

УДК 629.1.032.1

А.В. Морозов, А.А. Котровский, А.В. Филёв

**ВЫБОР МЕТОДА КОМПЛЕКСНОГО СРАВНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ
АВТОБРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Рассмотрены предпосылки использования комплексных методов сравнения в области объектов АБТТ. Приведены примеры методов комплексного сравнения и проведен их анализ. Сформулирован перечень критериев, которым должен удовлетворять метод сравнения. Представлен метод, наиболее удовлетворяющий выдвинутым критериям. Приведён перечень работ, в которых был использован предложенный метод.

Ключевые слова: автобронетанковая техника, комплексное сравнения, метод анализа иерархий.

Объекты автобронетанковой техники (АБТТ), такие как танки, БМП, БТР и машины на их базе, являются сложными техническими системами со значительным количеством ограничений и обратных связей. В связи с этим при внесении изменений в конструкцию узла, отвечающего за один показатель, меняются характеристики другого показателя. Под свойствами любого технического изделия (объекта АБТТ) понимаются его объективные особенности, проявляющиеся при создании и эксплуатации. Характеристика одной из сторон свойства – это показатели. Каждое свойство характеризуется определёнными показателями, которые могут иметь как количественную, так и качественную характеристики [1].

Для оценки влияния вносимых изменений на машину в целом используются методы комплексного сравнения. Выбор наиболее рационального варианта осуществляется на основании обобщённых оценок, полученных в результате комплексного сравнения аналогичных по своим свойствам прототипов. Рассмотренные методы были классифицированы по названию обобщённых оценок.

Первый метод. Обобщённой оценкой метода является коэффициент боевой эффективности [2].

$$K_{БЭ} = \sqrt{K_{ОМ} K_{Ж} K_{П}},$$

где $K_{ОМ}$ – показатели оценки: огневой мощи; $K_{Ж}$ – живучести; $K_{П}$ – подвижности.

Эта методика была разработана для быстрой оценки эффективности прорабатываемых конструкций объектов АБТТ на стадии проектирования. Оценка эффективности по этой методике производится путём сравнения параметров проектируемого образца с параметрами эталонной машины. При оценке общей эффективности объекта предусмотрена оценка военно-экономической эффективности, которая зависит как от коэффициента боевой эффективности, так и стоимости объекта в серийном производстве. Каждое из основных свойств объекта выражается коэффициентами k_i , отражающими качество параметров объекта АБТТ.

Зависимость между коэффициентом и величиной параметра получают аналитически или в результате обработки экспертных оценок. При этом графики, полученные обработкой экспертных оценок, представляют собой нелинейные зависимости, что указывает на учёт значимости увеличения или уменьшения того или иного параметра на общую эффективность объекта. Примеры зависимостей некоторых коэффициентов приведены на рис. 1.

Для определения зависимости аналитическим путём для каждого коэффициента существует своя методика. Так, для определения комплексного коэффициента системы стрельбы необходимо по значениям ошибок стрельбы найти суммарные горизонтальные и вертикальные составляющие ошибок:

$$E_{ГВ} = \sqrt{[E_{Т.р}^2 + E_{Виб}^2 + E_{Т.п}^2 + E_{П.у}^2 + E_{н}^2]}, \text{ где}$$

где ошибки: $E_{Гi}$ – стрельбы по горизонтали; $E_{Тр}^2$ – техническое рассеивание; $E_{виб}^2$ – вибрации; $E_{Т.п}^2$ – технической подготовки; $E_{пу}^2$ – подготовки исходных установок; $E_{тр}^2$ – наведения.

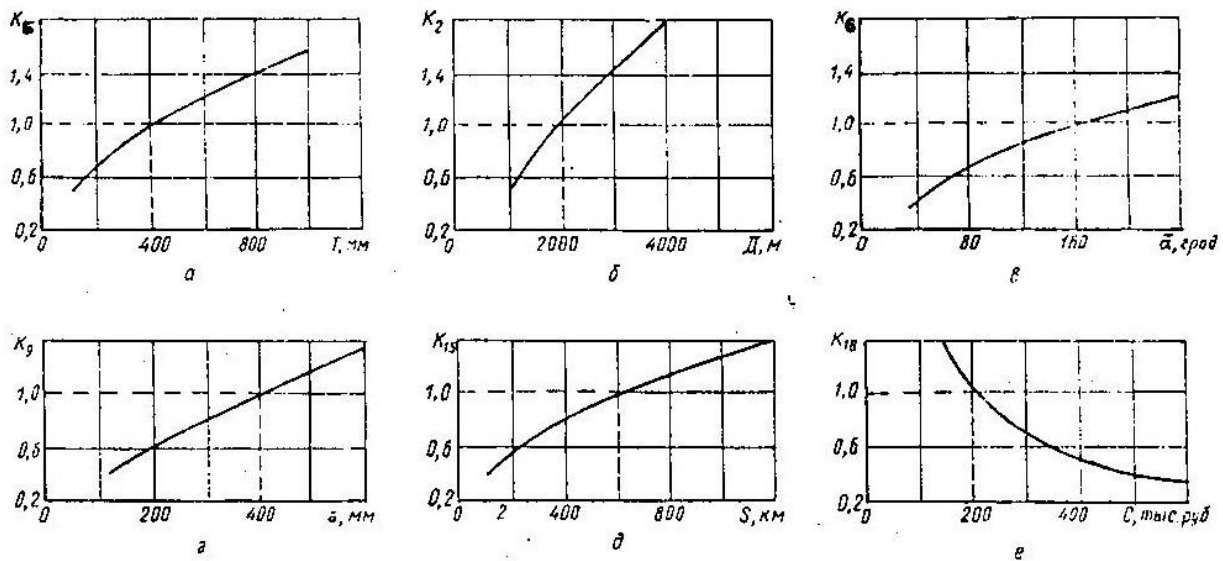


Рис. 1.6. Графические зависимости коэффициентов качества

По полученным значениям $E_{Гi}$ и $E_{Ви}$ и дальности стрельбы по конкретным мишеням находятся вероятности попадания P . Далее, используя вероятность попадания и коэффициент бронепробития, определяется поток поражающих выстрелов. Комплексный коэффициент системы стрельбы вычисляется как отношение потоков поражающих выстрелов сравниваемого объекта с эталонным: $K_1 = \rho / \rho_{Э}$. Для определения остальных коэффициентов могут использоваться приведённые зависимости или эмпирические формулы, полученные для каждого коэффициента в отдельности.

Рассмотренный метод предназначен для сравнения объектов, используя минимальный перечень параметров, что ограничивает его применение для более широкого исследования. Вместе с тем, использование метода представляет собой достаточно трудоёмкую задачу, что вызвано необходимостью для каждого нового объекта составлять аналитические зависимости или проводить экспертную оценку, а также разрабатывать эмпирические зависимости для получения одного коэффициента по нескольким параметрам.

Второй метод. Обобщённой оценкой метода является боевой потенциал объекта боевой системы:

$$P_O = F(S),$$

где P_O – боевой потенциал объекта; S – множество свойств боевой системы.

С помощью данного метода можно получить интегральную оценку боевых возможностей боевых систем и группировок войск (сил) по решению боевых задач в соответствии со своим функциональным назначением по четырём боевым свойствам (мобильность, живучесть, ударная мощь, управление). В ходе оценки учитываются весовые коэффициенты свойств. Однако в связи с тем, что при сравнении объектов не учитываются эксплуатационные свойства, использование данного метода ограничено.

Третий метод. Обобщённой оценкой метода является военно-техно-экономический уровень:

$$П_{ВТУ} = П_{ВТУ} \alpha_{ВТУ} + П_{СТ} \alpha_{СТ},$$

где $П_{ВТУ}$ – показатель военно-технического уровня; $П_{СТ}$ – стоимостной показатель; $\alpha_{ВТУ}$ – весомость показателя военно-технического уровня; $\alpha_{СТ}$ – весомость стоимостного показателя.

Данная оценка представляет собой комбинацию из показателей боевых и эксплуата-

ционных свойств объектов АБТТ, а также стоимостных показателей. В методе учитываются весовые коэффициенты свойств. Его использование на стадии проектирования ограничено, что связано с необходимостью реальных данных по стоимостным показателям.

Проведённый анализ показал, что использование перечисленных методов сравнения не позволяет корректно провести сравнение объектов АБТТ на стадии проектирования с учётом полного перечня показателей свойств. Вместе с этим, можно сформулировать перечень критериев, которым должен удовлетворять метод сравнения:

- метод должен учитывать полный перечень свойств и характеризующих их показателей;
- должен иметь вариативность для возможного внесения или удаления каких-либо показателей и свойств;
- сравнение должно проходить на основании значимости свойств и характеризующих их показателей.

Перечисленным критериям удовлетворяет метод анализа иерархий (МАИ). МАИ - один из методов системного планирования, разработанный в 60-х годах американским учёным Томасом Саати. Основной частью планирования системы является анализ альтернативных решений стоящей задачи. Применительно к задаче сравнения объектов АБТТ будет использоваться исключительно эта часть МАИ. В связи с чем в дальнейшем под использованием МАИ будет подразумеваться применение метода анализа альтернативных решений, входящего в метод системного планирования МАИ [3].

На сегодняшний день МАИ широко используется для анализа и выбора в таких направлениях как:

- исследование перспективных направлений развития АБТТ;
- выбор шасси для создания семейства спецмашин;
- выбора конкретных образцов АБТТ, а также других исследований, в которых требуется количественная оценка превосходства одного варианта решения задачи над другим.

Примерами широкого применения МАИ в области исследования объектов АБТТ могут служить следующие работы. В 1999 г. была защищена кандидатская диссертация на тему «Метод выбора базового шасси при создании спецавтомобиля» [4]. Используя аппарат МАИ был обоснован метод определения приоритетов оценочных показателей, влияющих на выбор шасси спецавтомобиля, а также проведён выбор шасси для него. В 2003 г. была защищена кандидатская диссертация на тему «Метод комплексного сравнения военных гусеничных машин на основе анализа иерархий» [5]. Диссертация была посвящена анализу применимости существующих методов сравнения, а также разработке на основе МАИ нового метода комплексного сравнения военных гусеничных машин. В диссертации была подтверждена работоспособность нового метода путём сравнения объектов АБТТ времён Великой Отечественной войны.

Иерархия свойств для использования МАИ строится в соответствии со спецификой проводимого сравнения. Количество показателей и детальность проработки зависит от уровня детализации сравниваемых альтернативных вариантов. Так, номенклатура показателей работы [5] состояла из полного перечня показателей, необходимых для всесторонней оценки объектов АБТТ. Это было вызвано наличием данных практически по всем значениям показателей, входящих в иерархию. Сравнение при помощи такой номенклатуры показателей является наиболее предпочтительным, однако трудоёмко и требует большого количества данных. Такое сравнение не представляется возможным для сравнения машин на этапе проектирования.

Для анализа соответствия стоящих на вооружении внутренних войск МВД объектов АБТТ, а также сравнения этих образцов с перспективным образцом в 2008 г. была проведена работа с использованием МАИ. В качестве показателей сравнения были использованы тактико-технические требования, предъявляемые к данному типу АБТТ. Эти требования были сформулированы в приказах, РД, ОСТ и ГОСТ. Однако при анализе требований было выявлено, что номенклатура показателей оценки данного типа АБТТ неполная. Были введены показатели, характеризующие специфические требования к образцам данного типа. Для сравнения была разработана иерархия с введением специальных показателей и проведено сравнение, в результате которого было принято решение о целесообразности принятия на вооружение конкретного образца.

В ОАО «НИИ Стали» за последние годы был проведён ряд научно-исследовательских работ по выбору дальнейших направлений разработки одного из типов АБТТ. Эти работы были проведены с использованием МАИ. По результатам работы было принято решение о перспективности и предпочтительности продолжения одного из направлений разработки. При сравнении образцов была использована модернизированная методика, в которой в качестве собственных векторов значимости объектов использовались не экспертные оценки, а значения рассматриваемых показателей.

Для выбора шасси автомобилей двойного назначения в НАМИ была разработана методика оценки технического уровня семейств автомобилей многоцелевого назначения (АМН) на основе МАИ. Значимость свойств в методике определялась не только их ролью при выполнении той или иной операции, но и трудоёмкостью достижения требований по этому свойству. Данная методика использовалась для сравнения трёх семейств автомобилей многоцелевого назначения: «Мустанг», «Мотовоз» и «Гараж». На основе проведённого сравнения были получены результаты превосходства одного автомобильного семейства над другими семействами автомобилей. Был сделан вывод о работоспособности метода Т. Саати как для определения коэффициентов значимости свойств и единичных показателей, так и для окончательной оценки технического уровня конкретных объектов [6].

Таким образом, на сегодняшний день метод анализа иерархий Т.Саати и методики на его основе показали свою приспособленность к решению задач, связанных с оценкой значимости свойств и оценки технического уровня объектов АБТТ.

Библиографический список

1. Эксплуатация вооружения и военной техники сухопутных войск: учебник. – М.: Издание общевойсковой академии ВС РФ, 2000.
2. **Морозов, Г.А.** Упрощённая оценка эффективности танка / Г.А. Морозов, С.Д. Новиков, В.Ф. Попков // Вестник бронетанковой техники. 1980. №5.
3. **Саати, Т.** Аналитическое планирование. Организация систем: [пер. с англ.] / Т. Саати, К. Кернс. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
4. **Дубенский, М.Я.** Метод выбора базового шасси при создании спецавтомобиля: дисс. ... канд. техн. наук. – М., 1999. – 130 с.
5. **Постников, М.В.** Метод комплексного сравнения военных гусеничных машин на основе анализа иерархий: дисс. ... канд. тех. наук. – М., 2003. – 240 с.
6. **Плиев, И.А.** Оценка технического уровня семейства автомобилей многоцелевого назначения на основе метода анализа иерархий // Журнал автомобильных инженеров. 2010. №3 (62), №5 (64).

*Дата поступления
в редакцию 22.04.2014*

A. Morozov, A. Kotrovskiy

THE CHOICE OF THE METHOD OF COMPLEX COMPARE OBJECTS OF ARMORED TECHNIQUE AT THE STAGE OF DESIGN

Bauman Moscow state technical university

This article considers the use of complex methods of comparison in the objects pane АБТТ. Examples of methods of complex comparisons. The analysis of the presented methods. Formulated a list of criteria that should be met by the method of comparison. Presented method, the most satisfying the strict requirements. List of works which was used by the proposed method.

Key words: armored vehicles, complex compare, method of hierarchy analysis.