

Пустюльга С.І., Самчук В.П., Самостян В.Р., Приступа О.В., Рубан-Головчук З.М.
Луцький національний технічний університет

СУЧАСНІ КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФОРМ В ДИЗАЙНІ АВТОМОБІЛЯ ДЛЯ МАСОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Робота присвячена розробці концептуальних принципів використання геометричних форм та елементів у процесі дизайн-проекування автомобіля для індустріального виробництва.

Аналіз літературних джерел показав, що геометричний стиль активно застосовується у дизайн-розробках різних елементів, починаючи із зовнішнього вигляду корпусу автомобіля і закінчуючи об'єктами внутрішнього простору авто. Усі ці об'єкти покликані підкреслювати загальний геометричний стиль автомобіля і створювати його єдиний візуальний образ. Геометрія відіграє важливу роль і в ергономіці сучасних авто, оскільки вона визначає форму і розміри різних компонентів, включаючи сидіння, кермо, панель приладів, педалі. Для прикладу, геометрія сидіння визначає кути нахилу спинки, висоту і глибину сидіння, а також відстань між сидіннями в салоні, а це впливає на посадку водія і пасажирів, а також на їх комфорт і безпеку під час поїздки. Геометрія керма впливає на зручність і безпеку управління автомобілем. Відстань від керма до сидіння і положення керма визначають зручність управління авто. Форма керма – впливає на комфорт водія, наприклад, плоске кермо може зробити управління автомобілем зручнішим і приємнішим. Геометрія панелі приладів впливає на зручність використання різних функцій автомобіля, таких як система навігації, мультимедійна система та клімат-контроль. Ергономічне розташування приладів і кнопок в авто може зробити їх легко доступними для водія, без відвертання його уваги під час руху.

Використання геометричних форм та елементів у дизайні інтер'єрів та екстер'єрів авто йде за двома напрямками: дизайн футуристичних шоу-карів і дизайн автомобілів для масового споживання. Деякі обмежені можливості для творчого, креативного дизайну авто другого напрямку пов'язане із низкою факторів, дослідженню яких присвячена дана робота. Це стосується проблем: відсутності єдиної класифікації та комплексного аналізу найбільш ефективних для дизайну автомобілів геометричних елементів та форм; ігнорування дизайнерами ефективного поєднання кількох складних геометричних фігур в одному об'єкті чи елементі; інколи недостатнім використанням «параметрики» при проектуванні автомобіля; недостатнім врахуванням основних технологічних принципів виробництва при застосуванні різноманіття геометричних параметрів. Наведені фактори, на сьогодні, практично не впливають на врахування, у конкретному проєкті, всіх формоутворюючих та функціональних можливостей різноманіття комбінацій геометричних форм і, як наслідок, негативно впливають на психологію цілісного сприйняття дизайну автомобіля людиною.

Всі поставлені, для досягнення мети, завдання досліджень виконані. У роботі представлено аналіз досвіду використання різних геометричних форм для розробки дизайну авто, запропоновано класифікаційну схему елементарних геометричних елементів різної розмірності, які найбільш ефективно застосовуються у дизайн-проекуванні легкових авто.

На основі класифікації елементів та аналізу їх застосування для різних складових дизайну авто виокремлено 4 основні принципи проектування автомобіля для масового виробництва та виявлена роль геометричного підходу до дизайну для кожного із запропонованих принципів.

Проаналізовано вплив кожного із досліджених принципів на оптимізацію процесів розробки дизайну авто. На основі запропонованих принципів використання у дизайні авто комбінацій різних геометричних форм, окреслено сучасні ключові тенденції застосування геометричного стилю в дизайні автомобіля для масового виробництва.

Ключові слова: автомобіль для індустріального виробництва, геометричний стиль, дизайн-проекування авто, комбінації геометричних форм, основні принципи дизайну, ключові тенденції дизайну.

ВСТУП

Геометрія – це унікальна і особлива наука. Її історія налічує тисячоліття, починаючи від древніх цивілізацій, таких як єгиптяни, греки і китайці, до сучасності, коли вона знаходить застосування у багатьох сферах нашого життя. Вважається, що геометрія священна в індуїзмі, буддизмі, іудаїзмі і масонстві, має для цих релігій особливу силу та вплив [2]. Навіть релігії, які не вважають геометрію священною, наприклад, християнство та іслам, достатньо широко використовують геометрію у дизайні своїх храмів, витворах мистецтва і багатьох інших напрямках свого розвитку. Таким чином, геометрія є основою, «фундаментом», на якому будується не менш важливий напрямок діяльності людини – промисловий дизайн [1].

Становлення геометрії пов'язане із дослідженнями древніх учених, таких як Піфагор, Евклід, Арістотель і Архімед. Саме вони розробили основні принципи і поняття, на яких будується геометрія, такі як точка, пряма, крива лінія, кути та інші геометричні об'єкти [3].

З розвитком науки і техніки, геометрія почала знаходити все більше застосування у різних областях, зокрема:

- Проектуванні та виробництві різних промислових товарів, таких як автомобілі, літаки, кораблі, об'єкти залізничного транспорту, меблі та інші.
- Архітектурі та будівництві, де геометричні принципи використовуються для проектування будівель, мостів, доріг та інших об'єктів.
- Картографії і геодезії, де геометрія використовується для виміру та картографування земної поверхні.
- Комп'ютерній графіці та анімації, де геометричні принципи використовуються для створення тривимірних моделей та візуалізації різних об'єктів і сцен.

Очевидно, що геометрія присутня всюди навколо нас. Вона наявна у природі, в побуті, в архітектурі і особливо – в галузі автомобілебудування. Геометричний стиль – це один із ключових елементів у дизайні автомобіля. Цей стиль охоплює безліч аспектів, від форми кузова і двигуна до деталей салону [10]. У деяких випадках це може бути мінімалістичний дизайн, в якому головним є функціональність, а в інших – складні геометричні фігури і криві лінії, які підкреслюють швидкість автомобіля, його елегантність. Наприклад, дизайнери можуть ефективно використовувати геометричні форми і лінії в дизайні корпусу авто, панелі приладів і керма, в дизайні крісел та інших елементів салону [11].

Геометричний стиль активно застосовується у різних екстер'єрних елементах автомобіля, таких як диски коліс, фари і решітки радіатора. Усі ці елементи можуть підкреслювати загальний геометричний стиль автомобіля і створювати єдиний візуальний образ [4].

Окрім того, геометрія відіграє важливу роль в ергономіці сучасних авто, оскільки вона визначає форму і розміри різних компонентів авто, включаючи сидіння, кермо, панель приладів, педалі [12]. Наприклад, геометрія сидінь може визначати кути нахилу спинки, висоту і глибину сидіння, а також відстань між сидіннями в салоні. Це може впливати на посадку водія і пасажирів, а також на їх комфорт і безпеку під час поїздки. Геометрія керма впливає на зручність і безпеку управління автомобілем. Відстань від керма до сидіння і положення керма визначають зручність управління авто. Форма керма – впливає на комфорт водія, наприклад, плоске кермо може зробити управління автомобілем зручнішим і приємнішим. Геометрія панелі приладів впливає на зручність використання різних функцій автомобіля, таких як система навігації, мультимедійна система та клімат-контроль. Ергономічне розташування приладів і кнопок в авто може зробити їх легко доступними для водія, без відвертання його уваги під час руху. Нарешті, геометрія педалей впливає на зручність їх використання при управлінні автомобілем, а відстань між педалями та розміри можуть визначати, наскільки легко і комфортно їх використовувати.

Відтак, аналіз та дослідження теоретичних основ впливу геометричних форм та їх візуальних композицій на якість дизайну авто є актуальним завданням, вирішення якого зможе удосконалити процеси проектування сучасних автомобілів, розрахованих на масового споживача.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Відома низка робіт українських вчених, які активно займалися дослідженням геометричних форм в дизайні автомобілів, працюючи у різних наукових і дослідницьких центрах. Серед тих хто, на наш погляд, зробив вагомий вклад у вивчення проблеми геометричного стилю у дизайні сучасного автомобіля можна назвати: О. Іванова, головного інженера компанії «Український науково-дослідний і навчальний центр з транспортних технологій», А. Могильного, керівника дизайн студії «Могильний – дизайн», М. Кушніра, фахівця із візуалізації геометричних форм кузовів автомобілів та інших. Згадані вище вчені у своїх роботах займалися реальним практичним проектуванням дизайну транспортних засобів, розробкою нових конструкцій та геометричних форм кузовів автомобілів, які забезпечують їх ефективність, економічність та ергономіку, а також розробкою програмного забезпечення для потреб автомобільної індустрії, у тому числі – для іноземних моделей.

Теоретично обґрунтували та активно пропагували «геометризацію» усіх сфер сучасного виробництва такі українські вчені, як В. Михайленко, О. Кащенко, М. Яковлев та інші. У своїх роботах вони акцентували увагу на тому, що всі засоби композиції в дизайні, у тому числі при проектуванні автомобілів, так чи інакше пов'язані з геометрією, тобто із співвідношеннями основних параметрів геометричних форм: кутів між лінійними та площинними елементами, характером контурних ліній, диференційними характеристиками криволінійних поверхонь, що є формоутворюючими орієнтирами [3], [4]. У ряді їх наукових робіт досліджуються питання: ролі геометрії у художньому формотворенні; значення геометрії, як посередника між природою та технічними формами; властивостей та взаємозв'язку геометрії природних та універсальних форм.

Достатньо багато робіт, які опосередковано присвячені даній проблематиці, є в іноземних видавництвах, наприклад [13], [14], [15], [16].

Серед іноземних досліджень можна особливо виокремити роботу Т. Maier та R. Klein [5], у якій виконано огляд використання математичних поверхонь в автомобільному дизайні, обговорено ризики і виклики використання таких геометричних образів для зовнішніх форм авто, а також досліджено роль обчислювальних інструментів у процесі дизайну автомобілів.

У роботі А. Nigro та G. Bevilacqua досліджується застосування нейронної мережі для проектування зовнішньої форми транспортного засобу [6]. Автори продемонстрували, як мережа може бути навчена, за вимогами автомобільного дизайну, для створення нових образів, надали аналіз нових підходів до дизайну, які відповідають заданим вихідним критеріям.

Публікація [7] Н. Chen і J. Liu стосується опису багато-об'єктного генетичного алгоритму для оптимізації проектування форми авто. Автори продемонстрували, як дані алгоритми можуть бути використані для дизайну автомобіля.

Робота М. Nallagownden і R. Nagarajan стосується вивчення та оптимізації геометрії форми транспортного засобу [8]. Автори використали тривимірну модель автомобіля і дослідили вплив геометричних параметрів на аеродинаміку проектного авто.

У дослідженні А. Andreucci, F. Palacios і J. Pérez [9] запропоновано варіант методології оптимізації форми для автомобільного дизайну, яка враховує набір низки технологічних параметрів майбутнього авто.

Однак, аналізуючи вище наведені роботи та незважаючи на опосередковане використання у них геометричного підходу до дизайн-проекування автомобілів явно відслідковуються, на наш погляд, і певні проблеми. Якщо розділити використання геометричних елементів в дизайні автомобілів на 2 напрями, а саме: дизайн футуристичних шоу-карів і дизайн автомобілів для масового споживання, то слід зазначити наступне. У першому випадку, в дизайнерів практично не обмежений простір для творчості та фантазії, а використання нестандартних геометричних форм авто, хоча і вражає глядачів своєю революційністю, однак вони не завжди готові купувати такий транспорт. Зазвичай (другий напрям), клієнти вибирають простіші та класичні варіанти дизайну, орієнтуються на практичність та інтуїтивно віддають перевагу вже знайомим геометричним формам, що суттєво звужує різноманіття варіантів дизайну масового авто.

Це пов'язано, на наш погляд, із низкою факторів, наприклад, із відсутністю єдиної класифікації та комплексного аналізу найбільш ефективних для дизайну автомобілів геометричних елементів та форм, із ігноруванням ефективного поєднання кількох складних геометричних фігур в одному об'єкті чи елементі, із недостатнім використанням «параметрики» при проектуванні автомобіля, із недостатнім врахуванням основних технологічних принципів виробництва при застосуванні різноманіття геометричних параметрів. Все це приводить до врахуванням у конкретному проєкті обмеженої кількості функціональних можливостей використовуваних геометричних елементів, а в результаті – негативно впливає на психологію цілісного сприйняття дизайну автомобіля людиною.

ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою даної роботи є – розробка класифікаційної схеми використання геометричних елементів різної розмірності та їх комбінацій в дизайні авто і, на її основі, виокремлення основних сучасних принципів дизайну легкового автомобіля для масового виробництва.

Для досягнення поставленої мети слід вирішити наступні завдання:

1.Провести аналіз досвіду використання різних геометричних форм при розробці дизайну легкового автомобіля.

2.Розробити класифікаційну схему елементарних геометричних елементів різної розмірності, що ефективно використовуються у дизайн-проекуванні легкових авто.

3.Виокремити основні принципи дизайн-проекування автомобіля для масового виробництва та виявити роль геометричного підходу до дизайну для кожного із запропонованих принципів. Проаналізувати вплив кожного із даних принципів на оптимізацію процесів розробки дизайну авто.

4.На основі запропонованих принципів використання у дизайні авто комбінацій різних геометричних форм, окреслити сучасні ключові тенденції застосування геометричного стилю в дизайні автомобіля для масового виробництва.

Об'єктом дослідження – є роль геометрії в процесі дизайн-проекування сучасного автомобіля.

Предметом дослідження – є розробка основних принципів дизайн-проектування автомобіля для масового споживання.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Якщо аналізувати принципи використання нових або комбінованих геометричних форм у дизайні автомобіля для масового виробництва то слід, перш за все, відзначити наступне. Складність створення саме індустріального дизайну авто за рахунок варіювання геометричними параметрами форм полягає у тому, що моделі повинні відповідати заданим габаритам, розмірам двигуна, коліс, об'єму вільного простору в салоні. Існує цілий ряд інших геометричних обмежень. І будь-яка суттєва або кардинальна зміна геометричної концепції може привести до переходу автомобіля в інший ціновий сегмент.

Іншим суттєвим аспектом, який може стояти на шляху інноваційних дизайнерських експериментів із геометрією автомобіля для масового споживання є законодавчі обмеження. Висота даху, розміри фар і дзеркал – параметри, які обумовлені законами та вимогами до безпеки і дизайнер не може їх змінювати.

У зовнішньому автомобільному дизайні авто для масового виробництва головними є пропорції. Неправильний підхід до композиційного об'єднання декількох геометричних елементів, наприклад, занадто довга передня або задня частина машини, не пропорційні розміри коліс, на які спирається весь об'єм авто негативно спрацьовує на її візуалізацію та психологічне сприйняття.

Сегмент компактних масових автомобілів, при розробці дизайну та подальшого виробництва ставить за головну мету економію та отримання максимального прибутку виробником. Передусім, це стосується жорстких вимог до двигуна і аеродинаміки, а цей чинник, у свою чергу, впливає на обмежені можливості експериментувати із геометрією у процесі дизайн-проектування. Невеликий двигун авто тягне за собою його невисоку потужність, а це в свою чергу веде до потреби зменшення геометричних розмірів і корпусу автомобіля, і його коліс, інших елементів екстер'єру. **Створити** дизайн інтер'єру такого авто ще складніше, ніж дизайн зовнішнього вигляду.

Під час роботи над моделями автомобілів для масового виробництва дизайнери постійно шукають нові інноваційні шляхи вдосконалення їх візуальних і ергономічних характеристик. Існуюче первинне бачення дизайнером концепції моделі, може трансформуватися за рахунок умілого використання комплексного поєднання геометричних елементів та форм, декількох складних геометричних фігур в одному об'єкті чи елементі авто, використанні «параметрики» у процесі проектування, ефективного виокремлення геометричних принципів для забезпечення основних технологічних вимог до виробництва автомобілів.

Для виконання цих завдань необхідно, на першому етапі, класифікувати елементарні геометричні об'єкти, що застосовуються у дизайн-проектах автомобілів і визначити для яких елементів дизайну вони найбільш ефективно застосовуються (рис. 1). Наведемо деякі з них:

Точки (0-вимірні об'єкти): круглі, квадратні, трикутні, зіркоподібні, довільної форми і так далі.

Геометричні точкові елементи різної форми ефективно використовуються в дизайні фар, решіток радіатора, фірмових емблем і знаків, дисків коліс, дверних ручок, кнопок на панелі приладів у салоні і т. і. Вони нерідко виступають компонентами геометричного комбінування форм у дизайні практично усіх елементів конструкції автомобіля.

Лінії (1-вимірні об'єкти): прямі, криві, гладкі, ламані, лінії, що перетинаються, паралельні лінії, замкнуті і незамкнуті, радіальні лінії, фрактальні криві та інші.

Ламані лінії, гострі кути – застосовуються при розробці екстер'єрів авто для підкреслення динамічнішого та спортивного зовнішнього вигляду автомобіля, їх використання додає виразності та індивідуальності до дизайну. Вони також можуть бути використані для створення складної, багатоплощинної форми типу каркаса кузова, ефективно застосовуватися для побудови геометричних візерунків на різних елементах автомобіля.

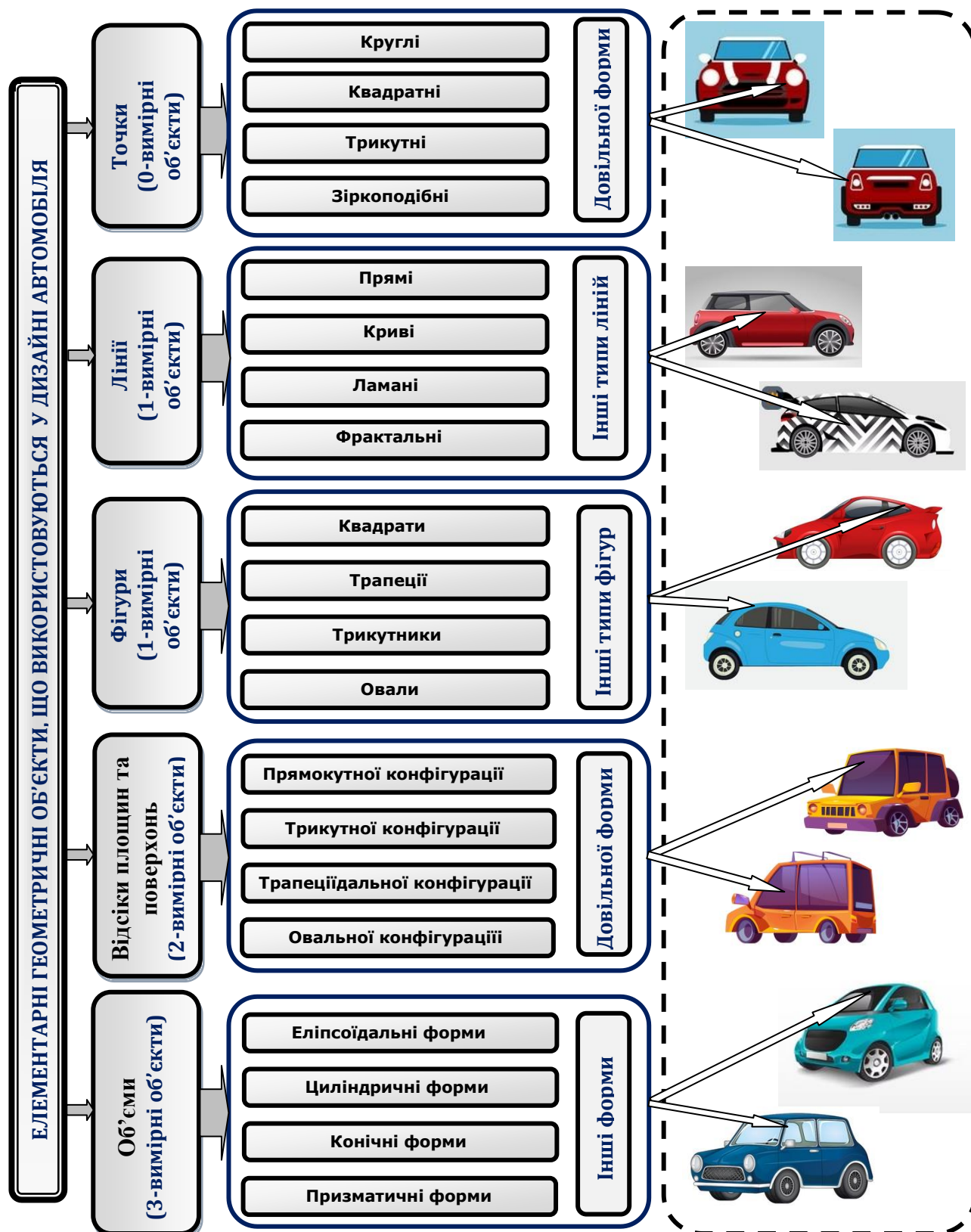


Рисунок 1

Заокруглені або замкнуті форми та елементи можуть надавати елементам автомобіля візуальну м'якість і гладкість, а також робити дизайн більш ергономічним. Наприклад, плавні форми та їх комбінації можуть бути ефективно використані для дизайну фар, які завжди є основою зовнішнього вигляду авто. Криві лінії та їх варіації ефективно використовуються для створення плавних закруглень на капоті, крилах або на бампері, додаючи їм елегантності та гармонії.

Фігури (1-вимірні об'єкти): прості та складні, включаючи: овали, кола, квадрати, прямокутники, трикутники, трапеції, n-кутники із прямими та кривими сторонами та інші.

Достатньо модними у дизайні сучасних авто є комбінації плоских форм або форм, що перетинаються. Вони значно додають психологічного відчуття потужності та динаміки в дизайн автомобіля, однак можуть ускладнювати процес виготовлення і підвищувати вартість виробництва. Для прикладу, кузов автомобіля може мати плоску форму прямокутника, що надасть йому строгий і суворий вигляд, решітка радіатора у формі прямокутника – зробить дизайн авто агресивним, а елементи у формі прямокутника задньої частини – добавлять автомобілю стильного вигляду. У формі квадрату можуть бути спроектовані підлокітники, а це забезпечить візуальну цілісність та простоту салону. Вікна та дзеркала автомобіля можуть бути виконані у формі трапеції, створюючи витончений та стильний дизайн. Задні освітлювальні прилади можуть мати форму трикутника, надаючи авто сучасного та стильного вигляду.

Відсіки площин та криволінійних поверхонь (2-вимірні об'єкти): прямокутної конфігурації, кругові, еліптичні, трикутні, трапецеїдальні, із довільними криволінійним контуром і так далі.

Активно використовуються в дизайні авто комбінації відсіків різних криволінійних поверхонь та просторових форм. Вони створюють для зовнішньої форми автомобіля психологічне відчуття візуальної глибини та динамічності. Інший приклад використання криволінійних поверхонь – це кермо. Кермо, створене із використанням криволінійних поверхонь забезпечує комфортну та безпечну ергономіку, а також покращує візуальну привабливість авто. Окрім цього, комбінації площин та криволінійних поверхонь можуть використовуватись для створення ефектів світла та тіні в дизайні автомобілів, які можуть змінюватися в залежності від типу освітлення авто.

Об'єми (3-вимірні об'єкти): сферичні, еліпсоїдальні, циліндричні, конічні, призматичні, пірамідальні, торо-подібні, зірчаті та їх комбінації, тіла Платона і так далі.

Можна зробити висновок, що всі класифіковані геометричні форми активно застосовуються для створення різних елементів дизайну автомобілів, включаючи: геометрію кузова, фар, дзеркал, ручок дверей, коліс, бамперів, решіток радіатора, всіх елементів інтер'єру салону і так далі. **Комбінація та модифікація** цих форм може привести до створення нових, унікальних елементів дизайну.

Процес введення геометричних форм у дизайн-розробку автомобіля масового виробництва може відбуватися за різними напрямками. Нижче наведені деякі з них:

Геометричні форми для кузова: будь-які, із класифікованих, геометричні форми можуть бути використані для створення унікального зовнішнього вигляду автомобіля. Досягається це за рахунок **параметричної зміни** просторової форми кузова, додавання до екстер'єру авто, **різних за розмірністю**, геометричних елементів, наприклад точок, багатокутників та криволінійних поверхонь, а також **комбінування** різних елементарних геометричних форм, таких як круги, трикутники і прямокутники.

Геометричні форми підкапотного простору: геометрія двигуна також може бути «естетизована» за рахунок використання геометричних форм, що створюють візуально приємний вигляд у підкапотному просторі. Наприклад, ефективно в дизайні двигуна можна використовувати геометричні елементи (круги або багатокутники), для створення його симетричної композиції.

Геометричні форми інших зовнішніх елементів авто: креативні геометричні форми можуть ефективно використовуватися і для інших елементів автомобіля, наприклад, для дисків коліс, дзеркал або фар та інших. Тут можна, залежно від смаку дизайнера, використати елементи для створення як симетричних, так і асиметричних композицій.

Декоративні елементи екстер'єру автомобіля можуть включати в собі комбіновані геометричні форми. Кожна із форм декору (круги, квадрати, трикутники, овали, ламані та криві лінії) має своє призначення та робить свій внесок у загальний вигляд автомобіля. Наприклад, круглі елементи можуть символізувати гладкість та округлість авто, тоді як кутові елементи можуть надавати автомобілю більш різкого вигляду. Трикутники можуть створювати враження швидкості та динамізму, а овальні форми можуть додати елегантності та розкоші.

Крім того, поєднання різних геометричних форм використовується для створення візуальних ефектів, таких як: ілюзія глибини, тіней та відблисків. Наприклад, глибокі прожилки на капоті автомобіля можуть створювати ілюзію глибини, тоді як випуклі криволінійні елементи можуть відображати навколишнє середовище та створювати візуальний ефект блиску. Взагалі, геометрія в декорі елементів автомобіля може використовуватися для створення набору естетичних ефектів, які

завжди підкреслюють характерні аспекти автомобіля, такі як його швидкість, потужність, елегантність чи спортивний стиль.

Геометричні форми є важливими складниками і в проектуванні освітлювальних приладів, оскільки вони принципово впливають на ефективність та безпеку руху автомобіля на дорозі. Освітлювальні прилади авто мають різні функції та розташовуються у його конструкції залежно від їх призначення. Наприклад, геометричні обриси фар повинні бути такими, щоб вони могли забезпечувати мінімальне блискотіння та розсіювання світла, що у свою чергу зменшує «сліплячий» ефект для інших водіїв.

Крім того, автомобіль має також сигнальне освітлення, таке як «поворотники», задні світильники та стоп-сигнали. Геометрія цих приладів також має важливе значення, оскільки вона повинна забезпечувати їх оптимальну видимість із будь-якого кута огляду. Це допомагає іншим водіям розпізнати наміри водія та забезпечити безпеку на дорозі.

Геометричні форми інтер'єру салону авто: це найскладніше завдання в роботі дизайнера. Складність раціонального підбору геометричних форм для салону полягає не тільки у врахуванні цілого комплексу ергономічних, безпекових вимог до проєктованого обладнання, а й у суттєвому впливі на рішення дизайнера таких чинників як матеріали, колористика, технологічність виготовлення та економічність дизайнерського втілення ідеї. Відтак, комбінування усього набору вищенаведених геометричних елементів повинно бути направлено на комплексну розробку дизайну елементів салону, які б не порушували його функціональність і безпеку.

Просте комбінування геометричних фігур і діагональних ліній в салоні може створювати візуальний ефект руху і динаміки, який підсилює відчуття швидкості і сприяє сприйняттю автомобіля як потужного та енергійного. Контурні малюнки і штрихи можуть бути використані для підсилення форми і об'єму деталей та елементів салону, таких як сидіння, двері, кермо. Вони можуть додати текстури і рельєфності, що створює відчуття витонченості та вишуканості. Геометричні візерунки в салоні можуть допомогти створити відчуття простору і комфорту, зменшити відчуття тісноти та забезпечити гармонію в оформленні салону. Вони також можуть допомогти візуально збільшити простір, зменшити ризик візуального перенасичення і створити баланс в оформленні салону.

Важливим елементом інтер'єру є геометрія сидінь та торпеди автомобіля. Наприклад, геометрія сидінь визначає розміри та форму крісел, що в свою чергу впливає на зручність та безпеку пасажирів. Крім того, геометричні параметри сидінь впливають на простір підлокітників, розташування педалей, висоту підголівників та інші параметри, які важливі для комфортного та безпечного пересування автомобілем. Геометрія торпеди визначає розташування та форму панелі приладів, дверних панелей та інших внутрішніх елементів автомобіля. Тому дані параметри мають велике значення для забезпечення безпеки, комфорту та ефективності керування автомобілем.

Геометрія активно використовується і в текстилі сидінь автомобіля. Вона достатньо різноманітна і може включати широкий набір креативних геометричних фігур. Для прикладу, декоративні подушки можуть включати геометричні малюнки на основі прямокутників, квадратів, кіл, трикутників тощо. Килимки також можуть мати геометричні включення із поєднань простих елементів.

Одним із популярних прийомів в дизайні сидінь автомобіля є використання геометричних форм для створення цікавих та зручних композицій. При проектуванні геометричних малюнків для текстилю сидінь автомобіля, важливо враховувати не тільки естетичні фактори але й функціональні. Текстиль повинен бути зручним для сидіння, легким у догляді та міцним. Також потрібно забезпечити правильну пропорцію та баланс між різними елементами геометричного малюнка для гармонійного сприйняття. У цілому, геометрія може додати стилю та креативності текстилю сидінь автомобіля, створюючи візуальний ефект та забезпечуючи функціональність.

В результаті аналізу застосування у дизайні автомобілів масового виробництва вищенаведених геометричних форм, виділено чотири основні принципи їх застосування:

Принцип психологічного комфорту. Геометричні форми в автомобілі є важливими чинниками, що впливають на психологічну комфортність пасажирів і водія. Наприклад, різні геометричні поверхні сидінь можуть впливати на зручність сидіння і положення тіла пасажирів, а форма керма – впливає на показники комфортності водія під час керування автомобілем.

Одним із ключових аспектів геометричного стилю авто в процесі дизайн-проєктування є простір у салоні. Автомобілі з високими стелями і просторими салонами створюють у пасажирів і водія відчуття свободи та вільності у рухах, а автомобілі з низькими стелями та обмеженим простором можуть викликати відчуття скованості і дискомфорту. Показники психологічного

комфорту враховуються дизайнерами і при проектуванні геометрії зовнішніх обрисів автомобіля. Так автомобілі з м'якими округлими формами поверхонь можуть створюють відчуття зручності та безпеки, тоді як авто із гострими кутами і лініями для дизайну корпусу психологічно додають враження динамічності та потужності.

Однак, важливо зазначити, що на психологічну комфортність в автомобілі впливають не тільки геометричні форми та обриси, але й такі ергономічні аспекти, як освітлення, колір, текстура, матеріали, акустика, температура та інші.

Дизайн автомобілів може бути суттєво поліпшений за рахунок використання комбінацій геометричних елементів, геометричних фігур і комплексів цих об'єктів, що можуть викликати позитивні емоції у людей.

Одним із варіантів застосування у дизайні креативних геометричних елементів – є **одночасне поєднання гострих кутів і «незграбних», незвичних поверхневих форм**. Це може створити у людей відчуття швидкості і динамізму авто. Крім того, «незграбні» форми можуть додавати автомобілю сучаснішого і агресивнішого вигляду (рис. 2а).

Інший варіант – активне використання у дизайні масового легкового автомобіля **заокруглених геометричних форм**, які можуть створювати у людей відчуття комфорту і власної безпеки. Це особливо важливо для авто, які орієнтовані на **сімейний ринок**. Також заокруглені форми зовнішнього вигляду автомобіля можуть психологічно надавати йому гладкого та елегантного вигляду (рис. 2б).

Третій варіант – використання органічно об'єднаних **геометричних комплексів із елементів та фігур**, які можуть внести у модель авто особливий, креативний дизайн, що завжди запам'ятовується. Наприклад, використання поєднання трикутників і ромбів психологічно створює відчуття динаміки і руху, а використання **комбінацій із кіл і овалів** надає автомобілю гармонійного і естетично приємнішого вигляду.

У цілому, введення різного роду геометричних елементів, фігур і комплексів в дизайн автомобілів може бути позитивним рішенням для психологічного сприйняття людиною.

Проте, необхідно враховувати, що вибір конкретних геометричних елементів і їх поєднання мають бути засновані на брендовій ідентичності компанії та естетичних смаках цільовій аудиторії, що використовуватиме пропоновану модель авто.



Рисунок 2* – Приклади дії комбінацій геометричних форм на психологічне сприйняття дизайну автомобіля: а – «незграбні форми» – агресивність, динамічність авто; б – комбінація заокруглених геометричних форм – елегантність та вишуканість авто; в – природна форма равлика – природна гармонія та спокій

**дизайн-проекти на рисунках 2,3,4 є оригінальними і розроблені за допомогою штучного інтелекту*

Ще один із варіантів удосконалення психологічного комфорту у сприйнятті моделей масового автомобіля, це використання в їх дизайні геометричної виразності **природних форм** (рис. 2в).

Іноді така стратегія дизайну може надати авто оригінального і привабливого вигляду, що також активно працює на позитивне сприйняття її людьми. Для прикладу, використання у дизайні моделі авто геометричних форм, що нагадують гірські вершини, може створювати у цільовій аудиторії відчуття потужності та надійності представленого транспортного засобу, а втілення у проєкт природних органічних форм, таких як форма листя або морських хвиль, може додати психологічне відчуття природної гармонії і спокою. Крім того, природні форми та їх геометричні

характеристики можуть бути використані для створення ефективнішої аеродинаміки автомобіля, а це, в свою чергу, понизить витрату палива та збільшить швидкість. Разом із тим, слід мати на увазі, що використання природних форм у дизайні авто має бути збалансованим і не повинне суперечити конструкції автомобіля та вимогам безпеки.

Принцип адаптивності. Принцип адаптивності внутрішнього простору салону автомобіля полягає у створенні зручного і комфортного простору для пасажирів, який може налаштовуватись під їх індивідуальні потреби та бажання. Саме геометричні форми дизайну салону автомобіля можуть робити істотний вплив на адаптивність простору. Наприклад, дизайнери можуть використовувати різні форми сидінь, консолей, панелей управління та елементів декору салону для створення простору, який зможе підлаштуватися під індивідуальні потреби пасажирів. Цей принцип направлений на забезпечення оптимальних умов для пасажирів та підвищення для них рівня комфорту під час поїздки.

В процесі аналізу дизайну авто, виявлено ряд найважливіших геометричних форм, що відповідають за виконання принципу адаптивності внутрішнього простору (рис. 3). До них відносяться:

Форма сидінь: Сидіння можуть бути різної геометричної форми і розміру, що суттєво впливає на підтримку спини та інші ергономічні показники для комфорту пасажирів. Для забезпечення максимальної адаптивності, деякі сидіння мають здатність запам'ятовувати регулювання висоти, нахилу, глибини, інших геометричних характеристик під конкретного водія чи пасажирів.

Форма консолей: Консоль між передніми сидіннями авто може також бути різної геометричної форми та розмірів. Ці параметри суттєво впливають на доступність і зручність використання різних елементів управління, до яких відносяться елементи управління рухом автомобіля, мультимедіа, клімат-контроль і навігаційна система.

Обробка інтер'єру: Декор геометричних форм інтер'єру теж робить суттєвий вплив на адаптивність простору. Наприклад, використання для оздоблення елементів салону різних креативних матеріалів і текстур може впливати на рівень комфорту і зручності в процесі експлуатації авто.



Рисунок 3* – Принцип адаптивності внутрішнього простору авто за рахунок використання оптимальних геометричних форм

Принцип комплексності геометричних елементів. Принцип комплексності геометричних елементів простору салону означає, що дизайн інтер'єру салону повинен враховувати не лише окремі елементи устаткування, декору і освітлення, але також їх взаємодію і взаємне розташування у просторі. Це означає, що кожен елемент має бути розглянутий як частина композиції, а не як окремий об'єкт. Кожен геометричний елемент інтер'єру має бути ретельно підібраний і розміщений у просторі авто так, щоб створити гармонійну і цілісну картину. Важливо при цьому тримати на особливому контролі співвідношення пропорцій окремих об'єктів салону авто, рівень освітленості, колірну гамму і текстуру поверхонь. Крім того, необхідно враховувати функціональність і практичність кожного елемента. Наприклад, вибір форми передньої панелі та консолей між кріслами повинен ґрунтуватися не тільки на композиційній цілісності, а й на їх міцності та зручності використання (рис. 4).



Рисунок 4* – Принцип комплексності підходу до дизайну геометричних форм салону

Комплексний підхід до дизайну геометричних форм салону дозволяє створити для водія та пасажирів зручну, комфортну і функціональну обстановку, що поєднує у собі красу і практичність, він гарантує унікальність стилю інтер'єру авто, який підкреслюватиме індивідуальність власника транспортного засобу.

Принцип модульності. Принцип модульності геометричних елементів автомобіля для масового виробництва полягає у використанні стандартизованих модулів для різних елементів авто, наприклад таких як двері, фари, решітка радіатора, диски, сидіння, кермо, панелі, консолі і так далі. Цей підхід дозволяє виробникам автомобілів спростити процес дизайн-проектування, а також підвищити гнучкість і ефективність виробництва, використовуючи загальні компоненти для різних моделей і типів автомобілів (рис. 5).



Рисунок 5 – Приклад можливостей використання принципу модульності геометричних форм у дизайні автомобіля

Модульність є однією із головних характеристик, що впливає на дизайн авто в цілому і салону зокрема. Розроблені стандартизовані модулі можуть бути легко інтегровані в різні дизайнерські рішення. Це забезпечує ефективне створення збалансованих і гармонійних екстер'єрів авто та інтер'єрів салону, які відповідають потребам і очікуванням різних груп споживачів. Модульність також сприяє зменшенню кількості деталей і спрощенню конструкції автомобіля, що забезпечує у свою чергу можливості розробки для нього оптимального дизайну. Крім того, стандартизація геометричних елементів сприяє ефективнішому використанню простору в салоні, а це автоматично покращує комфорт і зручність поїздки для водія та пасажирів.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Наведені принципи використання геометричних форм в дизайні сучасного автомобіля для масового виробництва дозволили окреслити ряд ключових тенденцій застосування геометричного стилю в дизайні авто, про які постійно повинні пам'ятати дизайнери.

Реалістичний дизайн. Суттєвий прогрес нових технологій в автомобілебудуванні, приклади концептуальних, виставкових машин із футуристичним дизайном, не дають підстав для масового впровадження таких авто у повсякденне життя, оскільки такі занадто креативні дизайн-концепти не

підходять для автомобілів масового виробництва. Як правило, покупці із побоюванням відносяться до модерних авто, з їх аж занадто сучасним дизайном і віддають перевагу більш звичному зовнішньому вигляду автомобіля.

Баланс реалістичності. При створенні авто для масового виробництва дизайнери повинні намагатися дотримуватися рівноваги та певного балансу між традиціями та інноваціями. Краще всього продаються такі нові моделі, які схожі на вже знайомі геометричні форми, але при цьому вони наділені новими та сучасними дизайнерськими якостями.

Баланс грубого і витонченого. Все більше прямі лінії кузова та плоскі поверхні стають основою найсучаснішого виду автомобіля. Від них дизайн залежить більш як на 65%. При його створенні головним завданням є пошук балансу між грубою прямолінійною геометричною формою і витонченою плавною геометрією елементів дизайну. Дизайнер повинен докласти зусиль, щоб зробити це поєднання без шкоди для зовнішнього вигляду автомобіля. Плавні елементи кузова, як правило застосовуються для впізнаваності силуету марки авто навіть при поганому освітленні.

Форма пляшки. Форма скляної пляшки кока-коли суттєво вплинула на дизайн масового автомобіля. Якщо дивитися на такий автомобіль у профіль, лінії нагадують пляшку. По центру автомобіля елементи кузова (двері і крила) роблять вужчими, ніж передня і задня частина машини. Уперше цей прийом був випробуваний ще у минулому сторіччі, але і до нині він активно культивується провідними дизайнерами при проєктуванні автомобілів різних марок для масового споживання.

Стиль «звуження» (tumblehome). Цей термін означає звуження геометричної форми корпусу автомобіля від верхньої частини до низу. Зараз більшість моделей різних марок автомобілів дотримуються саме цього стилю.

Гібрид круга та квадрата. Термін, який означає взаємну композицію двох геометрично різнопланових фігур. Така комбінована форма є дуже популярною при створенні дизайну різних моделей автомобілів. Найбільш використовуваною вона стала у німецьких дизайнерів та конструкторів.

Thick-to-Thin (від товстого до тонкого). Це правило базується на плавних переходах, у комбінації геометричних форм, від однієї точки до іншої. До цього ж підходу відносять процеси стоншування ліній і влаштування переходів у елементах від темних кольорів до світлих.

Стиль візуальне «безумство». Цей прийом допомагає автомобільним концернам притягувати до своїх нових моделей більше уваги покупців. З ним асоціюються марки Асуга і Lexus. Нові моделі цих марок часто виглядають агресивними і навіть шокуючими. Дизайнери сперечаються про ефективність такого підходу, наводячи аргументи, що такий дизайн швидко стає не модним і, відповідно, потрібні великі фінансові вливання для його частішого оновлення.

Гігантоманія. Цей стиль зародився в Америці ще в 70-х роки і характеризувався велетенськими геометричними формами елементів кузова авто. Такі машини, із-за великої ваги і аеродинамічного опору, споживають багато палива. Але це не зупиняє дизайнерів і на сьогодні, мода на великі машини все ще існує і розвивається паралельно із дизайном крихітних економічних смартів.

Разом із тим проведені дослідження показали, що існують застосування композицій геометричних фігур, при проєктуванні авто для масового споживання, мета яких до кінця не зрозуміла, ергономічно не виправдана, а користь – сумнівна.

1. Візуальне відображення, при відкритті дверей, на поверхню дороги логотипу або марки автомобіля та світло-діодне підсвічування самих порогів. Це рішення швидше є рекламною акцією, чим насправді потрібна функція.

2. Запроєктована, як точковий геометричний елемент на панелі приладів авто, лампа для контролю еко-режиму, спалахуючи, відволікає увагу водія від ситуації на дорозі, а інколи просто дратує. Відтак, при розробці дизайну інтер'єру салону для фіксації екорегимного стилю поїздки слід використовувати інші геометричні форми і елементи.

3. Велика кількість в дизайні інтер'єру авто електронних гаджетів і непотрібних функцій. З розвитком смартфонів і соціальних мереж у середині автомобілів для масового споживання поміщають все більше сенсорних екранів з додатковими функціями. При цьому, вони і до сьогодні інколи не дуже добре працюють і, у багатьох випадках, просто відволікають від безпечного водіння авто.

4. Прилад нічного бачення – достатньо важлива функція, але поки що вона теж не працює як слід. У більшості автомобілів технологія нічного бачення проєктує зображення на екран, який геометрично знаходиться нижче лобового скла. Дивитися на нього незручно і небезпечно.

5. Геометричні параметри розміщення навігаційної системи, у проєкті масового авто, теж можуть відволікати увагу водія та не сприяти безпечному керуванню авто.

ВИСНОВОК

Геометрія, як наука, виступає основою дизайн-проєктування сучасного автомобіля для індустріального виробництва. Використання геометричних форм та елементів у дизайні інтер'єрів та екстер'єрів авто йде за двома напрямками: дизайн футуристичних шоу-карів і дизайн автомобілів для масового споживання. Дещо обмежені можливості для творчого, креативного дизайну авто другого напрямку пов'язане із низкою факторів, дослідженню яких була присвячена дана робота. Це стосується проблем: відсутності єдиної класифікації та комплексного аналізу найбільш ефективних для дизайну автомобілів геометричних елементів та форм; ігнорування дизайнерами ефективного поєднання кількох складних геометричних фігур в одному об'єкті чи елементі; інколи недостатнім використанням «параметрики» при проєктуванні автомобіля; недостатнім врахуванням основних технологічних принципів виробництва при застосуванні різноманіття геометричних параметрів. Наведені фактори недостатньо впливають на врахування, у конкретному проєкті, всіх формоутворюючих та функціональних можливостей різноманіття комбінацій геометричних форм і, як наслідок, негативно впливають на психологію цілісного сприйняття дизайну автомобіля людиною.

Всі поставлені, для досягнення мети, завдання досліджень виконані. У роботі представлено аналіз досвіду використання різних геометричних форм для розробки дизайну авто, запропоновано класифікаційну схему елементарних геометричних елементів різної розмірності, які найбільш ефективно застосовуються у дизайн-проєктуванні легкових авто.

На основі класифікації елементів та аналізу їх застосування для різних складових дизайну авто виокремлено 4 основні принципи проєктування автомобіля для масового виробництва та виявлена роль геометричного підходу до дизайну для кожного із запропонованих принципів.

Проаналізовано вплив кожного із досліджених принципів на оптимізацію процесів розробки дизайну авто. На основі запропонованих принципів використання у дизайні авто комбінацій різних геометричних форм, окреслено сучасні ключові тенденції застосування геометричного стилю в дизайні автомобіля для масового виробництва.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Геометрія навколо нас. URL: <https://teacherslifesite.wordpress.com/геометрия-навколо-нас/>.
2. Геометрія у природі: рослини з ідеальною гармонією і симетрією. URL: <https://coma.in.ua/25352> (дата звернення: 07.04.2023).
3. Михайленко В. Є. Природа – Геометрія – Архітектура / В. Є. Михайленко, О. В. Кащенко. – К.: Будівельник, 1988. – 176 с.
4. Михайленко В. Є. Основи композиції (геометричні аспекти художнього формотворення): навч. Посібник / В. Є. Михайленко, М. І. Яковлев. – К.: Каравела, 2004. – 304 с.
5. Designing cars with mathematical surfaces: A review. T. Maier and R. Klein, published in Computer-Aided Design, 2016, 72: pp. 52-71.
6. Designing vehicle exterior shapes using a generative neural network. A. Nigro and G. Bevilacqua, published in International Journal of Vehicle Design, 2020, 82(1/2): pp. 34-53.
7. Optimization of vehicle exterior shape using a multi-objective genetic algorithm. H. Chen and J. Liu, published in Engineering Optimization, 2017, 49(9): pp. 1577-1591.
8. Design of vehicle body geometries using genetic algorithms. by M. Nallagownden and R. Nagarajan, published in the Journal of Automobile Engineering, in 2012, pp. 1781-1791.
9. A new shape optimization methodology for car design. A. Andreucci, F. Palacios, and J. Pérez, published in the International Journal of Vehicle Design, in 2014, pp. 202-219.
10. Optimization of the shape of a car body using computational fluid dynamics and response surface methodology. J. Park and J. Kim, published in the International Journal of Automotive Technology, in 2016, pp. 603-611.
11. Optimization of the aerodynamic shape of a car using computational fluid dynamics and genetic algorithms. H. Liu, Y. Liu, and J. Gao, published in the Journal of Engineering Design, in 2018, pp. 230-245.
12. Aerodynamic shape optimization of a car body using surrogate-assisted evolutionary algorithms. J. Lee, H. Lee, and J. Kim, published in the Journal of Mechanical Science and Technology, in 2020, pp. 541-548.
13. How to Draw Cars Like a Pro. Thom Taylor and Lisa Hallett - Motorbooks, 2006. - 144 p.
14. Car Design America: Myths, Brands, People. Paolo Tumminelli - Taschen, 2008. - 400 p.

15. Car Design Sketches: Inspiration and Tips. Adrian Dewey, 2014. - 176 p.
16. Car Design Europe: Myths, Brands, People. Paolo Tumminelli, 2019. - 304 p.

REFERENCES

1. Geometriya navkolo nas. URL: <https://teacherslifesite.wordpress.com/geometriya-navkolo-nas/>.
2. Geometriya u prirodi: roslini z idealnoyu garmoniyeyu i simetriyeyu. URL: <https://coma.in.ua/25352> (data zvernennya: 07.04.2023).
3. Mihajlenko V. Ye. Priroda – Geometriya – Arhitektura / V. Ye. Mihajlenko, O. V. Kashenko. – K.: Budivelnik, 1988. – 176 s.
4. Mihajlenko V. Ye. Osnovi kompozitsiyi (geometrichni aspekti hudozhnogo formotvorennya): navch. Posibnik / V. Ye. Mihajlenko, M. I. Yakovlyev. – K.: Karavela, 2004. – 304 s.
5. Designing cars with mathematical surfaces: A review. T. Maier and R. Klein, published in Computer-Aided Design, 2016, 72: 52-71.
6. Designing vehicle exterior shapes using a generative neural network. A. Nigro and G. Bevilacqua, published in International Journal of Vehicle Design, 2020, 82(1/2): 34-53.
7. Optimization of vehicle exterior shape using a multi-objective genetic algorithm. H. Chen and J. Liu, published in Engineering Optimization, 2017, 49(9): 1577-1591.
8. Design of vehicle body geometries using genetic algorithms. by M. Nallagownden and R. Nagarajan, published in the Journal of Automobile Engineering, in 2012, pp. 1781-1791.
9. A new shape optimization methodology for car design. A. Andreucci, F. Palacios, and J. Pérez, published in the International Journal of Vehicle Design, in 2014, pp. 202-219.
10. Optimization of the shape of a car body using computational fluid dynamics and response surface methodology. J. Park and J. Kim, published in the International Journal of Automotive Technology, in 2016, pp. 603-611.
11. Optimization of the aerodynamic shape of a car using computational fluid dynamics and genetic algorithms. H. Liu, Y. Liu, and J. Gao, published in the Journal of Engineering Design, in 2018, pp. 230-245.
12. Aerodynamic shape optimization of a car body using surrogate-assisted evolutionary algorithms. J. Lee, H. Lee, and J. Kim, published in the Journal of Mechanical Science and Technology, in 2020, pp. 541-548.
13. How to Draw Cars Like a Pro. Thom Taylor and Lisa Hallett - Motorbooks, 2006. -144 p.
14. Car Design America: Myths, Brands, People. Paolo Tumminelli - Taschen, 2008. -400 p.
15. Car Design Sketches: Inspiration and Tips. Adrian Dewey, 2014. -176 p.
16. Car Design Europe: Myths, Brands, People. Paolo Tumminelli, 2019. -304 p.

S. Pustiulha, V. Samchuk, V. Samostian, O. Prystupa, Z. Ruban-Holovchuk. Modern conceptual principles of using geometric shapes in car design for mass production

The paper is devoted to the development of conceptual principles for the use of geometric shapes and elements in the process of designing a car for industrial production.

The analysis of literature sources has shown that the geometric style is actively used in the design development of various elements, from the appearance of the car body to the objects of the interior space of the car. All of these objects are designed to emphasize the overall geometric style of the car and create a unified visual image. Geometry also plays an important role in the ergonomics of modern cars, as it determines the shape and size of various components, including seats, steering wheel, dashboard, and pedals. For example, the geometry of the seats determines the backrest angles, seat height and depth, as well as the distance between the seats in the cabin, which affects the seating position of the driver and passengers, as well as their comfort and safety during the trip. The geometry of the steering wheel affects the comfort and safety of driving. The distance from the steering wheel to the seat and the position of the steering wheel determine the ease of driving. The shape of the steering wheel affects the driver's comfort, for example, a flat steering wheel can make driving more comfortable and enjoyable. The geometry of the dashboard affects the usability of various car functions, such as the navigation system, multimedia system, and climate control. The ergonomic arrangement of devices and buttons in a car can make them easily accessible to the driver without distracting his or her attention while driving.

The use of geometric shapes and elements in the design of car interiors and exteriors is divided into two areas: the design of futuristic show cars and the design of cars for mass consumption. The somewhat limited possibilities for creative, imaginative car design in the second direction are due to a number of factors, which are the subject of this paper. These include the following problems: the lack of a unified

classification and comprehensive analysis of the most effective geometric elements and shapes for car design; designers' ignoring the effective combination of several complex geometric shapes in one object or element; sometimes insufficient use of "parametrics" in car design; insufficient consideration of the basic technological principles of production when applying a variety of geometric parameters. These factors, today, have little or no impact on the consideration of all the formative and functional capabilities of a variety of combinations of geometric shapes in a particular project and, as a result, negatively affect the psychology of holistic human perception of car design.

All the research objectives set to achieve the goal have been fulfilled. The paper presents an analysis of the experience of using various geometric shapes to develop car design, proposes a classification scheme of elementary geometric elements of different dimensions that are most effectively used in the design of passenger cars.

Based on the classification of elements and analysis of their application for various components of car design, 4 basic principles of car design for mass production are identified and the role of the geometric design approach for each of the proposed principles is revealed.

The influence of each of the studied principles on the optimization of car design development processes is analyzed. Based on the proposed principles of using combinations of various geometric shapes in car design, the current key trends in the use of geometric style in car design for mass production are outlined.

Keywords: car for industrial production, geometric style, car design, combinations of geometric shapes, basic design principles, key design trends.

ПУСТЮЛЬГА Сергій Іванович, доктор технічних наук, професор кафедри архітектури та дизайну Луцького національного технічного університету, e-mail: mbf.declutsk@gmail.com <http://orcid.org/0000-0001-7623-7803>

САМЧУК Володимир Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва та цивільної інженерії Луцького національного технічного університету, e-mail: volodsam@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0001-9045-9525>

САМОСТЯН Віктор Русланович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: cvmbf@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0001-6823-8558>

ПРИСТУПА Ольга Василівна, старший викладач кафедри архітектури та дизайну Луцького національного технічного університету, e-mail: prystupa.olga@yahoo.com <https://orcid.org/0000-0002-8751-2740>

РУБАН-ГОЛОВЧУК Зоряна Миколаївна, старший викладач кафедри архітектури та дизайну Луцького національного технічного університету, e-mail: zorianaruban2015@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9396-3460>

Serhii PUSTIULHA, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Architecture and Design, Lutsk National Technical University, e-mail: mbf.declutsk@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-7623-7803>

Volodymyr SAMCHUK, PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Construction and Civil Engineering, Lutsk National Technical University, e-mail: volodsam@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0001-9045-9525>

Viktor SAMOSTIAN, PhD in Engineering, associate professor of automobiles and transport technologies department, Lutsk National Technical University e-mail: svrmbf@gmail.com <http://orcid.org/0000-0001-6823-8558>

Olha PRISTUPA, Senior Lecturer at the Department of Architecture and Design, Lutsk National Technical University, e-mail: prystupa.olga@yahoo.com <https://orcid.org/0000-0002-8751-2740>

Zoriana RUBAN-HOLOVCHUK, Senior Lecturer at the Department of Architecture and Design, Lutsk National Technical University, e-mail: zorianaruban2015@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9396-3460>

DOI 10.36910/automash.v1i20.1050