

УДК [004.946:357.3]:591.155

Принципи розробки моделі бойової машини засобами біомімікрії

Шиян Ігор Олександрович¹, Демченко Олексій Олександрович²,
Компанієць Алла Анатоліївна³, Чорна Альона Віталіївна⁴

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького,
м. Мелітополь, Україна*

¹ студент першого курсу спеціальності «Комп'ютерні науки»
orcid.org/0000-0002-7610-0177, yourbestigor@gmail.com

² студент першого курсу спеціальності «Комп'ютерні науки»
orcid.org/0000-0003-0646-3754, alexonese@gmail.com

³ студентка першого курсу спеціальності «Комп'ютерні науки»
orcid.org/0000-0003-3198-480X, alllakompaneeee@gmail.com

⁴ асистент кафедри інформатики і кібернетики
orcid.org/0000-0002-0062-1144, alonachorna@gmail.com

Анотація. Статтю присвячено розробці моделі бойової машини засобами біомімікрії на основі сколопендри. Висвітлене поняття біомімікрії та розглянуті створені розробки на основі методу біомімікрії. Проаналізовані принципи до розробки моделі прототипу бойової машини. Здійснено порівняльний аналіз характеристик сколопендри і скорпіона у контексті вимог до моделі бойової машини. Поданий опис прототипу бойової машини на основі синтезу характеристик сколопендри. Визначено та оцінено практичні можливості бойової машини. Побудований прототип моделі багатофункціональної бойової машини з урахуванням принципу модульності, ступеню захисту, мобільності, гнучкої системи пересування та вогневої потужності.

Ключові слова: біомімікрія; сколопендра; бойова машина; прототип моделі; воєнна техніка.

Principles of the development of a model of a combat vehicle by means of biomimetic

Igor Shyian¹, Oleksiy Demchenko², Alla Companyets³, Alyona Chorna⁴

*Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University,
Melitopol, Ukraine*

¹ student of the first year of the specialty "Computer Science"
orcid.org/0000-0002-7610-0177, yourbestigor@gmail.com

² student of the first year of the specialty "Computer Science"
orcid.org/0000-0003-0646-3754, alexonese@gmail.com

³ student of the first year of the specialty "Computer Science"
orcid.org/0000-0003-3198-480X, alllakompaneeeee@gmail.com

⁴ assistant of the Department of Informatics and Cybernetics
orcid.org/0000-0002-0062-1144, alonachorna@gmail.com

Abstract. All biological organisms are endowed with diverse properties, technologies, functions, characteristics, qualities that allow them to solve the problems of survival in the environment. These problems are often equivalent to those faced by people when creating conditions for improving their own lives.

Biomimetics is the study of nature and natural phenomena to understand the principles of underlying mechanisms, to obtain ideas from nature, and to apply concepts that may benefit science, engineering, and medicine. Examples of biomimetic studies include fluid-drag reduction swimsuits inspired by the structure of shark's skin, velcro fasteners modeled on burrs, shape of airplanes developed from the look of birds, and stable building structures copied from the backbone of turban shells. One of the most promising areas of using biomimetic technology today is innovation in the military industry.

The article is devoted to the development of the model military model by means bame on the basis of scolopendra. Illuminated the concept bamsr and considered by the development on the basis of the method bamsr. The principles for developing a model of a prototype of a combat vehicle are analyzed. Comparative analysis of the characteristics of scolopendra and scorpion in the context of the requirements for a model of a combat vehicle. Enjoyed the description of the prototype combat vehicle based on the fusion characteristics of scolopendra. Identified and evaluated the practical ability of the combat vehicle. Built prototype models of multi-purpose combat vehicle, based on the principle of modularity, degree of protection, mobility, flexible system of movement and firepower.

Keywords: biomimicry; scolopendra; war machine; prototype model; enginery.

ВСТУП

Постановка проблеми. За останні кілька століть було винайдено багато корисних речей, але переважна частина була запозичена у природному світу. Тому вчені і дослідники-конструктори, перш ніж почати здійснення нового проекту, довгий час детально вивчають всі приклади і форми, що існують в природі і живих істотах, намагаючись зімітувати плани і системи, втілені в них. Іншими словами, природні творіння і проекти являють собою приклади високого коефіцієнта корисної дії при мінімумі витрат матеріалів і енергії, приклади самореконструювання і безвідходного

циклу, нешкідливості для навколишнього середовища, естетики, міцності, довговічності, безшумності і ще багатьох скоєних показників, надихаючи винахідників і вчених на нові технологічні досягнення.

Запозичення у природи різних технологій і використання їх для створення чогось нового назвали "біомімікрія". Основною методу біомімікрії є оптимізація форми, організаційна ефективність, багатоваріантна задоволеність та парадигма інновації для покращення функціональних показників.

Аналіз останніх досліджень. Особливості та амбіції біомімікрії знайшли своє відображення в роботах австралійських вчених Сивілі Лозеви та Алана Маршала. У роботі співзасновниці інноваційного консалтингу Guild Biomimicry Джанін Беніус висвітлене поняття біомімікрії. У роботах вітчизняних вчених Купріненка О. М., Міщенко Я. С., Дачковського В. О., Овчаренка І. В. розглянуті принципи розробки і формування багатофункціональних бойових машин. Зокрема в працях професора Стенфордського університету Марка Каткоски приділено увагу розробкам роботів на основі спостережень за комахами та рептиліями.

Мета. Розглянути поняття біомімікрії та дослідити створену розробку з використанням цієї технології. Обґрунтувати принципи створення моделі прототипу багатофункціональної, модульної бойової машини з використанням засобів біомімікрії. Оцінити її практичні можливості. Запропонувати можливості реалізації принципів на прикладі моделі прототипу бойової багатофункціональної машини (ББМ).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ідея мімезису (імітування) походить від грецького поняття *mimos*, що означає представлення аспектів реального світу, зокрема у діях людини. Мімікрія - це термін, що походить від мімезису, який використовується у сенсі здатності симулювати зовнішній вигляд когось/чогось. Платон і Арістотель розуміли мімезис, як запозичення саме у природи. А вже термін «біомімікрія», який з'явився пізніше, був популяризований в книзі «Biomimicry: Innovation Inspired by Nature» завдяки зусиллям її автора – Джанін Беньюс. На обкладинці цієї книги, біомімікрію називають «революційною новою наукою, яка аналізує кращі ідеї природи і пристосовує їх для використання людиною». Це означає, що мета вчення полягає у тому, щоб перетворити біологічні процеси в технології, не використовуючи біологічні матеріали, шляхом емуляції біологічних зразків у лабораторії ([Marshall, & Lozeva, 2009](#)).

Планер, липучка, вертоліт, підводний човен – усі ці винаходи, так чи інакше, створені за допомогою методів біомімікрії. Угрушева К. Д. доводить, що **біомімікрія** - це наука і мистецтво наслідування найкращих ідей природи для розв'язання проблем людини ([Угрушева, & Каирбаева, 2017, с. 72](#)). Усім зрозуміло, що саме завдяки унікальним обтічним формам крил птахів, метеликів і бабок з'явилися різні сучасні літальні апарати. Пакувальні матеріали, створені на основі діяльності грибків, фільтри, що імітують процеси розкладання в лісі, цемент, що має подібну структуру до коралових рифів – список черпання натхнення у природі людиною можна продовжувати нескінченно.

Спостерігаючи за рибами і птахами, вчені Державного Пенсільванського Університету створили новий тип крил для літаків, які можуть змінюватися в залежності від швидкості і тривалості польоту. Дослідники зазначають, що нові крила допоможуть літакам зменшити час перельоту на далекі відстані і значно заощадити паливо.

Вчені з канадського університету Simon Fraser University створили робота, який вміє підніматися по стінах, як гекон (тварини, яка здатна підійматися по вертикальних поверхнях, не залишаючи слідів). Спочатку був розроблений прототип гекко-бот - робот, схожий на невеликий танк, вагою в 240 грамів, гусениці якого були покриті мікрОВОЛОКНАМИ. Після цього був створений робот з шістьма ногами, здатний повзати по вертикальних поверхнях ([Геккони в космосе, 2014](#)).

Одним із найперспективніших напрямів використання технології біомімікрії сьогодні є інновації у воєнній промисловості. Таким чином, свою властивість переміщення по місцевості танки першого покоління отримали від гусениць. Сучасний радіолокатор (діапазон і виявлення) імітує гідролокаційний механізм, що використовується кажанами та дельфінами ([MAJ Phua Chao Rong, & ME5 Seah Ser Thong, 2015](#)). Але, окрім людського озброєння, технології біомімікрії широко застосовуються для проектування бойової техніки.

Завдання цього дослідження – це розглянути характеристики біомімікрії у контексті створення моделі прототипу бойової багатофункціональної машини. Бойова машина – це узагальнена назва всіх бойових і технічних засобів бойової техніки, яка використовується для ведення бою, а також для забезпечення військ в бою та навчанні ([Плехов, & Шапкин, 1989, с. 27-28](#)).

Проаналізувавши сучасні умови ведення бою та військову техніку ([Купріненко, 2012](#)), нами були складені такі принципи до розробки моделі прототипу бойової машини:

1. **Модульність.** Бойова машина повинна бути сегментована на модулі, кожен з яких – це самостійна бойова одиниця, яка здатна для автономного функціонування. Така конструкція дозволить правильно розподілити внутрішні компоненти та у випадку несправності швидко замінити пошкоджений модуль.

2. **Високий ступінь захисту.** Конструкція машини повинна бути захищеною від різних подразників: високої температури, близького вогню, мін та ракет тощо.

3. **Мобільність і гнучка система пересування.** Бойова машинна повинна мати можливість швидко пересуватися як по горизонтальним, так і по вертикальним поверхням.

4. **Вогнева потужність.** Наявність озброєння, яке здатне вражати цілі як на близькій відстані, так і на далекій, як наземні цілі, так і повітряні. Досягається завдяки поєднанню найсучасніших зразків інструментів ведення бою.

Задовольнити поставлені вимоги можливо завдяки використанню методів біомімікрії при розробці моделі. Ми зупинилися на скорпіоні та сколопендрі, характеристики яких відповідають меті нашого дослідження ([табл. 1](#)).

На основі порівняльної характеристики нами була визначена сколопендра, як прототип бойової машини.

Сколопендрові - загін хижих багатоніжок з класу губоногих. Найбільш агресивні і помітні хижаки з усіх багатоніжок. Знання особливостей анатомії цих тварин дає можливість використати метод біомімікрії і втілити їх при проектуванні бойової машини:

1. Сегментованість будови сколопендри (тіло складається з 21 або 23 (рідше з 39 або 43) частин ([Chagas-Junior, Edgecombe, & Minelli, 2008](#)), поєднаних між собою) цілком задовольняє поставлений критерій про модульність конструкції.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика сколопендри і скорпіона у контексті поставлених вимог до моделі бойової машини

Вимоги	Сколопендра	Скорпіон
1. Модульність	Сегментованість будови сколопендри (n-на кількість сегментів, поєднаних між собою).	
2. Захист		Міцний панцир, що складається з багатьох щитків. Така структура дозволяє скорпіону мати захист від найрізноманітніших подразників.
3. Мобільність	Мобільність сколопендри досягається завдяки модульності тіла та унікальній опорно-руховій системі.	
4. Гнучка система пересування	Сколопендра вміє вільно пересуватися і чіплятися за будь-які поверхні.	
5. Вогнева потужність		Скорпіон має потужні передні і задні кінцівки, що дозволяє йому вдало оборонятися і атакувати противника.

2. Виходячи з вищесказаного, мобільність буде досягнута завдяки модульності тіла та унікальній опорно-руховій системі сколопендри.

3. Реалізація принципу гнучкої системи пересування прототипу багатофункціональної бойової машини втілюється у відповідному розташуванні пар ніг у тварини.

Саме синтез її характеристик і буде лежати в основі будови прототипу моделі багатофункціональної бойової машини (рис. 1, рис. 2).

В даний момент на ринку існує досить велика кількість програм, що надають можливість створення 3D-об'єктів (Blender, 3D Max, Sweet Home 3D, SketchUp Make, Pro 100, Floor Plan 3D, ARCON3D Architect, ARCHICAD, Maya). Усі вони відрізняються одне від одного різними параметрами, напрямками використання та цільовою аудиторією. Для точної побудови, кольорового оформлення та простоти сприймання графічної інформації прототипу бойової машини нами був обраний програмний засіб Blender 3D. Він є унікальним програмним комплексом, що дозволяє виконувати всі етапи моделювання, текстурування, анімації та рендеру динамічних моделей (Ленчук, & Мосіюк, 2017). Blender 3D за своїми функціональними можливостями здатний конкурувати з комерційними продуктами зі створення тривимірної графіки. Характерною його особливістю є невеликий розмір (30-45 МБ) та відносно невеликі вимоги до робочої станції.

Модульність бойової машини буде досягатися завдяки загальній сегментованості конструкції на прикладі організації тіла сколопендри. Кожен модуль є самостійною броньованою транспортною одиницею. Таких частин буде створено 5: передній модуль і задній модулі людського керування та 3 каркасні. Взаємодія цих частин між собою буде відбуватися завдяки механізму зчеплення на кожному модулі (рис. 3).

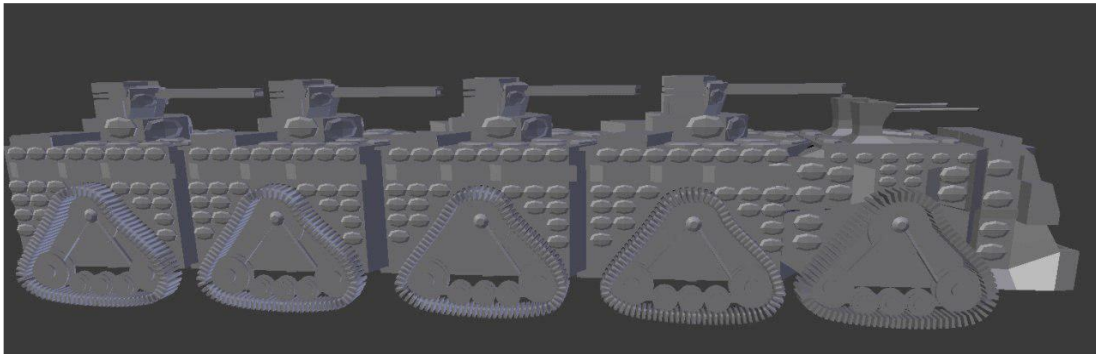
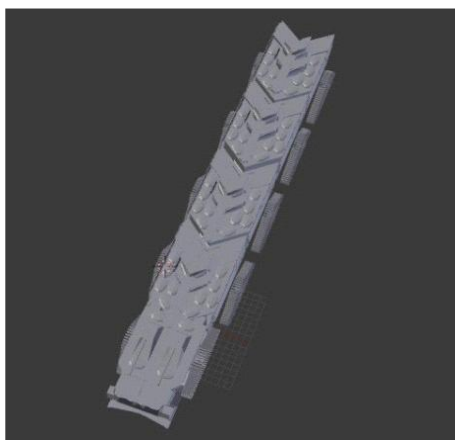
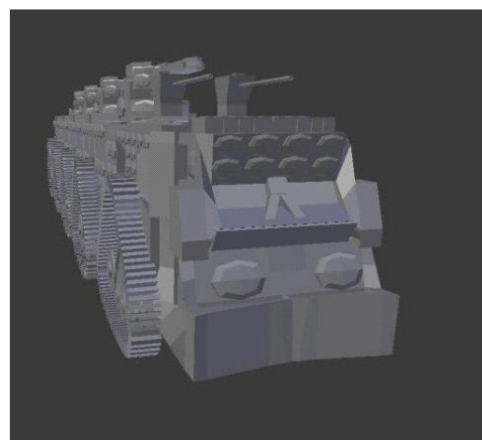


Рис. 1. Модель прототипу бойової багатофункціональної машини (вигляд збоку)



а)



б)

Рис. 2. Модель прототипу бойової багатофункціональної машини:
а – вигляд зверху; б – вигляд спереду

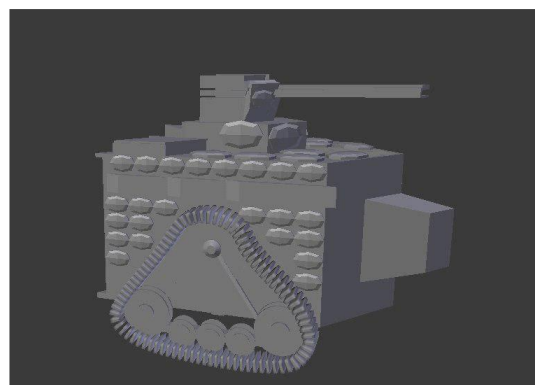
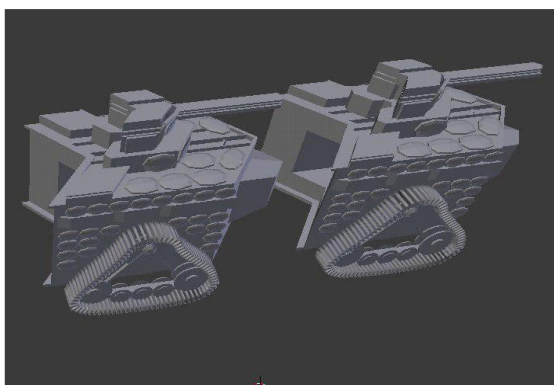


Рис. 3. Механізм зчеплення модулів

Сегментованість бойової машини надає усій конструкції багато переваг:

1. Маневреність при пересуванні полем бою.
2. Можливість зручного технічного обслуговування і заміни несправних модулів.

3. Така організація машини призводить до раціонального розподілу внутрішніх компонентів, відносної автономності частин між собою тощо.

Крім цього, сучасні умови ведення бою передбачають наявність високого ступеню зовнішнього захисту бойової машини. Через різноманітність зброї та механізмів ураження найефективнішим захистом є поєднання активної і пасивної броні.

Пасивна броня, зазвичай, має форму однорідної металеві пластини, виготовленої зі сталі або легших алюмінієвих сплавів. Вони можуть мати різну товщину, що прямо пропорційно впливає на вагу і ефективність такого захисту. Але надмірна маса таких пластин знижує загальну мобільність бойової машини. Тому замість встановлення занадто товстих важких пластин краще комбінувати пасивну броню з кумулятивною.

Відомо, що боеголовки із боеприпасами пробивають пасивну броню. Це спричинено тим, що при детонації боеприпасів утворюється струмінь, багатий на енергію, який протікає на дуже високій швидкості і тим самим здатний пробивати відносно товсті броньовані пластини. З'являється необхідність у встановленні додаткового шару захисної кумулятивної броні, здатного поглинути частину енергії снаряду. Кумулятивна броня являє собою модульні змінні панелі, що містять реактивну масу (вибухову речовину), що закріплена між двома металевими пластинами. Коли струмінь порожнього заряду, проникає на поверхню такої захисної композиції, реактивна речовина ініціює вибухову хвилю у напрямку снаряда пошкоджуючи його так, що при ударі кумулятивний струмінь розсіюється. При цьому вибухова речовина у контейнері не вибухає від прострілу кулями легкою стрілецькою зброєю чи від осколків артилерійських снарядів і мінометних мін ([Shevach, Rosenberg, Partom, Friling, Benyami, & Erlich, 1991](#)). Прикладами корпусів, захищених реактивною бронею є броньовані сухопутні засоби, такі як бойові танки, бронетранспортери, броньовані бойові машини тощо.

Кожен модуль нашої бойової багатофункціональної машини буде обладнаний і пасивною і активною бронею із міркувань максимально можливого захисту від різноманітних уражень ([рис. 4](#)).

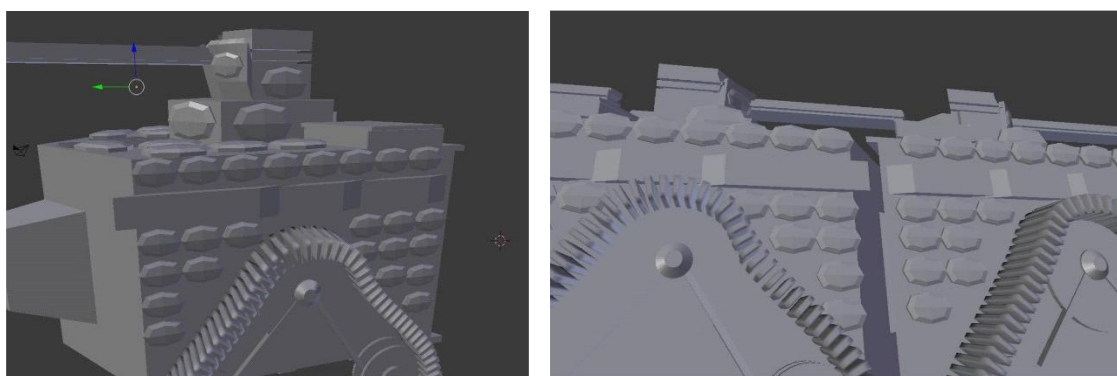


Рис. 4. Система зовнішнього захисту ББМ

Одною із найважливіших умов створення ефективно бойової машини є створення гнучкої системи пересування. Як зазначалося вище, кожна сегментована одиниця нашої бойової системи має свою транспортну систему. У якості засобу пересування ми обрали одну з новітніх розробок у цій галузі – трикутний трак.

Трикутний трак являє собою альтернативу звичайним колесам і шинам на більшості вироблених автомобілів, вантажних автомобілів та інших транспортних засобів, зроблених сьогодні. Таку систему пересування не дорого виробляти та підтримувати, обслуговуванням може займатися одна людина за допомогою загальнодоступного обладнання ([Afanador, 2014](#)).

Гусеничний ремінь обмотаний навколо зовнішніх периферійної зірочки та передніх і задніх ведучих (приводних, рухомих) елементів які з'єднані рамою і утворює трикутну форму траку. Гусеничний ремінь не відступає від пристрою транспортного засобу під час руху. До комплекту треку входять протектори які застосовують для зчеплення на різних поверхнях.

Коли трек рама стикається з перешкодою передній елемент рухається назад і вгору, а задній – назад і вниз. Щоб подолати перешкоду трикутний гусеничний пристрій повертається вгору на його передню частину .

Траки безпосередньо будуть підключатися до транспортної системи кожного з модулів за допомогою тих самих виступів, які тримають шину та колесо до осі ([рис. 5](#)).

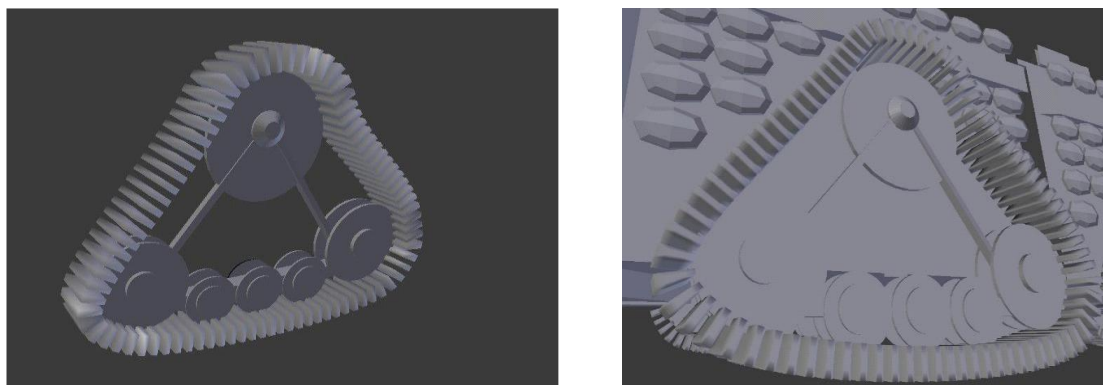


Рис. 5. Трикутний трак

Отже, зазначена транспортна система буде забезпечувати рух бойової машини на будь-якій поверхні.

Принцип вогневої потужності буде реалізовуватися завдяки тому, що конструкцією передбачено встановлення ([рис. 6](#)):

1. автоматичної гарматної установки на верхній частині модулів, окрім переднього;
2. автоматичного кулемета на передньому сегменті;
3. автономної системи заряджання боєприпасів;
4. комп'ютерної системи управління вогнем (забезпечує пошук, виявлення і розпізнавання цілей; підготовку зброї до стрільби, її наведення);
5. пристрою детонації окремих модулів на випадок неминучості близького бою тощо.

Таким чином, визначений принцип буде втілюватися різноманітними сучасними інструментами ведення бою.

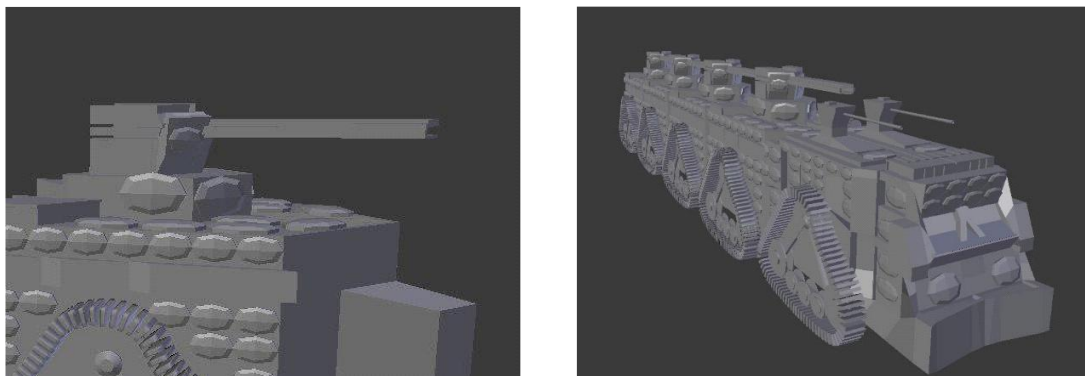


Рис. 6. Озброєння бойової машини

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Біомімікрія є одним із способів вирішення багатьох проблем людства, тобто використання вже існуючих в природі пристосувань для потреб людини.

На основі аналізу наукових досліджень з тематики методу біомімікрії і розробки бойових машин, ми сформуваємо і обґрунтуємо основні принципи розробки моделі багатофункціональної бойової машини, а саме: модульність, високий ступінь захисту, мобільність, гнучкість системи пересування та вогнева потужність. Ці принципи цілком задовольняються за допомогою методів біомімікрії: за основу бойової машини було вибрано синтез характеристик сколопендри. Було представлено можливі реалізації цих принципів на прикладі моделювання прототипу багатофункціональної бойової машини. У перспективі подальших досліджень планується більш детальне вивчення методів біомімікрії та напрямів використання цих технологій при розробці багатофункціональних машин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Гекконы в космосе: новый робот проходит проверку на космопригодность. (2014). *Новости космоса*. Взято с: <http://www.astronews.ru/cgi-bin/mng.cgi?page=news&news=5226>.
- Купріненко, О. М. (2012). Обґрунтування принципів формування перспективних типів бойових броньованих машин. *Системи озброєння і військова техніка*, 4 (32), 40-46.
- Ленчук, І. Г., & Мосіюк, О. О. (2017). Особливості створення комп'ютерних 3D моделей для навчального контенту хмарних LMS із стереометрії. *Фізико-математична освіта: науковий журнал*, 3 (13), 100-104.
- Плехов, А. М., & Шапкина, С. Г. (1989). *Словарь военных терминов*. Москва: Воениздат.
- Угрушева, К. Д., & Каирбаева, А. М. (2017). Роль «зеленых» композиций в жизнедеятельности человека. *Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов*, 4. Взято с: <http://jurnal.org/articles/2017/archi3.html>.
- Afanador, A. (2014). Triangle track vehical wheel. U.S. Patent No. 8,695,735 B2. Retrieved from: <https://patents.google.com/patent/US8695735B2/en?q=triangle&q=track&oq=triangle+track>.
- Chagas-Junior, A., Edgecombe, G. & Minelli, A. (2008). Variability in trunk segmentation in the centipede order Scolopendromorpha: a remarkable new species of Scolopendropsis Brandt (Chilopoda: Scolopendridae) from Brazil. *Zootaxa*, 36-46.
- MAJ Phua Chao Rong, Charles, & ME5 Seah Ser Thong. (2015). Learning from Mother Nature: Biomimicry for the Next Generation SAF. *Pointer, journal of the Singapore armed forces*, 41 (1), 1-11. Retrieved from: <https://www.scribd.com/document/333451656/Learning-From-Mother-Nature-Biomimicry-f>.

Marshall, A., & Lozeva, S. (2009). Questioning the theory and practice of biomimicry. *Design & Nature and Ecodynamics*, 4 (1), 1–10.

Shevach, H., Rosenberg, G., Partom, Y., Friling, S., Benyami, M., & Erlich, Y. (1991). Combined reactive and passive armor. U.S. Patent No. 5,070,764. Retrieved from: <https://patents.google.com/patent/US5070764A/en>.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

Gekkons in space: the new robot is tested for cosmopoly. (2014). *Novosti kosmosa*. Retrieved from: <http://www.astronews.ru/cgi-bin/mng.cgi?page=news&news=5226>. (in Russian)

Kuprinenko, O. M. (2012). Justification of the principles of formation of promising types of armored combat vehicles. *Systemy ozbrojennja i vijs'kova tehnika*, 4 (32), 40-46. (in Ukrainian)

Lenchuk, I. G., & Mosijuk, O. O. (2017). Features of the creation of computer 3D models for the educational content of cloud LMS from stereometry. *Fizyko-matematychna osvita: naukovyj zhurnal*, 3 (13), 100-104. (in Ukrainian)

Plekhov, A. M., & Shapkin, S. G. (1989). *Dictionary of military terms*. Moscow: Voenizdat. (in Russian)

Ugrusheva, K. D., & Kairbaev, A. M. (2017). The role of "green" compositions in the life of a person. *Zhurnal nauchnyh publikacij aspirantov i doktorantov*, 4. Retrieved from: <http://jurnal.org/articles/2017/archi3.html>. (in Russian)

Afanador, A. (2014). Triangle track vehical wheel. U.S. Patent No. 8,695,735 B2. Retrieved from: <https://patents.google.com/patent/US8695735B2/en?q=triangle&q=track&oq=triangle+track>. (in English)

Chagas-Junior, A., Edgecombe, G. & Minelli, A. (2008). Variability in trunk segmentation in the centipede order Scolopendromorpha: a remarkable new species of Scolopendropsis Brandt (Chilopoda: Scolopendridae) from Brazil. *Zootaxa*, 36-46. (in English)

MAJ Phua Chao Rong, Charles, & ME5 Seah Ser Thong. (2015). Learning from Mother Nature: Biomimicry for the Next Generation SAF. *Pointer, journal of the Singapore armed forces*, 41 (1), 1-11. Retrieved from: <https://www.scribd.com/document/333451656/Learning-From-Mother-Nature-Biomimicry-f>. (in English)

Marshall, A., & Lozeva, S. (2009). Questioning the theory and practice of biomimicry. *Design & Nature and Ecodynamics*, 4 (1), 1–10. (in English)

Shevach, H., Rosenberg, G., Partom, Y., Friling, S., Benyami, M., & Erlich, Y. (1991). Combined reactive and passive armor. U.S. Patent No. 5,070,764. Retrieved from: <https://patents.google.com/patent/US5070764A/en>. (in English)

Матеріал надійшов до редакції 23.05.2018