

УДК 004.92; 711

## АНАЛІЗ СИСТЕМ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ СЦЕН В AUTODESK 3D MAX

І.В. Вернер<sup>1</sup>, О.М. Твердохліб<sup>2</sup>, В.Е. Дитюк<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>асистент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, e-mail: [ill3@ukr.net](mailto:ill3@ukr.net)

<sup>3</sup>студент групи 132м-19-2

<sup>1,2,3</sup>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

**Анотація.** У роботі розглядаються можливості систем візуалізації щодо отримання фотореалістичного зображення сцени у 3Ds Max. Робиться наголос на вбудованих системах рендерінгу та простоті і зрозумілості роботи з системою для студентів.

*Ключові слова:* 3Ds Max, Autodesk, освіта, renderer, візуалізатор.

## ANALYSIS OF RENDERER SYSTEMS IN AUTODESK 3D MAX

Ilya Verner<sup>1</sup>, Alexander Tverдохліб<sup>2</sup>, Viktoriia Dytiuk<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Assistant, Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: [ill3@ukr.net](mailto:ill3@ukr.net)

<sup>3</sup>Student of group 132m-19, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

**Abstract.** This article considers review the possibilities of rendering systems for obtaining a photorealistic image of a scene in 3Ds Max. Emphasis is placed on build-in rendering systems and the ease and clarity of working with the system for students.

*Keywords:* 3Ds Max, Autodesk, education, renderer, rendering.

**Вступ.** В даний час складно собі уявити діяльність інженера обмежену тільки конструюванням і розрахунком виробів, а також підготовкою їх до випуску. Важливу частину в наш час відіграє естетична складова. Тобто необхідність підготовки кожного виробу з точки зору дизайну і ергономіки, а не тільки функціональних складових.

Найчастіше перед процесом виробництва необхідно продемонструвати замовнику фотореалістичну тривимірну модель майбутнього продукту [1, 2]. І вже ґрунтуючись на моделі далі триває процес затвердження продукту, або зміна його зовнішніх властивостей, а вже потім настає час виробництва.

Для створення тривимірних моделей використовується широкий інструментарій програмного забезпечення. Дизайнери мають змогу використовувати спеціалізоване програмне забезпечення засноване на максимальній свободі процесу моделювання. Інженери же в свою чергу використовують своє програмне забезпечення, яке затиснуте в досить вузьких рамках

класичних методів моделювання, дотримання точності розмірів, зазорів, та обмеження руху елементів відносно один одного.

Якщо проаналізувати існуючу обстановку по використанню програм у дизайнерському середовищі, то кількість використовуваних програм зводиться до кількох: Cinema4D, 3DS Max, Blender, Houdini, Maya, ZBrush.

Опитування численних користувачів тривимірних пакетів моделювання показують що використання програмного продукту 3DS Max спрощує процес адаптація до тривимірної середовищі для новачків. Істотною перевагою щодо початку вивчення тривимірної графіки саме з даного програмного продукту є доступність навчальних матеріалів в текстовому та відео-форматі як на сайті виробника Autodesk так і на більшості освітніх платформ. Відповідно даний програмний продукт був обраний нами в якості базового для створення візуалізації тривимірних сцен [3, 4].

**Мета роботи** полягає в аналізі та виборі оптимальної системи візуалізації в середовищі 3Ds Max для використання в освітньому процесі при вивченні графічних і інженерних дисциплін.

**Матеріал і результат досліджень.** В процесі вдосконалення програмного продукту 3DS Max з часом з'являються нові системи візуалізації, а також оновлюється інструментарій вже існуючих систем візуалізації. На момент написання даної роботи актуальною була версія 2020. В даній версії присутні 5 вбудованих можливостей по візуалізації сцен (Рис. 1).

Окрім чотирьох систем рендерінгу існує можливість використовувати хмарний візуалізатор компанії Autodesk – A360. Посилати на рендерінг можливо сцени підготовані з налаштуваннями Scanline та Quicksilver. Також при використанні хмарного сервісу фінальне зображення автоматично завантажуються у профіль візуалізацій облікового запису Autodesk (Рис. 2). Таким чином автоматично створюється портфоліо робіт, яким можливо поділитися з іншими.

У даній роботі основний упор робиться на виборі серед вбудованих систем візуалізації. Є також велика кількість візуалізаторів від інших виробників. Найчастіше вони надаються на платній основі і їх необхідно встановлювати додатково. У дуже стислому вигляді ми наведемо приклад двох систем візуалізації від Chaos Group. Це системи V-Ray та Corona Renderer. Ці візуалізатори найбільш популярні та розповсюджені серед дизайнерів. Найчастіше усього для архітектурної візуалізації використовується Corona Renderer, одна з версій котрої розповсюджується безкоштовно. V-Ray в свою чергу є повністю платним, але на сайті виробника є можливість пройти безкоштовні курси навчання та отримати сертифікацію з цієї системи.

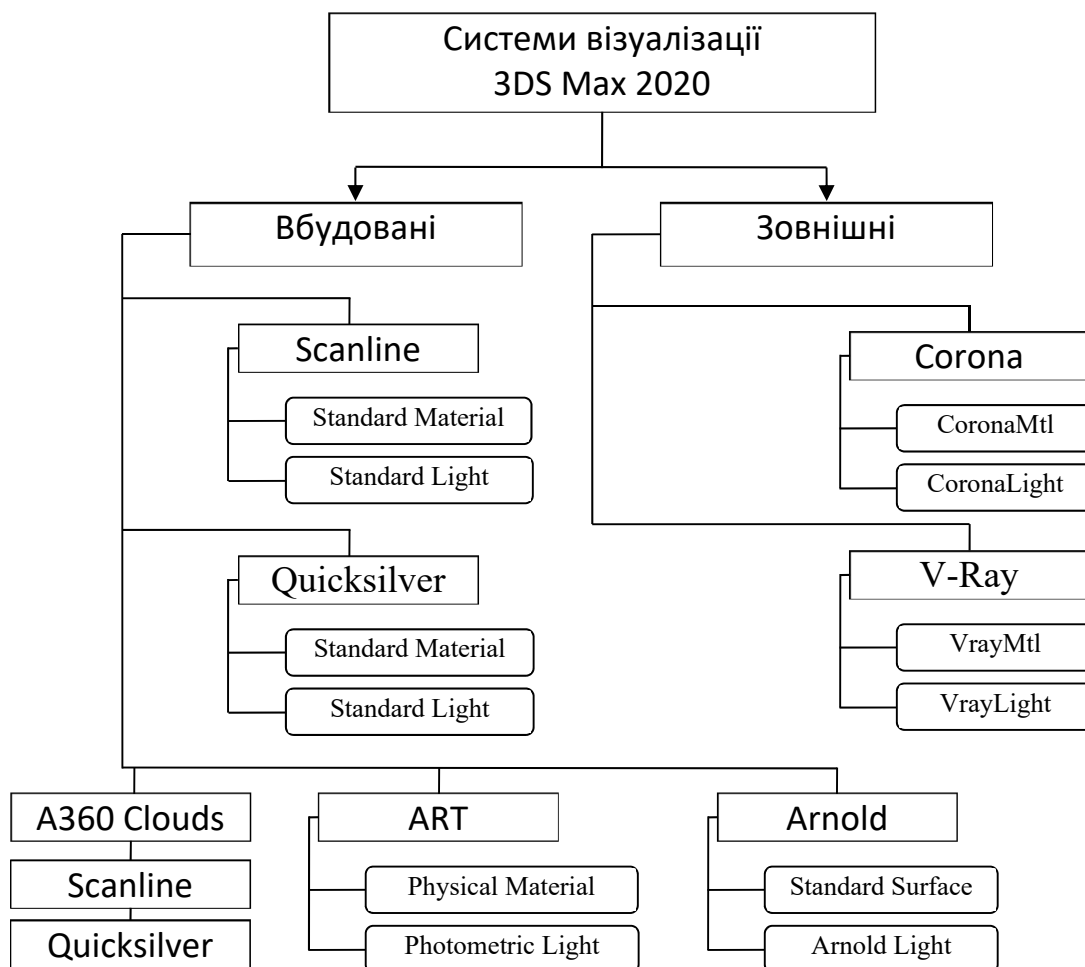


Рис. 1. – Основні системи візуалізації в 3Ds Max

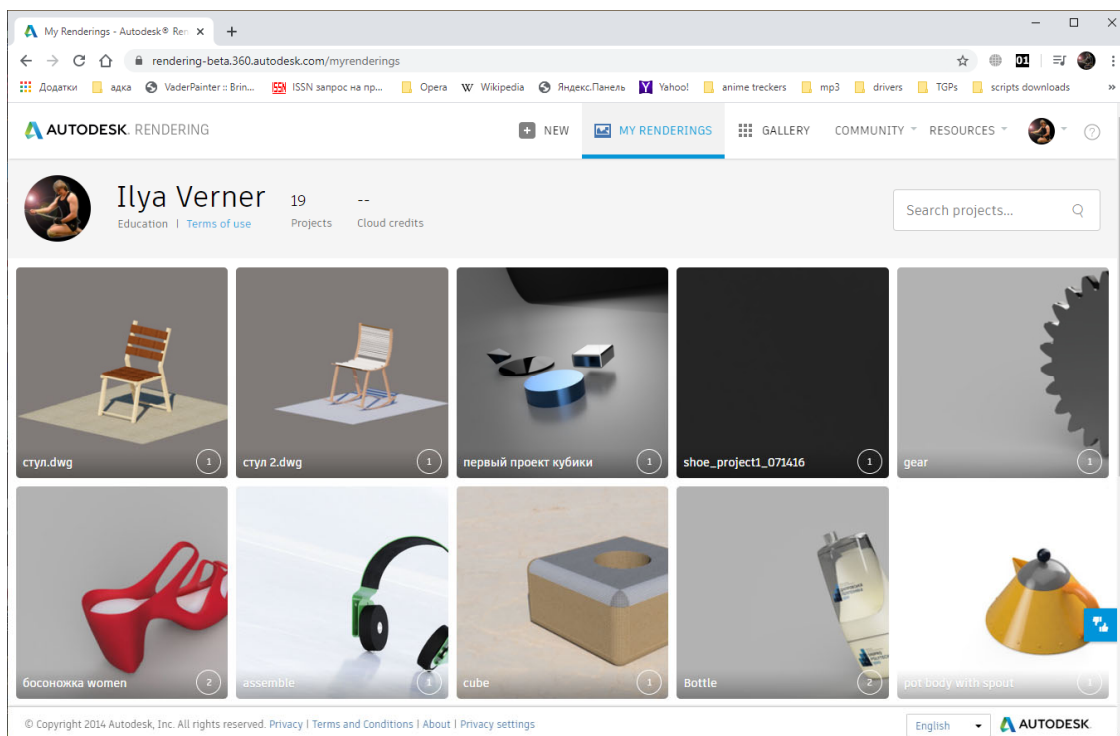


Рис. 2. – Інтерфейс хмарного портфоліо Autodesk Rendering

При праці із системами візуалізації деякі з них мають набори або цілі бібліотеки налаштованих матеріалів, а деякі базуються на складних налаштуваннях базового матеріалу та налаштуваннях функціоналу візуалізатора.

Також ряд систем мають можливість виводу рендера у режимі реального часу. Така технологія має назву Active Shade. Нижче ми проаналізуємо основні можливості вбудованих систем візуалізації.

**Default Scanline Renderer** є базовою системою візуалізації з моменту появи 3Ds Max. Також він встановлений в якості системи візуалізації за замовчуванням і є універсальним засобом, яке відображає сцену у вигляді ряду ліній розгортки, які генеруються зверху вниз. Він працює швидко і не використовує системи відображення променів світла від по-поверхні (фізичного алгоритму освітлення), тому досягти фотореалістичного рендеру без додаткових налаштувань складно. З версії 2021 в якості базового в системі встановлено Arnold за умовчанням.

Додатковий функціонал по роботі з випромінюваннями (відображеннями / заломленнями) був доданий в Scanline багато років по тому. Це системи розрахунку Global Illumination, Ray Tracing і Radiosity, проте більшість функцій перейшло до нього від інших візуалізаторів.

Даний візуалізатор практично не оновлюється, базовим матеріалом для роботи з ним є матеріал Standard. Завдяки наявності даного візуалізатора і базових матеріалів є змога відкривати моделі зроблені в більш ранніх версіях не втрачаючи налаштувань текстур і сцени. Також візуалізатор можна використовувати для створіння не фотореалістичних зображень.

**Quicksilver hardware renderer** прискорює процес візуалізації використовуючи не тільки центральний процесор (CPU), але і графічний процесор (GPU). Це схоже на працю візуалізатору ігрового движка всередині 3ds Max. Основна роль CPU полягає в передачі даних сцени для рендерінгу; це включає компіляцію шейдерів для конкретної використовуваної графічної карти. Через це перший кадр рендерінгу може зайняти деякий час, так як шейдери компілюються. Це повинно відбуватися тільки один раз для кожного шейдеру: чим частіше використовується даний візуалізатор, тим швидше він працює.

Якість отриманого зображення залежить від графічного адаптера. За умовчанням він не працює з системою фізичного глобального освітлення, не підтримує системи трасування променів (Ray Tracing). Сфера застосування - створення чорнових візуалізацій і стилізованих зображень (технічний ілюстрацій).

**Autodesk Raytracer (ART) renderer** здійснює досить швидкий, заснований на CPU рендер з фізично достовірним оточенням. Що дозволяє використовувати даний механізм для архітектурних і промислових візуалізацій, а також створення анімації.

ART візуалізатор дозволяє з допомогою мінімуму налаштувань використовувати широкий функціонал можливостей непідготовленій людині. Підтримує системи фотометричного і IES світла, а також дозволяє імпортувати базові матеріали і освітлення для архітектурних об'єктів з Revit.

Однак з недоліків слід вказати обмеженість налаштувань фізики реального світу, та відсутність можливості виключати об'єкти з освітлення та створювати однобічні поверхні. Підходить для традиційних архітектурних візуалізацій, сумісний з іншими додатками Autodesk.

**Arnold** – це сучасна мультиплатформенна бібліотека рендерінгу, або API, яка використовується низкою відомих організацій в галузі кіно, телебачення і анімації, в тому числі Sony Pictures Imageworks. Він був розроблений як фотореалістична альтернатива трасування променів на фізичному рівні в порівнянні з традиційним програмним забезпеченням для візуалізації комп'ютерної графіки.

Arnold використовує передові алгоритми, які найбільш ефективно застосовують апаратні ресурси комп'ютера: пам'ять, дисковий простір, кілька процесорних ядер і блоки SIMD / SSE.

Архітектура Arnold була розроблена для легкої адаптації до любых вимогами. Налаштування гнучкі і не обмежені можливістю тільки фізично достовірної візуалізації. Він побудований з блоків редагованих користувачем, в тому числі шляхом додавання нових шейдерів, камер, фільтрів і вузлів, а також процедурної геометрії, призначених для користувача типів променів і геометричних даних. Більш гнучкий і швидкий ніж ART рендерер. Сумісний практично з усіма додатками.

Основна мета архітектури Arnold – надати закінчене рішення в якості основного засобу візуалізації для анімації та візуальних ефектів. Однак Арнольд також можна використовувати як:

- Ray-сервер для традиційних scanline візуалізаторів.
- Інструмент для запікання / процедурної генерації даних освітлення (карти освітлення для відеоігор).
- Інтерактивний інструмент рендерінга і корекції.

Стисло охарактеризував вбудовані та найбільш поширені системи рендрерінгу наведемо зведену таблицю основних функціональних можливостей наданих систем (Табл. 1). Ми маємо змогу бачити що більшість систем візуалізації має свої базові матеріали та джерела освітлення. Але зовні-

шні візуалізатори також підтримують і класичні матеріали та джерела освітлення. Якщо більш детально подивитись на основні властивості матеріалів різних систем можливо побачити розбіжності у основних параметрів (Табл. 2).

Таблиця 1 – Деякі можливості систем візуалізації

Властивості	Scanline	Quicksilver	ART	Arnold	Co-rona	V-Ray
Active Shade			+	+	+	+
Бібліотека матеріалів			+	+	+	
CPU rendering	+	+	+	+	+	+
GPU rendering		+		+	+	+
Фізичне освітлення			+	+	+	+
Підтримка матеріалу Standard	+	+	+	+	+	+
Підтримка матеріалу Physical	+	+	+	+	+	+
Стандартні джерела освітлення	+	+		+	+	+
Фотометричні джерела освітлення	+	+	+	+	+	+
Власні джерела освітлення				+	+	+

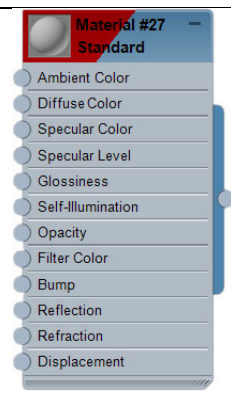
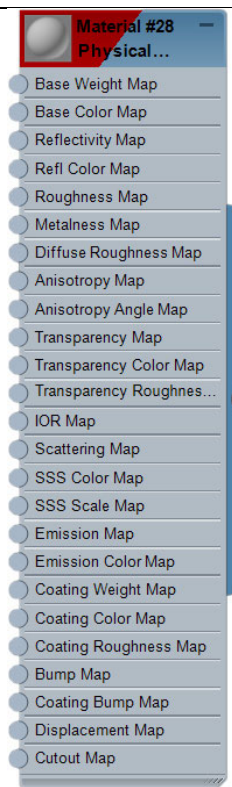

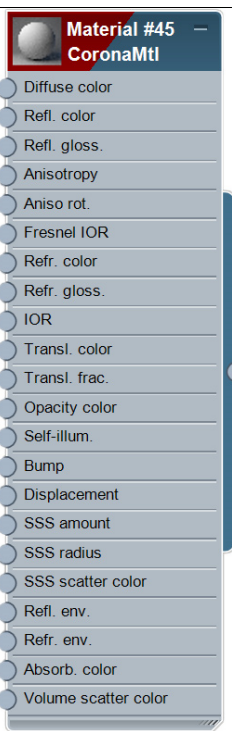

Для створення фотореалістичного зображення як мінімум потрібно налаштувати 5 параметра матеріалу – базовий колір (текстуру), відблиск та його форма, шорсткість поверхні, відображення і заломлення. У більшості матеріалів базовий колір має назву Defuse color, але у фізичному та поверхневому матеріалі він має назву Base Color. Відблиск має назву Specular, у деяких матеріалах мають інші назви. Відображення і заломлення відповідно Reflection і Refraction. Шорсткість поверхні майже всюди має назву Bump.

Проаналізував обидві таблиці можливо зробити підсумок що із вбудованих систем візуалізації найбільш гучний є новітній Arnold. Однак за великої кількості налаштувань матеріалу та системи, а також введенню нових термінів його опанування пов'язано з певними проблемами. А візуалізатор Art

має мінімум налаштувань та достатньо спрощений інструментарій налаштування фізичного матеріалу із можливістю використання шаблонів матеріалів.

Якщо розглядати зовнішні системи візуалізації то ми бачимо із таблиць повну сумісність із усіма джерелами освітлення та матеріалів та широкий діапазон можливостей. Але якщо дивитись з точки зору швидкості опанування Corona займає лідируюче місце завдяки простоті налаштувань та бібліотеці налаштованих матеріалів [5, 6].

Таблица 2 – Основні властивості матеріалів

Standard	Physical	Standard Surface	CoronaMtl	VrayMtl
 <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ambient Color</li> <li>● Diffuse Color</li> <li>● Specular Color</li> <li>● Specular Level</li> <li>● Glossiness</li> <li>● Self-Illumination</li> <li>● Opacity</li> <li>● Filter Color</li> <li>● Bump</li> <li>● Reflection</li> <li>● Refraction</li> <li>● Displacement</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● Base Weight Map</li> <li>● Base Color Map</li> <li>● Reflectivity Map</li> <li>● Refl Color Map</li> <li>● Roughness Map</li> <li>● Metalness Map</li> <li>● Diffuse Roughness Map</li> <li>● Anisotropy Map</li> <li>● Anisotropy Angle Map</li> <li>● Transparency Map</li> <li>● Transparency Color Map</li> <li>● Transparency Roughnes...</li> <li>● IOR Map</li> <li>● Scattering Map</li> <li>● SSS Color Map</li> <li>● SSS Scale Map</li> <li>● Emission Map</li> <li>● Emission Color Map</li> <li>● Coating Weight Map</li> <li>● Coating Color Map</li> <li>● Coating Roughness Map</li> <li>● Bump Map</li> <li>● Coating Bump Map</li> <li>● Displacement Map</li> <li>● Cutout Map</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● base</li> <li>● base_color</li> <li>● diffuse_roughness</li> <li>● specular</li> <li>● specular_color</li> <li>● specular_roughness</li> <li>● specular_IOR</li> <li>● specular_anisotropy</li> <li>● specular_rotation</li> <li>● metalness</li> <li>● transmission</li> <li>● transmission_color</li> <li>● transmission_depth</li> <li>● transmission_scatter</li> <li>● transmission_scatter_ani...</li> <li>● transmission_dispersion*</li> <li>● transmission_extra_roug...</li> <li>● subsurface</li> <li>● subsurface_color</li> <li>● subsurface_radius</li> <li>● subsurface_scale</li> <li>● subsurface_anisotropy</li> <li>● sheen</li> <li>● sheen_color</li> <li>● sheen_roughness</li> <li>● normal</li> <li>● tangent</li> <li>● coat</li> <li>● coat_color</li> <li>● coat_roughness</li> <li>● coat_IOR</li> <li>● coat_anisotropy</li> <li>● coat_rotation</li> <li>● coat_normal</li> <li>● coat_affect_color</li> <li>● coat_affect_roughness</li> <li>● thin_film_thickness</li> <li>● thin_film_IOR</li> <li>● emission</li> <li>● emission_color</li> <li>● opacity</li> <li>● id1</li> <li>● id2</li> <li>● id3</li> <li>● id4</li> <li>● id5</li> <li>● id6</li> <li>● id7</li> <li>● id8</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● Diffuse color</li> <li>● Refl. color</li> <li>● Refl. gloss.</li> <li>● Anisotropy</li> <li>● Aniso rot.</li> <li>● Fresnel IOR</li> <li>● Refr. color</li> <li>● Refr. gloss.</li> <li>● IOR</li> <li>● Transl. color</li> <li>● Transl. frac.</li> <li>● Opacity color</li> <li>● Self-illum.</li> <li>● Bump</li> <li>● Displacement</li> <li>● SSS amount</li> <li>● SSS radius</li> <li>● SSS scatter color</li> <li>● Refl. env.</li> <li>● Refr. env.</li> <li>● Absorb. color</li> <li>● Volume scatter color</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>● Diffuse map</li> <li>● Reflect map</li> <li>● Refract map</li> <li>● Bump map</li> <li>● Refl. gloss.</li> <li>● Refr. gloss.</li> <li>● Displacement</li> <li>● Environment</li> <li>● Translucency</li> <li>● IOR</li> <li>● Fresnel IOR</li> <li>● Opacity</li> <li>● Roughness</li> <li>● Anisotropy</li> <li>● An. rotation</li> <li>● Fog color</li> <li>● Self-illum</li> <li>● GTR tail falloff</li> <li>● Metalness</li> </ul>

Враховуючі специфіку освітнього процесу університету на кафедрі конструювання, технічної естетики і дизайну у якості базової системи візуалізації для дисциплін за вибором студента дизайнерського напрямку використовується Art renderer. Апробував на практиці при викладанні курсу «Рендерінг середовища» методику використання було розроблені навчальні матеріали та відео що є наявними у відкритому доступі [7].

**Висновки.** Використовуючи в якості базової системи візуалізації ART рендерінг в умовах навчального процесу студенти успішно опановують навички створення фотореалістичних зображень. Цієї системи досить для потреб промислового та інтер'єрного дизайну. Але для використання при вирішенні широких творчих задумів наданої системи може не вистачити. І в такому випадку оптимальним рішенням може стати безкоштовний модуль системи Corona. Оскільки навчальних матеріалів по даної системі багато і вони дуже поширені, та завдяки простоті праці з нею використання наданої системи може поширити можливості візуалізації творчих задумів. Також Corona має інструментарій утиліт що істотно може оптимізувати процес моделювання і візуалізації [8].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тормосов Ю.М. Візуалізація тривимірних об'єктів і основи дизайну / Ю.М. Тормосов, І.В. Нечипоренко, С.Ю. Саєнко // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць МДПУ ім. Б. Хмельницького, Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2016. - Вип. 5, С. 138-142. Режим доступу: <http://magazine.mdpu.org.ua/index.php/spm/article/view/1495> (дата звернення: 24.03.2020).
2. Леві Л.І. Моделювання та програмна реалізація 3d візуалізації (на прикладі розробки інтер'єру) / Л.І. Леві, О.А. Ткачова // Новітні інформаційні системи та технології. – Полтава: ПНТУ, 2018. – Т. (8). – Режим доступу: <http://journals.nupp.edu.ua/mist/article/view/1603> (дата звернення: 24.03.2020).
3. Вишневська О. В. Навчання студентів-дизайнерів створенню візуалізацій тривимірних сцен у програмі 3ds Max / О. В. Вишневська // Технічна естетика і дизайн: міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2018. – Вип. 14. – С. 224-228.
4. Вишневська О. В. Особливості створення реалістичних візуалізацій тривимірних сцен у програмі 3ds MAX / О. В. Вишневська // Актуальні проблеми сучасного дизайну : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції (20 квітня 2018 р., м. Київ) : у 2-х т. – Київ : КНУТД, 2018. – Т. 2. – С. 133-136.
5. Коцур О. Є. Можливості функції Light Mix Corona Render / О. Є. Коцур ; наук. кер. О. В. Вишневська // Наукові розробки молоді на сучасному етапі : тези доповідей XVII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів (26-27 квітня 2018 р., Київ). - Київ : КНУТД, 2018. - Т. 1 : Сучасні матеріали і технології виробництва виробів широкого вжитку та спеціального призначення. - С. 426-427.
6. Древинська В. В. Переваги Corona Render перед іншими візуалізаторами / В. В. Древинська, О. В. Вишневська // Тези доповідей XV Всеукраїнської наукової конференції молодих учених та студентів "Наукові розробки молоді на сучасному етапі". Т. 1 : Секція



"Нові наукомісткі технології виробництва матеріалів, виробів широкого вжитку та спеціального призначення" : 28-29 квітня 2016 р. — К. : КНУТД, 2016. — С. 211.

7. Сторінка курсу за вибором студента «Рендерінг середовища» на сайті кафедри КТЕД. – Режим доступу: [http://okmm.nmu.org.ua/ua/rendering\\_select.php](http://okmm.nmu.org.ua/ua/rendering_select.php) (дата звернення: 24.03.2020).

8. Жоров Ю.В. Повышение Эффективности Работы В Программе 3ds Max / Ю.В. Жоров // Молодежь и наука: сборник материалов IX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 385-летию со дня основания г. Красноярска [Электронный ресурс] № заказа 2394. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т., 2013. – Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/thesis/s009/s009-012.pdf> (дата обращения: 24.03.2020).

УДК 519.711.3

## КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДВУХКООРДИНАТНОГО МАГНИТОСТРИКЦИОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

А.А. Воронцов<sup>1</sup>, И.Г. Гвоздева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>доцент кафедры "Вычислительные машины и системы", к.т.н., Пензенский Государственный Технологический Университет, г. Пенза, Россия, e-mail: [aleksander.vorontsov@gmail.com](mailto:aleksander.vorontsov@gmail.com)

<sup>2</sup>студент гр.19ИВ1м, Пензенский Государственный Технологический Университет, г. Пенза, Россия, e-mail: [gvozd\\_69@mail.ru](mailto:gvozd_69@mail.ru)

**Аннотация.** Целью работы является исследование конструкции первичного преобразователя двухкоординатного магнитострикционного преобразователя угловых перемещений с помощью разработанного комплекса программ. Анализируются параметры и свойства элементов конструкции. В заключении сделаны соответствующие выводы.

*Ключевые слова:* математическая модель, метод моделирования, программа, расчет, моделирование, магнитострикция, преобразование, преобразователь угловых перемещений.

## COMPLEX OF PROGRAMS FOR RESEARCH OF THE DESIGN OF THE PRIMARY TRANSDUCER OF THE TWO-ORDINATE MAGNETOSTRICTION CONVERTER OF ANGULAR MOVEMENTS

A.A. Vorontsov<sup>1</sup>, I.G. Gvozdeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>lecturer of department "Computers and Systems", Ph.D., Penza State Technological University, s. Penza, Russia, e-mail: [aleksander.vorontsov@gmail.com](mailto:aleksander.vorontsov@gmail.com)

<sup>2</sup>student, Penza State Technological University, s. Penza, Russia, e-mail: [gvozd\\_69@mail.ru](mailto:gvozd_69@mail.ru)