

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБЛЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Ніконов О.Я.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* Розглянуто інтелектуальні комп'ютерні технології розроблення транспортних засобів з використанням технології віртуальної реальності, синергетичного підходу, еволюційних методів моделювання, методів глибокого навчання штучних багатoshарових нейронних мереж. Побудовано приклад функціональної схеми управління автомобілем на основі методів глибокого навчання штучних багатoshарових нейронних мереж.

*Ключові слова:* комп'ютерні технології, транспортні засоби, критичні технології, штучний інтелект, синергетичний підхід, еволюційні методи.

### Вступ

Сьогодні науково-технологічна сфера стала головною ареною конкуренції держав у світі, а володіння так званими «критичними технологіями» (КТ) є одним з вагомих важелів геополітики. Такі технології мають ключове значення для розширення можливостей обороноздатності держави й досягнення цілей національної безпеки, насамперед військової, військово-економічної та науково-технологічної безпеки. Виокремлення КТ відбувається для визначення пріоритетів науково-технологічного розвитку держав та військово-технічної політики, крім того, КТ є визначальними для процесу створення перспективних зразків озброєння й військової техніки.

В Україні ще в травні 1994 р. було прийнято Постанову Кабінету Міністрів № 310 «Про розвиток і захист критичних технологій». Однак сучасний перелік критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки з'явився 2017 р. (розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.08.2017 р. № 600 «Деякі питання розвитку критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки»). Він містить перелік критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки, а саме: технології створення засобів ураження та захисту від них, інформаційні технології, оптичні технології, хімічні технології, технології матеріалознавства, технології елементної бази радіоелектроніки, технології позиціонування та навігації, технології тактичної медицини [1–5].

Протягом останніх десятиліть спостерігалося посилення важливості міждисциплінарного підходу. Складні проблеми, з якими

стикається людство, потребують одночасного використання досягнень кількох дисциплін. Усе частіше інструментарій з однієї галузі науки успішно використовується в інших галузях. Наприклад, зростає ступінь математизації та комп'ютеризації наукових і технологічних сфер. Також посилюється і взаємний вплив технологій. Відображенням подібних тенденцій і стала конвергенція технологій. Найактуальнішою проблемою останнього часу є створення ефективного штучного інтелекту, який дозволить розробляти якісно нові технічні системи підвищеної швидкодії, надійності та довговічності на основі конвергенції технологій [1–5].

### Аналіз публікацій

Саме тому підтримка національних КТ здійснюється багатьма промислово розвинутими країнами світу, на державному рівні затверджуються й підтримуються переліки таких технологій. Найпоширеніша й найрельтєльніше відпрацьована практика такої діяльності у США, Росії, країнах ЄС та Японії. Зокрема, у країнах ЄС реалізується програма «Евклід», Німеччина та Японія беруть участь у програмі Delphi за участі урядів, промисловості та наукових кіл для оцінювання важливості й статусу широкого набору технологій. У зв'язку з цим сьогоднішні дослідні проекти в галузі штучного інтелекту та очікувані результати прийнятих довгострокових наукових стратегій у силу своєї культурної та соціальної значущості заслуговують і потребують уважного аналізу [6–12].

### Мета і постановка завдання

Метою статті є аналіз основних тенденцій та підходів до концепції розроблення транс-

портних засобів на основі конвергенції інтелектуальних критичних технологій. Для ефективного розроблення транспортних засобів необхідне використання технології віртуальної реальності, синергетичного підходу, еволюційних методів моделювання, методів глибокого навчання штучних багатошарових нейронних мереж.

### Дослідження основних тенденцій та підходів до концепції розроблення транспортних засобів

Вивчення процесів різної природи, що самоорганізуються, призвело до появи й розвитку синергетичного підходу, який увібрав у себе ідеї та підходи різних наук. Ідеї самоорганізації мають надзвичайно широке поле застосування і в біології, і в астрономії, і в фізиці, і в фізичній хімії, і в суспільних науках. Синергетичний підхід розглядається як подальший розвиток системного підходу, що дає фахівцеві нові можливості для дослідження та здійснення управлінської діяльності. Синергетика є системним підходом до складних відкритих нелінійних систем з її властивостями нестійкості, нерівноваги, біфуркації, катастрофи, самоорганізації та ін.

Синергетичні дослідження виділяють три типи самоорганізованих процесів: самозародження, підтримання оптимального рівня, удосконалення і відтворення.

2016 р. компанія Grand View Research (GVR) оцінила глобальний ринок глибокого навчання в 272 млн доларів США. Його значна частина (20 %) належала авіаційно-космічній та оборонній промисловості. З 2014 р. ринок глибокого навчання демонструє безперервне зростання. В останньому звіті GVR йдеться, що до кінця 2025 р. цей ринок досягне 10,2 млрд доларів.

Оскільки глибоке навчання нейронних мереж може створювати функції без втручання людини, фахівці в цій галузі зможуть заощадити багато часу під час роботи з великими даними, спираючись на цю технологію. Це дозволяє їм використовувати більш складні набори функцій порівняно з традиційним програмним забезпеченням для машинного навчання.

Глибоке навчання – це підхід, який моделює абстрактне мислення людини (або, принаймні, є спробою наблизитися до нього), а не використовує його. Однак ця технологія має деякі труднощі з її використанням [6].

Процес глибокого навчання оснований на аналізі великих обсягів даних. Але потокові

вхідні дані надають мало часу для забезпечення ефективного процесу навчання. Ось чому фахівцям доводиться адаптувати свої алгоритми глибокого навчання, щоб нейронні мережі могли обробляти великі обсяги безперервних вхідних даних.

Ще одна складність технології глибокого навчання полягає в тому, що вона не може надати причини й аргументи своїх висновків. На відміну від традиційного машинного навчання, ви не зможете перевірити алгоритм і дізнатися, чому ваша система вирішила, що, наприклад, на картинці зображена кішка, а не собака. Щоб виправити помилки в алгоритмах глибокого навчання, потрібно переглянути весь алгоритм.

Глибоке навчання – досить ресурсомістка технологія. Вона потребує більш потужних графічних процесорів, високопродуктивних відеокарт, великого обсягу пам'яті для навчання моделей і т. д. Крім того, ця технологія потребує більше часу для навчання порівняно з традиційним машинним навчанням.

Незважаючи на всі недоліки, поліпшені методи глибокого навчання відкривають нові можливості для ефективного аналізу великих обсягів неструктурованих даних (рис. 1).

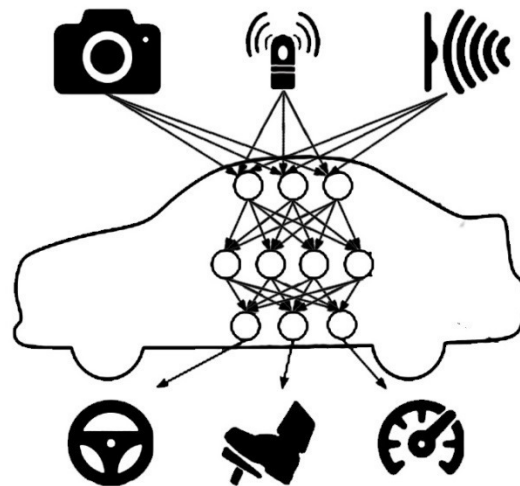


Рис. 1. Приклад функціональної схеми управління автомобілем на основі методів глибокого навчання штучних багатошарових нейронних мереж

Компанії, які використовують глибоке навчання у своїх завданнях, зможуть отримати більш точні результати аналітики без необхідності витрачати багато часу на навчання системи.

Один з головних прогнозів розвитку віртуальної реальності (VR) – технологія стане більш масовою [7]. Якщо 2014 р. кількість користувачів VR становила близько 200 тис., то 2017 р. ця цифра досягла 90 млн. За прогнозами ресурсу Statista, 2019 р. вона майже збільшиться удвічі, до 171 млн осіб. Обсяг ринку програмного забезпечення для віртуальної реальності становив лише \$129 млн 2015 р., і згідно з прогнозами, досягне \$2,57 млрд 2018 р. Аналітики Statista пророкують, що в цьому році загальна вартість ринку VR становитиме \$5,2 млрд і \$45 млрд – протягом 2025 р. порівняно з \$90 млн 2014 р.

ІТ-лабораторія віртуального проектування Volkswagen використовує цифрові технології майбутнього для створення автомобілів нового покоління. Мова йде про формування віртуальних моделей майбутніх транспортних засобів з метою спрощення процесу розроблення. За допомогою графічного чипа за аналогією з відеоіграми спеціалізована програма візуалізує всі елементи дизайну й моделювання прототипу автомобіля. Віртуальний концепт-кар, по суті, дає змогу вийти за межі звичайного 3D-моделювання. Платформа Volkswagen дозволяє об'єднати повноцінне відчуття простору з функціональністю. Водій може не тільки бачити свій автомобіль, але й керувати ним. У віртуальному концепт-карі використовуються прості жести без фізичного впливу. Зокрема з машиною можна виконувати всі ті ж маніпуляції, що і з реальним автомобілем (рис. 2).



Рис. 2. Віртуальний концепт-кар від Volkswagen

Передові технології VR дозволяють скоротити витрати на розроблення нових моделей за рахунок зменшення кількості реальних прототипів, кожен з яких створюється індивідуально й потребує істотних витрат. Крім того, віртуальний концепт-кар допомагає заощадити час. Оскільки всі компоненти автомобіля проектуються в цифровому просторі,

їхні параметри легко можна перенести в програму віртуальної реальності й отримати VR-модель, з якої можуть одночасно працювати всі члени команди.

Volkswagen уже використовує віртуальні концепт-кари для розроблення серійних моделей, зокрема для Golf нового покоління. Наступним кроком стане створення повністю функціонального віртуального автомобіля, що дозволяє задіяти всі органи чуття. Для цього розробляється система, що складається з чутливих до натиснення штифтів, які імітують усі форми й контури салону. Вона дозволить відчувати поверхні й органи управління, яких не існує в реальності (рис. 3).



Рис. 3. Рукавички віртуальної реальності з VR-шоломом

### Висновки

Проаналізовано основні тенденції та підходи до концепції розроблення транспортних засобів на основі конвергенції інтелектуальних критичних технологій. Для ефективного розроблення транспортних засобів необхідне використання технології віртуальної реальності, синергетичного підходу, еволюційних методів моделювання, методів глибокого навчання штучних багатосарових нейронних мереж.

Отже, національні КТ мають ключове значення для розширення можливостей обороноздатності України та досягнення цілей національної безпеки, зокрема науково-технологічної безпеки. Тому організація діяльності в цій сфері, державна підтримка та стимулювання КТ мають бути пріоритетом державної політики.

### Література

1. Алексієв В.О., Алексієв О.П., Ніконов О.Я. Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках. – Харків: ХНАДУ, 2012. – 212 с.

2. Александров С.С., Кечев М.О., Никонов О.Я. Основы автоматизации и танковые автоматизированные системы. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. – 163 с.
3. Никонов О.Я., Полосухина Т.О. Роботизированные автомобили: современные технологии и перспективы развития // Автомобиль и Электроника. Современные технологии. – Харьков: ХНАДУ, 2013. – № 5. – С. 38–42.
4. Никонов О.Я., Улько В.Ю. Побудова нелінійної математичної моделі електрогідролічних слідкуючих приводів багатощільових транспортних засобів // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – № 9. – С. 108–113.
5. Jackson K.L., Goessling S. Architecting Cloud Computing Solutions: Build cloud strategies that align technology and economics while effectively managing risk. – Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd, 2018. – 378 p.
6. Hinton G. A practical guide to training restricted Boltzmann machines // Toronto: Machine Learning Group, University of Toronto. – 2010. – Tech. Rep. 2010–000.
7. Thakral S., Manhas P., Kumar C. Virtual Reality and M-Learning // International Journal of Electronic Engineering Research. – 2010. – Vol. 2. – № 5. – P. 659–661.
8. Holland J.H. Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with application to biology, control, and artificial intelligence. – London: Bradford book edition, 1994. – 211 p.
9. Spooner J.T. Stable adaptive control and estimation for nonlinear systems: neural and fuzzy approximator techniques. – New York: Wiley-Interscience, 2002. – 545 p.
10. Goldberg D.E. Genetic Algorithms in Search Optimizations and Machine Learning. – Addison-Wesley, 1989. – 412 p.
11. Laiq K., Shahid Q., Umair K. Comparative Analysis of Adaptive NeuroFuzzy Control Techniques for Full Car Active Suspension System // Arabian Journal for Science and Engineering. – 2014. – № 39 (3). – P. 2045–2069.
12. Bodyanskiy Y.V., Tyshchenko O.K. A Hybrid Cascade Neuro-Fuzzy Network with Pools of Extended Neo-Fuzzy Neurons and its Deep Learning // International Journal of Applied Mathematics and Computer Science. – 2019. – V. 29. – № 3. – P. 477–488.
2. Александров С.С., Кечев М.О., Никонов О.Я. Основы автоматизации и танковые автоматизированные системы. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. – 163 с.
3. Никонов О.Я., Полосухина Т.О. Роботизированные автомобили: современные технологии и перспективы развития // Автомобиль и Электроника. Современные технологии. – Харьков: ХНАДУ, 2013. – № 5. – С. 38–42.
4. Никонов О.Я., Улько В.Ю. Побудова нелінійної математичної моделі електрогідролічних слідкуючих приводів багатощільових транспортних засобів // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – № 9. – С. 108–113.
5. Jackson K.L., Goessling S. Architecting Cloud Computing Solutions: Build cloud strategies that align technology and economics while effectively managing risk. – Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd, 2018. – 378 p.
6. Hinton G. A practical guide to training restricted Boltzmann machines // Toronto: Machine Learning Group, University of Toronto. – 2010. – Tech. Rep. 2010–000.
7. Thakral S., Manhas P., Kumar C. Virtual Reality and M-Learning // International Journal of Electronic Engineering Research. – 2010. – Vol. 2. – № 5. – P. 659–661.
8. Holland J.H. Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with application to biology, control, and artificial intelligence. – London: Bradford book edition, 1994. – 211 p.
9. Spooner J.T. Stable adaptive control and estimation for nonlinear systems: neural and fuzzy approximator techniques. – New York: Wiley-Interscience, 2002. – 545 p.
10. Goldberg D.E. Genetic Algorithms in Search Optimizations and Machine Learning. – Addison-Wesley, 1989. – 412 p.
11. Laiq K., Shahid Q., Umair K. Comparative Analysis of Adaptive NeuroFuzzy Control Techniques for Full Car Active Suspension System // Arabian Journal for Science and Engineering. – 2014. – № 39 (3). – P. 2045–2069.
12. Bodyanskiy Y.V., Tyshchenko O.K. A Hybrid Cascade Neuro-Fuzzy Network with Pools of Extended Neo-Fuzzy Neurons and its Deep Learning // International Journal of Applied Mathematics and Computer Science. – 2019. – V. 29. – № 3. – P. 477–488.

### References

1. Aleksiiiev V.O., Aleksiiiev O.P., Nikonov O.Ya. Mekhatronika, telematyka, synerhetyka u transportnykh dodatkakh. – Kharkiv: KhNADU, 2012. – 212 s. [in Ukrainian].
2. Aleksandrov Ye.Ye., Kechev M.O., Nikonov O.Ya. Osnovy avtomatyky i tankovy avtomatychni systemy. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2002. – 163 s. [in Ukrainian].
3. Nikonov O.Ya., Polosukhyna T.O. Robotyzyrovannye avtomobyly: sovremennye

tekhnoholy i perspektyvyu razvy-tyia // Avtomobyl i Elektronika. Sovremennye tekhnology. – Kharkov: KhNADU, 2013. – № 5. – S. 38–42. [in Russian].

4. Nikonov O.Ya., Ulko V.Yu. Pobudova nelineinoy matematychnoy modeli elektrohivdravlychnykh slidkuiuchykh pryvodiv bahatotsilovykh transportnykh zasobiv // Vestnyk NTU «KhPY». – Kharkov: NTU «KhPY», 2011. – № 9. – S. 108–113. [in Ukrainian].
5. Jackson K.L., Goessling S. Architecting Cloud Computing Solutions: Build cloud strategies that align technology and economics while effectively managing risk. – Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd, 2018. – 378 p.
6. Hinton G. A practical guide to training restricted Boltzmann machines // Toronto: Machine Learning Group, University of Toronto. – 2010. – Tech. Rep. 2010–000.
7. Thakral S., Manhas P., Kumar C. Virtual Reality and M-Learning // International Journal of Electronic Engineering Research. – 2010. – Vol. 2. – № 5. – P. 659–661.
8. Holland J.H. Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with application to biology, control, and artificial intelligence. – London: Bradford book edition, 1994. – 211 p.
9. Spooner J.T. Stable adaptive control and estimation for nonlinear systems: neural and fuzzy approximator techniques. – New York: Wiley-Interscience, 2002. – 545 p.
10. Goldberg D.E. Genetic Algorithms in Search Optimizations and Machine Learning. – Addison-Wesley, 1989. – 412 p.
11. Laiq K., Shahid Q., Umair K. Comparative Analysis of Adaptive NeuroFuzzy Control Techniques for Full Car Active Suspension System // Arabian Journal for Science and Engineering. – 2014. – № 39 (3). – P. 2045–2069.
12. Bodyanskiy Y.V., Tyshchenko O.K. A Hybrid Cascade Neuro-Fuzzy Network with Pools of Extended Neo-Fuzzy Neurons and its Deep Learning // International Journal of Applied Mathematics and Computer Science. – 2019. – V. 29, №3. – P. 477–488.

**Никонов Олег Якович**, д.т.н., завідувач кафедри комп'ютерних технологій і мехатроніки, тел. +38-057-707-37-58, e-mail: [nikonov.oj@gmail.com](mailto:nikonov.oj@gmail.com). Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25

### Intellectual computer technologies in designing vehicles

**Problem.** Today, the scientific and technological sphere has become the main arena of competition of states in the world, and the possession of so-called “critical technologies” (CT) is used as one of the important instruments of geopolitics. Such technologies are crucial for expanding the possibilities of the

state defense and achieving the goals of national security, primarily military, military-economic and scientific as well as technological security. Selection of CT is used to determine the priorities of scientific and technological development of states and military-technical policy and are crucial for the process of creating promising weapons and military equipment. **Goal.** The purpose of the article is to analyze the main trends and approaches to the concept of vehicle development based on the convergence of intellectual critical technologies. **Methodology.** For the effective development of vehicles it is necessary to use the technology of virtual reality, synergistic approach, evolutionary methods of modeling, methods of deep learning of artificial multilayer neural networks. **Results.** Advanced technology allows us to reduce the cost of developing new models by cutting the number of real prototypes, each of which is created individually and requires significant costs. **Originality.** Despite all the disadvantages, improved methods of deep learning open up new opportunities for an effective analysis of large volumes of unstructured data. Companies that use deep training in their tasks will be able to get more accurate analytics results without having to spend a lot of time learning the system. The main tendencies and approaches to the concept of the development of vehicles on the basis of convergence of intellectual critical technologies are analyzed. **Practical value.** National CTs are of key importance for expanding resources of Ukraine and achieving the goals of national security, in particular, scientific and technological security.

**Key words:** computer technology, vehicles, critical technologies, artificial intelligence, synergistic approach, evolutionary methods.

**Nikonov Oleg**, Doct. of Science, Head of Computer Technology and Mechatronics Department, tel. +38-057-707-37-58, e-mail: nikonov.oj@gmail.com. Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.

#### **Интеллектуальные компьютерные технологии разработки транспортных средств**

Рассмотрены интеллектуальные компьютерные технологии разработки транспортных средств с использованием технологии виртуальной реальности, синергетического подхода, эволюционных методов моделирования, методов глубокого обучения искусственных многослойных нейронных сетей. Построен пример функциональной схемы управления автомобилем на основе методов глубокого обучения искусственных многослойных нейронных сетей.

**Никонов Олег Яковлевич**, д.т.н., заведующий кафедрой компьютерных технологий и мехатроники, тел. + 38-057-707-37-58, e-mail: nikonov.oj@gmail.com. Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 61002, Украина, г. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.