

Буда А.Г., Кужель В.П., Юров А.Р.  
Вінницький національний технічний університет

## ГРАФІЧНІ МОДЕЛІ КОНСТРУЮВАННЯ ФОРМ КУЗОВА АВТОМОБІЛЯ

Для створення моделі кузова автомобіля запропоновано метод отримання 3D зображення за допомогою ортогональних двовимірних проєкцій. В розробці розглядається основний із методів моделювання автомобілів – використання креслень та фотографій. Детально розглядається графічне моделювання автомобіля за чотирма основними виглядами: головний вигляд (вигляд спереду) та вигляди зверху, зліва, ззаду. Запропонована процедура ретопології та проаналізовані можливі варіанти змін графічної моделі.

**Ключові слова:** 3D модель, ретопологія, двовимірні проєкції, зображення, графічне моделювання

**Постановка проблеми.** Актуальною проблемою сьогодення є покращення якості автомобіля без значних витрат на його модифікацію, як фінансових, так і затрат часу. Змінювати технічне оснащення автомобіля – це складний, довготривалий процес [1], який часто вимагає звернень до спеціалізованих підприємств, СТО, майстерень, тощо. Тому автолюбителі часто надають перевагу лише косметичним змінам, а саме – покращенню аеродинамічних властивостей автомобіля.

Відомі два способи створення 3D зображення автомобіля: сканування [2] та моделювання [3]. На сьогоднішній день 3D сканування – найточніший метод отримання 3D зображення [2]. Потужних сканерів у нашій країні дуже мало, знайти їх важко. До того ж такі скановані моделі непридатні для їх подальшого використання, для внесення змін, тому потребують виконання процесу ретопології (рис. 1) – побудови моделі за поверхнею, отриманою за допомогою 3D сканера.

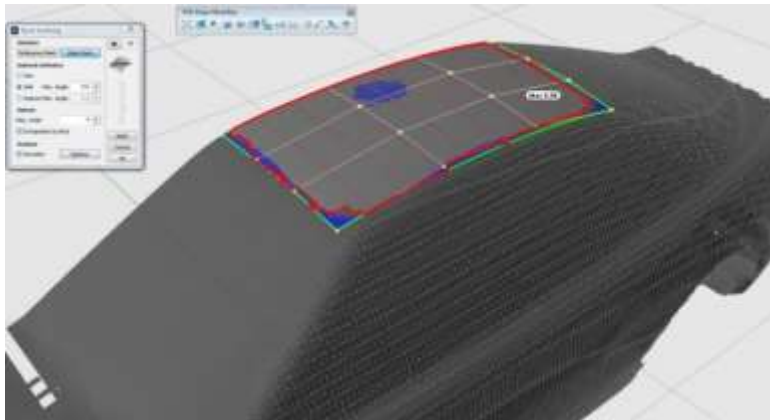


Рис. 1. Приклад виконання процесу ретопології

Для ретопології в деталях відображається той чи інший автомобіль. Все починається з пошуку ілюстративних матеріалів, тобто потрібні фотографії з багатьох ракурсів, креслення, інформація про габарити транспортного засобу. На їх підставі будується тривимірне креслення [4, 5]. Проблем у цього методу вдосталь. По-перше, не завжди наявні креслення потрібного автомобіля. Для сучасних автомобілів креслення зазвичай є комерційною таємницею. По-друге, досить часто наявні схеми та креслення бувають неякісні, а саме – проєкції можуть не співпадати між собою.

Перевага використання 3D зображення полягає у тому, що можна переглянути безліч варіантів змін за невеликий проміжок часу, при цьому відсутні ризики помилки та непотрібних витрат. Серед поширених програмних засобів найчастіше використовуються програмні продукти Autodesk 3ds Max.

**Мета роботи:** за допомогою CAD-програм, створити 3D зображення (графічну модель) автомобіля використовуючи підходи процесу ретопології.

**Результати досліджень.** Сучасні автовиробники спочатку проєктують модель у 3D зображенні, одразу у спеціальних програмах, визначають вплив форм кузова на аеродинамічні характеристики, навантаження, притисні сили, тощо. Наприклад, наявна документація (рис. 2) до автомобіля Volkswagen Golf Variant (2013), ці креслення можуть міститися у керівництві до експлуатації автомобілем, або у вільному доступі в мережі Інтернет. На рис. 2 показані двовимірні проєкції автомобіля Volkswagen Golf Variant (2013).

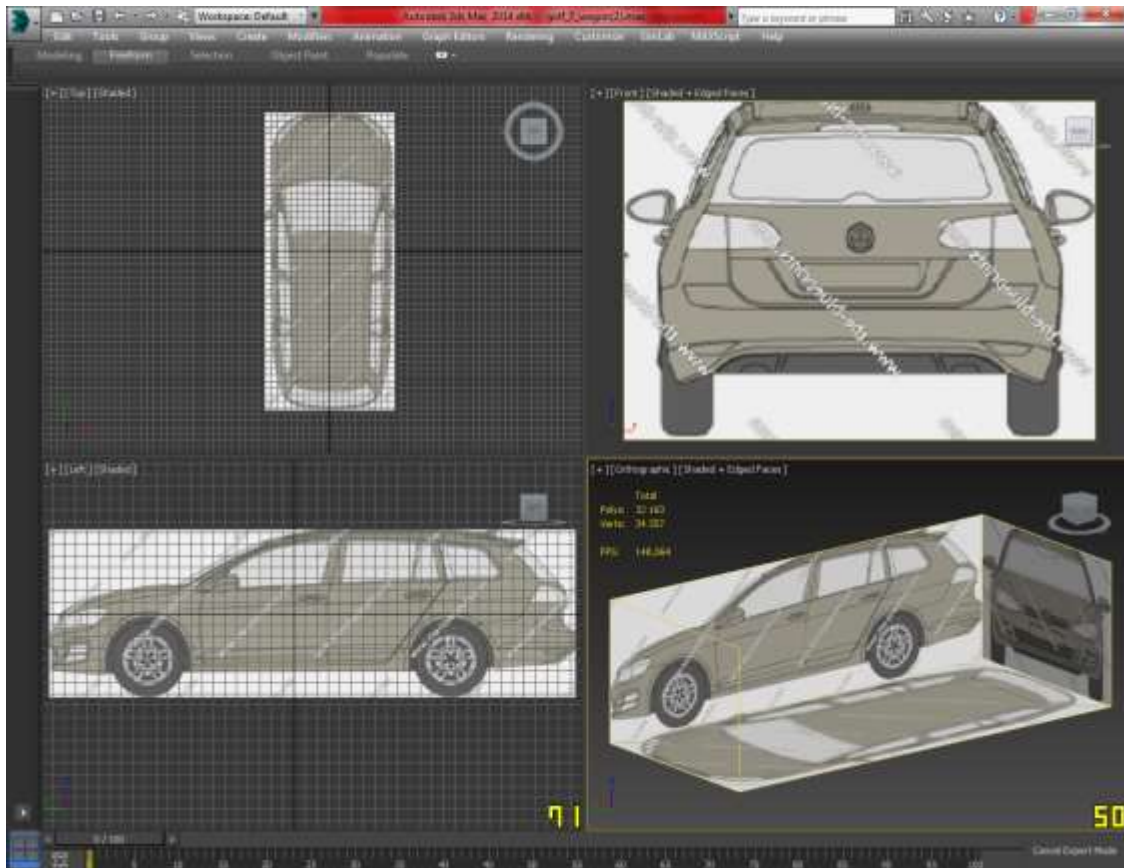


Рис. 2. Двовимірні проекції автомобіля Volkswagen Golf Variant (2013)

Після аналізу головних проекцій схеми (рис. 2) починається будова моделі з примітивів (площина, циліндр, «бокс», тощо). У кожного автора свій підхід до створення 3D моделі. В даному разі процес графічного моделювання тривимірної моделі починається з переднього крила автомобіля, а саме з колісної арки, яка задається у вигляді циліндра (рис. 3, а).

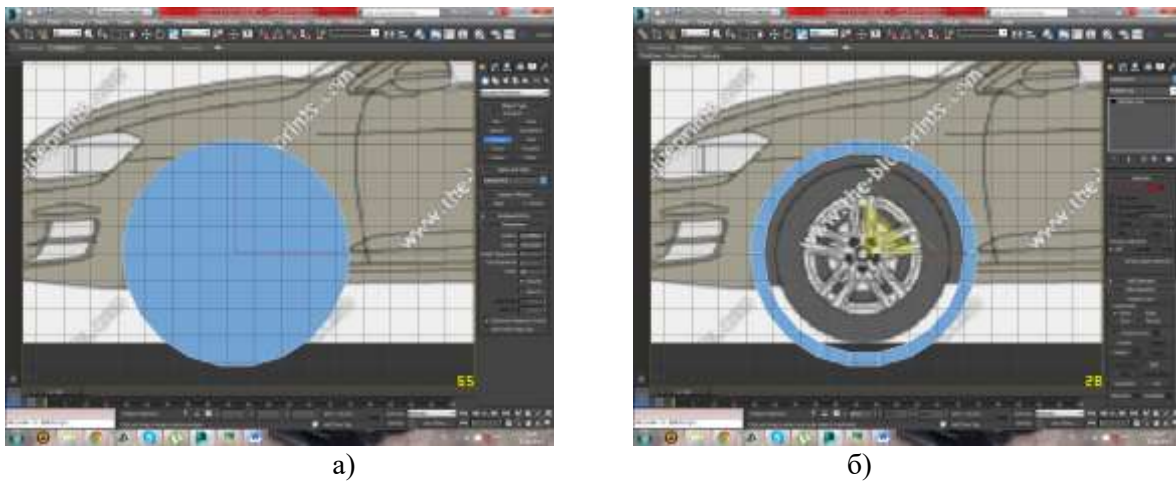


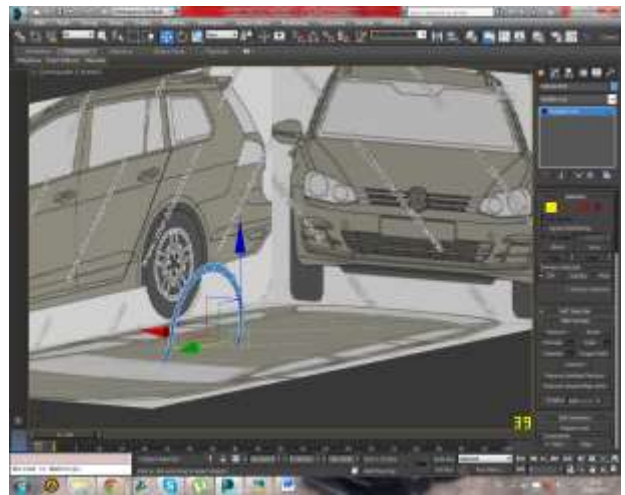
Рис. 3. Графічного моделювання переднього крила автомобіля

Далі із циліндра видаляється центр, за формою колісної арки підганяється його обід (рис. 3, б). Зайве видаляється, а необхідні розміри налаштовуються (рис. 4, а). Але циліндр плоский, тепер потрібно підняти його в об'ємі, тобто надати форми поверхні (рис. 4, б).

Далі після такої операції можна продовжувати будувати крило. З колісної арки видавлюються полігони (рис. 5, а), з яких будується крило (рис. 5, б). Полігони – це площини, що оточені точками, які об'єднані ребрами, і потім набувають плавні форми, тобто єдину поверхню. Їх можна бачити на попередніх фотографіях і схемах.



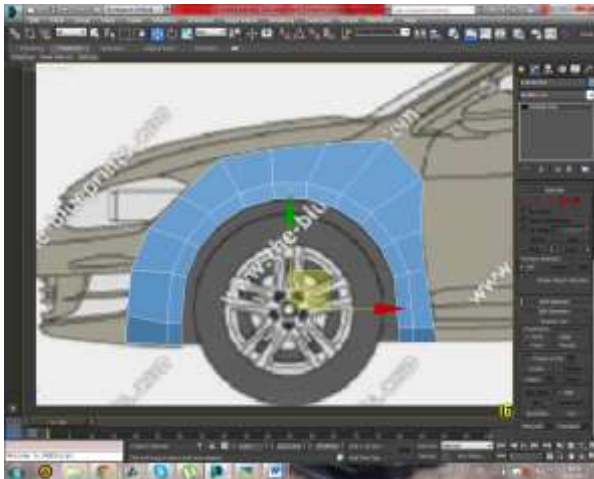
а)



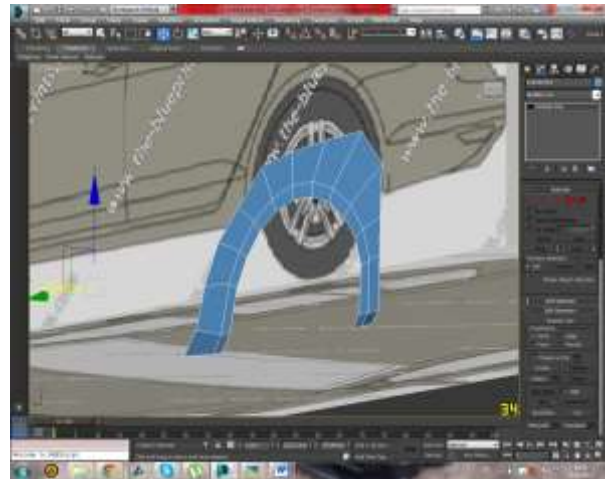
б)

Рис. 4. Надання форм поверхні колісної арки

Якщо крило виходить плоске, то його слід підганяти за виглядами спереду і зверху (рис. 6, а, б). Деякі вигини неможливо визначити за кресленнями, тому вивчаються фотографії (рис. 7) моделі, з яких видно, що на кресленні неможливо прочитати один вигин крила. Згладжування та надання плавних форм вигину крила (рис. 8, а, б) здійснюється за допомогою модифікатора «Smooth».



а)

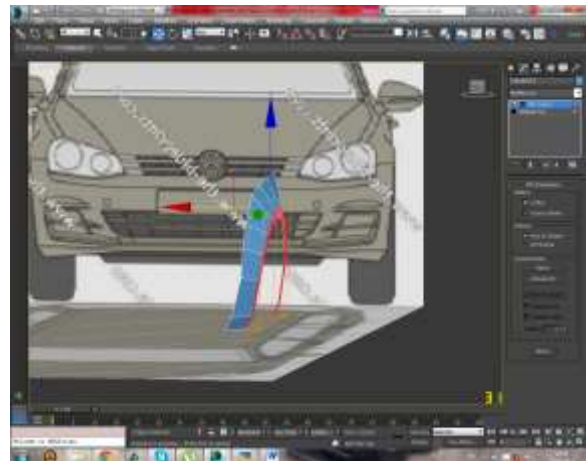


б)

Рис. 5. Процес побудови крила автомобіля



а)

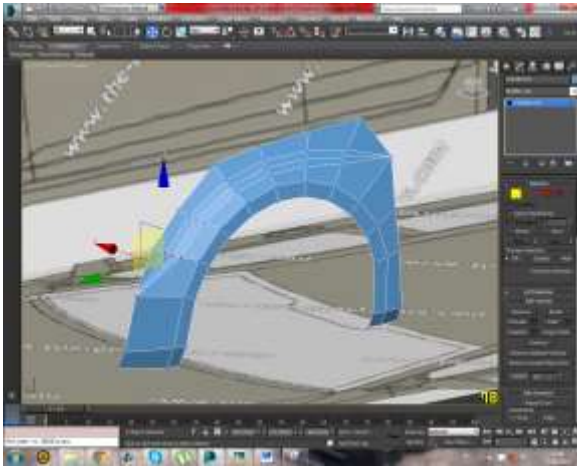


б)

Рис. 6. Моделювання об'ємної форми (моделі) крила



Рис. 7. Існуючий вигин крила



а)



б)

Рис. 8. Моделювання форми (моделі) крила

На підставі показаних процедур побудови окремих складових 3D моделі, здійснюється графічне моделювання всього кузова автомобіля. Узагальнена схема візуалізації кузова показана на рис. 10. Як результат, виконана 3D модель готового рендера (проекту) показана на рис. 9.



Рис. 9. Виконана графічна модель автомобіля моделі Volkswagen Golf Variant (2013)

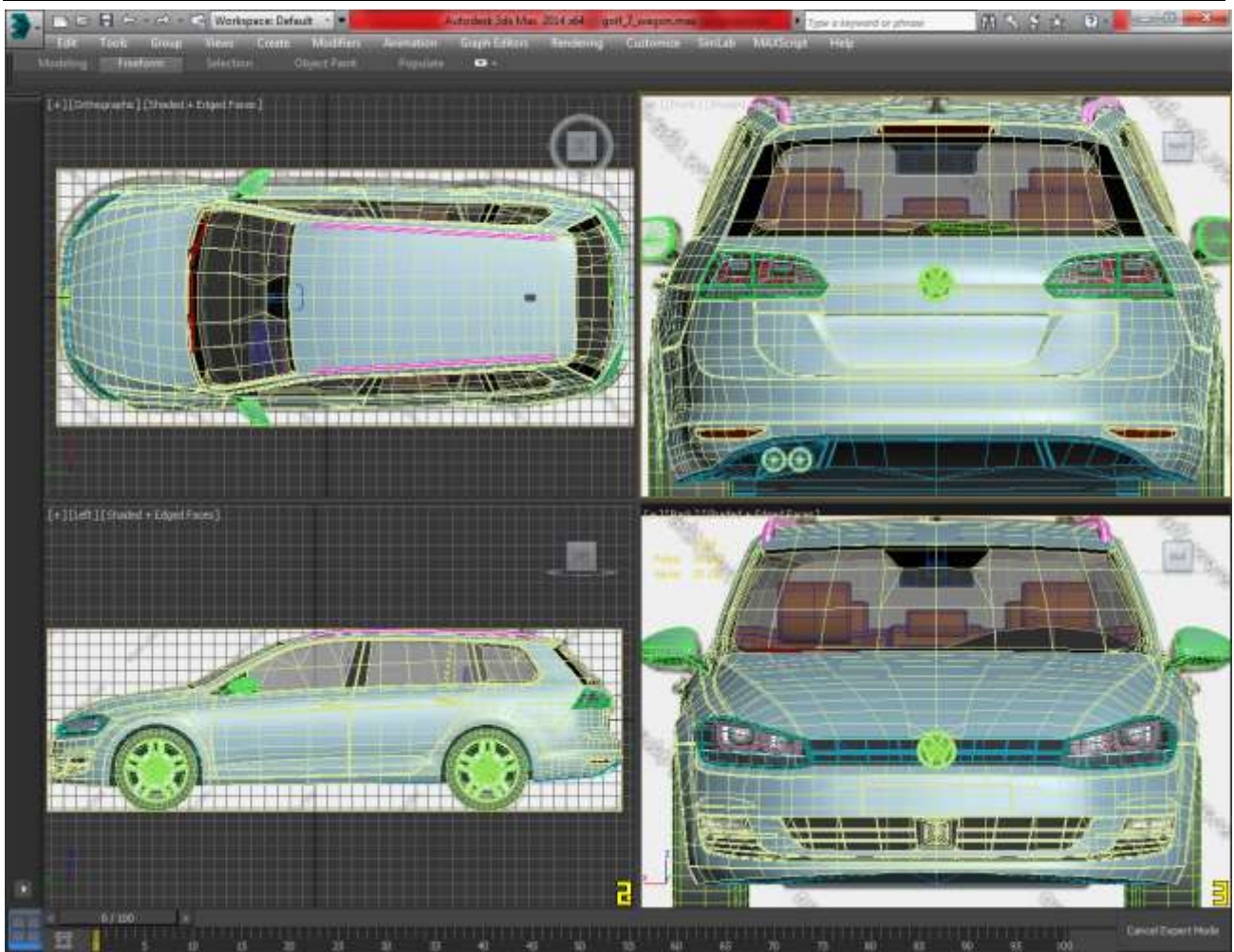


Рис. 10. Загальна схема візуалізації кузова автомобіля моделі Volkswagen Golf Variant (2013)

Вже у такому вигляді модель пред'являється замовнику. Можливо, він її використає для тонінгу, для певного проекту на зразок гри, або програми; не виключається і те, що дана розробка стане об'єктом для віртуальної модифікації графічної моделі, оцінки її переваг та недоліків.

**Висновки.** Сучасні технології 3D графіки здатні повною мірою наблизити модель об'єкту до його реального стану. 3D візуалізація дозволяє відчувати розміри простору, тонкощі дизайну, оцінити витонченість екстер'єрів та інтер'єрів. Вона розкриває споживачеві, і замовнику моделі абсолютно нові можливості – 3D візуалізацію об'єкту задовго до того, як він буде створений фізично.

Дослідження в даному напрямку дають змогу створювати та віртуально модифікувати графічні моделі кузовів автомобілів, що дозволяє виконувати детальний аналіз проектів і вчасно вносити необхідні корегування, заощадивши при цьому час, сили та кошти.

1. Кужель В.П. Теоретичні основи оптимізації функціонування автомобільних систем адаптивного освітлення / В.П. Кужель, А.А. Кашканов, В.А. Кашканов, Ю.Ю. Кукурудз'як // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Міжвузівський збірник. Випуск №1(3) 2015. – Луцьк. – 2015. – С. 103-110.
2. 3D Сканер [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/3D-сканер> (дата звернення 07.04.2016). – Назва з екрану.
3. Дж. Ли Трёхмерная графика и анимация / Дж. Ли, Б. Уэр. -М. : Вильямс, 2002, 2-е изд. – 640 с.
4. Юров А. Р. Візуалізація об'ємного рішення кузова легкового автомобіля / А. Р. Юров // Тези XLIV регіональної наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, співробітників та студентів університету з участю працівників наук.-досл. організацій та інж.-техн. працівників підприємств м. Вінниця та області (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2015. – Режим доступу: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2015/.pdf>)
5. Юров А. Р. Використання нових додатків CAD-системи для графічного моделювання кузова автомобіля / А. Р. Юров // Тези XLV регіональної наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, співробітників та студентів університету з участю працівників наук.-досл. організацій та інж.-техн. працівників підприємств м. Вінниця та області (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2016. – Режим доступу: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2016/.pdf>)

## REFERENCES

1. Kuzhel V.P. Teoretychni osnovy optymizatsii funktsionuvannya avtomobilnykh system adaptivnoho osvittlennia / V.P. Kuzhel, A.A. Kashkanov, V.A. Kashkanov, Yu.Iu. Kukurudziak // Suchasni tekhnologii v mashynobuduvanni ta transporti. Mizhvuzivskyi zbirnyk. Vypusk №1(3) 2015. –Lutsk. – 2015. – S. 103-110.
2. 3D Skaner [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: <https://ru.wikipedia.org/wiki/3D-skaner> (data zvernennia 07.04.2016). – Nazva z ekranu.
3. Dzh. Ly Trëkhmernaia hrafyka y anymatsyia / Dzh. Ly, B. Uer. -M. : Vyliams, 2002, 2-e yzd. – 640 s.
4. Iurov A. R. Vizualizatsiia ob'iemnoho rishennia kuzova lehkovoho avtomobilia / A. R. Yurov // Tezy XLIV rehionalnoi nauk.-tekh. konf. prof.-vykl. skladu, spivrobotnykiv ta studentiv universytetu z uchastiu pratsivnykiv nauk.-dosl. orhanizatsii ta inzh.-tekh. pratsivnykiv pidpriumstv m. Vinnytsi ta oblasti (Elektronne naukovе vydannia materialiv konferentsii, m. Vinnytsia, 2015. – Rezhym dostupu: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2015/.pdf>)
5. Iurov A. R. Vykorystannia novykh dodatkov CAD-systemy dlia hrafnichnoho modeliuvannya kuzova avtomobilia / A. R. Yurov // Tezy XLV rehionalnoi nauk.-tekh. konf. prof.-vykl. skladu, spivrobotnykiv ta studentiv universytetu z uchastiu pratsivnykiv nauk.-dosl. orhanizatsii ta inzh.-tekh. pratsivnykiv pidpriumstv m. Vinnytsi ta oblasti (Elektronne naukovе vydannia materialiv konferentsii, m. Vinnytsia, 2016. – Rezhym dostupu: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2016/.pdf>)

**Буда А.Г., Кузель В.П., Юров А.Р. Графические модели конструирования форм кузова автомобиля.**

Для создания модели кузова автомобиля предложен метод получения 3D изображения с помощью двумерных ортогональных проекций.

В разработке рассмотрен основной из методов моделирования автомобилей – использование чертежей и фотографий. Детально рассматривается графическое моделирование автомобиля по четырем основным видам: главный вид (вид спереди), виды сверху, слева, сзади. Предложена процедура ретопологии и проанализированы возможные варианты изменения графической модели.

**Ключевые слова:** 3D модель, ретопология, двумерные проекции, главные изображения, графическое моделирование.

**A. Buda, V. Kuzhel, A. Yurov. Graphic design of the car body model forms.**

To create the car body model proposed method of 3D images using two – dimensional orthogonal projections. In development is considered a basic modeling techniques vehicles – the use of drawings and photographs. Details considered graphic modeling of the car that based on the four main types: the main view (front view) and the views from the top, left, behind. The proposed procedure retopology and analyzed the possible changes in the graphical model.

**Keywords:** 3D model, retopology, two-dimensional projection image, graphic modeling.

**АВТОРИ:**

*БУДА Антоніна Героніївна*, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Комп'ютерного еколого-економічного моніторингу та інженерної графіки», Вінницький національний технічний університет, e-mail: [antbu@ukrnet.ua](mailto:antbu@ukrnet.ua)

*КУЖЕЛЬ Володимир Петрович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент», Вінницький національний технічний університет, e-mail: [kuzhel-2004@rambler.ru](mailto:kuzhel-2004@rambler.ru)

*ЮРОВ Андрій Русланович*, студент третього курсу, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [streetking12@yandex.ua](mailto:streetking12@yandex.ua)

**АВТОРЫ:**

*БУДА Антонина Героньевна*, кандидат технических наук, доцент кафедры «Компьютерного эколого-экономического мониторинга и инженерной графики», Винницкий национальный технический университет, e-mail: [antbu@ukrnet.ua](mailto:antbu@ukrnet.ua)

*КУЖЕЛЬ Владимир Петрович*, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили и транспортный менеджмент», Винницкий национальный технический университет, e-mail: [kuzhel-2004@rambler.ru](mailto:kuzhel-2004@rambler.ru)

*ЮРОВ Андрей Русланович*, студент третьего курса, Винницкий национальный технический университет, e-mail: [streetking12@yandex.ua](mailto:streetking12@yandex.ua)

**AUTHORS:**

*Antonina BUDA*, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Computer ecological and economical monitoring and Engineering Graphics Department, Vinnytsa National Technical University, e-mail: [antbu@ukrnet.ua](mailto:antbu@ukrnet.ua)

*Volodimir KUZNEL*, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Motor Cars and Transport management Department, Vinnytsa National Technical University, e-mail: [kuzhel-2004@rambler.ru](mailto:kuzhel-2004@rambler.ru)

*Andrew YUROV*, a third-year student, Vinnytsa National Technical University, e-mail [streetking12@yandex.ua](mailto:streetking12@yandex.ua)

РЕЦЕНЗЕНТ:

*БІЛІЧЕНКО В.В.*, доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінниця, Україна

РЕЦЕНЗЕНТ:

*БИЛИЧЕНКО В.В.*, доктор технических наук, профессор, Винницкий национальный технический университет, заведующий кафедрой автомобилей и транспортного менеджмента, Винница, Украина

REVIEWER:

*Victor BILICHENKO*, Doctor of Science in Engineering, Professor, Vinnitsa National Technical University, Head of Car and Transport Management Department, Vinnytsa, Ukraine

Стаття надійшла в редакцію 30.04.2016 р.