

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 629.07.54

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.98600

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СКРИТНОЇ ДИСЛОКАЦІЇ ТАНКА У ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУДАХ ВІДКРИТОГО ТИПУ

© В. В. Карачун, В. М. Мельник, С. В. Фесенко

Аналізуються результати лабораторних досліджень макета бойового танка від засобів локації повітряної розвідки. Доведено, що використання штучного формування огорожуючої поверхні на принципах побудови зон каустики з регулюємим хвильовим співпаданням, дозволяє досягти повного маскування танка на резонансному рівні ультразвукового опромінення зовнішнього оболонкоподібного тунелю з частковим зануренням у ґрунт його нижньої частини

Ключові слова: фортифікаційна споруда, засоби локації, зона каустики, хвильове співпадання, ультразвукове опромінення

1. Вступ

Час неминуче окреслив певні пріоритети у створенні засобів оборони та зовнішньої розвідки. Поряд з балістичними ракетами набувають ходи проекти крилатих ракет, суборбітальні та атмосферні гіперзвукові технології, різного функціонального призначення тощо ...

Разом з тим, не втратили своїх позицій наземні засоби оборони – бойові машини (танки), зенітки, зенітно-мінометні засоби різного способу базування, самохідної артилерії, роботи-камікадзе і таке інше.

Маючи досить протяжний сухопутний кордон, Україна традиційно приділяє велику увагу розвитку та вдосконаленню бронетанкових військ, як одного з найбільш ефективних засобів оборони. Тому, значення цього виду озброєння для держави важко переоцінити.

Разом з тим, слід зазначити, що з появою сучасних засобів знищення, самотній танк став в певному сенсі уразливою мішенню. Особливо цей аспект уявляється за умов дальнього бою – завдовжки 3 км, коли бойова машина не має змоги своєчасно виявити протитанкові засоби супротивника, з одного боку, витрачає неприпустимо велику кількість часу на збирання, обробку і трансляцію навігаційної інформації в систему керування – з іншого.

Ефективність ураження супротивника суттєво збільшується сполученням двох операцій – маневру вогнем і маневру рухом (вздовж фронту і вглиб). Перший полягає в зосередженні вогню декількох машин на бойовій цілі, другий – в керуванні рухом бойових одиниць, або підрозділів в цілому, на основі вичерпної, повної інформації про цілевказування танкам, які виконують бойову задачу. Це має на меті виявлення і класифікацію цілі оператором-командиром, трансляцію цієї інформації на підлеглу

машину і, нарешті, пошук і виявлення бойової цілі оператором-виконавцем.

Будучі однією з ведучих держав з розвинутою індустрією важкого машинобудування з потужною матеріально-технічною базою і світовим досвідом у створенні бойових машин, Україна надзвичайно зацікавлена в створенні надійної конкурентоспроможної бронетанкової техніки для міжнародного ринку комерційних оборонних послуг.

Рівень небезпеки сучасних протитанкових засобів такий, що вони повинні бути нейтралізовані не більш як за 10–20 секунд з моменту їх виявлення. Таким чином, проблема абсолютного маскування бронетанкових засобів уявляється однією з найбільш важливих складових бойового забезпечення і вирішення її постає надзвичайно актуальним [1].

2. Літературний огляд

Засоби захисту бронемашини постійно вдосконалюються проте не можна повністю виключати можливість подолання ракетою або снарядом всіх зовнішніх «шарів». У такому разі в роботу вступають системи захисту, покликані запобігти ураження екіпажу або внутрішніх агрегатів бронетехніки. Насамперед, це броня різних типів, а також додаткове обладнання, що підвищує живучість машини. В дослідженнях [2, 3] розглядаються основи динаміки апаратів різного класу при вирішенні задач ехолокації.

Сучасні вітчизняні основні танки в якості першої перешкоди на шляху снаряда використовують системи динамічного захисту (ДЗ) [4].

Блоки ДЗ можуть монтуватися зовні техніки на спеціальних кріпленнях або інтегруватися в лобові деталі корпусу, як це робиться на танках Т-72 пізніх модифікацій або Т-90. Незалежно від способу монтажу подібні системи значно підвищують стійкість

техніки до поразки. Наприклад, комплекс ДЗ «Релікт» при установці на танк Т-72Б збільшує захист лобової проекції корпусу (еквівалентну) від бронебійних підкаліберних снарядів з 480 до 730 мм. Для вежі цей параметр виростає з 540 до 800 мм.

Ще одним засобом додаткового захисту є екрани різної конструкції. Це можуть бути як гумові екрани, що прикривають ходову частину (в тому числі оснащені блоками ДЗ), так і ґратчасті блоки, розташовані на інших частинах корпусу. Завданням екранів усіх типів є ініціювання спрацьовування боеприпасів на значній відстані від броні, результатом чого є скорочення пробивної здатності, або деформація протитанкового засобу з приведенням його в непридатність [4].

В останні роки велику популярність завоювали додаткові модулі бронювання. Для установки на бронетехніку пропонуються спеціальні модулі, що складаються з броні тієї або іншої конструкції. Їх пропонується укладати поверх наявного корпусу машини, в результаті чого значно підвищується її стійкість до засобів ураження [5].

При виборі класу і типу додаткових засобів захисту слід враховувати характеристики базової машини. Так, легка бронетехніка (наприклад, бойові машини піхоти старих моделей) не може оснащуватися повноцінними засобами динамічного захисту. Деякі види ДЗ, не пристосовані для монтажу на легкій техніці, знищують підлітаючий снаряд, але при цьому серйозно ушкоджують конструкцію захищаючої машини. Як наслідок, більш ефективним засобом захисту легкої бронетехніки виявляються екрани і навісні модулі бронювання. У випадку з танками з'являється можливість використовувати будь-які доступні засоби, оскільки їх конструкція менш чутлива до зовнішніх впливів.

Тільки подолавши додатковий захист, снаряд або ракета зможуть зіткнутися з бронею бойової машини. Сучасні основні танки мають комбінований захист лобової проекції, за допомогою якого вони здатні витримати влучення існуючих засобів ураження, кумулятивних або бронебійних підкаліберних. Бортові або кормові листи, а також дах сучасних танків мають менш серйозний захист, що накладає певні обмеження на їхнє бойове застосування, однак все одно дозволяє вирішувати досить широке коло завдань [6].

Німецький бронетранспортер GKT Vohex оснащується гомогенною, комбінованою або рознесеною бронею, що будується на основі металів і кераміки. Це дозволяє зменшити вагу конструкції для забезпечення захисту від різного стрілецької зброї або вибухових пристроїв. Крім того, у ряді сучасних проектів спочатку передбачається монтаж додаткових засобів захисту, що підвищують безпеку екіпажу [7].

Найбільш перспективним засобом підвищення живучості екіпажу в даний час є так названа бронекансула та потужна пасивна броня, із своєрідної багатоплощинної матриці з керамічного композиційного матеріалу [8].

До теперішнього часу, вітчизняними і зарубіжними фахівцями вивчено велику кількість проблем, пов'язаних із захистом бронетехніки різних типів від

різних загроз [8]. Ці дослідження привели до появи маси різних концепцій, ідей і рішень, реалізованих в тих чи інших проектах. Як наслідок, з точки зору рівня захисту будь-який сучасний танк або інша бойова машина перевершують аналоги більш ранніх моделей. Роботи в цій області продовжуються, що призводить до появи нових систем захисту.

Існуючі напрацювання в області захисту бронетехніки не використовуються поодинокі, а завжди комбінуються між собою. Так, майже вся вітчизняна бронетехніка, за рідкісним винятком, крім броні різних типів отримує димові гранатомети 902Б «Хмара». Це дозволяє витримувати обстріл зі стрілецької зброї, а при необхідності ухилитися від бою з важкою технікою під прикриттям димової завіси. Звичним елементом радянських і російських танків давно стали блоки динамічного захисту, встановлені поверх комбінованої броні. У нових проектах застосовуються і інші методи підвищення рівня захисту [4].

Схожим чином йде справа і за кордоном. У нових проектах застосовуються ті чи інші методики, в тому числі в різних комбінаціях. Зокрема, велику популярність в останні роки завоювали накладні модулі додаткового бронювання. Давно були впроваджені компонувальні рішення, спрямовані на підвищення рівня захисту екіпажу. Також отримують поширення комплекси активного захисту.

Існуючі системи захисту бойових машин від різних загроз дозволили значно підвищити їх живучість на полі бою, а також вплинули на розвиток засобів ураження. Таким чином, «традиційна гонка» броні і снаряда триває, причому в неї постійно включаються нові учасники – ракети, КАЗ, бронекансули екіпажу і т. д. Навряд чи можна вгадати, коли закінчиться таке своєрідне змагання. Тим не менш, вже зараз зрозуміло, що його продовження обов'язково призведе до появи нових систем захисту, що позитивно позначиться на безпеці екіпажів і живучості техніки.

Вчені з університету Мічигану знайшли ще одне – маскувальні об'ємних предметів. Танки сховають за "лісом" нанотрубок – вуглецеві нанотрубки, крихітні циліндри з одноатомної вуглецевої решітки, мають безліч застосувань. Справа в тому, що «ліс» з нанотрубок володіє дуже низьким коефіцієнтом заломлення світла. Тому, якщо покрити гіпотетичний пагорб вирівняним по висоті масивом нанотрубок, то спостерігач не побачить нерівності, більше того, завдяки слабкому розсіюванню та відбиття світла, пагорб «пропаде» в чорнильній темряві [9].

Відомі технічні засоби вітчизняних виробників зводяться до певного ступеня маскувальності на місцевості за допомогою різних засобів і технічних рішень, які в основному вирішують питання оптичної обмеженості класифікації і визначення бронетанкової техніки.

На теперішній час питання звукоізоляції та взаємодії акустичних полів з механічними системами носять характер вивчення явища на предмет виявлення локальних та глобальних особливостей процесу. Йдеться про з'ясування умов виникнення резонансної ситуації в системах різного цільового призначення, де наявність резонансу у вигляді хвильового співпадання чинить неабиякі припони для роботи пристроїв та приладів. Звичне відношення до питань

виникнення резонансу, як до явища негативного, яке або заважає роботі систем, або призводить до руйнування їх поверхні у вигляді необернених деформацій двовимірної або навіть трьохвимірної структури. Останні роботи авторів присвячені з'ясуванню можливостей використання резонансного явища в акустичному середовищі на користь сучасним технологіям, в тому числі військового призначення. Зусилля авторів дали результат і окреслили можливість підвищення якості та ефективності технологій галузевих підприємств різного призначення. Запатентовані в Україні, запропановані авторами технічні рішення, наприклад, у фармацевтичній, мікробіологічній, біотехнологічній галузях для реалізації дистанційного управління тепломасообміном в біореакторах з використанням зон каустики. Для міського транспорту, метрополітену, рекомендовані шляхи технічної реалізації зменшення шуму транспортних ліній на резонансному рівні шляхом використання щільних резонаторів замкнутої оболонкової конструкції. В оборонній галузі запатентована конструкція «*протишумної міни невидимки*» на основі використання резонансу у вигляді хвильового співпадання. Для потреб авіаційної, космічної та бронетанкової техніки у приладах двоступеневих поплавкових гіроскопів, які слугують для потреб пілотованого управління рухом апаратів, або у ролі чутливих елементів гіростабілізованих платформ систем навігації запатентовані засоби зменшення до припустимих паспортних значень зовнішнього акустичного впливу з боку рушійних установок або інших механізмів гіперзвукового та надзвукового призначення.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – реалізація в лабораторних умовах повного або часткового маскуванню та обмеженої примітності макета танка одним з технічних засобів, зокрема, на основі резонансного явища хвильового співпадіння при створенні захисної перешкоди засобам локації повітряної розвідки супротивника.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

- створити розрахункову модель технічної реалізації побудови перешкоди для засобів локації;
- проаналізувати ефективність пропонуємої технічної реалізації;
- встановити значення хвильового розміру оболонки ізолюючого тунелю;
- визначити умови аберації звукових хвиль коловою хвилею оболонки тунелю;
- окреслити умови виникнення хвильового співпадання колових хвиль оболонки тунелю;
- на лабораторному стенді реалізувати значення необхідних параметрів для досягнення ефекту штучного створення огорожувальної поверхні для танка з обмеженим сектором обстрілу на відкритих позиціях;
- провести аналіз прояву контура вивчаємої моделі танка, зміну її чіткості в бік розмитості зображення;
- створити умови прояву геометричного резонансу – хвильового співпадання;

– остаточно підтвердити ефективність пропонуємого технічного рішення для знищення зображення і контурів примітності танка на екрані на резонансному рівні.

4. Лабораторний стенд для побудови і вивчення явища штучного формування огорожувальної поверхні для танка з обмеженим сектором обстрілу, який знаходиться у фортифікаційній споруді відкритого типу

Вивчається одна з технічних реалізацій маскуванню і обмеженою примітністю вогневих засобів від повітряної розвідки. Розглядаються фортифікаційні споруди відкритого типу на лінії оборони у вигляді окопу для танка з обмеженим сектором обстрілу. Окоп містить котлован, апарель (фр. *appareil*) і бруствер.

Пропонується охопити окоп і танк циліндричною оболонкою з двох співвісних фрагментів, розділених рідиною. Причому, нижня частина оболонки частково занурена в ґрунт під котлованом. Впливаючи на зовнішню оболонку акустичним променем, збуджуємо в її поверхні колову хвилю уздовж кола шпангоута, яка на частоті нижче граничної f_{gp} [10] при виконанні умови великого хвильового розміру зовнішньої оболонки, тобто

$$1 \ll kR, \quad (1)$$

де $k = \frac{\omega}{c}$ – хвильове число; R – радіус зовнішньої оболонки; c – швидкість звуку в рідині; ω – кутова частота ультразвукового випромінювання, тоді елемент оболонки можна вважати за плоский, який буде випромінювати у рідину звукову хвилю під кутом аберації α до швидкості V колової хвилі зовнішньої оболонки [11] (рис. 1)

$$\cos \alpha = \frac{c_0}{V_{об}}, \quad (2)$$

де $V_{об}$ – швидкість окружної хвилі в оболонці. Створена цим аберація випромінюваних звукових хвиль створить *zone of kaustikos* в рідині у вигляді конфокальної внутрішньої поверхні зовнішньої оболонки з поперечним перерізом у вигляді кола (рис. 1)

$$\frac{x^2}{R^2 \cos^2 \left(\arcsin \frac{c_0}{V_{об}} \right)} + \frac{y^2}{R^2 \cos^2 \left(\arcsin \frac{c_0}{V_{об}} \right)} = 1, \quad (3)$$

При штучному формуванні хвильового співпадання, зона каустики створює таку ступінь турбулентності, що стане непереборною перешкодою ехо-локації і на екрані сенсора буде формуватися замість зображення контуру танка лише розпливчата пляма.

Звичайно, можна використовувати для рішення поставленої задачі не окружні, а згинні хвилі зовнішньої оболонки, але в цьому випадку стане чітко проглядатися на екрані периферія поверхні танка.

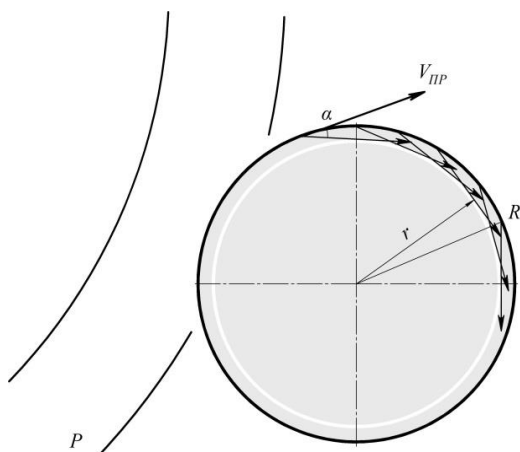


Рис. 1. Формування зони каустики

Основним елементом випробувального стенду можна вважати генератор акустичних коливань. Його функції покладено на ультразвукову установку промислового зразка, який формує ультразвуковий промінь в 36 кГц (рис. 2) з плоским фронтом хвилі. Потужність випромінювання 300 Вт.

Погружний блок ультразвукових випромінювачів складається з блоку ультразвукових випромінювачів виготовлених з нержавіючої сталі і ультразвукового генератора. На кришці блоку усередині корпусу розташовані ультразвукові випромінювачі, які перетворюють електричну енергію в ультразвукові коливання. На задній стінці розташований вихід мережевого проводу. Занурений блок сполучений з ультразвуковим генератором. Додатково занурюється в рідину ультразвукова установка.

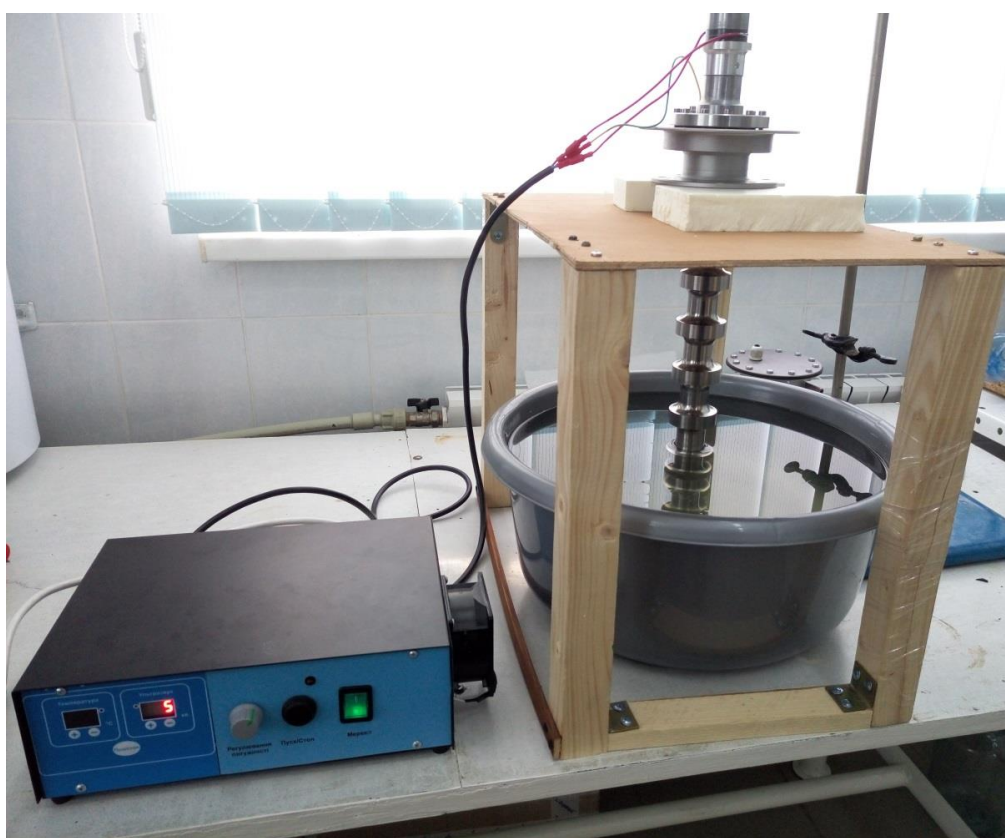


Рис. 2. Зовнішній вид лабораторної установки

5. Результати досліджень та їх обговорення

Макет танка, що розглядається, розташовується в круглій оболонці, зануреній у воді.

При вимкненому опроміненні контури макета танка добре проглядаються на екрані (рис 3, а). Включення ультразвукової установки формує в колі зовнішньої оболонки згинну хвилю, яка випромінює в розділяючі оболонки рідину звукову хвилю під кутом α до вектора швидкості згинної хвилі. Таким чином, створюється циліндрична зона kaustikos в рідині поблизу внутрішньої поверхні зовнішньої оболонки тунелю. Поверхня каустики, на відміну від статичного стану рідини, якій притаманне підвищення енергетичного стану, яке зображується у вигляді турбулентної структури (рис. 3, б). Зобра-

ження танка, завдяки цьому, набуває менш чітких рис, але, разом з тим, примітність випробуваного зразка достатня щоб провести його класифікацію як засобу вогневої техніки.

Змінюючи напрям ультразвукового променя по відношенню до зовнішньої нормалі зовнішньої оболонки при куті падіння в 10 градус досягаємо прояву резонансної обстановки, яке проявляється «акустичною прозорістю» зовнішньої оболонки. Це призведе до істотного збільшення потужності проникаючого в середину рідини ультразвукового променя, практично без дисипації звукової енергії, що дозволяє домогтися бажаного результату, а саме – перетворити зображення танка в розмиті плями на екрані (рис. 3, в).



а



б



в

Рис. 3. Макет танка розташований в круглій оболонці, занурений у воду: а – при вимкненому опроміненні; б – ультразвукова установка включена, але не досягнуто хвильове співпадання; в – прояв резонансної обстановки при куті падіння в 10 градус

Таким чином, створивши колову або еліпсоїдну, заповнену рідиною фортифікаційну огорожу, в першу чергу мобільного базування, можна швидко демонтувати і розміщувати її в іншому місті зони бойових дій за лічені хвилини. Скритні бойові машини за командою оператора зможуть, будучи невидимими ехолокації, миттєво розпочати вогневу підготовку, а бойові машини – реалізувати свою ударну і вогневу

міць на миттєве ураження обороноздатних пунктів і живої сили супротивника. Скритна дислокація на базі мобільних засобів в короткий час можуть змінити своє місцезнаходження і створити певний безлад на лінії фронту супротивника. Крім того, забезпечується форс-мажорний вступ в бій бойових машин для реалізації маневрування вогнем і рухом вздовж лінії фронту та у глибину лінії фронту. На пересічній місцевості, коли має місце асиметрична військова ситуація, такі дії надто ефективні для знищення невеликих військових угруповань.

6. Висновки

1. Створена зручна для практичного застосування розрахункова модель огорожувальної поверхні для бронетанкової та вогневої техніки різних класів, яка дозволяє штучно створити перешкоди засобам повітряної розвідки супротивника.

2. Лабораторні дослідження довели ефективність та високу ступінь маскуванню оборонних засобів у фортифікаційних спорудах відкритого типу, таких як окопи для танків з обмеженим сектором обстрілу. Проведений кількісний і якісний аналіз огорожувального тунелю, який дозволив провести оцінку ступеня маскуванню вогневої техніки на відкритих позиціях – розвиток обмеженої примітності вогневих засобів, яка за певних умов породжує на екрані сенсорів повітряної розвідки, замість чітких окреслень вогневої техніки, сильно розмиті плями, що повністю блокують натурне зображення військової техніки.

3. Волновий розмір огорожувального тунелю оболонкової форми обчислюється, як добуток хвильового числа та радіуса зовнішньої оболонки і, чим він більший від одиниці, тим краще і ефективніше працює механізм штучного формування в міжоболонковій рідині огорожувальної зони каустики у вигляді сильно турбулізуючої високої енергетичноактивної речовини. Значення хвильового розміру, наприклад, вище за 10 дозволяє більш ефективно будувати процес аберації випромінюємих зовнішньою оболонкою в рідину звукових хвиль, остаточною метою яких є побудова огорожувальної поверхні, яка маскує зображення бойової техніки, в тому числі екіпажу.

4. Якість аберації і, тому, формування огорожувальної поверхні залежить від ступеня наближення елемента оболонкової поверхні в тунелі до плоского.

5. За наявності достатньо великого хвильового розміру хвильове співпадання має той зміст, що слід падаючої ззовні на оболонку звукової хвилі та слід генеруємої в матеріалі оболонки хвилі співпадають.

6. Експериментально окреслена можливість зміни резонансної ситуації в огорожувальному тунелі шляхом відповідного вибору комплектуючих з огляду на швидкість звукових хвиль матеріалу оболонки та рідини у міжоболонковому просторі тунелю.

7. Експериментально доведено розвиток у часі ефекту розмиву зображення вивчаємої моделі на екрані сенсора.

8. Аналітично визначені значення кута співпадання для прояву в огорожувальній конструкції локальних особливостей резонансного типу – гео-

метричного резонансу, які знайшли задовільне підтвердження при практичних дослідженнях на стенді (похибка визначення кута співпадання теоретичного і експериментального складає 10 кутових хвилин).

9. На екрані сенсорів, позиція рис. 3, в, продемонстрований ефект знищення чіткого зображення досліджуваної моделі на екрані, який дозволяє стверджувати життєздатність пропонуємої ідеї маскування вогневих засобів на позиції.

Література

1. Карачун, В. В. Задачі супроводу та маскування рухомих об'єктів [Текст]: монографія / В. В. Карачун, В. М. Мельник. – К.: Корнійчук, 2011. – 264 с.
2. Мельник, В. Волновые задачи в акустических средах [Текст]: монографія / В. Мельник, Н. Ладогубец. – К.: Корнейчук, 2016. – 432 с.
3. Карачун, В. В. Рухомі міражі [Текст]: монографія / В. В. Карачун, В. М. Мельник. – К.: Корнійчук, 2009. – 136 с.
4. Бакуменко, Р. Броня для броні [Текст] / Р. Бакуменко // Народна армія. – 2014. – № 89. – С. 4. – Режим доступу: <http://na.mil.gov.ua/12089-bronya-dlya-broni/>
5. Броня Чобхем [Електронний ресурс]. – Wikipedia. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Броня_Чобхем
6. Т-84У «Оплот» [Електронний ресурс]. – Wikipedia. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Т-84У_«Оплот»
7. Бронетранспортёр GTK «Boxer» [Электронный ресурс]. – Третья Мировая Война – военно-политическое обозрение. – Режим доступа: http://3mv.ru/publ/vooruzhenie_drugikh_stran/bronetransporter_gtk_boxer_germanijg/13-1-0-9090
8. Смертоносний танк РФ Армата вже у виробництві [Електронний ресурс]. – Корреспондент.net. – 2016. – Режим доступу: <http://ua.korrespondent.net/world/russia/3645157-NI-smertonosnyi-tank-rf-armata-vzhe-u-vyrobnytstvi/>
9. Танки спрячут за "лесом" нанотрубок [Электронный ресурс]. – ZOOM.cnews. – 2011. – Режим доступа: http://zoom.cnews.ru/tnd/news/line/tanki_spryachut_za_lesom_nanotrubok/
10. Заборов, В. И. Теория звукоизоляции ограждающих конструкций [Текст]: монографія / В. И. Заборов. – М.: Издательство литературы по строительству, 1969. – 187 с.
11. Шендеров, Е. Л. Волновые задачи гидроакустики [Текст]: монографія / Е. Л. Шендеров. – Л.: Судостроение, 1972. – 352 с.

Дата надходження рукопису 20.02.2017

Карачун Володимир Володимирович, доктор технічних наук, професор, кафедра біотехніки та інженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056
E-mail: karachun11@i.ua

Мельник Вікторія Миколаївна, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри, кафедра біотехніки та інженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056
E-mail: vmm71@i.ua

Фесенко Сергій Вікторович, аспірант, кафедра біотехніки та інженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056
E-mail: illusionfes@mail.ru