



Ж.Ж. Есіркепов¹, А.Т. Какимжанов², К.М. Жанкеев³

¹National Defense University of the Republic of Kazakhstan, Астана, Казахстан

²Department of the commander of the troops of the Regional Command "Shygys" of the Armed Forces of the Republic of Kazakhstan, Семей, Казахстан

³Department of the Commander-In-Chief of the ground forces of the Armed Forces of the Republic of Kazakhstan, Астана, Казахстан

E-mail: zh.e.15.07.90@mail.kz

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БОЕВОГО ПОТЕНЦИАЛА СОВРЕМЕННОЙ БОЕВОЙ КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ (БКМ)

Аннотация. В представленной научной статье разработана и подробно описана методика количественной оценки боевого потенциала современных боевых колесных машин (БКМ) в диапазоне от 0 до 1. В основу созданной расчетной модели положен иерархический комплексный аддитивно-мультипликативный подход, полностью отражающий опыт локальных войн и современных высокоинтенсивных конфликтов с учетом массового применения FPV-дронов, барражирующих боеприпасов, средств радиоэлектронной борьбы и высокоточного оружия. Интегральный индекс потенциала рассчитывается на основе четырех ключевых оценочных модулей: огневой потенциал (вес 0,35), защищенности и выживаемости (0,30), подвижности и автономности (0,20), а также ситуационной осведомленности и управляемости (0,15). В проведенном исследовании детально математически обоснованы нормативные требования к калибру, скорострельности, динамике приводов наведения и углам возвышения оружия для поражения малоразмерных БПЛА. Предложенный научно-методический подход позволяет объективно классифицировать проверяемые боевые машины по четырем категориям эффективности.

Ключевые слова: боевая колесная машина, боевой потенциал, математическая модель, огневой потенциал, комплексная защищенность, FPV-дроны, средства РЭБ, система управления огнем, выживаемость, сетцентричность.

Введение.

Опыт локальных войн и современных высокоинтенсивных военных конфликтов показывает фундаментальное изменение характера боевых действий сухопутных войск. Массовое внедрение малоразмерных ударных и разведывательных БПЛА (включая FPV-дроны и барражирующие боеприпасы (ББ)), развитие высокоточного оружия (ВТО), а также систем радиоэлектронной борьбы (РЭБ) предъявляют принципиально новые



требования к техническим характеристикам и боевой выживаемости современной бронетехники.

Боевые колесные машины (БKM), выполняющие функции высокомобильного средства поддержки пехоты, поражения огневых точек и легкобронированной техники, сталкиваются с расширенным спектром угроз во всех проекциях и полусферах. В этих условиях традиционные подходы к оценке боевых качеств машин, опиравшиеся главным образом на баллистическую защиту и калибр орудия, становятся неполными. Возникает необходимость разработки объективного, комплексного научно-методического инструментария, позволяющего математически корректно производить количественный расчет боевого потенциала БKM с учетом широкого спектра современных факторов боя.

Цель исследования – разработка математической модели и комплексной методики количественной оценки боевого потенциала современной боевой колесной машины (в диапазоне от 0 до 1) с учетом опыта современных высокоинтенсивных конфликтов для объективной классификации техники по уровням боевой эффективности.

Задачи исследования:

- сформировать иерархическую аддитивно-мультипликативную модель оценки потенциала БKM с определением весовых коэффициентов;
- разработать математический аппарат расчета коэффициента огневого потенциала, включая параметры калибра, ВТО, бронепробиваемости, системы управления огнем (СУО) и динамики наведения;
- математически обосновать требования к темпу стрельбы, скорости и углам возвышения орудия для поражения FPV-дронов и БПЛА;
- сформировать расчетные показатели модулей защищенности, подвижности и управляемости;
- разработать шкалу интерпретации обобщенного индекса с выделением основных категорий эффективности.

Материалы и методы.

В работе использованы тактико-технические характеристики современной бронетехники, международные стандарты защищенности (STANAG 4569), а также данные о применении БKM, БПЛА, средств РЭБ и ВТО в современных конфликтах.

Применены системный анализ, математическое моделирование, методы теории кинематики и вероятностей (при расчете эффективности стрельбы по БПЛА), квалитетическая нормализация параметров к диапазону относительно принятых эталонов.

Результаты и обсуждение.

Оценка боевой эффективности современной БKM в условиях современной высокоинтенсивной вооруженной борьбы требует отказа от изолированного анализа отдельных тактико-технических характеристик и



перехода к системному квалиметрическому моделированию. Предлагаемая методика базируется на иерархическом аддитивно-мультипликативном подходе, позволяющем сформировать обобщенный нормированный индекс боевого потенциала ($P_{БКМ} \in [0; 1]$). Структура математической модели отражает синергетический эффект взаимодействия четырех ключевых функциональных модулей: огневой мощи, комплексной защищенности, подвижности и системной управляемости. Для сопоставимости разнородных физических параметров в исследовании применена процедура линейной и пороговой нормализации относительно сформированных эталонных значений, отвечающих текущим и перспективным угрозам современного поля боя [1, с. 115].

Настоящая методика предназначена для количественного расчета боевого потенциала современных БКМ в диапазоне от 0 до 1. В основу модели положен иерархический комплексный подход, отражающий опыт локальных войн и современных высокоинтенсивных конфликтов, включая массовое применение FPV-дронов, ББ, средств РЭБ и ВТО. Тактико-техническое назначение БКМ в рамках данной методики определяет ее как высококомобильное средство поддержки пехоты, предназначенное преимущественно для уничтожения живой силы, укрытий, огневых точек и легкобронированной техники противника. Борьба с основными боевыми танками (ОБТ) не является ее профильной задачей ввиду естественных ограничений защищенности колесного шасси, однако при наличии ВТО (ПТУР, ББ) БКМ получает возможность эффективного самооборонительного или засадного поражения тяжелой бронетехники [2, с. 178].

Обобщенный индекс боевого потенциала машины ($БП_{БКМ}$) рассчитывается по аддитивно-мультипликативной формуле:

$$БП_{БКМ} = \alpha_1 \cdot P_{огн} + \alpha_2 \cdot P_{защит} + \alpha_3 \cdot P_{маневр} + \alpha_4 \cdot P_{управ} \quad (1)$$

где,

$\alpha_{1,2,3}$ – весовые коэффициенты значимости групп параметров;

$P_{огн}$ – коэффициент огневой мощи;

$P_{защит}$ – коэффициент защищенности;

$P_{маневр}$ – коэффициент маневренности;

$P_{управ}$ – коэффициент ситуационной осведомленности и управляемости.

Весовые коэффициенты определены методом экспертных оценок (в частности, методом анализа иерархий Т. Саати или методом парных сравнений) в рамках исследований по военной квалиметрии и методологии оценки боевой эффективности бронетанкового вооружения и техники (БТВТ).

В их основу положен принцип баланса основных боевых свойств машины, где приоритеты распределены по степени влияния на исход боя:

0,35 (α_1) – ключевая роль огневой мощи (выполнение главной задачи: поражение противника до его ответного действия);



0,30 (α_2) – высокая приоритетность защищенности и выживаемости (сохранение экипажа и боеспособности при огневом воздействии);

0,20 (α_3) – значимость подвижности (обеспечение маневра, выхода на выгодные рубежи и автономности);

0,15 (α_4) – роль информационно-управляющих систем (реализация потенциала первых трех групп за счет высокой скорости обнаружения и прицеливания).

Сумма коэффициентов нормирована к единице: $\sum_{i=1}^4 \alpha_i = 1,0$.

1. Математическая модель и расчет модулей.

Модуль 1: Огневой потенциал ($P_{огн}$) – вес 0,35

Модуль отражает огневую мощь, гибкость применения вооружения с учетом наличия управляемого оружия, динамические качества приводов наведения и возможность работы по типовым наземным целям и малоразмерным БПЛА (FPV-дроны, разведывательные БПЛА и ББ).

$$P_{огн} = 0,2 \cdot K_{кал} + 0,15 \cdot K_{сдн} + 0,2 \cdot K_{ц} + 0,15 \cdot K_{ВТО} + 0,15 \cdot K_{проб} + 0,1 \cdot K_{ск.стр.} + 0,05 \cdot K_{дальн} \quad (2)$$

где,

$K_{кал}$ – коэффициент калибра вооружения;

$K_{сдн}$ – коэффициент скорости и динамики наведения;

$K_{ц}$ – коэффициент спектра поражаемых типовых целей;

$K_{ВТО}$ – коэффициент возможности применения высокоточного оружия и ББ;

$K_{проб}$ – коэффициент бронепробиваемости;

$K_{ск.стр.}$ – коэффициент скорострельности;

$K_{дальн}$ – коэффициент дальноточности;

1.1. Коэффициент калибра вооружения ($K_{кал}$) с учетом структуры комплекса

Учитывая специализацию БКМ (поддержка пехоты, борьба с легкобронированной техникой и БПЛА), эталон калибра определяется по эффективности вооружения по основным типовым объектам поражения:

Выбор эталона калибра: в качестве эталона универсального комплекса для БКМ принята автоматическая пушка калибра 30-40 мм (например, 30-мм 2А42/2А72 или 40-мм STAS/Bofors). Это обеспечивает высокий боекомплект, оптимальную баллистику и возможность применения снарядов с дистанционным подрывом [3].

$K_{калибра} = 1,0$ – калибр 30-40 мм с боекомплектом снарядов с программируемым подрывом (или комбинированная установка крупнокалиберной спаренной пушки);

$K_{калибра} = 0,85$ – калибр 30-40 мм со стандартными ОФС/БПС боеприпасами;



$K_{\text{калибра}} = 0,75$ – пушечное вооружение крупного калибра (100 мм и более, колесный танк) без вспомогательной автопушки (ограничен боекомплект и эффективность по БПЛА);

$K_{\text{калибра}} = 0,60$ – малый/средний калибр (20-25 мм);

$K_{\text{калибра}} = 0,40$ – крупнокалиберный пулемет (12,7-14,5 мм);

$K_{\text{калибра}} = 0,20$ – нормальный калибр (7,62 мм).

Примечание:

1) К крупнокалиберным пулеметам: использование 12,7-14,5 мм пулеметов в качестве основного вооружения БКМ признано недостаточным для современных войн, так как они не обеспечивают уверенного поражения современной легкобронированной техники в бортовых проекциях и имеют низкую эффективность по инженерным укрытиям [4].

2) Применение орудий калибра от 100 мм в качестве основного вооружения БКМ признано неэффективным для современной войны. Подобные системы существенно ограничены в скорострельности, а их масса и габариты ухудшают маневренность легкой техники. Крупный калибр ориентирован прежде всего на противотанковую борьбу, к которой БКМ не приспособлены из-за низкого уровня собственной бронезащиты [4].

2. Коэффициент скорости и динамики наведения ($K_{\text{сдн}}$).

Скорострельность и динамические характеристики приводов наведения вооружения критически важны для оперативного переноса огня по высокоскоростным, высокоманевренным и внезапно появляющимся целям (легкобронированная техника, высокоскоростные пикапы, FPV-дроны, расчеты ПТРК, скоростные засады).

Учитывая динамику современного боя и угрозу применения БПЛА с малых и средних высот, автоматизированные системы наведения с цифровой СУО должны обеспечивать:

- скорость перенацеливания: по горизонтали – не менее $V_{\text{г}}^{\text{треб}} = 40 \dots 60^\circ/\text{с}$, по вертикали – не менее $V_{\text{в}}^{\text{треб}} = 30 \dots 40^\circ/\text{с}$.

Углы наведения (сектор обстрела): по горизонтали – 360° (круговой обстрел), по вертикали – от -5° до $+80^\circ$ (для уверенного поражения воздушных целей, FPV-дронов и ведения огня на верхних ярусах городской застройки) [5].

Для комплексной оценки динамики и угловых параметров наведения используется коэффициент скорости и динамики наведения ($K_{\text{сдн}}$):

$$K_{\text{сдн}} = \left(\frac{V_{\text{г}}}{V_{\text{г}}^{\text{треб}}} \cdot k_{\text{сект.г}} \right) \cdot \alpha + \left(\frac{V_{\text{в}}}{V_{\text{в}}^{\text{треб}}} \cdot k_{\text{сект.в}} \right) \cdot \beta, \quad (3)$$

где:

$V_{\text{г}}$ – реальная скорость перенацеливания боевого модуля/вооружения по горизонтали ($^\circ/\text{с}$);

$V_{\text{в}}$ – реальная скорость перенацеливания боевого модуля/вооружения по вертикали ($^\circ/\text{с}$);



$V_{\Gamma}^{\text{треб}}, V_{\text{В}}^{\text{треб}}$ – нормативные (требуемые) скорости перенацеливания по горизонтали ($60^\circ/\text{с}$) и вертикали ($40^\circ/\text{с}$);

$k_{\text{сект.Г}}$ – коэффициент преимущества по горизонтальному сектору обстрела;

$k_{\text{сект.В}}$ – коэффициент преимущества по вертикальному сектору обстрела (возможность работы по БПЛА);

α, β – весовые коэффициенты значимости горизонтального и вертикального наведения соответственно ($\alpha = 0,45$; $\beta = 0,55$, учитывая возросшую приоритетность работы по БПЛА и верхним полусферам).

Коэффициенты преимущества по секторам обстрела ($k_{\text{сект}}$)

Коэффициент преимущества горизонтального наведения ($k_{\text{сект.Г}}$):

$$k_{\text{сект.Г}} = \frac{\Theta_{\Gamma}}{360^\circ}, \quad (4)$$

где, Θ_{Γ} – фактический угол горизонтального наведения.

При неограниченном круговом вращении ($\Theta_{\Gamma} = 360^\circ$) значение $k_{\text{сект.Г}} = 1,0$.

Для ограниченных секторов (например, рубки или курсовые установки $\Theta_{\Gamma} < 360^\circ$) показатель соответственно уменьшается (0,3...0,7).

Коэффициент преимущества вертикального наведения ($k_{\text{сект.В}}$):

$$k_{\text{сект.В}} = \frac{\Theta_{\text{ВФ}}}{80^\circ}, \quad (5)$$

где, $\Theta_{\text{ВФ}}$ – фактический угол возвышения, град.

80° – требуемый максимальный угол возвышения (для поражения БПЛА в 80°).

Если максимальный угол возвышения вооружения составляет 80° и более, значение $k_{\text{сект.В}} = 1,0$.

При ограничениях по углу возвышения (например, у классических танковых башен со сниженным диапазоном $+13^\circ \dots +20^\circ$) коэффициент снижается до $k_{\text{сект.В}} \approx 0,22 \dots 0,30$, что математически отражает неспособность эффективной борьбы с FPV-дронами и высотными БПЛА [3].

3. Спектр поражаемых типовых целей ($K_{\text{ц}}$).

Оценивает способность поражать 5 ключевых классов целей с акцентом на профильные задачи БКМ:

- 1) открытая и укрытая живая сила;
- 2) легкобронированная техника (БТР, БМП, MRAP);
- 3) тяжелая бронетехника;
- 4) малоразмерные БПЛА (FPV-дроны, разведчики);
- 5) долговременные укрытия и стены зданий.

$$K_{\text{ц}} = \frac{N_{\text{ц}}}{5}, \quad (6)$$

где, $N_{\text{ц}}$ – количество поражаемых типовых целей вооружения.



4. Применение высокоточного оружия и ББ ($K_{ВТО}$).

1,0 – интегрированный ПТРК 3-го поколения («выстрелил-забыл») или возможность запуска барражирующих боеприпасов с борта;

0,6 – ПТРК 2-го поколения (полуавтоматическое/лазерно-лучевое наведение);

0,0 – ВТО отсутствует.

5. Бронепробиваемость ($K_{проб}$)

Максимальная бронепробиваемость гомогенной стальной брони (РНА, мм) штатным комплексом (ПТУР или боеприпасами пушки). За эталон нормализации принята величина 1000 мм РНА (позволяющая гарантированно поражать основной боевой танк при наличии ВТО).

$$K_{проб} = \min \left(1,0, \frac{B_{проб}}{1000} \right), \quad (7)$$

где, $B_{проб}$ – бронепробиваемость вооружения, мм.

6. Скорострельность ($K_{ск.стр}$) и Дальнобойность ($K_{дальн}$)

Коэффициент скорострельности ($K_{ск.стр}$) вооружения оценивается как эффективный темп стрельбы основного автоматического вооружения (эталон – не менее 300-500 выстр/мин с возможностью стрельбы короткими очередями).

Обоснование коэффициента скорострельности ($K_{ск.стр}$) на уровне 300-500 выстр/мин строятся на физико-математической модели кинематики высокоскоростных целей и пространственно-временной плотности поражающих элементов [5, с. 77-79].

Высокоскоростная наземная цель или БПЛА (FPV-дрон, барражирующий боеприпас) имеют следующие параметры:

Скорость движения ($v_{ц}$): **15 ... 30 м/с** (**55 ... 110 км/ч**).

Площадь уязвимой проекции ($S_{ц}$): **0.05 ... 0.2 м²** (для FPV) и **0.5 ... 1.5 м²** (для легкой техники).

Время пребывания в поле зрения (окне прицеливания) ($\Delta t_{окна}$): **0.5 ... 1.0 с**.

За время окна прицеливания $\Delta t_{окна} = 0.8$ с цель преодолевает расстояние:

$$\Delta L = v_{ц} \cdot \Delta t_{окна} = 25 \text{ м/с} \cdot 0.8 \text{ с} = 20 \text{ м.}$$

При темпе стрельбы $V_{стр} = 300 \dots 500$ выстр/мин число выстрелов в 1 секунду ($n_{сек}$) составляет:

$$n_{сек} = \frac{V_{стр}}{60} = \frac{300 \dots 500}{60} = 5 \dots 8.33 \text{ выстрелов/сек.}$$

Для короткой очереди длительностью **0.5 ... 0.8 с** это дает **3 ... 6** снарядов/пуль в залпе.

При стрельбе по траектории цели образуется линейно-пространственный интервал между пролетающими пулями (Δx):



$$\Delta x = \frac{v_{ц}}{n_{рек}}, \quad (8)$$

При $V_{стр} = 100$ выстр/мин ($n_{сек} \approx 1.67$ выстр/с):

$$\Delta x = \frac{25 \text{ м/с}}{1.67 \text{ выстр/с}} \approx 15 \text{ м.}$$

Интервал в 15 метров превышает размеры цели в десятки раз. Скоростная цель пролетает между выстрелами без риска поражения.

При $V_{стр} = 500$ выстр/мин ($n_{сек} \approx 8.33$ выстр/с):

$$\Delta x = \frac{25 \text{ м/с}}{8.33 \text{ выстр/с}} \approx 3 \text{ м.}$$

С учетом поперечного рассеивания очереди (эллипс рассеивания диаметром $D_{расс} \approx 1 \dots 1.5$ м на дистанции стрельбы) шаг в 3 метра создает сплошную зону перекрытия («огневой сноп»), не оставляющую разрывов в траектории движения цели.

Вероятность поражения ($P_{пор}$) цели группой из N выстрелов рассчитывается по формуле:

$$P_{пор} = 1 - (1 - P_1)^N, \quad (9)$$

где P_1 – вероятность попадания одиночного выстрела, определяемая соотношением площади цели $S_{ц}$ к площади рассеивания очереди $S_{расс}$:

$$P_1 \approx \frac{S_{ц}}{S_{расс}}, \quad (10)$$

При стрельбе по FPV-дрону ($S_{ц} = 0.1 \text{ м}^2$) с дистанции 200 м средняя площадь рассеивания короткой очереди составляющей $S_{расс} \approx 1.0 \text{ м}^2$:

$$P_1 \approx \frac{0.1}{1.0} = 0.1 \quad (10\%)$$

Чтобы обеспечить минимально необходимую суммарную вероятность поражения $P_{пор} \geq 0.5$ (50% гарантии уничтожения за одну короткую очередь):

$$1 - (1 - 0.1)^N \geq 0.5 \Rightarrow 0.9^N \leq 0.5 \Rightarrow N \geq \frac{\ln(0.5)}{\ln(0.9)} \approx 6.58 \approx 6 \dots 7 \text{ выстрелов}$$



Следовательно, оружие должно произвести **6 ... 7** выстрелов за время реакции/сопровождения (**0.8 ... 1.0 с**), что требует темпа стрельбы **не менее 450 ... 500 выстр./мин.**

Коэффициент дальноточности ($K_{\text{дальн}}$) вооружения оценивается как максимальная эффективная дальность стрельбы $D_{\text{эфф}}$ (км) основным комплексом (эталон нормализации – 5 км).

$$K_{\text{дальн}} = \min \left(1, 0, \frac{D_{\text{эфф}}}{5} \right), \quad (11)$$

Модуль 2: Защищенность и выживаемость ($P_{\text{защит}}$) – вес 0,30

$$P_{\text{защит}} = 0,25 \cdot K_{\text{баллист}} + 0,25 \cdot K_{\text{мин}} + 0,30 \cdot K_{\text{С-UAV}} + 0,20 \cdot K_{\text{актив}}, \quad (12)$$

Баллистическая защита ($K_{\text{баллист}}$): оценивается по стандарту STANAG 4569 (уровни 1-6): $K_{\text{баллист}} = \text{Уровень (лоб)}/6$ [4].

Противоминная защита ($K_{\text{мин}}$): STANAG 4569 Vol. 2 (Level 4a/4b + V-образное днище + противоминные сиденья = **1,0**).

Защита от FPV-дронов и ББ ($K_{\text{С-UAV}}$):

$$K_{\text{С-UAV}} = 0,35 \cdot K_{\text{РЭБ}} + 0,35 \cdot K_{\text{пораж}} + 0,30 \cdot K_{\text{манг}}, \quad (13)$$

где,

$K_{\text{РЭБ}}$ – купольный многодиапазонный генератор помех (**0 ... 1**);

$K_{\text{пораж}}$ – автоматическое сопровождение и уничтожение БПЛА огнем основного автоматического вооружения снарядами с дистанционным подрывом (**0 ... 1**);

$K_{\text{манг}}$ – решетчатые экраны, «мангалы», блоки ДЗ (**0 ... 1**).

Комплекс активной защиты (далее – КАЗ) ($K_{\text{актив}}$): полноценный КАЗ Hard-kill (физическое уничтожение) (**1,0**), КАЗ Soft-kill (оптико-электронное и аэрозольное подавление) (**0,5**), отсутствует (**0,0**) [4].

Модуль 3: Подвижность и автономность ($P_{\text{подвиж}}$) – вес 0,20

$$P_{\text{подвиж}} = 0,35 \cdot K_{\text{ум}} + 0,40 \cdot K_{\text{проход}} + 0,25 \cdot K_{\text{автоном}}, \quad (14)$$

Удельная мощность ($K_{\text{ум}}$): мощность двигателя к массе. Эталон – 30 л.с./т. $K_{\text{ум}} = \min(1, 0, N_{\text{уд}}/30)$.

Проходимость ($K_{\text{проход}}$): формула 8x8 (**1,0**) + наличие системы подкачки шин CTIS и Run-Flat + гидропневматическая подвеска/клиренс **> 450 мм** + амфибийность.

Автономность ($K_{\text{автоном}}$): запас хода по шоссе (эталон – 800 км) + наличие вспомогательной силовой установки (ВСУ/APU).



Модуль 4: Ситуационная осведомленность и управляемость ($P_{управ}$) – вес 0,15

$$P_{управ} = 0,40 \cdot K_{прицел} + 0,35 \cdot K_{сеть} + 0,25 \cdot K_{обзор} \quad (15)$$

Система управления огнем ($K_{прицел}$): тепловизионный прицел (ТПВ) 3+ поколения, лазерный дальномер, панорамный прицел командира («Hunter-Killer» (Хантер-Киллер – «Охотник-Убийца») *Тактический режим работы пары «командир – наводчик», реализуемый благодаря панорамному прицелу командира с независимой стабилизацией.*

Сетецентричность ($K_{сеть}$): интеграция в единой системе управления тактического звена (ЕСУ ТЗ), прямой прием видеопотока и сопряжение с разведывательного БПЛА.

Обзорность ($K_{обзор}$): система «прозрачной брони» (360° круговой видеообзор).

Таблица 1 - Сводная таблица параметров и эталонов расчета

Модуль	Исходный параметр	Эталонное значение (1,0)	Вес в модуле
Огневой потенциал ($P_{огн}$)	Калибр (при ВТО)	30-мм скорострельная пушка (с прогр. подрывом)	0,20
	Калибр (без ВТО)	Спаренная установка (30-мм пушка + 100-мм ОПУ / АГС)	0,20
	Скорость наведения (переброс)	$\geq 60^\circ/\text{с}$ (гор.), $\geq 40^\circ/\text{с}$ (верт.)	0,15
	Спектр целей	5 из 5 классов целей (пехота, LTV, ОБТ, БПЛА, укрытия)	0,20
	Наличие ВТО / ББ	ПТУР 3-го поколения («выстрелил-забыл»)	0,15
	Бронепробиваемость	≥ 1000 мм RHA (штатным ВТО/БПС)	0,15
	Скорострельность	$\geq 300 - 500$ выстр./мин (автопушка)	0,10
	Дальнобойность	≥ 8 км	0,05
Защищенность ($P_{защит}$)	Баллистика (STANAG)	Level 6 (лоб)	0,25
	Противоминная защита	Level 4a/4b (10 кг ТНТ + V-днище)	0,25
	Защита от FPV/ББ	Купольный РЭБ + ДУБМ C-UAV +	0,30



		Решетки/экраны	
	Комплекс активной защиты	Полноценный КАЗ (Хард-килл)	0,20
Подвижность ($P_{\text{подвиг}}$)	Удельная мощность	$\geq 30 \text{ л.с./т}$	0,35
	Проходимость и шасси	8x8 + CTIS + Run-Flat + Изменяемый клиренс	0,40
	Автономность	Запас хода $\geq 800 \text{ км}$ + Наличие ВСУ	0,25
Управление ($P_{\text{управ}}$)	СУО и прицелы	ТПВ 3+ пок. + Панорама («Hunter-Killer»)	0,40
	Сетецентричность	Интеграция в ЕСУ ТЗ + Сопряжение с БПЛА	0,35
	Обзорность	«Прозрачная броня» 360°	0,25

Интерпретация итогового индекса ($БП_{\text{БКМ}}$).

По полученному числовому значению $P_{\text{БКМ}}$ боевая колесная машина относиться к одной из четырех категорий:

0,85 ... 1,00 – превосходный (перспективный) потенциал: машины нового поколения (колесная формула 8x8, ДУБМ с 30-мм скорострельной автопушкой и ПТУР 3-го поколения, скоростные приводы наведения $\geq 60^\circ/\text{с}$, встроенный КАЗ, купольный РЭБ, полная сетецентричность и защита от FPV-дронов).

0,65 ... 0,84 – высокий современный потенциал: современные модернизированные БТР/БМП, имеющие 30-мм вооружение, противоминную защиту, базовые средства РЭБ и цифровое СУО.

0,45 ... 0,64 – ограниченный потенциал: машины прошлых поколений (типа БТР-80/82А без глубокой модернизации), уязвимые для современных FPV-дронов, с ручным/медленным приводом наведения и отсутствием систем автоматического целеуказания.

Ниже **0,45** – недостаточный потенциал: легкобронированная техника без противоминной защиты, специализированных средств С-UAV и систем ВТО, не способная вести эффективный бой в современных высокоинтенсивных конфликтах.

Закключение.

Разработана комплексная методика количественного расчета боевого потенциала БКМ в диапазоне от 0 до 1. Модель учитывает влияние вооружения, комплексной защиты (включая РЭБ и КАЗ), маневренности и сетецентрической управляемости. Доказана ключевая роль высокой скорострельности, динамики приводов и углов возвышения оружия при борьбе с БПЛА. Предложенная градация итогового индекса (**0,85 ... 1,00**; **0,65 ... 0,84**; **0,45 ... 0,64**; **< 0,45**) позволяет проводить практическую классификацию техники для обоснования ее модернизации или проектирования новых образцов.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : учебное пособие / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – 5-е изд., стер. – Москва: КноРус, 2018. – 480 с.
2. Исследование операций в военном деле: математические методы и модели / Ю. В. Чуев [и др.] ; под ред. Ю. В. Чуева. – Москва: Воениздат, 1970. – 284 с.
3. Алексеев, Б. Н. Повышение огневой мощи и выживаемости боевых колесных машин в условиях применения высокоточного оружия и БПЛА / Б. Н. Алексеев, В. М. Громов // Военная мысль. – 2022. – № 8. – С. 112–119.
4. STANAG 4569. Protection Levels for Occupants of Armoured Fighting Vehicles: NATO Standardization Agreement. – Edition 2. – Brussels: NATO Standardization Agency, 2014. – 42 p.
5. Оценка эффективности стрельбы автоматических пушек по малоразмерным БПЛА: учебное пособие / А. И. Петров, С. В. Васильев. – Астана: Национальный университет обороны РК, 2021. – 135 с.

REFERENCES

1. Ventcel', E. S. Teorija verojatnostej i ee inzhenernye prilozhenija : uchebnoe posobie / E. S. Ventcel', L. A. Ovcharov. – 5-e izd., ster. – Moskva: KnoRus, 2018. – 480 s.
2. Issledovanie operacij v voennom dele: matematicheskie metody i modeli / Ju. V. Chuev [i dr.] ; pod red. Ju. V. Chueva. – Moskva: Voenizdat, 1970. – 284 s.
3. Alekseev, B. N. Povyshenie ognevoj moshhi i vyzhivaemosti boevykh kolesnyh mashin v uslovijah primeneniya vysokotochnogo oruzhija i BPLA / B. N. Alekseev, V. M. Gromov // Voennaja mysl'. – 2022. – № 8. – S. 112–119.
4. STANAG 4569. Protection Levels for Occupants of Armoured Fighting Vehicles: NATO Standardization Agreement. – Edition 2. – Brussels: NATO Standardization Agency, 2014. – 42 p.
5. Ocenka jeffektivnosti strel'by avtomaticheskikh pushek po malorazmernym BPLA: uchebnoe posobie / A. I. Petrov, S. V. Vasil'ev. – Astana: Nacional'nyj universitet oborony RK, 2021. – 135 s.

Жандос Есіркепов, магистр, подполковник, National Defense University of the Republic of Kazakhstan, Астана, Қазақстан, zh.e.15.07.90@mail.kz

Азамат Какимжанов, магистр, полковник, Department of the commander of the troops of the Regional Command "Shygys" of the Armed Forces of the Republic of Kazakhstan, Семей, Қазақстан, kakimzhanov.1601@gmail.com

Канагат Жанкеев, магистр, Бас штаб бастығының орынбасары – Қазақстан Республикасы Қарулы Күштері Құрлық әскерлері бас қолбасшысының басқармасы штабының бас жедел басқармасының бастығы,



Department of the Commander-In-Chief of the ground forces of the Armed Forces of the Republic of Kazakhstan, Астана, Қазақстан, kghankeev@mail.ru

ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ЖАУЫНГЕРЛІК ДӨНГЕЛЕКТІ МАШИНАНЫҢ (ЖДМ) ЖАУЫНГЕРЛІК ӘЛЕУЕТІН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатпа. Ұсынылған ғылыми мақалада қазіргі заманғы жауынгерлік дөңгелекті машиналардың (ЖДМ) жауынгерлік әлеуетін 0-ден 1-ге дейінгі аралықта сандық бағалау әдістемесі әзірленіп, егжей-тегжейлі сипатталған. Жасалған есептеу моделінің негізіне жергілікті соғыстар мен қазіргі заманғы жоғары қарқынды қақтығыстардың тәжірибесін толық көрсететін, FPV-дрондарды, қалықтайтын оқ-дәрілерді, радиоэлектрондық күрес құралдары мен жоғары дәлдікті қаруды кеңінен қолдануды ескеретін иерархиялық кешенді аддитивті-мультипликативті тәсіл салынған. Интегралдық әлеует индексі төрт негізгі бағалау модулі негізінде есептеледі: оқ ату әлеуеті (салмағы 0,35), қорғалғандығы мен өміршеңдігі (0,30), ұтқырлығы мен автономиялылығы (0,20), сондай-ақ жағдайды ұғу мен басқарылымдылығы (0,15). Жүргізілген зерттеуде шағын өлшемді ҰША-ларды жоюға арналған қарудың калибріне, ату жылдамдығына, бағыттау жетектерінің динамикасына және көтерілу бұрыштарына қойылатын нормативтік талаптар егжей-тегжейлі математикалық тұрғыдан негізделген. Ұсынылған ғылыми-әдістемелік тәсіл тексерілетін жауынгерлік машиналарды тиімділіктің төрт санаты бойынша объективті жіктеуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: жауынгерлік дөңгелекті машина, жауынгерлік әлеует, математикалық модель, оқ ату әлеуеті, кешенді қорғалғандық, FPV-дрондар, РЭК құралдары, отты басқару жүйесі, өміршеңдік, желілік-центрлік.

Zhandos Yessirkepov, master, Lieutenant Colonel, National Defense University of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan, zh.e.15.07.90@mail.kz

Azamat Kakimzhanov, master, Colonel, Department of the commander of the troops of the Regional Command "Shygys" of the Armed Forces of the Republic of Kazakhstan, Semey, Kazakhstan, kakimzhanov.1601@gmail.com

Kanagat Zhankeev, master, Deputy Chief of the General Staff-Head of the Main Operational Department of the headquarters of the commander-in-chief of the ground forces of the Armed Forces of the Republic of Kazakhstan, Department of the Commander-In-Chief of the ground forces of the Armed Forces of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan, kghankeev@mail.ru

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE COMBAT POTENTIAL OF A MODERN WHEELED ARMORED VEHICLE (WAV)



Abstract. This scientific article presents and details a methodology for the quantitative assessment of the combat potential of modern wheeled armored vehicles (WAVs) within a normalized range from 0 to 1. The developed mathematical model is based on a hierarchical, comprehensive additive-multiplicative approach that incorporates insights from local conflicts and modern high-intensity warfare, accounting for the widespread use of FPV drones, loitering munitions, electronic warfare (EW) systems, and precision-guided weapons. The integral potential index is calculated across four key evaluation modules: firepower potential (weight 0.35), protection and survivability (0.30), mobility and endurance (0.20), as well as situational awareness and commandability (0.15). The study provides detailed mathematical justifications for standardized requirements regarding gun caliber, rate of fire, elevation drive dynamics, and high elevation angles needed to counter small UAVs. The proposed methodological framework enables an objective classification of evaluated armored vehicles into four effectiveness categories.

Keywords: wheeled armored vehicle, combat potential, mathematical model, firepower potential, integrated protection, FPV drones, electronic warfare systems, fire control system, survivability, network-centric capability.

Поступила: 18 августа 2026 года

Рецензирована: 01 сентября 2026 года

Принята: 08 сентября 2026 года