 371	–	–	–

* Общее количество военнослужащих, принимавших участие в военной операции

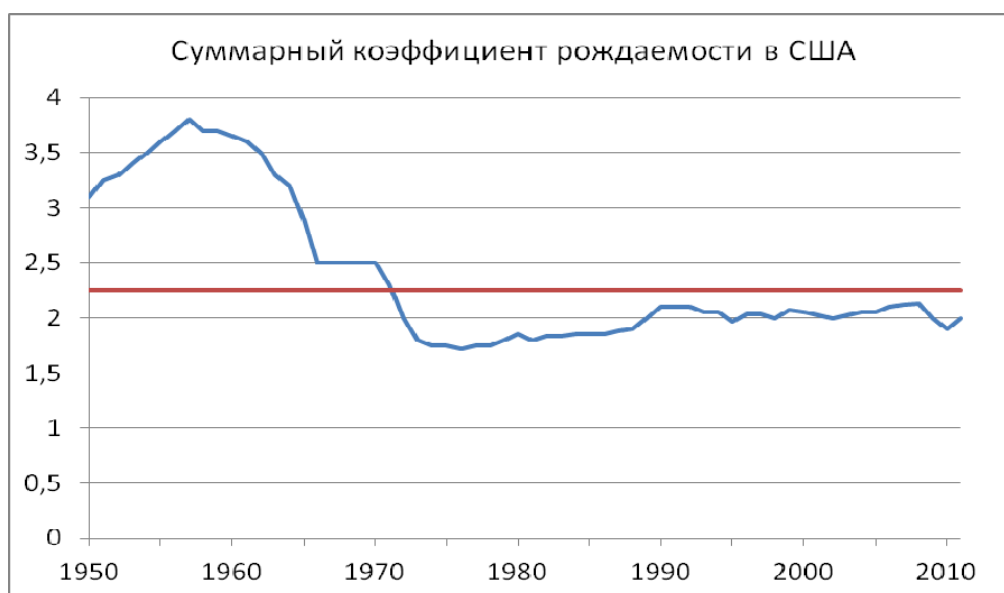


Рис. 6. Суммарный коэффициент рождаемости в США

Особенно важен учет психологических факторов и выдерживаемого обществом процента кровавых потерь при моделировании военных действий государств с разными темпами роста численности населения. Подробное описание и верификация методов учета социально-психологических воздействий выходят за границы представленной статьи. Отметим, что известные модели социального влияния и управления [Губанов, Новиков, Чхартишвили, 2010; Шумов, 2014] необходимо применять при анализе не только морального духа войска, но и всего общества в целом.

Заключение

В первом разделе работы предложен учет психологических факторов в решении модели боя ланчестеровского типа (модификация условия равенства сил). С использованием функции представления (восприятия) сформулированы задачи социально-информационного управления и противоборства.

Во втором разделе с использованием степенных функций выполнена модификация моделей боя для учета морального духа войск противоборствующих сторон (характеризуемого выдерживаемыми «кровавыми» потерями (долей убитых и раненых)). Выполнено исследование полученных уравнений численным методом.

Учитывая определение боя и принципы его ведения, в третьем разделе конкретизирована функция технологии успеха в конфликте С. Скапердаса. Функция технологии конфликта позволяет учитывать моральный дух войск противоборствующих сторон и основные принципы боя: всестороннее обеспечение (искусство управления войсками), разведку, маневр и огневые возможности сторон.

Использование предложенных подходом и моделей может создать предпосылки для повышения обоснованности планирования боевых действий и подготовки к ним.

Список литературы

- Аристов В. В., Ильин О. В. Описание быстрых процессов вторжения на основе кинетической модели // Компьютерные исследования и моделирование. — 2014. — Т. 6, № 5. — С. 829–838.
Aristov V. V., Il'in O. V. Opisanie bystrykh processov vtorzheniya na osnove kineticheskoy modeli [Description invasion of fast processes on the basis of kinetic model] // Computer Research and Modeling. — 2014. — Vol. 6, No. 5. — P. 829–838 (in Russian).
- Вентцель Е. С. Исследование операций. — М.: Советское радио, 1972. — 552 с.
Ventcel' E. S. Issledovanie operacij [Operations research]. — M.: Sovetskoe radio, 1972. — 552 s. (in Russian).
- Война и мир в терминах и определениях. Военно-политический словарь / Под общ. ред. Д. Рогозина. — М.: ПоРог, 2004. — 334 с.
Vojna i mir v terminah i opredelenijah. Voenno-politicheskij slovar' [War and Peace in the terms and definitions. Military-Political Dictionary] / Pod obshh. red. D. Rogozina. — M.: PoRog, 2004. — 304 s. (in Russian).
- Головин Н. Н. Исследование боя. Исследование деятельности и свойств человека как бойца. Книга 2. Статьи и письма. — М.: ВАГШ, 1995. — 303 с.
Golovin N. N. Issledovanie boja. Issledovanie dejatel'nosti i svojstv cheloveka kak bojca [Research battlefield. Research activity and properties of the human as a fighter]. Kniga 2. Stat'i i pis'ma. — M.: VAGSh, 1995. — 303 s. (in Russian).
- Губанов Д. А., Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Под ред. Д. А. Новикова. — М.: Физматлит, 2010. — 228 с.
Gubanov D. A., Novikov D. A., Chhartishvili A. G. Social'nye seti: modeli informacionnogo vlijaniya, upravleniya i protivoborstva [Social networks: Information model of influence, control and confrontation] / Pod red. D. A. Novikova. — M.: Fizmatlit, 2010. — 228 s. (in Russian).
- Калабеков И. Г. Российские реформы в цифрах и фактах. Издание второе, переработанное и дополненное. — М.: РУСАКИ, 2010. — 498 с.
Kalabekov I. G. Rossijskie reformy v cifrah i faktah [Russian reforms in facts and figures]. Izdanie второе, pererabotannoe i dopolnennoe. M.: RUSAKI, 2010. — 498 s. (in Russian).
- Краснощеков П. С., Петров А. А. Принципы построения моделей. — М.: Изд-во МГУ, 1983. — 264 с.
Krasnoshekov P. S., Petrov A. A. Principy postroenija modelej [Principles of construction of models]. — M.: Izd-vo MGU, 1983. — 264 s. (in Russian).
- Кузнецов Д. В. Использование военной силы во внешней политике США: Учебное пособие. — Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2010. — 430 с.
Kuznecov D. V. Ispol'zovanie voennoj sily vo vneshnej politike SShA [The use of military force in US foreign policy]: Uchebnoe posobie. — Blagoveshensk: Izd-vo BGPU, 2010. — 430 s. (in Russian).
- Левшин К. В. Агитация и пропаганда в борьбе с массовым дезертирством красноармейцев в годы Гражданской войны // Труды Исторического факультета Санкт-Петербургского университета. — 2013. — № 14. — С. 158–176.
Levshin K. V. Agitacija i propaganda v bor'be s massovym dezertirstvom krasnoarmejev v gody grazhdanskoj vojny [Agitation and propaganda in the struggle with the mass desertion of the Red Army during the Civil War] // Proceedings of the Faculty of History of St. Petersburg University. — 2013. — No. 14. — P. 158–176 (in Russian).
- Новиков Д. А. Иерархические модели военных действий // Управление большими системами. — 2012. — Вып. 37. — С. 25–62.
Novikov D. A. Ierarhicheskie modeli voennyh dejstvij [Hierarchical models of military action] // Managing large systems. — 2012. — No. 37. — P. 25–62 (in Russian).

- Павловский Ю. Н.* О факторе Л. Н. Толстого в вооруженной борьбе // Математическое моделирование. — 1993. — Т. 5, № 1. — С. 3–15.
Pavlovskij Ju. N. O faktore L. N. Tolstogo v vooruzhennoj bor'be [About Factor L.N. Tolstoy in the armed struggle] // Math modeling. — 1993. — Vol. 5, No. 1. — P. 3–15 (in Russian).
- Россия и СССР в войнах XX века. Потери вооруженных сил. Статистическое исследование / Под общ. ред. Г. Ф. Кривошеева. — М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2001. — 608 с.
Rossija i SSSR v vojnah XX veka. Poteri vooruzhennyh sil. Statisticheskoe issledovanie [Russia and the USSR in the wars of the XX century. Losses of the armed forces. statistical investigation] / Pod obshh. red. G.F. Krivosheeva. — M.: OLMA-PRESS, 2001. — 608 s. (in Russian).
- Суворов А. В.* Наука побеждать. — М.: Анкил-Воин, 1996. — 81 с.
Suvorov A. V. Nauka pobezhdat' [The Science of winning]. — M.: Ankil-Voin, 1996. — 81 s. (in Russian).
- Чернова Н. И.* Теория вероятностей: Учебное пособие. — Новосибирск: НГУ, 2007. — 160 с.
Chernova N. I. Teorija verojatnostej [Probability theory]: Uchebnoe posobie. — Novosibirsk: NGU, 2007. — 160 s. (in Russian).
- Шумов В. В.* Анализ социально-информационного влияния на примере войн США в Корею, Вьетнаме и Ираке // Компьютерные исследования и моделирование. — 2014. — Т. 6, № 1. — С. 167–184.
Shumov V. V. Analiz social'no-informacionnogo vlijanija na primere vojn SShA v Koree, V'etname i Irake [Analysis of social and informational influence on the example of the US wars in Korea, Vietnam and Iraq] // Computer Research and Modeling. — 2014. — Vol. 6, No. 1. — P. 167–184 (in Russian).
- Garfinkel M., Skaperdas S.* Economics of conflict: An Overview / In T. Sandler and K. Hartley (Eds.), Handbook of Defense Economics, 2006. Chapter 3.
- Lanchester F. W.* Aircraft in Warfare: The Dawn of the Fourth Arm. — London: Constable and Co, Ltd., 1916. — 243 p.
- Skarpedas S.* Contest success functions // Economic Theory. — 1996. — No. 7. — P. 283–290.