

РАЗВИТИЕ ПОДХОДА М.П. ОСИПОВА К МОДЕЛИРОВАНИЮ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

Шумов В.В.

*(Отделение погранологии Международной
академии информатизации, Москва)*

v.v.shumov@yandex.ru

Рассмотрен вклад М.П. Осипова в теорию моделирования боевых и военных действий, исход которых в существенной степени зависит от морального потенциала войск и искусства полководца. В развитие подходов отечественной школы моделирования разработана вероятностная модель боя и на ее основе – теоретико-игровая модель «наступление-оборона», позволяющая обосновать: распределение сил и средств сторон по пунктам обороны и по задачам (эшелонам), темпы перемещения боевых единиц в бою и ожидаемые потери.

Ключевые слова: активные системы, модели боя, модель «наступление-оборона».

1. Введение

Типичным примером активной системы (организационной системы, в которой в существенной степени учитывается активное поведение субъектов управления) являются военные формирования. Исход боя в существенной степени зависит от психологических качеств бойцов. Н. Н. Головин отмечал: «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 военно-начальникам» [1, с. 41].

Основоположником моделирования боевых действий по праву считается российский генерал Михаил Павлович Осипов. В своей работе «Влияние численности сражающихся сторон на их потери» [2] на основе анализа результатов 38 сражений регулярных войск XIX и XX веков им сформулирована модель динамики боя, найдено решение и оценены параметры модели.

Кратко отметим вклад М.П. Осипова в теорию моделирования боевых и военных действий.

1. Разработаны принципы моделирования боевых и военных действий:

- неразрывная связь военной статистики, военного искусства и математического моделирования («военная история может дать исходные числа, а объяснение их относится к области математики» [2]);
- более предпочтительны аналитические модели, основанные на тактических принципах и физических законах, чем статистические, основанные на «подгонке» результатов под ограниченный набор статистических данных. Аналитические модели в сравнении с эмпирическими более понятны и допускают расширения для учета новых факторов (ввод в бой резервов, операционные потери, возможности боевого обеспечения, искусство полководца, моральный фактор и др.);
- свидетельством «правильности» моделей является соответствие результатов моделирования принципам военного искусства («правило – бить врага по частям служит несомненным подтверждением основного положения нашей теории, что потери сильнейшего числом должны быть меньше, чем у слабейшего» [2]);
- практическое предназначение моделей боя («теория потерь не отвергает никаких воинских уставов или правил, а наоборот, требует исполнения их, напоминая, что всякое упущение в этом отношении изменяет среднее, законное соотношение потерь в другое, клонящее в пользу противника, т.е. влечет за собою излишние потери у нас, которых можно было бы избежать. Единственная практическая цель теории потерь – это более сознательное управление численностью войск для

уменьшения своих потерь и для увеличения потерь противника» [2]).

2. Заложены основы теории боевых потенциалов:

- обосновано требование разделения списочного состава частей и соединений на боевой («активный») и обеспечивающий;
- оценен боевой потенциал активных боевых единиц, имеющих на вооружении винтовки (ружья), пулеметы и орудия (орудийный расчет эквивалентен 50–150 бойцам с ружьями);
- для оценки вклада различного оружия рекомендовано учитывать его количество и потери пехоты в результате применения этого оружия;
- показано, что вклад различных боевых единиц в исход боя не линейен;
- при расчете боевых потенциалов необходимо учитывать степень инженерного и других видов обеспечения.

3. Определены основные факторы, подлежащие учету в моделях боя:

- искусство полководца (заключается «в умении выставить на поле битвы и ввести в бой наибольшее число активных бойцов, поддержать их моральное настроение, в удачном маневрировании и вообще в умении пользоваться всякою случайностью» [2]). На примере Аустерлицкого сражения показано, что вклад полководца (Наполеона) в победу эквивалентен увеличению боевой численности его стороны на 25–30%;
- моральное настроение войск. Моральный упадок войск заключается в увеличении доли бойцов, уклоняющихся от ведения боя. По М. Осипову, «победа зависит не от продолжительности боя, а главным образом от понесенных сторонами потерь; поэтому вернее будет считать, что бой длится до тех пор, пока потери одной из сторон не достигнут некоторого определенного %. Таким % в среднем можно считать 20%...» [2]);
- качество («достоинство») оружия, воспитание, организация и обучение войска;
- местность, укрепления и образ действий.

В силу сложности предмета моделирования и необходимости учета разнообразных факторов, влияющих на ход и исход боя, сражения, операции, военной кампании обычно используют не одну модель, а комплекс моделей, объединенных как по вертикали (результаты моделирования модели нижнего уровня являются исходными данными для моделей верхнего уровня), так и по горизонтали (цепочки моделей, отражающих отдельные этапы некоторого цикла действий), см. рис. 1. Основание классификации моделей по вертикали – специфика и масштаб исследуемых систем).

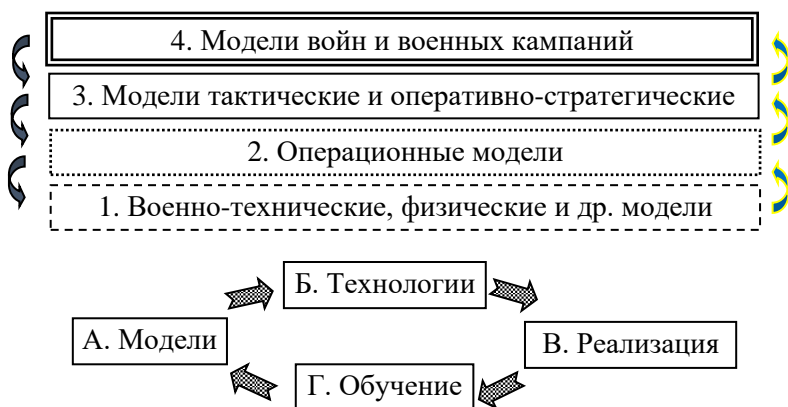


Рис. 1. Комплекс моделей боевых и военных действий

Примерами моделей первого уровня являются: карта местности и инженерных сооружений, модели вооружения, описывающие их физические, информационные и технические характеристики и др. В операционных моделях выполняется переход от технических, информационных и физических (психофизических) характеристик к тактическим. Основанием для объединения тактических, оперативных и стратегических моделей в одну группу является анализ опыта Великой Отечественной войны. Несмотря на существенные различия боя полка или дивизии, сражения (совокупности боев) корпуса или армии, фронтовой операции, в них можно выделить много общего. Г. К. Жуков, анализируя опыт

Великой Отечественной войны, выделил шесть вопросов (факторов), определяющих успех любого боя, сражения и операции [3].

Модели 1-4 различаются масштабом и спецификой. Стрелки-дуги слева – нормы, критерии, ресурсы; стрелки-дуги справа – возможности и результаты. В нижней части рисунка показан цикл развития моделей С. Бондера, состоящий из четырех этапов [8].

В настоящей работе рассматриваются расширения моделей боя, наступательных и оборонительных действий. Стиль изложения материала ориентирован на специалистов в области исследования операций, военной науки и искусства.

2. Вероятностная модель боя

Пусть имеются две противостоящих друг другу боевых группы. Боевая численность первой группы равна x , численность второй – y . Обозначим β – параметр боевого превосходства первой стороны над второй. Допустим, что исход боя определяется результатами боестолкновений отдельных боевых единиц сторон, а сами боевые единицы с точки зрения их боевых возможностей однородны (т.е. каждая боевая единица в равной степени пользуется результатами обеспечения боя, разведки, наведения и т.д.). Тогда, учитывая классическое определение вероятности, определим вероятность победы в бою первой стороны по формуле:

$$(1) \quad p_x = \frac{\beta x}{\beta x + y} = \frac{q}{q + 1}, \quad q = \frac{\beta x}{y},$$

где q есть соотношение сил сторон (превосходство первой стороны).

Используя метод максимального правдоподобия, автором получено следующее неявное выражение для статистической оценки параметра боевого превосходства:

$$(2) \quad \frac{ms}{\beta} - \sum_{i=1}^m \frac{x_i}{\beta x_i + y_i} = 0,$$

где: m – количество наблюдений за ходом и результатами боев (объем выборки); s – доля боев, в которых победила первая

сторона; $x_i > 0$ ($y_i > 0$) – количество боевых единиц первой (второй) стороны, участвовавших в i -м бою.

Исходя из взглядов военных теоретиков и практиков, можно выделить два важнейших фактора, определяющих боевую эффективность соединений, частей и подразделений: моральный фактор и его количественный показатель – проценты выдерживаемых кровавых потерь, и технологический фактор (боевой потенциал есть совокупность постоянно готовых к применению материальных и духовных сил и средств). Аналитический метод оценки параметра боевого превосходства, основанный на учете перечисленных факторов, рассмотрен в работах [4, 5].

3. Модель «наступление-оборона»

Наступательный бой применяется в целях разгрома противостоящей тактической группировки войск противника и овладения важным районом (рубежом, объектом) на его территории. Оборонительный бой применяется для срыва или отражения наступления превосходящих сил противника, удержания занимаемых позиций (рубежей), предотвращения прорыва противника к прикрываемым объектам и создания условий для перехода в наступление.

Управление действиями наступающих и обороняющихся подразделений, частей и соединений в общем случае может сводиться к отысканию:

- 1) распределения средств по пунктам (районам, участкам) обороны;
- 2) количества (доли) средств, выделяемых во второй эшелон (резерв);
- 3) темпов перемещения подразделений в бою и их потерь;
- 4) размеров по фронту и в глубину районов обороны, направлений маневра;
- 5) способов действий, направленных на разгром противника, или его окружение, или занятие важного рубежа (объекта) в глубине обороны;
- 6) способов действий в обороне, при отходе и в окружении;

7) способов маскировки и введения противника в заблуждение и др.

Задачи управления боем, в которых определялись бы все указанные элементы законов управления, в литературе не описаны. Далее с использованием вероятностной модели боя рассмотрим частные решения первых трех задач.

3.1. ТЕОРЕТИКО-ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ «НАСТУПЛЕНИЕ-ОБОРОНА»

Пусть имеется n обороняемых пунктов (районов, участков) с номерами $i = 1, \dots, n$, где возможен прорыв средствами наступающих. Обозначим R_x и R_y – количества боевых средств в распоряжении наступающих и обороняющихся. Ресурсы R_x и R_y полагаются бесконечно делимыми, что позволит учесть действия своих, приданных и поддерживающих единиц, когда их усилия попеременно направлены на различные пункты и задачи.

Наступающая сторона состоит из войск первого эшелона, имеющего задачу прорыва обороны хотя бы на одном из обороняемых пунктов, и войск второго эшелона, которые вводятся в прорыв с задачей разгрома второго эшелона (резервов) обороны и выхода на назначенный рубеж в глубине обороны. Вектор средств наступления:

$$(3) \quad x = (x_1, \dots, x_n, u) \in X = \left\{ x \mid \sum_{i=1}^n x_i + u = R_x \right\},$$

где: $x_i \geq 0$ – количество средств первого эшелона, имеющих задачу прорыва пункта i ; $u \geq 0$ – количество средств второго эшелона.

Обороняющаяся сторона состоит из войск первого эшелона и резерва (или второго эшелона). Задача первого эшелона заключается в недопущении прорыва пунктов обороны, задача резерва (второго эшелона) – в нанесении контрудара в случае прорыва обороны или удержании второй линии обороны. Вектор средств обороны:

$$(4) \quad y = (y_1, \dots, y_n, w) \in Y = \left\{ y \mid \sum_{i=1}^n y_i + w = R_y \right\},$$

где: $y_i \geq 0$ – количество средств первого эшелона, имеющих задачу обороны пункта i ; $w \geq 0$ – количество средств резерва, предназначенных для нанесения контрудара в случае прорыва пункта i .

Параметр β_i боевого превосходства наступающих на i -м пункте позволяет учесть физико-географические условия, степень инженерного оборудования районов и различия в боевом составе.

Используя метод уравнивания Ю.Б. Гермейера, доказано, что оптимальная стратегия первого эшелона обороны заключается в распределении своих сил по пунктам в соответствии с выражением [6]:

$$(5) \quad y_i^* = \frac{\beta_i}{B} r_y, \quad r_y = R_y - w, \quad B = \sum_{j=1}^n \beta_j, \quad i = 1, \dots, n,$$

где: r_y есть численность войск первого эшелона обороняющихся; B – агрегированный параметр боевого превосходства первого эшелона наступающих.

Стратегия наступающих заключается в нанесении всеми силами первого эшелона удара по слабейшему пункту обороны. При этом цена игры (вероятность прорыва обороны) равна

$$(6) \quad v = \frac{r_x B}{r_x B + r_y}, \quad r_x = R_x - u.$$

Если пункты обороны однородны ($\beta = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n$), то цена игры равна

$$(7) \quad v = \frac{n\beta r_x}{n\beta r_x + r_y}.$$

Вынужденность обороны непосредственно следует из последнего выражения – с ростом количества пунктов обороны возможности наступающих существенно возрастают.

Определим целевую функцию наступающих в виде:

$$(8) \quad F(u, w) = \frac{B(R_x - u)}{B(R_x - u) + R_y - w} \times \frac{\delta u}{\delta u + w},$$

$$(9) \quad 0 < u_1 \leq u \leq u_2 < R_x, \quad 0 < w_1 \leq w \leq w_2 < R_y,$$

где: δ – параметр боевого превосходства второго эшелона наступающих над резервом обороны; $u_1 > 0$, $u_2 > 0$, $w_1 > 0$, $w_2 > 0$ – малые величины.

Содержательно целевая функция $F(u, w)$ наступающих заключается в максимизации вероятности прорыва первого эшелона и отражении контратаки второго эшелона (резерва) обороняющихся. Целевая функция обороняющихся соответственно равна $1 - F(u, w)$, т.е. мы имеем антагонистическую игру. Ограничения (9) характеризуют невырожденность двухэшелонного (одноэшелонного плюс резерв) построения боевых порядков наступающих и обороняющихся.

Доказано, что оптимальные решения сторон (количество боевых единиц, выделяемых ими во второй эшелон и резерв) равны:

$$(10) \quad u^* = R_x D, \quad w^* = R_y D, \quad D = 1 - \frac{R_y + \delta R_x}{2R_y + (B + \delta)R_x}.$$

Содержательно значение параметра D есть доля войск, выделенных во второй эшелон (резерв). Эта доля растёт с увеличением параметра B и уменьшается с увеличением параметра δ .

Агрегированный параметр боевого превосходства B увеличивается, если, например, оборона неподготовлена (слабо подготовлена) или обороняющиеся вынуждены удерживать первым эшелоном достаточно большое количество пунктов. В этом случае обороняющимся выгоднее значительную часть войск иметь в резерве для нанесения контратак по прорвавшемуся противнику с целью срыва его планов. Разумеется, наступающие на такое поведение обороняющихся ответят увеличением доли войск своего второго эшелона.

Вместе с тем доля D войск во втором эшелоне (резерве) мало меняется при изменении численностей боевых единиц сторон. Следовательно, при планировании боя (сражения, операции) и распределении своих войск между эшелонами важно знать не точное количество войск противника, а свои и его возможности, а также степень подготовленности обороны, которая зависит от времени с момента занятия войсками позиций до начала наступления. Полученные результаты не противоречат опыту ведения

боевых действий. В частности, до начала операции «Кольцо» К.К. Рокоссовский оценил численность окруженной армии Паулюса в 86 тыс. чел, т.е. занижил более, чем в два раза. Тем не менее, операция прошла успешно, было пленено свыше 91 тыс. солдат и офицеров вермахта.

3.2. МАСШТАБИРОВАНИЕ МОДЕЛИ «НАСТУПЛЕНИЕ-ОБОРОНА»

Выше целевая функция наступающих была определена как произведение вероятности прорыва первого эшелона обороняющихся и вероятности отражения контратаки резерва обороны. Вместе с тем, целями боя могут быть разгром противника или захват важного района к определенному сроку (до подхода свежих резервов противника). Для масштабирования модели по целям достаточно найти зависимость между соотношением сил сторон (определяющей вероятность победы), темпом наступления и потерями сторон.

Известна статистическая зависимость темпов осуществления маневра советских войск в наступательном бою в годы Великой Отечественной войны от соотношения в силах и средствах степени подготовленности обороны противника [7]. Примем следующие допущения: 1) при вероятности победы $p_x \leq 0,5$ темп наступления равен нулю; 2) с увеличением вероятности победы темп наступления приближается к скорости группы в походном порядке с учетом характера местности и препятствий на ней. Наиболее простым выражением для расчета темпа наступления является формула:

$$(11) W = 2^k W_0 \left(\frac{q}{q+1} - 0,5 \right)^k = W_0 \left(\frac{q-1}{q+1} \right)^k, \quad q \geq 1,$$

где: W_0 – скорость перемещения наступающих в развернутом порядке (зависит от характера местности и степени подготовки обороны); q – соотношение сил сторон; k – параметр формы, учитывающий возможности эффективного применения наступающими оружия в движении. Исторические данные из [7] достаточно хорошо аппроксимируются моделью (11) при значениях $k = 3$.

В таблице 1 представлена зависимость суточных потерь наступающей стороны от начального соотношения сил [7].

Таблица 1. Зависимость суточных потерь наступающей стороны от начального соотношения сил

Начальное соотношение сил	5:1	3:1	1:1
Суточные потери, %	3,5	7	10

Представленные в таблице данные достаточно хорошо аппроксимируются следующим выражением:

$$(12) L_x = a_x q^{-c}, \quad a_x = 10, c = 0,5,$$

где: L_x – среднесуточные потери наступающих в ходе операции; a_x – коэффициент потерь наступающих; c – параметр формы функции потерь.

Соответственно, потери L_y обороняющихся можно описать следующим выражением:

$$(13) L_y = a_y q^{-c},$$

где a_y есть коэффициент потерь обороняющихся.

Имея выражения для расчета темпа наступления и ожидаемых потерь, можно назначать различные критерии боевых действий, отражающих цели сторон и особенности обстановки.

Литература

1. ГОЛОВИН Н. Н. *Исследование боя. Исследование деятельности и свойств человека как бойца*. Книга 2. Статьи и письма. М.: ВАГШ, 1995. – 303 с.
2. ОСИПОВ М. П. *Влияние численности сражающихся сторон на их потери* // Военный сборник. 1915. № 6. С. 59–74; № 7. С. 25–36; № 8. С. 31–40; № 9. С. 25–37.
3. *Речь Г. К. Жукова на военно-научной конференции, декабрь 1945 г.* // Военная мысль. 1985. Специальный выпуск (февраль). С. 3, 17–33.

4. ШУМОВ В.В. *Учет психологических факторов в моделях боя (конфликта)* // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т. 8. № 6. С. 951-964.
5. ШУМОВ В.В. *Иерархия моделей боевых действий и пограничных конфликтов* // Управление большими системами. 2019. Вып. 79. С. 86–111.
6. ШУМОВ В.В. *Теоретико-игровая модель обороны стационарных объектов* // Системы управления и информационные технологии. 2019. № 2 (76). С. 18–21.
7. ЦЫГИЧКО В. И., СТОЙЛИ Ф. *Метод боевых потенциалов: история и настоящее* // Военная мысль. 1997. № 4. С. 23–28.
8. BONDER S. *Army operations research – historical perspectives and lessons learned* // Operation Research. 2002. Vol. 50. No 1. P. 25–34.