



ECONOMIC  
AND TECHNICAL  
ENGINEERING

## Scientific and practical journal "Economics and technical engineering"

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: [ete@duet.edu.ua](mailto:ete@duet.edu.ua) Journal homepage: <https://ete.org.ua>

---

JEL: L86

DOI: 10.62911/ete.2024.02.02.10

### Experience in Developing a JavaScript Component for Implementing Logo Deformation Effects when Applied on Product Images

---

Citation:


Baran, S. (2024). Experience in Developing a JavaScript Component for Implementing Logo Deformation Effects when Applied on Product Images. Scientific and practical journal "Economics and technical engineering" Vol. 2 No. 2 (2024), 116-126. <https://doi.org/10.62911/ete.2024.02.02.10>

---

Serhii Baran

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: [baran\\_sv@duet.edu.ua](mailto:baran_sv@duet.edu.ua)

 ORCID ID: 0000-0002-3232-4072

**Abstract:** The development of an online store for selling goods is quite relevant in view of the possibilities of attracting new customers. The main task in promoting a store on the Internet market is to ensure competitive advantages and uniqueness of content. Visual configuration of a product is such a tool. It ensures consumer interest, the formation of a unique offer for him and provides an individual approach and loyalty. This is especially important for companies that offer the application of any logos on souvenir products. At the same time, it is important to provide the user with tools for applying various effects to the logo image when placing it on the product image. When researching and selecting tools to implement this task, the use of JavaScript for development, as well as the Canvas component for displaying images with warp effects, was justified. Using JavaScript, universal components were developed that allow applying the following deformation and distortion effects to logo images: deformation effects using the quadratic Bezier curve equation, deformation effects using the ellipse equation, deformation with an arch effect, deformation with a perspective effect.

**Keywords:** website, browser, logo, JavaScript, CSS, HTML, canvas.

Received: 07/11/2024

Accepted: 21/11/2024




JEL: L86

### **Experience in developing a javascript component for implementing logo deformation effects when applied on product images**

Serhii Baran

Assoc. Prof. PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: baran\_sv@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0002-3232-4072

**Abstract:** The development of an online store for selling goods is quite relevant in view of the possibilities of attracting new customers. The main task in promoting a store on the Internet market is to ensure competitive advantages and uniqueness of content. Visual configuration of a product is such a tool. It ensures consumer interest, the formation of a unique offer for him and provides an individual approach and loyalty. This is especially important for companies that offer the application of any logos on souvenir products. At the same time, it is important to provide the user with tools for applying various effects to the logo image when placing it on the product image. When researching and selecting tools to implement this task, the use of JavaScript for development, as well as the Canvas component for displaying images with warp effects, was justified. Using JavaScript, universal components were developed that allow applying the following deformation and distortion effects to logo images: deformation effects using the quadratic Bezier curve equation, deformation effects using the ellipse equation, deformation with an arch effect, deformation with a perspective effect.


**Keywords:** website, browser, logo, JavaScript, CSS, HTML, canvas.

### **Досвід розробки компонента на мові javascript для накладання ефектів деформації логотипів при нанесенні на зображення продукції**

Сергій Баран

доцент, к.е.н, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: baran\_sv@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0002-3232-4072

**Анотація:** Розробка Інтернет-магазину для продажу товарів є досить актуальним з огляду на можливості залучення нових клієнтів. Основною задачею при просуванні магазину на Інтернет-ринку є забезпечення конкурентних переваг і унікальності контенту. Візуальне конфігурування продукту є таким інструментом. Воно забезпечує зацікавленість споживача, формування для нього унікальної пропозиції та забезпечує індивідуальний підхід і лояльність. Це особливо важливо для компаній, які пропонують нанесення будь-яких логотипів на сувенірні вироби. При цьому важливо забезпечити користувача інструментами для нанесення різноманітних ефектів на зображення логотипу при розміщенні його на зображенні продукту. При дослідженні і виборі інструментів для реалізації даної задачі було обґрунтовано використання мови JavaScript для розробки, а також компоненту Canvas для виведення зображень з ефектами деформації (warp effects). З використанням обраної мови було розроблено універсальні компоненти, які дозволяють наносити такі ефекти деформації та викривлення зображень логотипів: ефекти деформації з використанням сплайнів, ефекти деформації з використанням рівняння еліпсу, деформація з ефектом арки, деформація з ефектом перспективи.

**Ключові слова:** web-сайт, браузер, логотип, JavaScript, CSS, HTML, canvas.

## Вступ (Introduction)

Продаж споживчих товарів в інтернет-магазинах на сучасному етапі став одним із головних каналів збуту продукції. Тому створення Інтернет-магазинів з пропонуванням унікальних інструментів та забезпечення індивідуального підходу до кожного користувача є одним з головних трендів при розробці. Це дозволяє створювати впізнаванні бренди та торгові марки, забезпечує лояльність користувачів та швидку адаптацію до їх потреб, що в кінцевому рахунку надає конкурентні переваги, дозволяє закріпитися в ринкових нішах і забезпечує прибутковість діяльності. Вже недостатньо просто створити Інтернет-вітрину зі стандартними інструментами пошуку та вибору товарів. Компанії повинні вивчати і адаптувати свої програмні продукти відповідно до зміни потреб споживачів.

У сучасному цифровому світі інтернет-магазини стають все популярнішими, надаючи зручність та широкий вибір товарів. Однак, щоб виділитися на фоні конкуренції, необхідно забезпечити клієнтам унікальний та незабутній досвід. Створення інтернет-магазину з використанням візуалізації об'єктів є ефективним рішенням, яке дозволяє привернути увагу клієнтів та підвищити конверсію.

Переваги використання графіки для візуалізації товару в інтернет-магазині:

1. Реалістичність та деталізація. Предметна візуалізація дозволяє створити віртуальні моделі продуктів із високим ступенем реалізму та деталізації. Це дозволяє потенційним покупцям більш повно та точно оцінити продукт, його форму, текстуру, кольори та інші важливі характеристики. Такий рівень деталізації може суттєво підвищити рівень довіри та впевненості покупця до запропонованих товарів.

2. Гнучкість та можливості конфігурування продукту. За допомогою зображень можна створювати віртуальні моделі продуктів, які змінюються та налаштовуються на розсуд покупця. Це дозволяє адаптувати візуалізацію під різні потреби та переваги покупців. Наприклад, зміна кольору, розміру, матеріалів або навіть конфігурацію продукту, щоб дати можливість покупцю побачити, як він виглядатиме в їхньому власному середовищі або поєднуватиметься з іншими предметами.

3. Поліпшення досвіду користувача. Моделювання товарів значно підвищує досвід користувача при відвідуванні інтернет-магазину. Можливість взаємодіяти з моделями продуктів, конфігурувати їх, наближати та розглядати, створює відчуття повноцінної присутності та допомагає покупцеві краще зрозуміти продукт перед покупкою. Це також може знизити кількість повернень товарів, оскільки покупці матимуть більш реалістичні уявлення про товар.

4. Поліпшення конверсії та продажів. Графічна візуалізація предметів здатна значно підвищити конверсію та збільшити обсяг продажу інтернет-магазину. Більш реалістичні та привабливі зображення продуктів можуть привернути більше уваги покупців та викликати більший інтерес до покупки. Крім того, можливість краще розглянути продукт та побачити його особливості може переконати покупця зробити покупку, особливо у випадку, коли фізична присутність та відчуття продукту недоступні.

Ефективна візуалізація продукту має вирішальне значення для успіху в фотографії електронної комерції, а візуальні конфігуратори продуктів є одним із способів бізнесу залишатися попереду. Візуальні конфігуратори продуктів – це онлайн-інструменти, які дозволяють покупцям налаштовувати та візуалізувати продукт відповідно до власних специфікацій. Вони особливо ефективні для компаній, які виробляють або продають високонастроювані продукти, надаючи споживачам досвід «створення власного продукту».

Однією з областей де широко застосовується графічне моделювання продукту із нанесенням зображення є продаж сувенірних виробів із логотипами. Сувенірні вироби з логотипами стали необхідною складовою багатьох компаній у маркетинговій сфері. Сучасна техніка аплікації логотипу дозволяє брендувати різноманітні види сувенірних виробів. Серед цих предметів можуть бути різноманітні предмети, починаючи від кулькової ручки і чашки, закінчуючи верхнім одягом.

Процес нанесення логотипу безперервно еволюціонує і розвивається, що відкриває нові можливості для формування неповторних сувенірних виробів. Розглянемо найпопулярніші технологічні методи для перенесення логотипу на сувенірні вироби. До них відносяться:

1. Технологія тамподруку (Pad Printing). Ця методика дає змогу переносити лого на різноманітні матеріали у вигляді пластику, скла, метала, текстилю. За допомогою гумового або силіконового тампону образ передається з флексографічних пластин на поверхні сувенірів. Технологія тамподруку дозволяє нанесення однокольорових та багатокольорових зображень з високою якістю.

2. Технологія шовкотрафаретного друку (Silkscreen Printing). Під час виробництва за таким методом використовується металева рамка та нейлонова або інша сітка, через які пропускають фарбу. Цей метод ідеально відповідає нанесенню лого як на текстильний матеріал для футболок, сумок, кепок, парасольок, а також дозволяє переносити зображення на метал, скло, дерево, пластик та інше.

3. Гравіювання лазером (Laser Engraving). Для утворення малюнку поверхневий шар матеріалу видаляється лазером. Метод чудово годиться для сувенірів з металу та скла.

4. Технологія цифрового друку (Digital Printing). Це метод, при якому фарба наноситься безпосередньо на поверхні з тканини, паперу і пластика без використання форми для друку. Основні переваги цифрового друку включають високу якість зображень, швидкість виконання, менші витрати та змога надрукувати навіть один екземпляр у високій якості.

5. Метод термопереноса (Heat Transfer). Дана технологія ідеальна для нанесення на різні текстильні вироби з натурального, змішаного, або синтетичного матеріалу. Термоплівка дозволяє наносити логотипи та зображення на різноманітний текстиль. Це може бути сумка, кепки, парасолька, прапор, уніформа, спеціальний одяг, постільна білизна.

6. Вишивання (Embroidery). Машинне вишивання відмінно підходить для застосування на: футболках, регланах, куртках, кепках та рушниках і вважається якісним методом переносу малюнку. Завдяки високоякісним ниткам кольори не тьмяніють, стійкі до ультрафіолетового випромінювання і не втрачають колір під час прання, а також виявляють стабільність у агресивному середовищі. Виготовлення вишивки на одязі включає такі кроки:

- спочатку створюється спеціальна програма. Спеціаліст проводить обробку макета, промальовує майбутній вид зображень. Потім відбувається програмування параметрів: щільності ниток, кількості кольорів;

- здійснюється налаштування машини для виготовлення зображень та вибору ниток;
- готується поверхня та витратні матеріали;
- відбувається процес вишивання.

Завдяки вишивці продукт виглядає преміальним і вишуканим.

7. Друкування за допомогою техніки сублімації (Dye Sublimation). Цей метод застосовується для перенесення логотипів на текстильні, керамічні, пластмасові та металеві вироби. Ця технологія використовує чорнила, які, піддавшись впливу тепла переходять у газоподібний стан з подальшим проникненням у поверхню сувеніра.

8. Технологія деколювання (Decal). Деколювання – це метод, який дозволяє переносити зображення на порцелянові, керамічні і скляні об'єкти. Таке нанесення для вказаних матеріалів розглядається як найбільш довговічне та стійке до зовнішнього впливу.

Отже, однією із головних задач розробки для компанії, яка використовує технологічне обладнання для нанесення логотипів на сувенірні вироби (переважно методом «Вишивання»), було створити web-інструменти, які забезпечують користувачу самостійне конфігурування продукту із нанесенням обраного ним зображення. Таким продуктом можуть бути елементи одягу, посуду та інше. Розробка має надавати користувачу можливість застосовувати різноманітні ефекти для логотипу зображення при його нанесенні на зображення продукту. Таким ефектами є ефекти деформації (warp effects), ефекти вишивки (embroidery effects) та інші.

## **Матеріали та методи (Materials and Methods)**

Однією з головних вимог до будь-якого web-проекту, яка забезпечує якість розробки і швидкодію сайту, є використання сучасних методів, мов програмування та інструментів розробки. Для створення клієнтської та серверної частини web-сайтів Інтернет-магазинів на

ринку інструментів та мов програмування існує широкий вибір технологій. Серед найбільш популярних виділяються такі мови для web-програмування: JavaScript, C#, PHP, Python.

При виборі мови для програмування було здійснено аналіз існуючих інструментів для реалізації алгоритмів деформації. В результаті аналізу було зроблено висновок про ефективність реалізації алгоритмів деформації на клієнтській частині сайту. Це дозволить не навантажувати серверну частину трудомісткими математичними операціями та алгоритмами. Реалізація на серверній частині значно вплинула на зниження швидкодії.

Одним із ефективних інструментів для формування ефектів деформації і викривлення при нанесенні їх на продукцію є використання можливостей мови JavaScript на сторінці замовлення товарів. Сфера застосування цієї мови безмежна: серед програм, які використовують JS, є і текстові редактори, і додатки (як для комп'ютерів, так і мобільні і навіть серверні), і прикладне ПЗ. На сьогодні JavaScript є єдиною мовою програмування для браузерів.

Мова JavaScript є дуже популярною не випадково, а завдяки своїм безсумнівним перевагам (Collins, M. J., 2017; John Resig, Russ Ferguson, John Paxton, 2015; Mark E. Daggett, 2013; Martin Rinehart, 2015):

- незамінність для веб-розробок. Підтримка скриптів всіма популярними браузерами, повна інтеграція з версткою сторінок та серверною частиною;
- швидкість роботи та продуктивність. JavaScript дає можливість часткової обробки веб-сторінок на комп'ютері користувача без запитів серверу. Це економить час та трафік, знижує навантаження на сервер;
- потужна інфраструктура. Кількість готових рішень у відкритому доступі зросло, працювати з JavaScript і фреймворками дуже комфортно;
- простота та раціональність застосування. Прості завдання можна вирішувати за лічені хвилини, для складних завдань є варіанти рішення, можна підібрати кращий і адаптувати;
- зручність інтерфейсів користувача. Заповнення форм, вибір дій, активація кнопок, перевірки вводу, реагування на наведення/кліки миші і інш. Це дає неперевершений рівень юзабіліті.

Був здійснений критичний аналіз існуючих бібліотек для реалізації ефектів деформації на мові JavaScript. Аналіз виявив відсутність таких інструментів або складність, неможливість їх адаптації до вимог продукту. Навіть платні компоненти не відповідали вимогам. Тому було вирішено розробити алгоритми деформації. Вибір мови JavaScript також надавав переваги перенесення алгоритму без особливих змін на серверну частину додатку з використанням NodeJS у випадку такої необхідності.

Одним з основних елементів мови JavaScript, на основі якого було виконано розробку є стандартний об'єкт «Canvas», який призначений для малювання, в тому числі для виведення зображень.

Для формування canvas-зображень в HTML-коді сторінки розміщують елемент "<canvas>", після чого засобами JavaScript малюють на цьому елементі. Елемент Canvas надає такі переваги (Терентьєв, О., Горбатюк, С., Лотоцький, А., Ден Оделл, 2014; 2023; Jeanine Meyer, 2018; Jonathan Reid, 2015; Shane Hudson, 2014):

1. Наявність апаратного прискорення. Висока продуктивність при малюванні будь-яких 2D об'єктів.
2. Стабільна продуктивність. Продуктивність падає лише при збільшенні роздільної здатності зображення.
3. Найкраще підходить для створення растрової графіки (наприклад, в іграх, фракталів тощо), редагування зображень та операцій, що потребують маніпулювання на рівні пікселів.
4. Можливість використання фільтрів для ретушування зображень.
5. Наявність багатого асортименту бібліотек, що підтримуються.
6. Зручність роботи з великою кількістю елементів. Можливість створювати складні та динамічні графічні елементи.

7. Покращення інтерактивності та зручності використання додатку.
8. Можливість створювати візуалізації даних у режимі реального часу.

## Результати (Results)

З використанням сучасної мови програмування JavaScript та об'єкту "Canvas" було розроблено різноманітні ефекти деформації. Конструктивно ефекти оформлені у вигляді об'єкту «WrapImage», який дозволяє приймати у якості параметру тип ефекту і параметри ефекту. В залежності від типу кожен з ефектів має свій набір параметрів.

На рис. 1 показаний спосіб трансформації зображення за допомогою сплайнів. Він дозволяє накладати логотипи на зображення продуктів, що мають наприклад форму циліндра.



**Рисунок 1.** Приклад ефекту вертикальної деформації на основі сплайну

Як видно з рис. 1, кожен стовпчик зображення зрушується по вертикалі згідно з алгоритму квадратичної кривої Безьє (Hartmut Prautzsch, Wolfgang Boehm, Marco Paluszny, 2002; ), що задана трьома контрольними точками для зображення зліва  $P_0(x_0, y_0)$  (координати точки лівого верхнього кута зображення),  $P_1(x_1, y_1)$  (координати точки по центру зверху),  $P_2(x_2, y_2)$  (координати точки правого верхнього кута зображення). Отже розрахункова координата "y" кожного стовпчика по вертикалі розраховується таким чином:

$$y = (1 - t)^2 y_0 + 2t(1 - t)^2 y_1 + t^2 y_2, (1)$$

де  $t$  – це розрахункова величина, яка обчислюється як  $x/w$ ,  $w$  – ширина зображення, а  $x$  – це координата по горизонталі першого пікселю кожного стовпчика.

До кожної обчисленої координати "y" додається зміщення "d":

$$d = p \times h/2, (2)$$

де  $p$  – це відсоток викривлення;  $h$  – висота зображення.

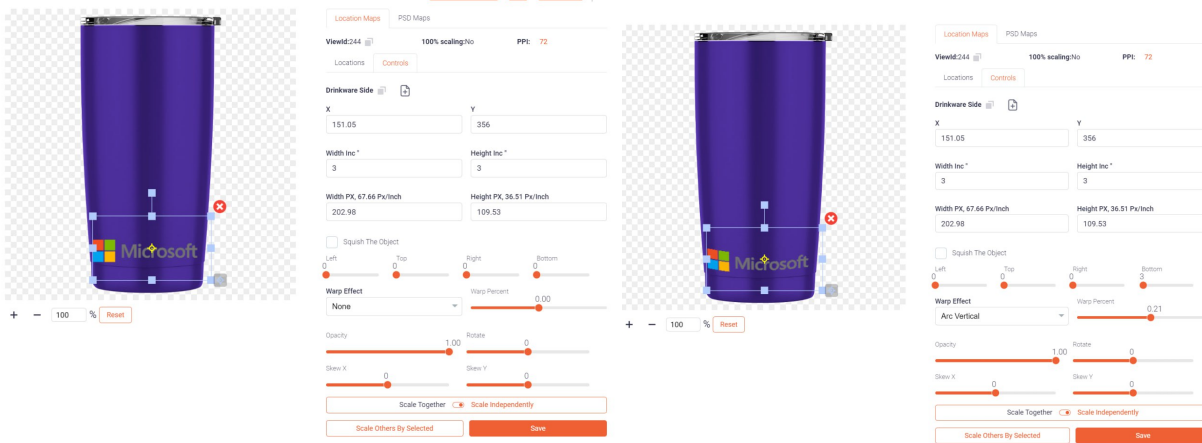
Аналогічним чином формується зображення праворуч на рис. 1. Тільки контрольні точки беруться знизу зображення.

Користувач у візуальному режимі за допомогою миші у десктопній версії сайту, або за допомогою жестів у мобільній версії, шляхом утримування і перетаскування точки на зображенні може регулювати ступінь його викривлення, тобто відсоток, який обчислюється як:

$$p = \frac{(y_e - y_s)}{h/2}, \quad (3)$$

де  $y_s$  – початкова координата у точки, яку перетягує користувач;  $y_e$  – кінцева координата у точки, яку перетягнув користувач.

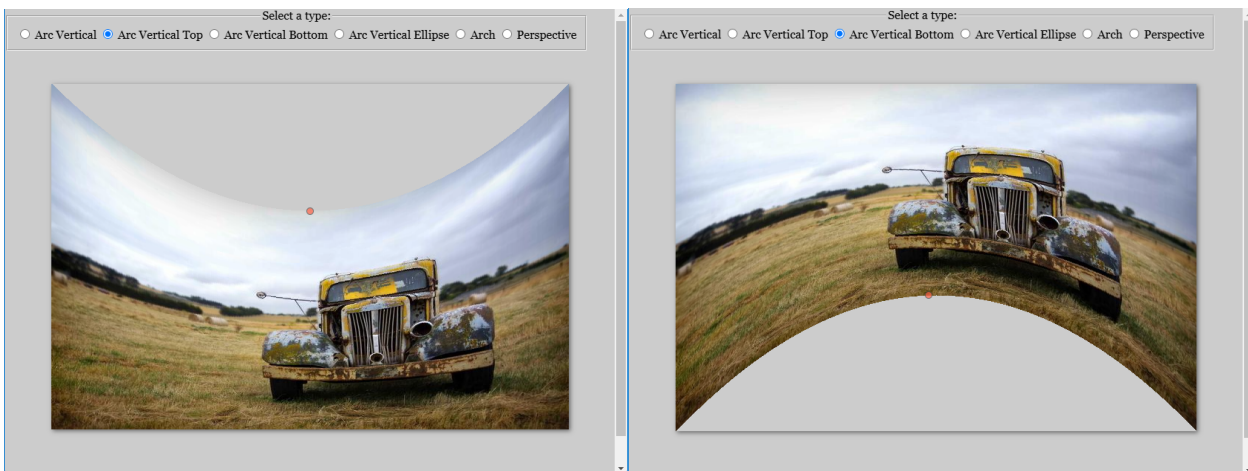
Застосування ефекту еліпсу в реальній web-розробці показано на рис. 2.



**Рисунок 2.** Ефект деформації на основі сплайну на сторінці розробленого сайту

Як видно з рис. 2, при накладенні логотипу на чашку, користувач за допомогою “викривлення” зображення має можливість зробити розташування зображення “природнім” для форми продукту. Зображення, координати його розташування та інші параметри, в тому числі ефектів, передаються серверній частині, яка зберігає це у базі даних. Потім при здійсненні фізичного друку зображення і параметри із бази даних передаються пристрою друку, який і наносить логотип зображення на реальний продукт. Отже, користувач візуально формує продукт, який в результаті отримує після оплати і доставки.

На рис. 3 показано ще один різновид застосування сплайнів для деформації.



**Рисунок 3.** Приклад ефекту вертикальної деформації верху або низу на основі сплайну

Як видно з рис. 3, головною умовою накладання такого ефекту на зображення логотипу є те що висота зображення, яке виводиться на canvas, не змінюється.

В основу розрахунку координати зміщення по вертикалі кожного стовпчика зображення замість алгоритму кривої Безьє можна покласти рівняння еліпсу:

$$\frac{x^2}{R_x^2} + \frac{y^2}{R_y^2} = 1, (4)$$

де  $R_x, R_y$  – відповідно, радіуси еліпсу по осі  $x$  та  $y$ .

З цієї формули виразимо відповідно як залежить “ $y$ ” від “ $x$ ” і, аналогічним чином, як і для сплайну, будемо отримувати початкову координату “ $y$ ” кожного стовпчику.

В результаті отримаємо новий різновид ефекту, який теж дозволяє «огинати» продукти з циліндричними формами як показує рис. 4.



Рисунок 4. Приклад ефекту деформації на основі еліпсу

Застосування ефекту еліпсу в реальній web-розробці показано на рис. 5.

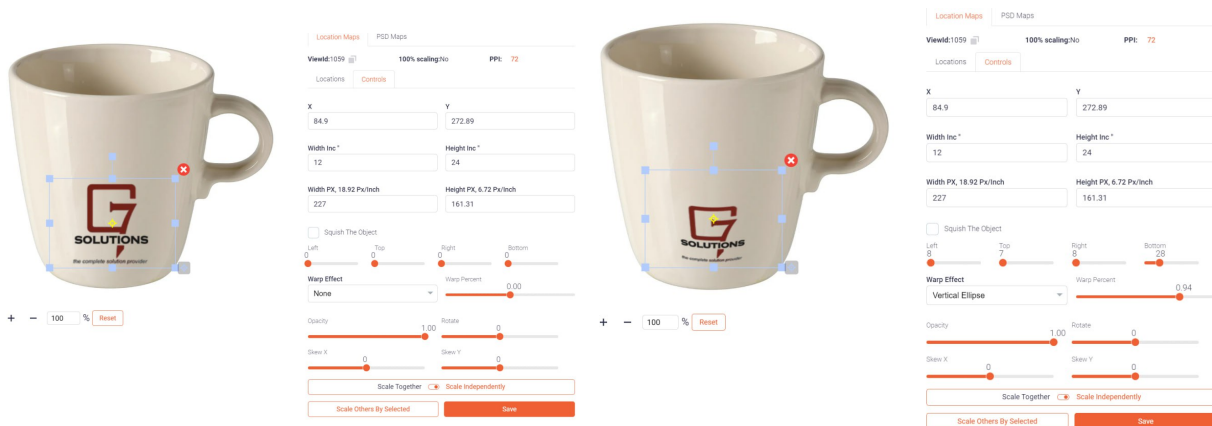


Рисунок 5. Ефект деформації на основі еліпсу на сторінці розробленого сайту

Як видно з рис. 5, зображення зліва демонструє продукт і логотип до накладання ефекту, а праворуч – після. Координати зображення, показаного на рис. 5, формуються за допомогою наступного коду на мові JavaScript:

```
WarpImage.prototype.arcVerticalEllipseDraw = function(warp_context) {
    let Rx = this.image.width / 2;
    let Ry = this.percentage * (this.image.height / 2);
```

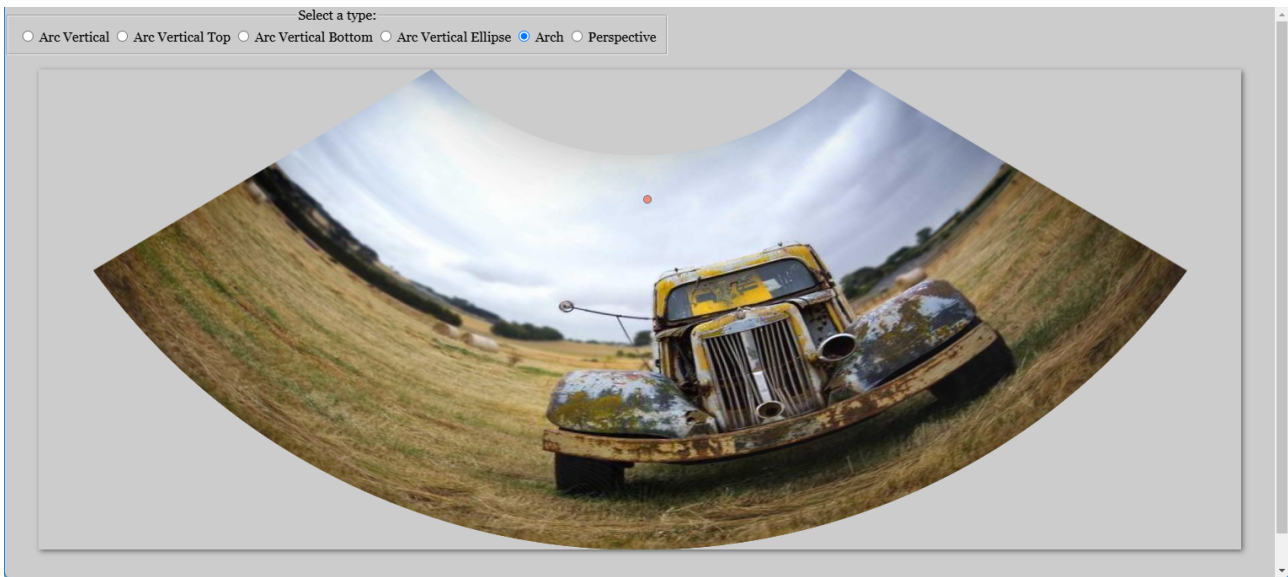


```

let dy = 0;
if (Ry < 0) {    dy = Ry * -1;  }
for (x =0 ; x < this.image.width; x++ ) {
  let x1 = Math.abs(Rx - x);
  y = Math.sqrt(Ry* Ry * (1 - x1 * x1 / (Rx * Rx)));
  if (Ry < 0) { y *= -1; }
  warp_context.drawImage(this.image,
    x, 0, 1, this.image.height,
    this.x + x, this.y + y + dy, 1, this.image.height
  );
}}

```

Найскладнішим в реалізації виявився ефекти «Арка», який продемонстровано на рис. 6.



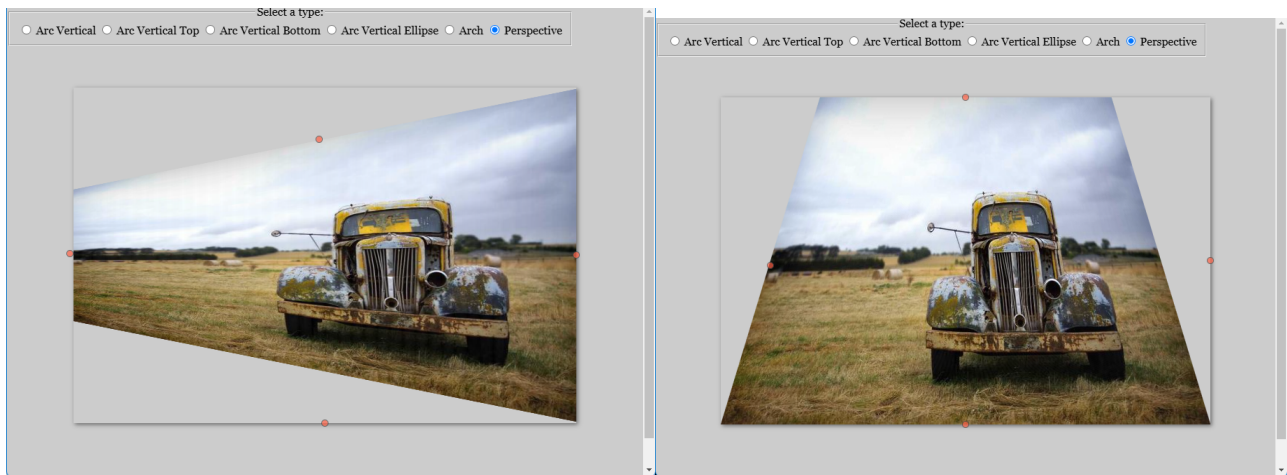
**Рисунок 6.** Приклад ефекту «Арка»

Як видно з рис. 6, для реалізації цього ефекту потрібно застосувати метод “rotate” об’єкту “Canvas”, який дозволяє робити поворот графічного об’єкту. Але зрозуміло, що точок по довжині зовнішнього сектора кола більше ніж стовпчиків зображення. Отже, і пікселів буде більше ніж у вхідному зображенні. Тому, звичайно, в залежності від розрахованого кута визначається і який стовпчик зображення потрібно вивести. Таким чином, один і той же стовпчик може дублюватися з різними кутами, що і забезпечує необхідну щільність пікселів.

На відміну від попередніх алгоритмів тут організовано цикл не по піксельно по ширині зображення, а цикл від початкового до кінцевого кута нахилу. Крок циклу визначається на основі розрахованого кута і довжини зовнішнього сектора кола. Якщо за основу узяти цикл по ширині зображення, то між лініями зображення, поверненими кожна на свій кут нахилу, будуть прогалини. Тому, розроблений алгоритм дозволяє виводити зображення із зазначеним ефектом не втрачаючи якості зображення. Також алгоритм дозволяє розрахувати ширину і висоту деформованого зображення. Також одним з головних параметрів є розрахунок довжини та радіусів зовнішнього і внутрішнього секторів кола.

Ще одним з розроблених ефектів є ефект перспективи, який продемонстровано на рис. 7.

Як видно з рис. 7, накладення даного ефекту побудовано на пропорційному збільшенні при виведенні кожного стовпчика вхідного зображення так, щоб останній був виведений згідно висоти зображення. Отже, вхідний параметр – це відсоток, на основі якого розраховується висота найменшого стовпчика зображення в залежності від безпосередньо висоти зображення, що і формує ефект перспективи.



**Рисунок 7.** Приклад ефекту перспективи

## Висновки (Conclusions)

В процесі розробки автором спроектовано інтерфейс web-компоненту для накладання ефектів деформації на зображення. Розроблений компонент конструктивно виконаний як клас на мові JavaScript, який має властивості, що характеризують ефект, а також методи візуального виведення того чи іншого ефекту деформації. В компонент є гнучким і надає можливість додавання нових алгоритмів деформації зображення. Даний компонент є універсальним і може бути задіяний для будь-якого сайту.

Користувачу за допомогою розробленого компоненту надаються широкі можливості для візуального конфігурування продукту при нанесенні будь-яких логотипів на будь-який товар. При цьому користувач має можливість зберігати поточний стан конфігурування в особистому кабінеті. Основною перевагою розробки є привабливість для користувача, який може власноруч формувати зображення майбутнього продукту без використання якихось сторонніх продуктів (наприклад, Adobe Photoshop), а здійснювати дану операцію безпосередньо у веб-додатку Інтернет-магазину.

Таким чином, з використанням сучасних мов програмування, технологій та підходів розроблено компонент, який надає користувачу усі зручні та гнучкі інструменти для управління візуальними ефектами при формуванні вигляду товару для замовлення.

## Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

## Фінансування (Funding)

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

## Література (References)

- Collins, M. J. (2017). Hypertext Markup Language. In Pro HTML5 with CSS, JavaScript, and Multimedia. Complete Website Development and Best Practices. Apress Berkeley, CA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2463-2>
- Den Odell. (2014). Pro JavaScript Development. Coding, Capabilities, and Tooling. Apress Berkeley, CA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6269-5>
- Hartmut Prautzsch, Wolfgang Boehm, Marco Paluszny. (2002). Bézier and B-Spline Techniques. Springer Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-04919-8>.

- Jeanine Meyer. (2018). The Essential Guide to HTML5. Using Games to Learn HTML5 and JavaScript. Apress Berkeley, CA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4155-4>.
- John Resig, Russ Ferguson, John Paxton. (2015). Pro JavaScript Techniques. Second Edition. Apress Berkeley, CA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6392-0>
- Jonathan Reid. (2015). HTML5 Programmer's Reference. Apress Berkeley, CA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6368-5>
- Mark E. Daggett. (2013). Expert JavaScript. Apress Berkeley, CA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6098-1>
- Martin Rinehart. (2015). JavaScript Object Programming. Apress Berkeley, CA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-1787-0>
- Shane Hudson. (2014). JavaScript Creativity. Exploring the Modern Capabilities of JavaScript and HTML5. Apress Berkeley, CA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-5945-9>
- Terentiev, O., Horbatyuk, E., Lototskyi, A (2023). Research of canvas technology in web-applications. Modern Engineering and Innovative Technologies, 1(27-01), 96–100. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2023-27-01-004>