

УДК 629.331:004.92

Гагаркін Я. О.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

## ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ІГРОВОГО РУШІЯ UNREAL ENGINE ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ АВТОМОБІЛІВ

*В роботі на основі аналізу деяких інтернет-джерел наведено приклад послідовного отримання зображення автомобіля Ferrari 330 P4 при використанні низки комп'ютерних програм та пакетів, а також ігрового рушія Unreal Engine 5, наведено фрагменти технології зі створення скла.*

*Based on the analysis of some Internet sources, an example of sequential image acquisition of a Ferrari 330 P4 using a number of computer programs and packages, as well as the game engine Unreal Engine 5, and fragments of glass technology.*

При викладанні технічних дисциплін [1 - 14], що мають відношення до автомобільного транспорту [15 - 30], можна застосовувати нові технології, що дозволяють «візуалізувати» за допомогою комп'ютерної графіки транспортні засоби. Ці напрацювання можна широко застосовувати в навчальному процесі разом з впровадженням нових технологій, наприклад, віртуальної реальності [19, 25 - 28].

Для створення цифрових моделей можна застосовувати різні пакети комп'ютерних програм, наприклад, Blender, Cinema 4D, Autodesk 3ds Max, Maya, та ін. Після створення 3D моделі за допомогою спеціальних програм або плагінів, що роблять рендеринг де можна використовувати різні види освітлення для отримання різних зображень транспортних засобів. Є можливість отримувати досить фотореалістичні зображення. Але при поєднанні різних програм (Substance Painter та ін.), програмування, скриптів та плагінів можна отримувати результат який може навіть перевершити очікування.

Одну з таких можливостей надає ігровий рушій (двигун) Unreal Engine, що розробляється та підтримується компанією Epic Games [31 - 34].

Як приклад використання платформи Unreal Engine наведемо роботу Романа Майстер-Базена - художника з автомобілів компанії Ubisoft Ivory Tower, що базується у Ліоні, Франція. Процес створення реалістичного автомобіля за допомогою включав застосування Maya, Substance Painter та Unreal Engine 5 [35].

Для прототипу для моделювання був обраний автомобіль Ferrari 330 P4 (рис. 1).



Рисунок 1 – Ferrari 330 P4 [35]

Референси зображень були розташовані за допомогою відповідного сервісу Pureref [36].



Рисунок 2 – Референси автомобіля Ferrari 330 P4 [36].

Для такого роду проєктів моделювання є складнішою частиною процесу, оскільки вам доводиться створювати складний об'єкт з нуля. Найчастіше у вас немає офіційної САПР бренду, з якою ви могли б працювати, тому вам доводиться використовувати креслення та свої очі. Але якщо у Вас є креслення реального автомобіля, то задача зі створення 3D моделі може спроститись у кілька разів.

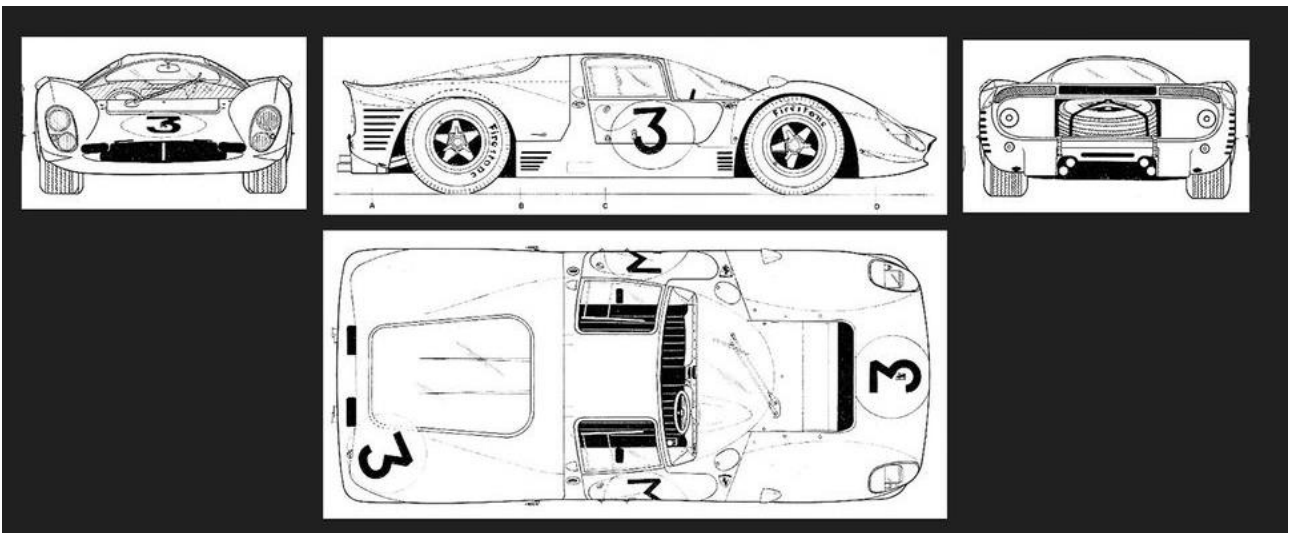


Рисунок 3 – Скетчі для створення креслень 3D моделі автомобіля Ferrari 330 P4 [35].

3D модель автомобіля була створена в графічному редакторі Autodesk Maya, де також була побудована сітка (рис. 4).

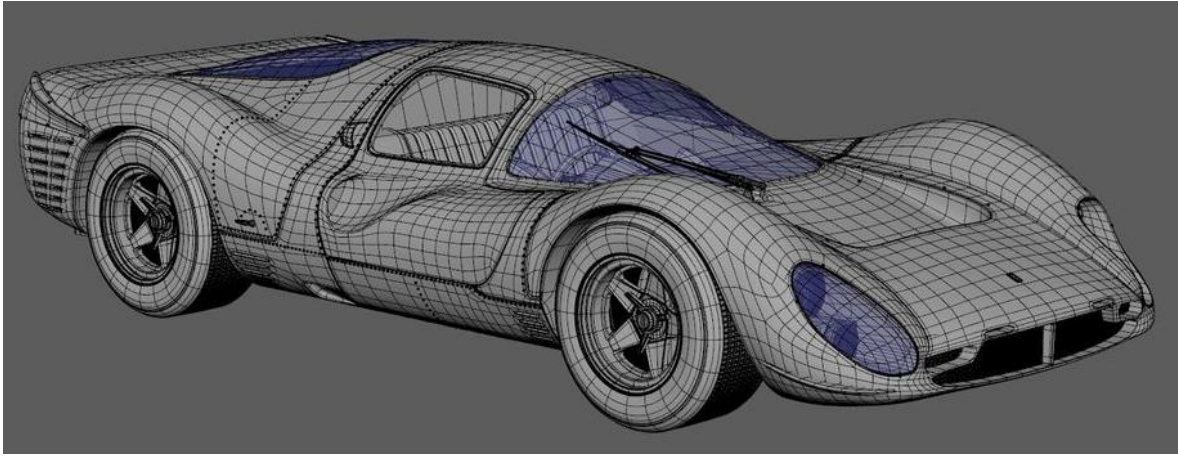


Рисунок 4 – 3D модель автомобіля Ferrari 330 P4 разом з сіткою [35]

Для створення текстур використано пакет (додаток від компанії Adobe) Substance Painter (рис. 5) [37]. За допомогою якого можна малювати тривимірні текстури моделі в реальному часі.



Рисунок 5 – Текстурування 3D моделі автомобіля Ferrari 330 P4 в пакеті Substance Painter

Для забезпечення гарного запікання колеса автомобіля були відокремлені від кузова (рис. 6).



Рисунок 6 – Відокремлення коліс від кузова [35]

Дбаючи про оптимізацію, модель автомобіля була розділена на 5 матеріалів (рис. 7) і використовувані 4К карти. Слідуючи налаштуванням Unreal Engine вони мають наступні види: Albedo, Normal Map та Map with AO, Roughness та Metalness.



Рисунок 7 – Приклади розділення матеріалів моделі автомобіля [35]

В програмі Photoshop на зображенні були додані цифри [38].

Перед рендерингом в Unreal Engine 5, були створені площини з великою кількістю поділів у Blender [39], щоб мати можливість створити ефект деформованої дороги на основі карти висот Quixel [40]. Також оточення навколо автомобіля мало нагадувати тенісні корти в Монако.

Для того, щоб світло було рухливим в базовій сцені Unreal Engine необхідно налаштування інтенсивності та кольору (рис. 8).

Потім був доданий плагін HDRI Backdrop (рис. 9), який дозволяє розмістити модель (наприклад, автомобіль) на задній план. Subemap, Intensity та Use Camera Projection – дуже важливі функції, що виставляються з самого початку. Якщо вимкнути останню, це може створити ефект (рис. 9). Що стосується Subemap, ви можете змінити її, обравши іншу, наприклад, HDRI Haven (рис. 10).

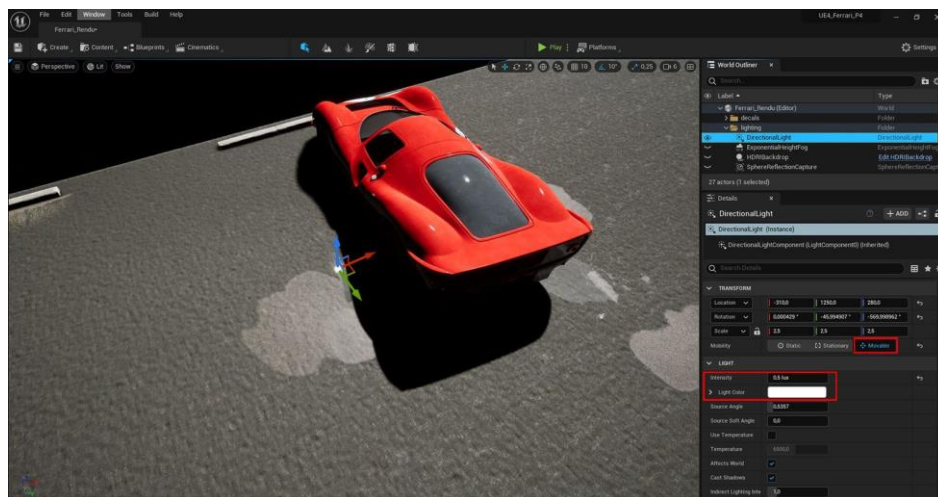


Рисунок 8 – Приклад налаштування світла в Unreal Engine 5 [35]



Рисунок 9 – Приклад застосування HDRI Backdrop в Unreal Engine 5 [35]



Рисунок 10 – Приклад застосування Submap, або DRI Haven (Use Camera Projection enabled / Use Camera Projection - Використовувати проєкцію з камери ввімкнено / Використовувати проєкцію з камери) [35]

В статті [35] наведено інші налаштування, що були зроблені в програмі Unreal Engine 5 для отримання кінцевих зображень (рис. 11, 12).

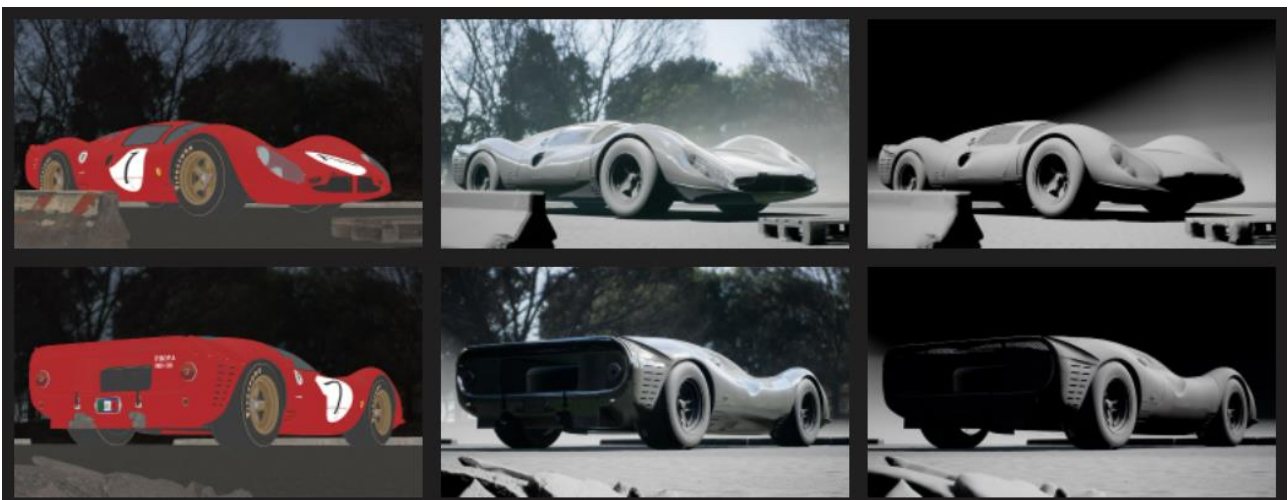


Рисунок 11 - Приклади проведення налаштувань в програмі Unreal Engine 5 [35]



Рисунок 12 – Один з кінцевих варіантів зображення автомобіля Ferrari 330 P4 в ігровому двигуні Unreal Engine 5 [35]

На рис. 13, 14 наведена техніка створення лобового скла (але технологія наведена для Unreal Engine 4). Ця техніка починається зі способу моделювання лобового скла. Лобове скло повинне складатися з чотирьох незалежних сіток або груп сіток. Кожна з цих чотирьох сіток має бути одностороння. Ця техніка реалізована для зображення автомобіля, що наведено на рис. 19 [34].

На рис. 13 у наступній схемі представлено розташування сіток.

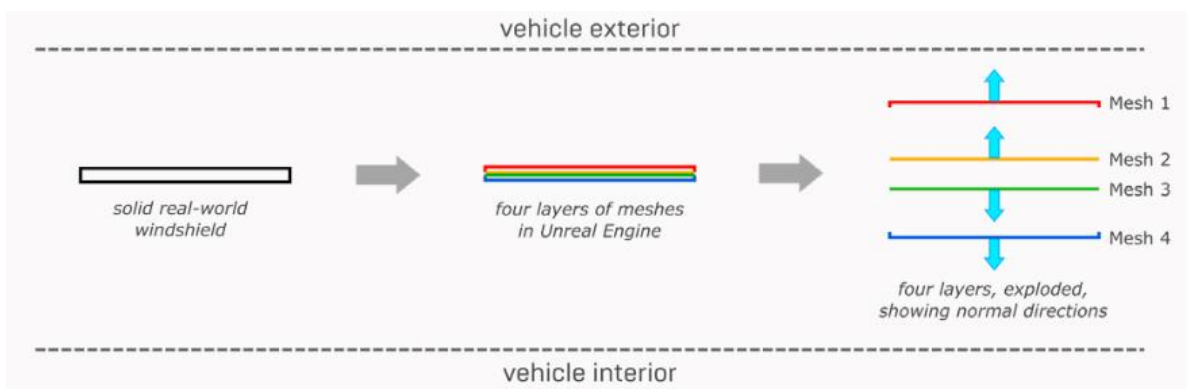


Рисунок 13 – Послідовність шарів [41]

Є два зовнішні шари лобового скла, Mesh 1 і Mesh 2, нормалі яких спрямовані назовні автомобіля. Вони представлені червоною та жовтою лініями.

Є два внутрішні шари, Mesh 3 і Mesh 4, нормалі яких спрямовані всередину автомобіля. Вони представлені зеленою та синьою лініями.

Цей детальний вигляд показує, як ці чотири сітки розташовані відносно один одного в тривимірному просторі (рис. 14).



Рисунок – 14. Упорядкування сітки у тривимірному просторі [41]

Сітка 1, зовнішній шар, що показує, утворює зовнішню оболонку вітрового скла. Він забезпечує відбивання, яке ви бачите зовні автомобіля. Її нормалі спрямовані назовні від автомобіля (рис. 15).

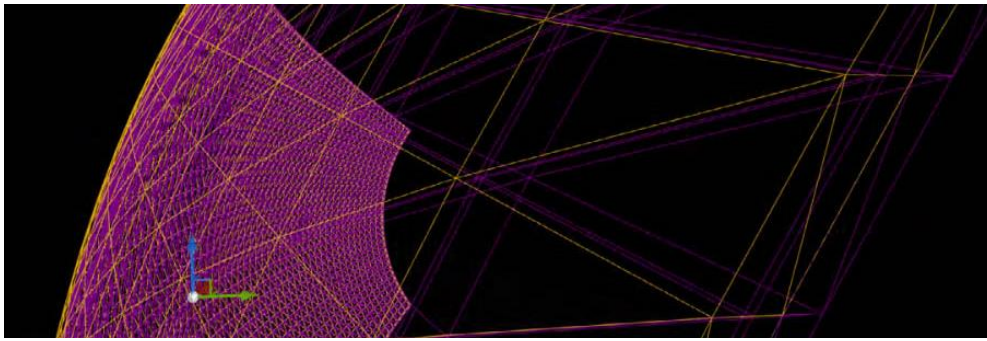


Рисунок 15 – Сітка 1 виділена помаранчевим кольором [41]

На наступному зображенні (рис. 16) показані Static Mesh Actors для цих чотирьох сіток у World Outliner в Unreal Editor.

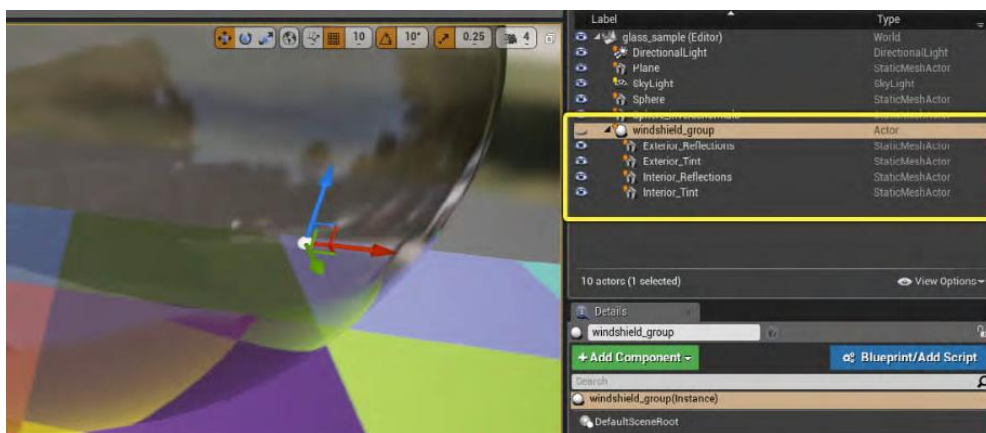


Рисунок 16 – Static Mesh Actors для цих чотирьох сіток у World Outliner у Unreal Editor [41]

На рис. 17 показані, всі чотири шари у в'юпорті редактора Unreal Editor, в режимах wireframe і lit.

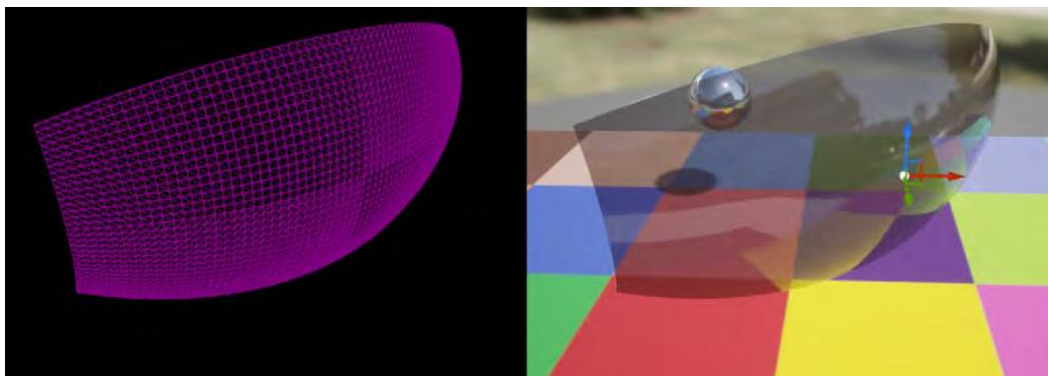


Рисунок 17 – Всі чотири шари, що показані у в'юпорті редактора Unreal Editor, в режимах wireframe і lit [41]

В графі матеріали встановлюють його як дзеркальний хром, але також прив'язують його непрозорість до кута огляду камери за допомогою вузла Френеля.

Для отримання результату проводять наступні дії:

1. Базовий колір роблять білим.
2. Встановлюють значення входів Metallic та Specular на 1,0.

3. Встановлюють для параметра Шорсткість значення 0,0.

4. Переконаються, що ідеально металева поверхня виглядає як гладкий хром.

Підключають Френель вузол до входу Opacity вихідного вузла матеріалу. Завдяки цьому чіткі відображення з'являються лише там, де кривизна скла змушує бачити його під досить гострим кутом, для того щоб функція Френеля почала впливати на непрозорість. Скрізь, де кут огляду близький до нормалі сітки, скло залишається прозорим.

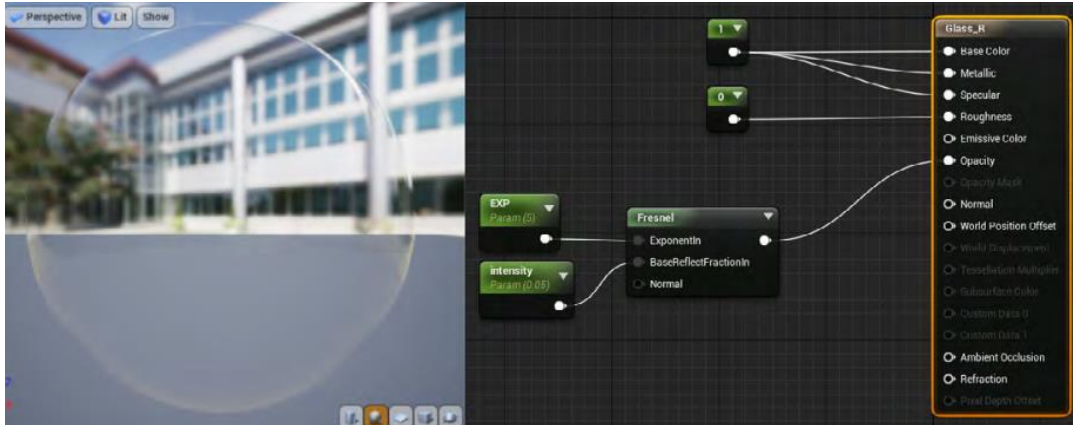


Рисунок 18 – Граф матеріалів. [41]

Ще декілька цікавих прикладів реалізації робіт з застосуванням технології Unreal Engine можна передивитись за посиланнями [42, 43].



Рисунок 19 – Результат після рендеринга для технології, що описана в ресурсі [41]

Наведено приклад послідовного отримання зображення автомобіля Ferrari 330 P4 при використанні низки комп'ютерних програм та пакетів, а також ігрового рушія Unreal Engine 5, а також один з варіантів технології (скорочено) створення скла в ігровому рушії Unreal Engine 4.

#### Список використаних джерел

1. Колесников В.А. Использование ресурсов Internet и программ компас 3D и Компас – График при изложении курса дисциплин «Инженерная и компьютерная графика» // Збірник праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля вид-во СХУ ім. В.Даля, 2007. – С.163-165.
2. Колесников В.А., Харий И.С, Макухин А.Г., Девяткин Ю.С., Бова А.Р., Малков И.В. Изложение курсов дисциплин «инженерная и компьютерная графика» с применением



ресурсов internet и программ компас 3D и Компас – График // Прогресивні технології в науці, освіті та економіці. Збірник студентських наукових робіт. – Луганськ: ИТС, 2008. – 35 –38 с.

3. Колесников В.А. Развитие новых компьютерных технологий в Германии // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2008. – № 6(124). Частина 2. – С.170-175.

4. Колесников В.А., Девяткин Ю.С., Косогова Я.А. Перспективы развития виртуальной инженерии в нашем регионе // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 12-13 травня 2009 р”. – Краснодар, 2009 – С. 10 – 12.

5. Колесников В.А., Верительник Е.А., Манченко М.В., Колесникова Е.Б. Перспективы использования новых пакетов компьютерных программ при изложении курсов инженерных дисциплин // XV Науково-практична конференція «Університет і регіон: Проблеми сучасної освіти». 11-12 листопада 2009 року // 36. Наук. Праць СНУ. - Частина II. - Луганськ. - 2009. – С. 259 - 261.

6. Колесников В.А., Верительник Е.А., Калинин А.В., Пестров С.И. Новый научный софт для изложения инженерных дисциплин // Збірник наукових праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (на підставі матеріалів XVI Науково-практичної конференції “Університет і регіон: проблеми сучасної освіти” 27-28 жовтня 2010 року).- Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010.– С. 256 -258.

7. Колесников В.А. Студенческая наука – трамплин в будущее // Збірник наукових праць за матеріалами студентської конференції "Промисловість, економіка, екологія та соціологія південно – східного регіону Луганської області" м. Краснодар. 19.05.2010. - С. 18 – 23.

8. Верительник Е.А., Колесников В.А., Колесникова Е.Б. Новые компьютерные программы для расчета прочностных свойств материалов и конструкций. ЧАСТЬ 1. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2010. – № 9(151). – Частина 2. – с.11 - 15.

9. Тупельняк О. Л., Колесников В.А., Савченко Е. А., Курьлєв В. О. Краткий обзор возможностей компьютерного атомно-кристаллического моделирования материалов // Тези доповідей. Міжнародна науково-практична конференція "Комп'ютерні науки для інформаційного суспільства", 22-23 грудня 2010 року, м. Луганськ. – С. 78. – 80.

10. Аптекарь М.Д., Колесников В.А., Кузнецов В.В. Краткий обзор новых достижений в области вычислительной химии и материаловедения, как инструмента экологической безопасности // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 2 (173) 2012 – с. 279 – 284.

11. В.А. Колесников, А.И. Балицкий, О.А. Погорелов, В.В. Кузнецов, А.В. Калинин Краткий обзор новых достижений в области вычислительного материаловедения // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 9 (180) Ч.2. 2012. - С. 58 – 63.

12. Аптекарь М.Д, Колесніков В.О., Кузнецов В.В. Аналіз нових досягнень в області обчислювальної хімії і матеріалознавства, як інструменту екологічної безпеки // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. С. 40 - 42.

13. Панков А. А., Щеглов А.В., Колесников В.А. Применение новых информационных технологий в земледелии // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 9 (180) Ч.2. 2012. С. 117 – 120.

14. Колесніков В.О., Куриной Е.В., Дрьомов А.О. Аналіз нових досягнень в області обчислювального матеріалознавства, як інструменту екологічної безпеки // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 27 -32.

15. Панайотов К.К., Колесников В.А., Подинский Е.С. Алгоритм имитационного моделирования управления обслуживанием технологического маршрута // Матеріали V

Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. С. 32 -35.

16. Матвеев Б.В., Колесников В.А. Инновации в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодон. С. 369 - 371.

17. Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні стан і тенденції розвитку автомобільного транспорту // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодон. 2014 р. 92 - 100 с.

18. Колесніков В.О., Нестеров А.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей обчислювального матеріалознавства та ІТ технологій для розробки автомобільних деталей // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 6-12.

19. Колесніков В.А., Сыроваткин С.В., Колесникова Е.Б. Использование технологий виртуальной реальности для подготовки специалистов в области автомобильного транспорта // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., Вінниця. - С. 18-22.

20. Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні стан і тенденції розвитку автомобільного транспорту // Нові матеріали і перспективні технології, охорона праці і професійна освіта Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю 4 квітня 2014 року, м. Луганськ. – 77 - 79 с.

21. Колесніков В.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей нових технологій та прикладного матеріалознавства для впровадження автомобільних матеріалів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 49-57.

22. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С.105 -112.

23. Савінова В. В., Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору в автомобільній індустрії // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 113 -120.

24. Савінова В. В., Стадник О. І., Колесніков В. О. Розвиток і впровадження нанотехнологій в автомобілях // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 121 -124.

25. Колесніков В. О., Павлова Ю. В. Нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 95 - 99.

26. Колесніков Валерій, Колеснікова Єлизавета. Перспективи застосування технологій віртуальної та доповненої реальності при викладанні дисциплін пов'язаних з транспортною галуззю. «Сучасна наука та освіта». Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 р. С. 37 – 39. ISBN 978-617-95067-7-2.

27. Колеснікова Єлизавета. Сучасні тенденції при викладанні нових дисциплін // Сучасна наука та освіта: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 року). Старобільськ: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2021. С. 39 – 41. ISBN 978-617-95067-7-2.

28. Бурдун В. В., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Деякі приклади застосування інформаційних технологій в автомобільній галузі та освіті // Матеріали IX-ої міжнародної науково-технічної інтернет- конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного

транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2021. С.30 - 34. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).

29. Колесніков В. О. Деякі приклади застосування комп'ютерних програм для дизайну та рестайлінгу автомобілів. Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту. IX-а Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф. Матеріали. 14-15 квітня 2021 р., м. Вінниця, 2021. С. 127 – 130. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).

30. Колеснікова Є. Б. Сучасні тенденції при викладанні дисциплін пов'язаних з автомобільним транспортом. перспективи застосування технологій віртуальної і доповненої реальності // Мат. IX-ої міжн. наук-техн. інтернет- конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 135 – 138. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).

31. Unreal Engine. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/>.

32. Unreal Engine. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Unreal\\_Engine](https://uk.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine).

33. Ігровий рушій. Unreal Engine. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Unreal\\_Engine](https://uk.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine).

34. By Min Jie Wu. Create photoreal car windows in Unreal Engine. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/tech-blog/create-photoreal-car-windows-in-unreal-engine>.

35. Romain Maistre-Bazin. Realistic Vehicle Modeling and Texturing Using Unreal Engine 5. URL: <https://discover.therookies.co/2021/09/14/realistic-vehicle-modeling-texturing-unreal-engine-5titled>.

36. Он-лайн сервіс для розміщення референсів. URL: <https://www.pureref.com>.

37. Substance Painter. URL: <https://www.substance3d.com>.

38. Adobe Photoshop. URL: <https://www.adobe.com/ua/products/photoshop.html>.

39. Introducing Blender 3.1. URL: <https://www.blender.org>.

40. Introducing: megascans trees. URL: <https://quixel.com>.

41. Unreal Engine 4. Realistic, high-quality windows. URL: <https://cdn2.unrealengine.com/Unreal+Engine%2Fblog%2Fcreate-photoreal-car-windows-in-unreal-engine%2FRealistic%2C-high-quality-windows-in-Unreal-Engine-V2.1-555149d5a4381bec41d846d911b8499f4ce5e1e9.pdf>.

42. Unreal Engine 5 Beginner Tutorial: Creating a Cinematic Car Shot | Free Asset. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=jjyl4phsvBY>.

43. Damian Bilinski. Nissan GTR - Unreal Engine 4 RTX ON 32K px. URL: <https://www.behance.net/gallery/98263013/Nissan-GTR-Unreal-Engine-4-RTX-ON-32K>.

**Гагаркін Ярослав Олегович** – студент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

**Колесніков Валерій Олександрович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», Науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, e-mail: [kolesnikov197612@gmail.com](mailto:kolesnikov197612@gmail.com)

**Gagarkin Yaroslav** - student of the Department of Production Technologies and Vocational Education of Taras Shevchenko Luhansk National University

**Kolesnikov Valeriy** - Ph.D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University, Research Fellow, Department of Strength of Materials and Structures in Hydrogen-Containing Environments, Taras Shevchenko Institute of Physics and Mechanics. G.V. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: [kolesnikov197612@gmail.com](mailto:kolesnikov197612@gmail.com)

**Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
Луцький національний технічний університет  
Технічний університет Дрездена, Дрезден, Німеччина  
Університет Вітовта Великого, Каунас, Литва  
Департамент енергетики, транспорту та зв'язку Вінницької міської ради**

**МАТЕРІАЛИ**

**X-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ  
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**“ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ  
АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ”**

**14-15 квітня 2022**

**MATERIALS**

**OF X-th INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL  
INTERNET-CONFERENCE**

**«PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT  
AUTOMOBILE TRANSPORT»**

**April 14-15, 2022**

**ВНТУ, Вінниця, 2022**

УДК 629.3

М34

*Відповідальні за випуск* **С. В. Цимбал, В. А. Кашканов**

*Рецензенти:* **Поляков А. П.**, доктор технічних наук, професор

**Макаров В. А.**, доктор технічних наук, професор

М34 **Матеріали** Х-ої міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2022 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2022. – (PDF 331 с.)

ISBN 978-966-641-910-4 (PDF)

Збірник містить Матеріали Х-ої міжнародної науково-технічної інтернет-конференції за такими основними напрямками: проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів; сучасні технології на автомобільному транспорті; транспортні технології, логістика, організація і безпека руху; сучасні технології організації та управління на транспорті; системотехніка і діагностика транспортних машин; стратегії, зміст та нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту.

**УДК 629.3**

Роботи публікуються в авторській редакції.

Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.

**ISBN 978-966-641-910-4 (PDF)**

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2022

## ЗМІСТ (CONTENTS)

<u><i>Аль-Амморі А. Н., Іщенко Р. М., Дехтяр М. М.</i> Баланс потужності двигуна електромобіля під час рівномірного руху .....</u>	6
<u><i>Бахмут М. І. Колесніков В. О.</i> Приклади впровадження деяких нових технологій в автомобілебудуванні .....</u>	10
<u><i>Біліченко В. В., Антонюк О. П.</i> Управління процесом забезпечення запасними частинами вантажних автотранспортних засобів .....</u>	14
<u><i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Аданніков С. С.</i> Аналіз доцільності та механізмів передачі державних транспортних підприємств у приватну власність .....</u>	18
<u><i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Свершюк А. В.</i> Логістичний підхід управління процесами міської пасажирської транспортної системи .....</u>	21
<u><i>Борисюк Д. В., Заїчко В. О.</i> Класифікація методів діагностування автомобільних генераторів .....</u>	27
<u><i>Бруннер Х., Ліерс Х.; Макаров В. А., Смирнов Є. В., Макарова Т. В.</i> До питання наукового дослідження та практичного зниження аварійності на автодорогах Німеччини .....</u>	30
<u><i>Войтків С. В.</i> Аналіз напрямку створення міських електробусів різних типорозмірів на основі застосування керованих і тягових мостів компанії BRIST Axle Srl .....</u>	34
<u><i>Войтків С. В.</i> Визначення параметрів мас міських електробусів середнього класу на етапі ескізного проектування .....</u>	40
<u><i>Войтків С. В.</i> Перспективи виробництва та застосування міських електробусів класу МКЛ-1 в Україні .....</u>	46
<u><i>Волков В. П., Грицук І. В., Кужель В. П., Волкова Т. В., Плехова Г. А.</i> Сучасні підходи організації технічної експлуатації транспортних засобів .....</u>	56
<u><i>Войчишин Ю. І.</i> Розрахунок теплопровідності стінки кузова автобуса в програмному середовищі SimulationX .....</u>	61
<u><i>Газаркін Я. О., Колесніков В. О.</i> Приклади застосування ігрового рушія Unreal Engine для створення зображень автомобілів .....</u>	64
<u><i>Галушак О. О., Галушак Д. О.</i> Оцінка необхідності зміни кута випередження впорскування палива при використанні суміші палив .....</u>	75
<u><i>Голуб Д. В., Аулін В. В., Замуренко А. С.</i> Аналіз впливу резервування з ковзаючим резервом на надійність транспортної системи .....</u>	78
<u><i>Грицук І. В., Вербовський В. С., Худяков І. В., Вербовський О. В., Черненко В. В.</i> Інформаційна модель моніторингу і прогнозування параметрів технічного стану дизельної електростанції .....</u>	81
<u><i>Грицук І. В., Погорлецький Д. С., Симоненко Р. В., Білай А. В.</i> Покращення показників паливної економічності та зниження викидів шкідливих речовин в оточуюче середовище транспортних засобів при використанні системи теплової підготовки .....</u>	88
<u><i>Захарчук В. І., Захарчук О. В.</i> Покращення екологічних показників транспортного засобу застосуванням біопалива .....</u>	95
<u><i>Кашканов А. А., Пальчевський О. В.</i> Обґрунтування потреби міст України у реорганізації транспортних мереж .....</u>	100
<u><i>Кашканов В. А., Осмірко С. О.</i> Дослідження руху транспортного потоку на вулично-дорожній мережі міста .....</u>	103
<u><i>Кищун В. А.</i> Державна політика у сфері підвищення рівня безпеки дорожнього руху .....</u>	107
<u><i>Ковбасенко С. В.</i> Аналіз можливостей підвищення екологічної безпеки транспортних засобів з дизелями застосуванням альтернативних палив .....</u>	114

<a href="#"><u>Колесніков В. О. Деякі матеріалознавчі аспекти при механічній обробці сталей і сплавів для транспортної та енергомашинобудівних галузей. Частина 4. Застосування комп'ютерного моделювання .....</u></a>	121
<a href="#"><u>Колесніков В. О. Роль зеленого водню для транспортної галузі .....</u></a>	127
<a href="#"><u>Колесніков В. О., Васецька Л. О., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 2. Застосування програмного комплексу ABAQUS .....</u></a>	132
<a href="#"><u>Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Бикадорова Н. О., Колеснікова Є. Б. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 1. Змащувальні матеріали .....</u></a>	139
<a href="#"><u>Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Колеснікова Є. Б. Діагностика та контроль продуктів зношування в транспортній галузі та енергомашинобудуванні для забезпечення надійної експлуатації механізмів .....</u></a>	147
<a href="#"><u>Колеснікова Є. Б., Колесніков В. О. Розгляд дизайнерських напрямків в автомобілебудуванні. Сучасні автомобілі в класичному стилі .....</u></a>	150
<a href="#"><u>Колодницька Р. В., Шумляківський В. П. Перспективи зеленого водню для автомобільного транспорту з паливними комітками в Україні .....</u></a>	156
<a href="#"><u>Король А. О., Нічик С. Ю., Маслійов С. В. Застосування зварювальних робіт для ремонту деталей автомобілів .....</u></a>	162
<a href="#"><u>Костьян Н. Л., Матейчик В. П., Смешек М. Оцінювання енерговитрат громадського транспорту із врахуванням потужності пасажиропотоку .....</u></a>	168
<a href="#"><u>Котенко В. І. Обґрунтування доцільності застосування штучних нейронних мереж для моделювання транспортного процесу постачання сільськогосподарської продукції .....</u></a>	172
<a href="#"><u>Крайник Л. В., Кіхтан А. В. Гібридний привід автомобіля для бездоріжжя .....</u></a>	175
<a href="#"><u>Крайник Л. В., Худавердян Г. А. Концепція та формування вітчизняного універсального автомобіля типу Автотрак/Унімог для фермерських та комунальних господарств .....</u></a>	178
<a href="#"><u>Красноштан О. М. До питання створення транспортних систем високої та надвисокої продуктивності .....</u></a>	181
<a href="#"><u>Кривошапов С. І., Серебряков В. О., Бражник В. О. Розрахунок викидів шкідливих речовин у газобалонному легковому автомобілі на прикладі ВАЗ-1118 .....</u></a>	185
<a href="#"><u>Кужель В. П., Буда А. Г., Гладій В. А. Класифікаційні характеристики сучасних легкових автомобілів .....</u></a>	188
<a href="#"><u>Кукурудзяк Ю. Ю. Визначення умов експлуатації міських пасажирських автобусів на основі інтелектуальних методів обробки інформації .....</u></a>	192
<a href="#"><u>Ланець О. В., Манзьяк М. О. Методологія синтезу кінематики незалежної двоважільної довгоходової підвіски повнопривідних автомобілів .....</u></a>	195
<a href="#"><u>Лебідь І. Г., Ткаченко В. А., Недельський К. О. Технологія перевезення живих тварин .....</u></a>	198
<a href="#"><u>Лужанська Н. О., Жуган Д. П. Аналіз процесу виконання митних формальностей на водному транспорті .....</u></a>	202
<a href="#"><u>Лук'янченко О. Ю., Тихий В. Г. Комплексна оцінка ефективності експлуатації автомобілів .....</u></a>	206
<a href="#"><u>Макаров В. А., Макарова Т. В. До питання організації ефективних автомобільних перевезень вантажів .....</u></a>	210
<a href="#"><u>Мармут І. А. Удосконалення конструкції інерційного роликового стенду ПДС-Л .....</u></a>	212
<a href="#"><u>Морозов Ю. В. Приклад використання лінійних рівнянь нормалізованої регресії .....</u></a>	217
<a href="#"><u>Музильов Д. О., Шраменко Н. Ю., Карнаух М. В. NFT технологія в логістиці – перспективність впровадження .....</u></a>	222
<a href="#"><u>Олішевська В. Є., Олішевський Г. С. Концепція розвитку електромобілів та супутньої інфраструктури в Україні .....</u></a>	225

<u><a href="#">Павленко В. М., Кужель В. П.</a> Визначення розподілу опору повітря, що впливає на аеродинаміку автомобіля NISSAN 350Z .....</u>	229
<u><a href="#">Петровська О. М., Порфіренко В. І.</a> Екологічна завантаженість мегаполісів та шляхи її зменшення .....</u>	233
<u><a href="#">Пікула М. В.</a> Підготовка майбутніх фахівців автомобільного транспорту до інноваційних виробничих технологій з використанням дуальної освіти .....</u>	236
<u><a href="#">Поляков А. П., Мельник Я. А.</a> Розробка рекомендацій щодо підтримки працездатного стану автомобіля .....</u>	239
<u><a href="#">Риб'янець С. Р., Бахмут М. І., Колесніков В. О.</a> Приклади застосування адитивних технологій в автомобілебудуванні .....</u>	247
<u><a href="#">Романюк С. О., Бабій С. М.</a> Розвиток системи технічної підтримки парків автотранспортних засобів організацій перевізників .....</u>	254
<u><a href="#">Рубан Д. П.</a> Експрес оцінка відповідності кузова автобуса вимогам пасивної безпеки в експлуатації .....</u>	256
<u><a href="#">Сакно О. П., Кандрашин Д. К., Чечельницький А. С.</a> Аналіз реалізації екосистемного рішення в управлінні транспортної системи .....</u>	259
<u><a href="#">Сахно В. П., Поляков В. М., Мурований І. С., Шарай С. М.</a> До визначення стійкості руху триланкових автопоїздів .....</u>	262
<u><a href="#">Сахно В. П., Попелиш Д. М.</a> До визначення поперечної стійкості автомобіля-цистерни .....</u>	265
<u><a href="#">Склярів М. В., Каішканов В. А.</a> Вплив вакуумних підсилювачів гідравлічного гальмового приводу на процес гальмування цивільних автомобілів та броньованих автомобілів Збройних Сил України і Національної гвардії України .....</u>	268
<u><a href="#">Смирнов Є. В., Огневий В. О.</a> Перспективи використання інформаційних систем управління автопарком від автовиробників на автотранспортних підприємствах .....</u>	275
<u><a href="#">Титаренко В. Є., Шумляківський В. П.</a> Аналіз і оцінка конкурентних переваг і недоліків впровадження безпілотного транспорту .....</u>	278
<u><a href="#">Федоскін В. О., Єрісов М. М., Федоскіна О. В.</a> Створення установки утилізації промислових відходів на базі серійного вантажного автомобіля .....</u>	280
<u><a href="#">Хітров І. О.</a> Визначення техніко-експлуатаційних показників роботи міських автобусів міста Дубно .....</u>	285
<u><a href="#">Хоботня Т. Г., Корнійчук І. С., Кривенко А. О.</a> Сучасні технології на автомобільному транспорті .....</u>	290
<u><a href="#">Хоботня Т. Г., Метлушко А. О.</a> Перспективи євроінтеграції логістичної системи України .....</u>	294
<u><a href="#">Хоботня Т. Г., Фурдецький Д. В.</a> Аналіз стану процесу впровадження автоматизованих систем виявлення дорожньо-транспортних пригод в Україні .....</u>	298
<u><a href="#">Ходос О. Г., Єрісов М. М., Лагошна О. О.</a> Гібридизація легкового автомобіля .....</u>	302
<u><a href="#">Хома В. В.</a> Роздільне регулювання тиску в шинах повнопривідних автомобілів .....</u>	304
<u><a href="#">Худяков І. В., Грицук І. В., Український Є. О., Володарець М. В., Рижова В. Ю.</a> Особливості дистанційної ідентифікації режимів роботи водія в системі моніторингу транспортних засобів .....</u>	307
<u><a href="#">Цимбал С. В., Цимбал О. В., Коваль Р. В.</a> Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту .....</u>	312
<u><a href="#">Чуйко С. П., Кравченко О. П.</a> Оптимізація соціальної ефективності міських автобусних перевезень .....</u>	315
<u><a href="#">Шарай С. М., Рой М. П., Тугай Д. С.</a> Імітаційне моделювання взаємопов'язаних процесів перевезення вантажів .....</u>	321
<u><a href="#">Шепеленко І. В., Красота М. В.</a> Сучасні технології реновації деталей автомобільного транспорту .....</u>	325
<u><a href="#">Шльончак І. А., Тараненко І. І., Фесенко В. О.</a> До питання проблеми паркування автомобілів у містах України .....</u>	329



*Електронне наукове видання  
комбінованого використання  
Можна використовувати в локальному та мережному режимах*

**Матеріали X-ої міжнародної  
науково-технічної інтернет-конференції  
«Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту»,  
14-15 квітня 2022 року**

Збірник наукових праць

Підписано до видання 13.05.2022 р.  
Гарнітура Times New Roman.  
Об'єм 14 Мб. Зам. № P2022-017

Видавець - Вінницький національний технічний університет,  
редакційно-видавничий відділ,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. +380 432 65-18-06.

**press.vntu.edu.ua**; *email*: [irvc.vntu@gmail.com](mailto:irvc.vntu@gmail.com)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 31.07.2012 р.

Гагаркін Я. О., Колесніков В. О. Приклади застосування ігрового рушія Unreal Engine для створення зображень автомобілів // Матеріали X-ої міжнародної науково-технічної інтернет - конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2022 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2022. ISBN 978-966-641-910-4. С. 64 – 74.

***Колесніков Валерій Олександрович*** – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів, <http://orcid.org/0000-0003-2010-3368>, e-mail: [kolesnikov197612@gmail.com](mailto:kolesnikov197612@gmail.com).

### **Колесников Валерий Александрович**

***Kolesnikov Valerii*** – PhD (Eng), Associate Professor of Department of Production Technology and Professional Education Luhansk Taras Shevchenko National University, the City of Starobilsk, Ukraine, researcher of the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments Karpenko Physico-Mechanical institute of the NAS of Ukraine <http://orcid.org/0000-0003-2010-3368>, e-mail: [kolesnikov197612@gmail.com](mailto:kolesnikov197612@gmail.com).

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8918120300>

<https://orcid.org/0000-0003-2010-3368>

<https://www.researchgate.net/profile/Valerii-Kolesnikov>