

УДК 623.4.01

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТТХ ОБРАЗЦА ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ
НА ЕГО СТОИМОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ В БОЮ**

Ю.Л. Вященко, Г.А. Аракелян

*Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова,
г. Санкт-Петербург*

Эффективность – мера систем военной техники и вооружения, позволяющая сравнить их и по боевым качествам и по стоимостной составляющей. Эффективность включает в себя боевую и стоимостную составляющие, которые в свою очередь связаны между собой. В зависимости от того, что требуется в результате решения поставленной задачи, варьируются те или иные параметры, входящие в состав боевой и стоимостной эффективности. Необходимо учесть, что выделяемые денежные ресурсы на разработку систем вооружения ограничены.

Поэтому вводятся договоренности в отношении критериев оптимального решения поставленной задачи. Во-первых, если производится максимизация боевой эффективности образца, то соответственно затраты на модернизацию не должны превышать заданного значения. Во-вторых, если производится минимизация затрат на улучшение образца, то боевая эффективность не должна быть не менее заданного значения. Выбор между этими двумя критериями зависит от требований, предъявляемых заказчиком к образцу вооружения и его системе эксплуатации. В качестве параметров, от которых зависит боевая эффективность, выступают ТТХ образца вооружения, а стоимостная эффективность зависит от того сколько затрачено денежных ресурсов для решения поставленной боевой задачи. Таким образом, решается вопрос о целесообразности модернизации образца. Оценка боевой эффективности производится по внешним моделям боевых действий, моделям Ланчестера и Маркова.

В качестве боевой задачи рассматривается взаимодействие двух противодействующих группировок танков, каждая из которых, состоит из некоторого количества однородных между собой боевых единиц. Первая группировка состоит из N_1 единиц, вторая из N_2 единиц. Каждая единица техники находится в различных режимах: ожидание применения, пробег, стрельба; для режимов характерны соответствующие состояния: работоспособное, не работоспособное; а для состояний возможны два события: отказ и восстановление. Победившей считается та группа техники, которая к концу боя имеет хотя бы один образец техники, способный вести бой, а вся техника группы противника уничтожена. N_1' и N_2' – количество образцов техники первой и второй группы, которые выйдут исправными на поле боя и вступят в бой:

$$N_1' = k_1' \cdot N_1 \quad (1)$$

$$N_2' = k_2' \cdot N_2 \quad (2)$$

где N_1 и N_2 – количество образцов первой и второй группы до момента выхода на поле боя; k_1' и k_2' – корректирующий коэффициент начального количества образцов для первой и второй группы соответственно, иначе говоря, сколько процентов танков от общего числа выйдет в бой. Интенсивность потока успешных выстрелов для обеих групп техники:

$$\Delta_1 = k_1'' \cdot n_1 \cdot P_{нопл} \quad (3)$$

$$\Delta_2 = k_2'' \cdot n_2 \cdot P_{ноп2} \quad (4)$$

где k_1'' и k_2'' – корректирующий коэффициент количества успешных выстрелов для первой и второй группы соответственно; n_1 и n_2 – скорострельности (число выстрелов в единицу времени) для первой и второй группы соответственно. $P_{нопл}$ и $P_{ноп2}$ – вероятности поражения цели для каждой боевой единицы первой и второй группы соответственно. Имея вышеперечисленные параметры, можно записать уравнения Ланчестера второго рода, отражающие динамику боя:

$$\begin{cases} \frac{dN_1'}{dt} = -\Delta_2 \cdot N_2' \\ \frac{dN_2'}{dt} = -\Delta_1 \cdot N_1' \end{cases} \quad (5)$$

При начальных условиях, т.е. при $t = 0$:

$$N_1'(0) = N_1 \cdot k_1' \quad (6)$$

$$N_2'(0) = N_2 \cdot k_2' \quad (7)$$

Для того чтобы определить работоспособность образца в разных режимах использования, необходимо воспользоваться Марковской моделью. Она характеризуется интенсивностью потока отказов и восстановления, иначе говоря, вероятностью нахождения в работоспособном состоянии P_1 и неработоспособном состоянии P_2 , аналитическая модель, которой представлена в виде дифференциальных уравнений. Таким образом, танковые группировки находятся в режимах ожидания применения, пробега и стрельбы, а также состояниях: работоспособном, неработоспособном в рассматриваемый момент времени, также учитываются переходы из состояния в состояние, происходящие с определенными интенсивностями. Обозначим переходы:

1 – 2 – работоспособное состояние – не работоспособное (отказ);

2 – 1 – не работоспособное состояние – работоспособное (восстановление).

Значения интенсивности переходов вводятся исходя из инженерных предположений, с учетом информации об аналогичных изделиях.

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = \lambda_{2,1} \cdot P_2(t) - \lambda_{1,2} \cdot P_1(t) \quad (8)$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = \lambda_{1,2} \cdot P_1(t) - \lambda_{2,1} \cdot P_2(t) \quad (9)$$

Начальные условия для интегрирования данной системы уравнений: в начальный момент времени $P_1(0) = 1$, $P_2(0) = 0$.

В исходных данных отражено изменение скорострельности, интенсивностей потоков отказов и восстановлений, как следствие предполагаемой модернизация образцов первой группировки. При этом для боевых единиц второй группы величины интенсивности отказа $\lambda_{1,2}$, корректирующего коэффициента начального количества образцов техники k_2' и корректирующего коэффициента успешных выстрелов k_2'' и для первой группы корректирующий коэффициент количества успешных выстрелов k_1'' будут оставаться величинами постоянными. Для наглядности строятся графики сценария ведения боя для каждого варианта, иначе говоря, сколько танков к концу боя останется в живых.

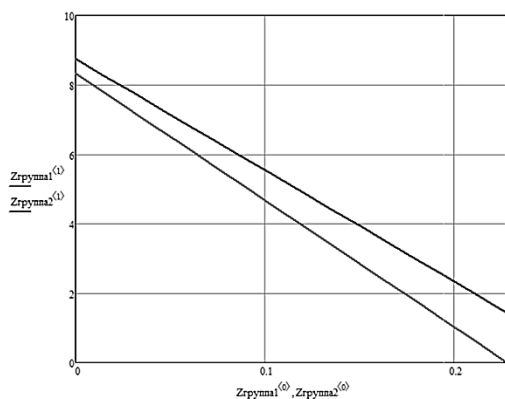


Рис. 1. Первый вариант

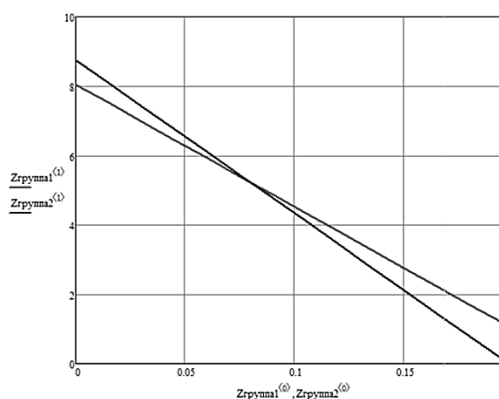


Рис. 2. Второй вариант

Из рис. 1 видно, что танки второй группы выигрывают битву, а из рис. 2 – что, после модернизации автомата заряжания, первая группа танков побеждает в бою. Со стороны боевой эффективности второй вариант удовлетворяет поставленным условиям. Но необходимо также учесть и затраты на проведенную модернизацию и ведение боя в целом. Ведь может возник-

нать такая ситуация, что стоимость соответствующего улучшения может быть с экономической позиции не целесообразна.

Методы прогнозирования полных затрат на образец вооружения и военной техники в зависимости от полноты исходных данных позволяют вырабатывать корректные рекомендации. Различают следующие методы расчета стоимости образцов ПВН: экспертные, аналого-сопоставительный, экстраполяционно-статистический, агрегатный и нормативно-калькуляционный. Из этого числа наиболее удобным, понятным и простым в реализации является аналого-сопоставительный метод. Сущность метода заключается в сопоставлении характеристик нового образца и его аналога (аналогов) и использует в качестве базы стоимость образца-аналога (аналогов). Конечный результат может быть получен путем осреднения оценок по нескольким аналогам.

$$C = C_{ан} \cdot \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot \left[\frac{x_i}{x_{i(ан)}} \right]^{\delta_i} = C_{ан} \cdot K_{П}, \sum_{i=1}^m \beta_i = 1 \quad (10)$$

где $C_{ан}$ – цена образца-аналога; m – число привлекаемых для оценки характеристик (ТТХ); δ_i – весовой коэффициент ТТХ, зависящий от качества образца, который принимает значение +1 при повышении ТТХ образца, и наоборот; $x_i, x_{i(ан)}$ – числовое значение ТТХ нового образца и аналога; β_i – доля изменения $C_{ан}$ при изменении i -го ТТХ. Зная стоимость танка аналога, можно рассчитать стоимость образца, который прошел модернизацию. На основании данных полученных при расчетах для каждого варианта строиться зависимость суммарных затрат на боевые действия от времени ведения боя.

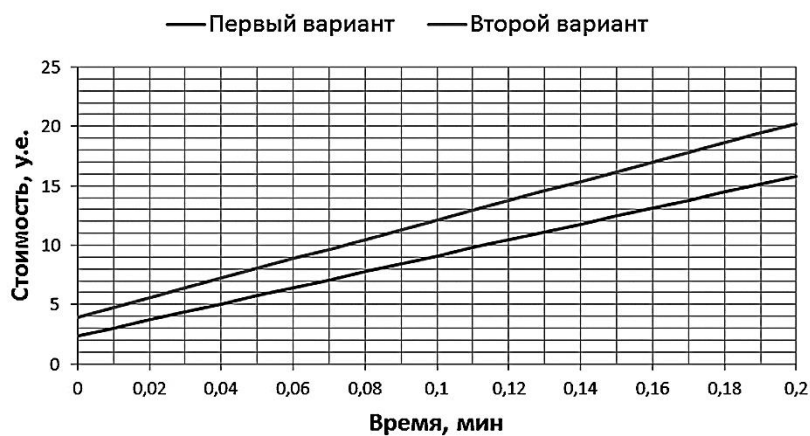


Рис. 3

Из рис.3 видно, что изменение скорострельности влечет за собой рост стоимости техники и боя в целом.

Таким образом, представленная выше методика позволяет оценить стоимостной аспект эффективности техники в бою. Тем самым, решается вопрос о целесообразности затрат на улучшения танка. Обладая относительной простотой, удобством в использовании, а также, не требуя подробных сведений об устройстве образца и его аналога, тем более стоимости составных частей, данный метод является наиболее предпочтительным. Также обеспечивается взаимосвязь между боевой и стоимостной эффективностью. Где в роли связующего звена со стороны боевой эффективности выступают ТТХ, а со стороны стоимостной – стоимость танка аналога, то есть танка, не прошедшего модернизацию.

Библиографический список

1. Кучеров В.Г., Садовников В.И. Эффективность машин. Волгоград: 1994.
2. Шипунов А.Г., Емец А.И., Игнатов А.В., Корнеева О.Л., Матасов В.Ф., Танаев В.П. Эффективность и надежность стрелково-пушечного вооружения: Лабораторный практикум. Тула: Изд-во ТулГУ, 2003.
3. Белов А.В., Васин В.А., Вященко Ю.Л. Системные принципы проектирования артиллерийских орудий: Учебное пособие. Ленинград: 1984.

УДК 623.438

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПОРАЖЕНИЯ БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ

Н.Н. Гаврютин, К.А. Афанасьев

*Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова,
г. Санкт-Петербург*

Всесторонний анализ хода и результатов локальных войн за последние десятилетия показывает, что танки являются эффективным и незаменимым средством ведения наземных операций. Вместе с тем современные противотанковые ракетные комплексы (ПТРК) значительно дешевле танков, но при этом обеспечивают сравнительно высокую вероятность поражения танков.

Исследование системы взаимодействия танка и ПТРК в ходе их боестолкновения является важной и актуальной задачей при проектировании современных танков и ПТРК. В таких условиях использование математического моделирования в исследовании и моделировании боевых действий становится незаменимым инструментом предэскизного проектирования и анализа потребных ТТХ образцов вооружения.

Целью данной работы является разработка, программирование, исследование и анализ универсальной информационной системы оценки устойчивости трехмерных объектов бронетанковой техники (БТТ) к воздействию боевых частей противотанковых управляемых ракет (ПТРК), в зависимости от места попадания ПТУР в БТТ, ракурса БТТ, функциональной модели объекта БТТ, и трехмерной твердотельной модели БТТ.

В рамках данной работы были рассмотрены и проанализированы функции БТТ, при этом были выделены четыре функции, нарушение которых приводит к поражению БТТ по соответствующим критериям [1]. Функции и соответствующие им критерии поражения приведены в таблице 1.

Таблица 1
Функции БТТ и соответствующие им критерии поражения

Функции БТТ	Критерии поражения БТТ
Движение	Потеря подвижности
Огонь	Потеря огневой мощи
Обнаружение и распознавание	Потеря способности обнаруживать цели
Связь	Потеря связи

Нарушение функций БТТ происходит вследствие выхода из строя соответствующих элементов системы БТТ. В данной работе произведено моделирование танка Т-90 «Владимир»,