

*О. М. АГАПОВ, В. М. КРАСНОКУТСЬКИЙ, О. І. ЗІНЧЕНКО***АНАЛІЗ РОЛІ ПЛАВАЮЧИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН У БОЙОВИХ УМОВАХ**

Розкриття теми статті проведено з точки зору історичного контексту: розглянуто еволюційний шлях розвитку плаваючих броньованих машин від перших зразків до сучасних виробів з аналізом їх ролі на кожному етапі. Вказані основні завдання, які повинні виконувати плаваючі броньовані машини. Проведений аналіз застосування плаваючих броньованих машин у військових умовах різного масштабу з метою визначення перспективи їхнього розвитку. Показано, що створення надійної та ефективної плаваючої військової машини є складним інженерним завданням, що вимагає застосування спеціальних матеріалів, конструктивних рішень і технологій, а також супроводжується складнощами і багатьма суперечливостями. Складність і суперечливість вимог до плаваючих броньованих машин підтверджується кількістю невдалих проєктів у світі, які починалися, але не були доведені до кінця. Сучасна війна виявила роль і завдання плаваючих броньованих машин, а також якість кожної машини, поставленої союзниками Україні. Окремо проаналізовано амфібійні плаваючі броньовані машини, які є основним елементом при проведенні морських десантних операцій. Зроблено висновки про роль плаваючих броньованих машин у військових умовах і можливі перспективи їх розвитку.

Ключові слова: плаваючі броньовані машини, амфібійні машини, десантні операції, гребневі винти, водомети, протипульне бронювання

*О. АНАПОВ, В. КРАСНОКУТСЬКИЙ, О. ЗІНЧЕНКО***ANALYSIS OF THE ROLE OF FLOATING ARMORED VEHICLES IN COMBAT CONDITIONS**

The topic of the article is discussed from the point of view of historical context: the evolutionary path of development of floating armored vehicles from the first samples to modern products is considered with an analysis of their role at each stage. The main tasks that floating armored vehicles must perform are indicated. The application of floating armored vehicles in military conditions of various scales was analyzed in order to determine the prospects for their development. It was shown that the creation of a reliable and effective floating military vehicle is a complex engineering task that requires the use of special materials, design solutions and technologies, and is also accompanied by difficulties and many contradictions. The complexity and contradiction of floating armored vehicles requirements is confirmed by the number of unsuccessful projects in the world that were started but not completed. Modern warfare has revealed the role and tasks of floating armored vehicles, as well as the quality of each vehicle supplied by the allies to Ukraine. Amphibious floating armored vehicles, which are the main element in conducting naval landing operations, are separately analyzed. It is stated that they have made significant progress by increasing water speed and security. Conclusions are drawn about the role of floating armored vehicles in military conditions and possible prospects for their development. In particular, active work is underway to implement unmanned technologies in the tactics of using floating armored vehicles.

Keywords: floating armored vehicles, amphibious vehicles, amphibious operations, propellers, water cannons, bulletproof armor

Вступ. Згідно зі звітом Global «Armoured Vehicles Market» за 2024 рік, очікується, що світовий ринок броньованих транспортних засобів зросте з 29,9 млрд. доларів США у 2023 році до 36,9 млрд. доларів США у 2028 році за середньорічного темпу зростання 4,3%. Це стійке зростання зумовлене здебільшого глобальними зусиллями із модернізації, швидким технологічним прогресом і необхідністю протидіяти майбутнім загрозам [1]. Повномасштабна російсько-українська війна поставила гостро питання, пов'язані з обороноздатністю нашої країни, пріоритетністю розвитку видів озброєння, актуальністю науково-дослідницьких і конструкторських робіт за окремими напрямками транспортних засобів, зокрема щодо ролі плаваючих броньованих машин (ПБМ) у бойових умовах і перспективи їхнього розвитку.

Мета роботи – комплексний ретроспективний аналіз застосування ПБМ у військових умовах різного масштабу з метою визначення перспективи їхнього розвитку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. ПБМ за своїми характеристиками при експлуатації на суші ідентичні легким броньованим машинам, тому питання теорії руху по нерівностях [2], вибір системи підресорювання [3, 4], аналіз напружено-деформованого стану елементів підвіски [5, 6] у них аналогічні. У роботі [7] відображені особливості проєктування амфібійних машин, а в роботах [8, 9] наведено обґрунтування тактико-технічних вимог до амфібійного транспорту та порушено питання

маневрування і керованості на воді даних транспортних засобів. Питання підвищення маневреності підрозділів ЗСУ, особливо в районах з великою кількістю водних перешкод, розглянуто в роботах [10, 11]. Низка робіт присвячена світовим сучасним розробкам ПБМ та їх особливостям [12, 13], зокрема, підвищенню швидкості руху на воді [14]. Такі ключові технології, як гідропневматична підвіска, водомети і гусениці, модульна броня, інтеграція БПЛА і контрдронових систем стосовно ПБМ розглянуті в [12, 15, 16].

У цій роботі автори проаналізували еволюцію ПБМ від моменту створення до сьогодення і зробили прогноз їх розвитку на найближче майбутнє.

Виклад основної частини. Для розв'язання поставленого завдання доцільно розглянути цю проблему в кількох площинах: застосування ПБМ в історичному контексті, тактичні аспекти застосування, аналіз бойового досвіду, технічні рішення та розвиток ПБМ (рис. 1).

Першими країнами, які почали розробку і виготовлення дослідних зразків плаваючих броньованих автомобілів (ПБА), були СРСР і Німеччина. На початку 30-х років минулого століття в СРСР були створені дослідні зразки ПБА (БАД-2, ПБ-4 і ПБ-7) із використанням вузлів американських автомобілів, проте через низку серйозних зауважень

© О. М. Агапов, В. М. Краснокутський,
О. І. Зінченко, 2025

з боку військових у серійне виробництво ці машини не пішли. У СРСР не було своєї школи з автомобілебудування і танкобудування, тому перший легкий плаваючий танк Т-37А (рис. 2), який серійно випускали, розробили 1932 року на основі компоновочної схеми плаваючого експериментального танка «Vickers-Carden-Loyd amphibious tank», партію яких СРСР придбав у Англії.

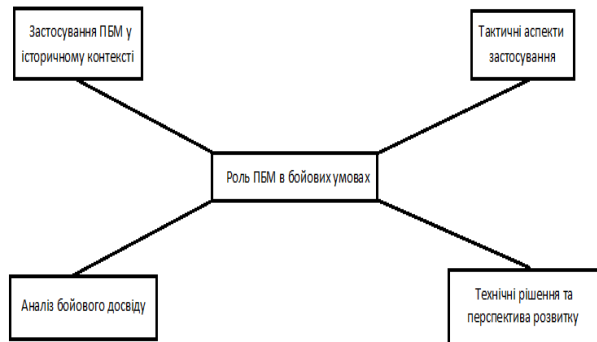


Рисунок 1 – Складові аналізу ролі ПБМ



Рисунок 2 – Легкий плаваючий танк Т-37А

Приблизно в цей самий час у Німеччині проводили експерименти з плаваючими автомобілями-амфібіями, з бронеавтомобілями, а також з плаваючими бронемашинами, наприклад, з танком Panzer II Schwimmfähig, який міг долати водні перешкоди за допомогою спеціальних понтонів, однак масового застосування такі машини не набули, й основний акцент робили на інженерних засобах переправи.

Першим плаваючим броньованим автомобілем, що серійно випускається, у США став LVT (Landing Vehicle Tracked), розроблений на основі цивільного амфібічного трактора «Alligator» Дональда Реблінга. Прототип був готовий до випробувань уже 1935 року, а військова версія LVT-1 надійшла на озброєння в 1941 році (рис. 3) [17].

У Великій Британії на початку 1940-х років проводили експерименти з перетворенням наявних танків на плаваючі, наприклад, із використанням великих поплавців на танку Covenanter. Однак першим спеціалізованим плаваючим бронеавтомобілем став Terrapin, створений у 1943 році, який з 1944 року застосовували для транспортування вантажів і військ через водні перешкоди (рис. 4) [18].

У Франції перші спроби створення плаваючих броньованих машин відносяться до 1930-х років. Французькі інженери експериментували з

амфібійними танками (наприклад, Renault UE Chenillette з можливістю плавання), однак широкого застосування такі машини до Другої світової війни не отримали. Масового й успішного впровадження ПБМ у Франції в довоєнний період не було.



Рисунок 3 – Військова версія LVT-1



Рисунок 4 – Випробування Terrapin Mark 1 (жовтень 1944 р.)

Таким чином, США і Велика Британія стали першими країнами, які масово впровадили плаваючі броньовані автомобілі у війська [18].

Ці та інші ПБМ активно застосовувалися у Другій світовій війні, особливо в десантних операціях. На Тихоокеанському театрі військових дій боротьба велася за укріплені острови, в Нормандії була проведена найбільша в історії морська десантна операція. Використання ПБМ зіграло важливу роль, найбільш відомими були танки-амфібії з системою DD (Duplex Drive), розробленою британцями. Це були звичайні танки (здебільшого M4 Sherman і Valentine в американців, Centaur або Cromwell у британців), оснащені водонепроникним брезентовим екраном, що піднімався та кріпився по периметру корпусу (рис. 5). Рух на воді забезпечувався двома гребними гвинтами, що приводилися в дію двигуном танка. Рульове управління здійснювалося поворотом цих гвинтів.

Загалом використання ПБМ у Нормандії на п'яти основних пляжах висадки було новаторським рішенням, яке, незважаючи на втрати на «Омасі» (через сильне хвилювання на морі та запізнілий спуск на воду багато танків затонули), сприяло успіху висадки на інших ділянках узбережжя, забезпечивши таку необхідну вогневу підтримку для перших хвиль атакуючих військ.

ПБМ і амфібійну техніку активно використовували для забезпечення мобільності військ під час подолання водних перешкод і

логістики в умовах зруйнованої інфраструктури у В'єтнамі, на Фолклендах, у війнах на Близькому Сході та Іраку.



Рисунок 5 – Середній танк M4 Sherman із системою DD

Збройні конфлікти минулого століття з усією гостротою показали, що водні перепони є однією з найсерйозніших і найчастіших перешкод, які трапляються на шляху військ. Від раптовості та швидкості подолання цих перешкод залежить успіх бою. Основними завданнями плаваючих машин є:

- десантні операції: переміщення військ і техніки з кораблів на берег, особливо в умовах відсутності портової інфраструктури;
- форсування річок і водойм: швидке подолання річок без необхідності будівництва мостів або переправ, що дозволяє підтримувати наступ без зниження його темпу;
- розвідка, патрулювання і зв'язок: легкі плаваючі автомобілі можуть застосовуватися для ведення розвідки, патрулювання і підтримки зв'язку у прибережних або заболочених районах;
- евакуація та логістика: перевезення вантажів, евакуація поранених із важкодоступних районів;
- матеріально-технічне забезпечення: амфібійні вантажні автомобілі можуть використовуватися для доставлення боєприпасів, палива, продовольства і медикаментів через водні перешкоди або вздовж узбережжя;
- спеціальні операції: у деяких випадках плаваючі машини можуть застосовуватися для проведення спеціальних операцій, таких як приховане перекидання диверсійно-розвідувальних груп через водні перешкоди.

Використання ПБМ підвищує мобільність військ у складних умовах, скорочує час на організацію переправи, дає можливість несподіваного маневру і обходу оборонних ліній противника. Плаваючі машини відіграють роль мобільної вогневої підтримки при форсуванні річок і захопленні плацдармів, однак у них є і суттєві недоліки:

- обмежений броньовий захист (порівняно зі звичайною бронетехнікою);
- більш висока складність конструкції, що збільшує вартість і ускладнює технічне обслуговування та ремонт;
- уразливість на воді: знижена швидкість і маневреність роблять їх мішенями для противника.

Складність створення ПБМ зумовлена суперечливістю вимог до цього виду транспорту. Для ефективного пересування суходолом машина

повинна мати достатній броньовий захист, потужне озброєння і високу прохідність, що зазвичай веде до збільшення маси. Водночас, для збереження плавучості і прийнятної швидкості на воді, маса і габарити машини мають бути обмежені. Пошук оптимального балансу між цими технічними характеристиками стає дедалі складнішим. Необхідність забезпечення плавучості накладає суттєві обмеження на масу машини і, отже, на можливість встановлення важкого озброєння і потужної броні. Сучасні тенденції в розвитку бронетехніки спрямовані на посилення захисту і вогневої потужності, що важко реалізувати для ПБМ без значної шкоди для її амфібійних можливостей. Створення надійної та ефективної плаваючої військової машини є складним інженерним завданням, що вимагає застосування спеціальних матеріалів, конструктивних рішень і технологій. Це, як правило, призводить до збільшення вартості розробки і виробництва таких машин.

Свідченням складності створення ПБМ є низка проєктів, які не були успішно завершені. Найбільш відомими невдалим проєктами плаваючих броньованих машин є:

- американський проєкт Expeditionary Fighting Vehicle (EFV): амфібійна БМП для морської піхоти США, закритий у 2011 році через надмірну вартість, технічні проблеми та ненадійність на воді [19];
- у Польщі 2009 року було скасовано на стадії прототипу програму глибокої модернізації радянських БМП-1 до рівня BWP-1 (проєкт Puma), причина - функціональна (невідповідність бойових модулів вимогам) та економічна (невидала закупівля комплектуючих);
- у Словенії у 2012 році було анульовано замовлення на частину плаваючих бронетранспортерів Patria AMV (Фінляндія/Словенія) через фінансові труднощі, хоча сама фінська платформа продовжила розвиток;
- у Литві були плани щодо закупівлі нової плаваючої машини 8x8 (Iveco SuperAV), проте чинну програму так і не було реалізовано, а контракт не було укладено;
- російський проєкт «Манул»: дослідна колісна амфібійна БМП, що не пішла в серію через складнощі із забезпеченням плавучості та бронювання; надалі проєкт із такою ж назвою було реалізовано, але на гусеничному шасі (БМП-3);
- китайські експерименти з амфібійними колісними БТР (ZBL-09): перші модифікації мали проблеми з керованістю і надійністю на воді, що вимагало істотних доробок;
- деякі сучасні проєкти в Німеччині, наприклад, програма зі створення нової легкої плаваючої машини вогневої підтримки на базі Wiesel була зупинена через недостатню конструктивно-технічну досконалість;
- виробництво бронеавтомобілів «Мародер» і «Матадор» (ПАР, Йорданія, Казахстан): було припинене через відсутність попиту та фінансові труднощі [20].

Загалом скасування проєктів щодо плаваючої бронетехніки найчастіше пов'язане з високою

вартістю доведення і виробництва, складністю експлуатації, а також з нестачею державних замовлень та інвестицій.

Слід зазначити, що плаваючі автомобілі не знайшли широкого застосування і в цивільному секторі. Найуспішнішою цивільною амфібією став Amphicar 770 [21], розроблений у Західній Німеччині, який випускали з 1961 до 1968 року (рис. 6).

Ця машина була популярна серед ентузіастів, особливо в США, але її висока вартість, вимогливість до обслуговування (часте антикорозійне оброблення) і невисока швидкість на воді (12 км/год) обмежили масове поширення.

Виконання бойових завдань ПБМ на воді вимагає особливої уваги до їхнього технічного стану. У 2020 р біля берегів Каліфорнії сталася трагедія: під час навчань морської піхоти США затонула бойова десантна машина AAV (рис. 7). Загинуло 8 морських піхотинців і моряків із 13, які перебували на борту ПБМ [22].



Рисунок 6 – Автомобіль-амфібія Amphicar 770



Рисунок 7 – Американський бронетранспортер-амфібія AAV

За результатами розслідування події було зроблено низку висновків, зокрема командування американської морської піхоти до 2030 року планує реструктурувати цей вид збройних сил і скоротити кількість рот з амфібійними машинами з шести до чотирьох, а також більш пильну увагу планують приділяти технічному обслуговуванню бойових машин і підготовці особового складу.

Аналіз використання ПБМ у повномасштабній російсько-українській війні показує, що у складі армій з обох сторін експлуатується багато однойменної техніки, що дісталася від радянського періоду. Це бойові машини піхоти (БМП-1, БМП-2, БМП-3), бронетранспортери (БТР-60, БТР-70, БТР-80), броньові розвідувально-дозорні машини (БРДМ-

2), багатоцільові тягачі легкі броньовані (МТ-ЛБ), легкі плаваючі танки (ПТ-76) та низка інших.

З боку союзників ЗСУ були поставлені американські гусеничні бронетранспортери M113 [23], легкі британські БТР FV103 Spartan [24], французькі колісні броньовані машини AMX-10RC [25], фінські бронетранспортери Sisu XA-180 [26], польські колісні БМП Rosomak [27], канадсько-американські бронетранспортери LAV ACSV Super Bison [28] та інші. Активну участь у бойових діях беруть сучасні українські БТР-4 (рис. 8) [29].

Противник використовує БТР-82А/АМ, а також спеціалізовані БМП-3Ф для морської піхоти, які мають покращену плавучість і здатність вести бій на воді [30]. Для десантних операцій залучаються БТР-МДМ "Ракушка" (рис. 9), які можуть десантуватися з літака разом із екіпажем, перевозити до 13 осіб і боєприпаси. Такі машини застосовуються для швидких атак і підсилення передових підрозділів, але стають мішенню для українських дронів [31].



Рисунок 8 – Українські БТР-4



Рисунок 9 – БТР-МДМ "Ракушка"

Територія України, де відбуваються бойові дії, насичена руслами річок і водойм, тому використання ПБМ доцільне і виправдане. Плаваючі машини відіграють роль мобільної вогневої підтримки при форсуванні водних перешкод і захопленні плацдармів, долаючи їх без попередньої підготовки, не чекаючи інженерних військ, що забезпечує швидкість і несподіванку під час наступальних операцій [32].

На початку повномасштабного вторгнення російські війська намагалися використовувати ПБМ для перекидання підрозділів через річки, але часто стикалися з проблемою відсутності координації та недостатнього прикриття, що призводило до великих втрат.

Під час бойових дій проти ПБМ обидві сторони використовують сучасні протитанкові ракетні комплекси, дрони-розвідники та ударні БПЛА, мінування підходів і передбачуваних виходів машин із води, мобільні протитанкові групи з сучасними засобами зв'язку для координації ударів артилерії та мінометів [32]. Результати постійної боротьби броні та засобів її ураження складаються не на користь ПБМ. Прагнення наділити бойову машину амфібійними властивостями змушує розробників закладати в конструкцію тільки протикольове та протиосколкове бронювання. Аналіз відкритих джерел вказує на обмеженість використання ПБМ за прямим призначенням (форсування водних перешкод) у російсько-українській війні. Плаваючі машини вразливі для протитанкових засобів і дронів, особливо на воді, де вони стають легкою мішенню [33], а якщо місце для форсування водної перешкоди обрано, то логічніше використовувати інженерні війська для наведення пантонної переправи і відправити вперед танки для захоплення плацдарму висадки.

Союзники України постачають різні типи броньованої техніки, проте серед них не так багато машин, спеціально призначених для плавання. Більша частина західної техніки, що поставляється, – це колісні або гусеничні бронетранспортери і бойові машини піхоти, які не мають плавучості, але здатні долати невеликі водні перешкоди тільки по дну. Основна увага в поставках західної бронетехніки для України приділялася підвищенню вогневої потужності, захищеності та мобільності на суші, а не плавучості.

Ефективність ПБМ значною мірою залежить від тактики використання і підтримки інших родів військ, тому застосування ПБМ вимагає ретельного планування і координації для мінімізації втрат і досягнення успіху.

Слід уточнити, що швидкість ПБМ, що використовують колісні або гусеничні рушії під час руху по воді, зазвичай не перевищують 7...10 км/год, тому їх використовують для подолання внутрішніх водойм і не застосовують у десантних морських операціях.

Амфібійні ПБМ (АПБМ) мають вирішальне значення для морської піхоти, оскільки її основним завданням є проведення десантних операцій. Ці АПБМ дозволяють морській піхоті переправлятися з десантних кораблів на берег під вогнем супротивника, забезпечуючи захист та вогневу підтримку. Це особливо важливо для "загоризонтної висадки", коли кораблі знаходяться поза прямою видимістю берега і не піддаються впливу берегової артилерії, а АПБМ доводиться самостійно долати суттєві відстані до берега.

Для цих цілей у низці країн були розроблені та ведуться активні роботи зі створення відповідних АПБМ. Ці машини повинні мати високий запас плавучості (не менше 25%), здатність долати хвилі висотою 3,6 м, самостійно відновлюватися при крені 100° (у звичайної ПБМ – 5°...15°), мати добру керованість. Як рушії використовуються водомети або гребні гвинти [34].

Нова американська колісна АПБМ ACV (Amphibious Combat Vehicle), яка прийшла на зміну AAV7, розроблена BAE Systems та Iveco, надходить на озброєння з 2020 року [35, 36]. Маса машини до 35 т, потужність двигуна 700 л, максимальна швидкість по шосе 105 км/год, швидкість на воді 11 км/год, десант – 13 морських піхотинців (рис.10).

Стара американська гусенична АПБМ AAV-7A1, яка зараз знаходиться на озброєнні багатьох країн світу, має такі технічні характеристики: маса до 30 т, потужність двигуна 525 к.с., швидкість по шосе 72 км/год, швидкість на воді до 13 км/год, десант - 21 морських піхотинців (рис.7).

Порівняння характеристик цих двох машин дозволяє зробити деякі висновки:



Рисунок 10 – Американська колісна 8x8 ACV

- рух по воді забезпечується водометами, швидкість практично не відрізняється і є недостатньою для такого типу машин;

- маса ACV більша, і це пов'язано з підвищеними вимогами до бронювання та живучості;

- мобільність на суші та комфорт ACV вища за рахунок колісного рушія;

- місткість для десанту у ACV менша, що обумовлено підвищенням живучості та поліпшенням внутрішньої ергономіки.

У цілому, ACV є значним кроком уперед у питаннях живучості та мобільності на суші, що критично важливо в умовах сучасних конфліктів, проте її швидкість на воді продовжує залишатися на колишньому рівні і є недостатньою, оскільки амфібійні можливості залишаються ключовими для морської піхоти.

Однією з найшвидших амфібійних ПБМ у світі, призначених для швидкої висадки морської піхоти з корабля на берег та підтримки її вогнем, є китайська ZBD-05 (рис. 11). Машина відрізняється високою мобільністю, сучасними системами керування та порівняно легким бронюванням [37].

Основні технічні характеристики ZBD-05 такі: маса 26,5 т, потужність двигуна до 1500 к.с., швидкість по шосе 65 км/год, по воді – 25...30 км/год, десант 7...10 осіб [38].

Дизельний двигун має два режими роботи - при русі по суші використовується стандартна потужність (550 к.с.), а для руху по воді активується додатковий турбонаддув, що різко підвищує його

потужність (до 1500 к.с.) для досягнення високої швидкості на воді [39].



Рисунок 11 – Китайська ПБМ ZBD-05

ZBD-05 оснащена двома кормовими водометами, які забезпечують високу маневреність та швидкість на воді до 30 км/год. Таке рішення зменшує залежність від спеціалізованих десантних катерів і дозволяє проводити більш масштабні та раптові операції.

На базі ZBD-05 Китаєм було створено плаваючу артилерійську установку ZTD-05, озброєну 105-мм гарматою, яка може вести вогонь, перебуваючи в морі, і виходити на берег під час десантної операції (рис. 12). Армія Китаю надає великого значення вогневій могутності своїх амфібійних машин на етапі операції «корабель – берег» [34].



Рисунок 12 – Плаваюча САУ ZTD-05

Цікавим є японський проект «Future Amphibious Technology Research» (FAT-R). Ця програма була розпочата в 2017 році для розробки нового покоління амфібійних броньованих машин з істотно поліпшеними морськими та наземними характеристиками. Головна мета проекту – створення машини, здатної плавати з великою швидкістю, долати коралові рифи і круті береги, а також рухатися по пересіченій місцевості на віддалених островах Японії [34,40,41].

На середину 2025 року проект перебуває на стадії дослідно-конструкторських робіт і спільних досліджень із США [34,40], які долучилися до нього в 2019 році.

Спільний проект має назву NGAT (Next Generation Amphibious Technology). Американські фахівці, використовуючи досвід програми EFV (яка, як було зазначено вище, була закрита в 2011 році), взяли участь у створенні та випробуванні двох повнорозмірних тестових зразків: один для

випробувань маневреності на березі, інший — для перевірки швидкісних характеристик на воді [42].

Ключові завдання – забезпечити значно більшу швидкість і прохідність у порівнянні із застарілими AAV-7, а також можливість подолання крутих берегових ухилів (до 50°) і руху по мілководдю і рифах. У проекті використовується двигун потужністю 3000 к.с. (Mitsubishi 12VB), гумові гусениці та інноваційна трансмісія, що створює додаткову «підйомну силу» для подолання складних ділянок. У відкритій літературі не розкриваються подробиці інноваційної трансмісії, тому існує досить багато версій.

У рамках досліджень NGAT/FAT-R розробляється інноваційна безпілотна технологія MUM-T (Manned-Unmanned Teaming) стосовно АПБМ, яка є одним із ключових напрямків розвитку сучасних збройних сил. У результаті – одна керована машина зможе координувати дії декількох автономних платформ, що мінімізує втрати серед особового складу під час небезпечних операцій із захоплення або повернення територій.

Успіх десантних операцій багато в чому залежить від раптовості, вогневої переваги, придушення берегової оборони, гідрометеорологічних умов, підготовки особового складу і техніки.

Висновки.

1. Плаваючі броньовані машини відіграли важливу роль в історії воєн, забезпечуючи мобільність і раптовість при подоланні водних перешкод, але в сучасних умовах їх значення знижується через вразливість, що вимагає інтеграції з іншими засобами вогневої підтримки і захисту через підвищену ефективність протитанкової зброї.

2. Амфібійні броньовані машини, будучи ключовим елементом морської піхоти при десантуванні, отримали значний прогрес за рахунок збільшення швидкості руху на воді і захищеності.

3. Ведуться активні роботи з реалізації безпілотних технологій (MUM-T) в тактиці застосування ПБМ, що дозволить використовувати їх у складі пілотованих і безпілотних груп для мінімізації втрат серед особового складу.

Список літератури

1. <https://www.lifeofsoldiers.com/future-trends-in-armoured-vehicles/>
2. Александров Е. Е., Волонцевич Д. О., Дущенко В. В., Епифанов В. В., Кохановский Н. В. *Математическое моделирование процессов возмущенного движения агрегатов и систем бронетанковой техники*. Харьков, Украина: НТУ «ХПИ». 2012.
3. Дущенко В.В., Р.А. Нанівський, В.Г. Маслієв, О.М. Агапов, А.О. Маслієв. Методика розрахунку впливу системи підресорювання на автономність бойової броньованої машини. *Військово-технічний збірник Академії сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного*. Львів. 2023. Вип. 28. С. 18–25. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.28.2023.18-25>
4. Dushchenko V., S. Vorontsov, V. Masliyev, O. Agapov, R. Nanivskyi, Y. Cherevko, A. Masliyev. Comparing the physical principles of action of suspension damping devices based on their influence on the mobility of wheeled vehicles. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4. № 5 (112). P. 51-60. <https://DOI:10.15587/1729-4061.2021.237312>
5. Ткачук М.М., Заворотній А.В., Зінченко О.І., Грабовський

- A.B., Tkachuk M.A., Pinchuk N.B., Shevchenko A.B., Cendra G.B. Розвиток підходів, моделей та методів дослідження міцності та довговічності торсійних валів систем підресорювання легких броньованих машин. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія: Машинознавство та САПР*. 2022. № 2. С. 80–93.
6. Зінченко О.І. Формування моделей та методів аналізу напружено-деформованого стану з урахуванням контактної взаємодії тіл (оглядова стаття). *Вісник Національного технічного університету «ХПІ», серія: Машинознавство та САПР*. 2023. № 2. С. 45–50.
7. Артюх О.М., Слюсаров О.С., Рубан Д.П., Руснак В.М., Калініченко О.С. Особливості проектування амфібійних машин: ключові виклики та інженерні рішення. *Випробування та сертифікація*. 2025. № 1(7). С. 36–48.
8. Сутюшев Т.А., Павіцький Т.О., Авілов А.І. Обґрунтування тактико-технічних вимог до амфібійного транспортного засобу розвідувально-пошукових груп. *Системи озброєння і військова техніка*. 2014. № 2. С. 28–32.
9. Krasnokutskiy V., M. Tishevskiy. Theoretical justification of the safety of maneuvering of floating vehicles. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2025, 14-17 травня 2025 р. / за ред. проф. Сокола Є.І.* Харків: НТУ «ХПІ». С. 322.
10. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції (Львів, 14-15 травня 2015 року). Львів: АСВ. 2015. 314 с. https://shron2.chtyvo.org.ua/Zbirnyk_statei/Perspektyvy_rozvytku_u_ozbroiennia_ta_viiskovoi_tekhniki_sukhoputnykh_viisk.pdf
11. Проблеми оперативного та логістичного забезпечення складових сектору безпеки і оборони України: Збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції (Україна, м. Харків, 09 лютого 2021 року). Харків: Національна академія Національної гвардії України. 2021. 426 с. https://nangu.edu.ua/uploads/files/zbirnyk_tez_dopovidey_2021.pdf
12. DEFEA 2025: BAE Systems Presents Amphibious Combat Vehicle Family with First Display of ACV-R recovery variant. <https://armyrecognition.com/news/army-news/2025/defea-2025-bae-systems-presents-amphibious-combat-vehicle-family-with-first-display-of-acv-r-recovery-variant>
13. Marines' New Amphibious Combat Vehicle Makes Operational Debut in Annual Philippines Exercise. <https://www.military.com/daily-news/2024/05/06/marines-new-armored-combat-vehicle-makes-operational-debut-annual-philippines-exercise.html>
14. Speeding Toward Taiwan: China's Amphibious Armored Vehicles Development. <https://go.recordedfuture.com/hubfs/reports/ta-2024-0815.pdf>
15. Marines want to add counter-drone weapon to amphibious vehicle. <https://www.defensenews.com/unmanned/2025/04/29/marines-want-to-add-counter-drone-weapon-to-amphibious-vehicle/>
16. Писаренко Т.В. Аналіз світових технологічних трендів у військовій сфері: монографія [Електронний ресурс] / Т. Писаренко, Т. Кваша, Т. Гаврис та ін., за заг. редакцією Т.В.Писаренко. К.: УкрІНТЕІ. 2021. 110 с. <https://www.nationalw2museum.org/war/articles/wwii-innovations-landing-vehicle>
18. [https://en.wikipedia.org/wiki/Terrapin_\(amphibious_vehicle\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Terrapin_(amphibious_vehicle))
19. https://en.wikipedia.org/wiki/Expeditionary_Fighting_Vehicle
20. <https://stanradar.com/news/full/53422-cto-proishodit-s-otechestvennym-oboronno-promyshlennym-kompleksom-i-kakov-ego-realnyj-potentsial-chast-2.html>
21. https://de.wikipedia.org/wiki/Amphicar_770
22. <https://www.unian.ua/curiosities/u-ssha-plavayuchim-bronettransporteram-zaboronili-plavati-voni-tonut-ostanni-novini-11645419.html>
23. <https://azov.one/blog/armoured-personnel-carriers/armoured-personnel-carrier-m113>
24. https://uk.wikipedia.org/wiki/FV103_Spartan
25. https://uk.wikipedia.org/wiki/AMX-10_RC
26. <https://military.com/uk/articles/finski-btr-sisu-xa-180-u-boyu-v-ukrayini/>
27. <https://apostrophe.ua/ua/article/society/2023-08-02/plavayuschie-mashiny-vs-poluchili-moschnoe-usilenie-iz-polshi/53312>
28. <https://www.unian.net/war/lav-acsv-super-bison-cto-eto-za-sovremennaya-bronemashina-kotoruyu-kanada-peredaet-ukraine-novosti-vtorzheniya-rossii-na-ukrainu-11899137.html>
29. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%A2%D0%A0-4>
30. https://defence-ua.com/weapon_and_tech/z_morja_u_bij_plavajuchij_btr_4_ukr_ajini_ta_rosijski_bojovi_mashini_dlja_morskoji_pihoti_analiz_ta_visnovki-4614.html
31. https://zaxid.net/poblizu_chasovogo_yaru_voyini_znishhili_plavayuchiy_aviadesantniy_bronetransporter_rosiyan_n1610658
32. https://ivms.mil.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/dovidka_cherven-2022.pdf
33. <https://novyny.live/vijskova-ekonomika/stali-brukhtom-skilki-koshituiut-znishcheni-z-pochatku-viini-rosiiskii-bronemashini-205605.html>
34. <https://euro-sd.com/2024/03/articles/36849/beachheads-and-amphibious-armour/>
35. <https://military.com/uk/news/morska-pihota-ssha-dozamovyla-33-amfibijni-mashyny-acv/>
36. https://en.wikipedia.org/wiki/Amphibious_Combat_Vehicle
37. <https://armyrecognition.com/military-products/army/infantry-fighting-vehicles/tracked-vehicles/zbd-05-china-uk>
38. https://en.wikipedia.org/wiki/Type_05_amphibious_fighting_vehicle#:~:text=The%20ZBD-05%20is%20fully.km%2Fh%20in%20the%20water
39. <http://www.army-guide.com/eng/index.php>
40. <https://www.edrmagazine.eu/japan-looks-for-new-technologies-aimed-at-amphibious-vehicles-and-hybrid-propulsion>
41. <https://www.asianmilitaryreview.com/2023/01/japan-initiates-unmanned-amphibious-assault-vehicle-effort/>
42. <https://www.edrmagazine.eu/japan-looks-for-new-technologies-aimed-at-amphibious-vehicles-and-hybrid-propulsion>

References (transliterated)

1. <https://www.lifeofsoldiers.com/future-trends-in-armoured-vehicles/>
2. Aleksandrov Ye. Ye., D. O. Volontsevich, V. V. Dushchenko, V. V. Yepifanov, N. V. Kokhanovskii. *Matematicheskoe modelirovanie protsessov vozmushchennogo dvizheniya agregatov i sistem bronetankovoi tekhniki*. Kharkov, Ukraina: NTU "KhPI". 2012.
3. Dushchenko V.V., R.A. Nanivskiy, V.H. Masliiev, O.M. Ahapov, A.O. Masliiev. *Metodyka rozrakhunku vplyvu systemy pidresoriuvannia na avtonomnist boiovoi bronovanoi mashyny. Viiskovo-tekhnichnyi zbirnyk Akademii sukhoputnykh viisk im. hetmana P. Sahaidachnoho*. Lviv. 2023. vol. 28, pp. 18–25. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.28.2023.18-25>.
4. Dushchenko V., S. Vorontsov, V. Masliyev, O. Agapov, R. Nanivskiy, Y. Cherevko, A. Masliiev. Comparing the physical principles of action of suspension damping devices based on their influence on the mobility of wheeled vehicles. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4, No. 5 (112). P. 51-60. <https://DOI:10.15587/1729-4061.2021.237312>
5. Tkachuk M.M., Zavorotnii A.V., Zinchenko O.I., Hrabovskiy A.V., Tkachuk M.A., Pinchuk N.V., Shevchenko A.V., Tsendra H.V. Rozvytok pidkhodiv, modeli ta metodiv doslidzhenniamitsnosti ta dovhovichnosti torsionnykh valiv system pidresoriuvannia lehkykh bronovanykh mashyn. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI», seriia: Mashynoznavstvo ta SAPR*. 2022. No. 2. P. 80–93.
6. Zinchenko O.I. Formuvannia modelei ta metodiv analizu napruzhenno-deformovanoho stanu z urakhuvanniam kontaktnoi vzaiemodii til (ohliadova stattia). *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI», seriia: Mashynoznavstvo ta SAPR*. 2023. No. 2. P. 45–50.
7. Artiukh O.M., Sliusarov O.S., Ruban D.P., Rusnak V.M., Kalinichenko O.S. Osoblyvosti proiektuvannia amfibiinykh mashyn: kliuchovi vykyky ta inzhenerni risnennia. *Vyprobuvannia ta sertyfikatsiia*. 2025, No. 1(7). P. 36–48.
8. Sutiusev T.A., Pavitskiy T.O., Avilov A.I. Obhruntuvannia taktyko-tekhnichnykh vymoh do amfibiinoho transportnoho zasobu rozvidualno-poshukovykh hrup. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*. 2014. No. 2. P. 28–32.
9. Krasnokutskiy V., M. Tishevskiy. Theoretical justification of the safety of maneuvering of floating vehicles. *Informatsiini tekhnologii: nauka, tekhnika, tekhnologiiia, osvita, zdorovia: tezy dopovidei KhXKhIII mizhnarodnoi nauko-po-praktychnoi*

- konferentsii MicroCAD-2025, 14-17 travnia 2025 r. / za red. prof. Sokola Ye.I. Kharkiv: NTU «KhPI». P. 322.
10. Perspektyvy rozvytku ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki Sukhoputnykh viisk. *Zbirnyk tez dopovidei Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii* (Lviv, 14-15 travnia 2015 roku). Lviv: ASV. 2015. 314 p. https://shron2.chtyvo.org.ua/Zbirnyk_statei/Perspektyvy_rozvytku_u_ozbroiennia_ta_viiskovoi_tekhniki_sukhoputnykh_viisk.pdf?
 11. Problemy operatyvnoho ta lohistychnoho zabezpechennia skladovykh sektoru bezpeky i oborony Ukrainy: *Zbirnyk tez dopovidei Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Ukraina, m. Kharkiv, 09 liutoho 2021 roku)*. Kharkiv: Natsionalna akademiia Natsionalnoi hvardii Ukrainy, 2021. 426 p. https://nangu.edu.ua/uploads/files/zbirnyk_tez_dopovidey_021.pdf
 12. *EFEA 2025: BAE Systems Presents Amphibious Combat Vehicle Family with First Display of ACV-R recovery variant*. <https://armyrecognition.com/news/army-news/2025/defea-2025-bae-systems-presents-amphibious-combat-vehicle-family-with-first-display-of-acv-r-recovery-variant>
 13. *Marines' New Amphibious Combat Vehicle Makes Operational Debut in Annual Philippines Exercise*. <https://www.military.com/daily-news/2024/05/06/marines-new-armored-combat-vehicle-makes-operational-debut-annual-philippines-exercise.html>
 14. Speeding Toward Taiwan: China's Amphibious Armored Vehicles Development. <https://go.recordedfuture.com/hubfs/reports/ta-2024-0815.pdf>
 15. *Marines want to add counter-drone weapon to amphibious vehicle*. <https://www.defensenews.com/unmanned/2025/04/29/marines-want-to-add-counter-drone-weapon-to-amphibious-vehicle/>
 16. Pysarenko T.V. *Analiz svitovykh tekhnolohichnykh trendiv u viiskovii sferi: monohrafiia* [Elektronnyi resurs] / T. Pysarenko, T. Kvasha, T. Havrys ta in., za zah. redaktsiiei T.V.Pysarenko. K.: UkrINTEI, 2021. 110 p. <https://www.nationalww2museum.org/war/articles/wwii-innovations-landing-vehicle>
 17. [https://en.wikipedia.org/wiki/Terrapin_\(amphibious_vehicle\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Terrapin_(amphibious_vehicle))
 18. https://en.wikipedia.org/wiki/Expeditionary_Fighting_Vehicle
 19. <https://stanradar.com/news/full/53422-cto-proishodit-s-otechestvennym-oboronno-promyshlennym-kompleksom-i-kakov-ego-realnyi-potentsial-chast-2.html>
 20. https://de.wikipedia.org/wiki/Amphicar_770
 21. <https://www.unian.ua/curiosities/u-ssha-plavayuchim-bronetransporteram-zaboronili-plavati-voni-tonut-ostanni-novini-11645419.html>
 22. <https://azov.one/blog/armoured-personnel-carriers/armoured-personnel-carrier-m113>
 23. https://uk.wikipedia.org/wiki/FV103_Spartan
 24. https://uk.wikipedia.org/wiki/AMX-10_RC
 25. <https://military.com/uk/articles/finski-btr-sisu-xa-180-u-boyu-v-ukrayini/>
 26. <https://apostrophe.ua/ua/article/society/2023-08-02/plavayuschie-mashiny-vsu-poluchili-moschnoe-usilenie-iz-polshi/53312>
 27. <https://www.unian.net/war/lav-acsv-super-bison-cto-eto-za-sovremennaya-bronemashina-kotoruyu-kanada-peredaet-ukraine-novosti-vtorzheniya-rossii-na-ukrainu-11899137.html>
 28. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%A2%D0%A0-4>
 29. https://defence-ua.com/weapon_and_tech/z_morja_u_bij_plavajuchij_btr_4_ukr_ajini_ta_rosijski_bojovi_mashini_dlja_morskoji_pihoti_analiz_ta_visnovki-4614.html
 30. https://zaxid.net/poblizu_chasovogo_yaru_voyini_znishhili_plavayuchiy_aviadesantniy_bronetransporter_rosiyan_n1610658
 31. https://ivms.mil.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/dovidka_cherven-2022.pdf
 32. <https://novyny.live/vijskova-ekonomika/stali-brukhtom-silki-koshuiut-znishcheni-z-pochatku-viini-rosiiski-bronemashini-205605.html>
 33. <https://euro-sd.com/2024/03/articles/36849/beachheads-and-amphibious-armour/>
 34. <https://military.com/uk/news/morska-pihota-ssha-dozamovyla-33-amfibijni-mashyny-acv/>
 35. https://en.wikipedia.org/wiki/Amphibious_Combat_Vehicle
 36. <https://armyrecognition.com/military-products/army/infantry-fighting-vehicles/tracked-vehicles/zbd-05-china-uk>
 37. https://en.wikipedia.org/wiki/Type_05_amphibious_fighting_vehicle#:~:text=The%20ZBD-05%20is%20fully.km%2Fh%20in%20the%20water
 38. <http://www.army-guide.com/eng/index.php>
 39. <https://www.edrmagazine.eu/japan-looks-for-new-technologies-aimed-at-amphibious-vehicles-and-hybrid-propulsion>
 40. <https://www.asianmilitaryreview.com/2023/01/japan-initiates-unmanned-amphibious-assault-vehicle-effort/>
 41. <https://www.edrmagazine.eu/japan-looks-for-new-technologies-aimed-at-amphibious-vehicles-and-hybrid-propulsion>
 - 42.

Надійшла (received) 23.06.2025

Відомості про авторів /About the Authors

Агапов Олег Миколайович / Agapov Oleh – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри автомобіле- і тракторобудування; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0652-2593>; e-mail: agapovoleg@gmail.com

Краснокутський Володимир Миколайович / Krasnokutskiy Volodymyr – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри автомобіле- і тракторобудування; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9484-4113>; e-mail: hvukvn62@gmail.com

Зінченко Олена Іванівна / Zinchenko Olena – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри «Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин»; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2961-5861>; e-mail: ez99953@gmail.com