

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

(повне найменування факультету)

Кафедра архітектури та дизайну

(повна найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»

ФОРМОТВОРЕННЯ РЕГУЛЯРНИХ ДИСКРЕТНИХ
СТРУКТУР В ДИЗАЙНІ АВТОМОБІЛЯ

спеціальність 022 Дизайн

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Дизайн»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи Дмз - 21

Самостян Віктор Русланович

Керівник:

док. техн., наук, проф.

Пустюльга Сергій Іванович

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«15» грудня 2023 р.

Гарант освітньої програми:

канд. мист., доцент

Бондарчук Юлія Сергіївна

Луцьк – 2023 рік

Луцький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
Кафедра архітектури та дизайну

Ступінь вищої освіти: магістр

Галузь знань: 02 «Культура та мистецтво»

Спеціальність: 022 «Дизайн»

Освітня програма: «Дизайн»

ЗАТВЕРЛЖУЮ

Завідувач кафедри архітектури та дизайну

Оксана ПАСІЧНИК

» грудня 2023 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти**

САМОСТЯН Віктор Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи «Формотворення регулярних дискретних структур в дизайні автомобіля»

керівник кваліфікаційної роботи Пустюльга Сергій Іванович, д.т.н., професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «4» січня 2023 року №040/01-02

2. Строк подання кваліфікаційної роботи 01 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи **Аналіз та дослідження способів формоутворення дискретно представлених кривих та поверхонь стосовно розробки концептуального дизайну військового автомобіля.**

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

У 1 розділі - дослідити історію становлення дизайну автомобіля, визначити системи автомобільного дизайну та розкрити вплив форми автомобіля на розвиток автомобільної індустрії в цілому. 2 розділ – систематизувати дискретні образи, які використовуються для дизайну автомобіля. 3 розділ – розробити загальні вимоги до дизайну сучасного автомобіля, проаналізувати чинники, які впливають на створення концептуальних форм в автомобілебудуванні. У проєктному розділі – розробити концепцію і дизайн-рішення військового автомобіля «Патруль» для передових частин військового конфлікту.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Ілюстрації історії становлення дизайну автомобіля, схеми та класифікація дискретних просторових форм стосовно дизайн-проєктування авто, матеріали власної розробки концепту військового автомобіля для передових частин.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 1	Пустюльга С.І., доктор технічних наук, професор		
Розділ 2	Пустюльга С.І., доктор технічних наук, професор		
Розділ 3	Пустюльга С.І., доктор технічних наук, професор		
Розділ 4	Пустюльга С.І., доктор технічних наук, професор		

7. Дата видачі завдання 10 серпня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

N з/п	Назва етапів науково-проектної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розділ 1.	10.09. 2023	
2.	Розділ 2.	20.09. 2023	
3.	Розділ 3.	10.10. 2023	
4.	Розділ 4.	20.10. 2023	
5	Формування висновків та додатків	15.11. 2023	
6	Розробка проектної частини	20.10.2023	
7	Формування реферату	20.11.2023	
8	Подання пояснювальної записки на перевірку	01.12.2023	
9	Подання виконаної КР з відгуком	06.12.2023	
10	Подання виконаної КР на підпис декану та відповідальному секретарю ЕК	07.12.2023	
11	Захист кваліфікаційної роботи	15.12.2023	

Магістрант

Керівник кваліфікаційної роботи

САМОСТЯН В. Р.
(прізвище та ініціали)

ПУСТЮЛЬГА С.І.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Самостян В.Р. Формотворення регулярних дискретних структур в дизайні автомобіля. Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра ОП «Дизайн» спеціальності 022 Дизайн. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота магістра складається з вступу, 4-х розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

У роботі 1 розділу досліджено історію та еволюцію використання дискретних структур в дизайні автомобілів. Охарактеризована світова історія розвитку легкового автомобіля і його форми; подається характеристика впливу універсальних дискретних структур на дизайн екстер'єру легкового автомобіля.

У другому розділі проведена систематизація дискретних образів та їх використання в дизайні автомобілів. Виконано класифікацію дискретних геометричних образів, описані основні типи поверхонь кузова, які використовуються при проектуванні автомобіля.

На основі проведених досліджень, в 3 розділі роботи описані загальні вимоги до дизайну екстер'єру автомобіля. У роботі розглянуті такі поняття, як антропометрія в дизайні автомобіля, аеродинамічний опір, психологія та психофізіологія в автомобільній ергономіці. У розділі 4 описується дизайн-розробка легкового автомобіля БАГГІ «ПАТРУЛЬ», а саме: складові об'єкта проектування, особливості формотворення та функціональне призначення об'єкту, особливості конструкції та матеріали, з яких виготовлено автомобіль БАГГІ «ПАТРУЛЬ».

Ключові слова: геометрія, дискретні структури, легковий автомобіль БАГГІ, поверхні кузова, аеродинамічний опір, автомобільна ергономіка.

ABSTRACT

Samostyan V.R. Formation of regular discrete structures in car design. Manuscript.

Master's qualification work of OP "Design" specialty 022 Design. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The master's qualification work consists of an introduction, 4 chapters, conclusions, a list of used sources, appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

In the work of chapter 1, the history and evolution of the use of discrete structures in the design of cars is investigated. The world history of the development of the passenger car and its shape is characterized; the influence of universal discrete structures on the exterior design of a passenger car is described. The second chapter systematizes discrete images and their use in car design. The classification of discrete geometric images is performed, the main types of body surfaces used in automobile design are described.

On the basis of the conducted research, the 3rd chapter of the work describes the general requirements for the exterior design of the car. The work considers such concepts as anthropometry in car design, aerodynamic resistance, psychology and psychophysiology in car ergonomics. Chapter 4 describes the design and development of the BUGGY "PATROL" passenger car, namely: the components of the design object, the features of the object's shaping and functional purpose, the design features and materials from which the BUGGY "PATROL" car is made.

Key words: geometry, discrete structures, passenger car BUGGY, body surfaces, aerodynamic resistance, automotive ergonomics.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
Розділ 1 Історія становлення дизайну автомобілів.....	11
1.1 Дизайн в автомобільній індустрії.....	11
1.2 Світова історія розвитку легкового автомобіля і його форми.....	13
1.3 Система автомобільного дизайну.....	17
Висновки до 1 розділу.....	19
Розділ 2 Систематизація дискретних образів та їх використання в дизайні автомобілів.....	21
2.1 Класифікація дискретних геометричних образів.....	21
2.2 Основний метод фіксації поверхні кузова.....	29
2.3 Основні типи поверхонь кузова.....	29
2.4 Залежності між кривими лініями поверхні кузова.....	31
Висновки до 2 розділу.....	32
Розділ 3 Загальні вимоги до дизайну автомобіля.....	33
3.1 Антропометрія в автомобільній ергономіці.....	33
3.2 Психологія і психофізіологія в автомобільній ергономіці.....	39
3.3 Аеродинамічний опір автомобіля.....	47
Висновки до 3 розділу.....	48
Розділ 4 Дизайн-розробка легкового автомобіля БАГГІ.....	50
4.1 Концептуальний автомобільний дизайн.....	50
4.2 Особливості формотворення об'єкта розробки.....	52
4.3 Матеріали та технологія виготовлення.....	54
Висновки до 4 розділу.....	55
ВИСНОВКИ.....	56
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	58
ДОДАТКИ.....	61
Додаток А.....	62
Додаток Б.....	77

ВСТУП

Актуальність проблеми. 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. 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.

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.

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. 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.

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.

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. 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.

Мета і завдання роботи. Метою даної роботи є розробка концептуального дизайну легкового автомобіля БАГПІ військового призначення. Для досягнення поставленої мети слід вирішити наступні **завдання**:

1. дослідити світову історію контексту та еволюцію дизайну легкових автомобілів;
2. провести аналіз досвіду використання різних геометричних форм при розробці дизайну легкового автомобіля;
3. розробити класифікаційну схему елементарних геометричних елементів різної розмірності, що ефективно використовуються у дизайн-проектуванні легкових автомобілів;
4. систематизувати методи фіксації та основні типи поверхонь кузова;
5. виокремити основні вимоги та виявити роль геометричного підходу до дизайн-проектування легкового автомобіля;
6. на основі запропонованих принципів використання геометричних форм, їх комбінацій, окреслити сучасні ключові тенденції застосування геометричного стилю в дизайні автомобіля;
7. представити дизайн-розробку легкового автомобіля БАГПІ для військових потреб.

Об'єктом дослідження – є роль геометрії в процесі дизайн-проектуванні легкового автомобіля.

Предметом дослідження – є принципи застосування дискретних геометричних форм в дизайн-проектуванні легкових автомобілів БАГПІ військового призначення.

Наукову новизну роботи складають наступні результати:

- *отримали подальшого розвитку* методи дискретного геометричного моделювання при проектуванні екстер'єру автомобіля;

- *вперше* було розроблено класифікаційну схему елементарних геометричних елементів різної розмірності, що можуть використовуватись у дизайн-проектуванні легкових автомобілів;

- *вперше*, із застосуванням простих геометричних форм та їх комбінацій, було розроблено дизайн-макет та виготовлено легковий автомобіль БАГПІ «ПАТРУЛЬ» для військового призначення.

Практичне значення роботи. Практична значущість полягає в розробці рекомендацій щодо використання геометричних елементів різної розмірності для формування дизайн-концепцій екстер'єрів та інтер'єрів автомобілів різного функціонального призначення. Результати досліджень лягли в основу розробки та виготовлення власного дизайн-проекту автомобіля БАГПІ «ПАТРУЛЬ» для потреб Збройних Сил України.

Апробація роботи. Результати роботи доповідались на VII Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції молодих вчених та студентів, Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні аспекти розвитку автомобільного транспорту України» 16-18 травня 2023р., м. Кам'янське, II науково-технічній конференції «Інноваційні технології в транспорті та механічній інженерії» за результатами яких були опубліковані тези доповідей. Опубліковано 1 стаття та 3 тези, пов'язані із темою дослідження [14-17].

Структура роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання (17 позицій) та додатків.

РОЗДІЛ 1 ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ ДИЗАЙНУ АВТОМОБІЛІВ

Дизайн (англ. *design* - задум, проект і т. д.) - проектно-художня діяльність по проектній організації форми об'єкта - двомірного зображення (графічний дизайн), об'ємного об'єкта технічної або побутової сфер споживання і масового промислового виробництва (промисловий або індустриальний дизайн), об'ємної «оболонки» для людини в будь-якій сфері його діяльності (дизайн костюма) і тривимірного простору життєдіяльності людини, його проживання (дизайн предметний середовища) [2].

Автомобільний дизайн – вищий щабель транспортного дизайну, що є лідером промислового дизайну. Проектно-мистецька діяльність зі створення форми автомобілів здійснюється в компромісному співтоваристві з іншими засновниками автомобіля (конструкторами, технологами, економістами, маркетологами та ін).

1.1 Дизайн в автомобільній індустрії

Поняття автомобільна індустрія охоплює всі сторони життя та діяльності людства, пов'язані з найбільш масовим виглядом транспорту в даний період часу – автомобільним, включаючи всі типи транспортних засобів, що входять до цього визначення: насамперед легкові та вантажні автомобілі, автобуси, спеціальні засоби на автомобільних платформах, спортивні автомобілі та ін.

Структура автомобільної індустрії підрозділяється на дві частини: *матеріальну і духовну* [1, 18, 23]. Основою матеріальної частини структури є парк автотранспортних засобів, найбільш значної в кількісному та якісному відношенні, групою якого є багатомільйонний парк легкових автомобілів. Саме вони є основними та найбільш активними представниками - автомобільного дизайну в автомобільній індустрії та суспільстві. До матеріальної частини структури також відносяться: вся матеріальна частина

інфраструктури з експлуатації та обслуговування даного парку: дорожня мережа, автозаправки, станції техобслуговування, гаражі і паркування різних видів, автомобільні салони, магазини та інше.

Дизайн в цьому секторі другорядний, специфічне - середовище, але з автомобільним ухилом, підлеглий автомобільному дизайну головного компонента даної частини автомобільного парку. Особливу роль в матеріальній частині автомобільної індустрії грає суміжна з духовної частиною сфера матеріальних об'єктів автомобільних видовищ: автомобільних виставок і автосалонів, парадів, автомобільних музеїв, спортивних змагань і автородео. У цьому секторі структури автомобільний дизайн відіграє другорядну, але значну роль - синтетичних (середовища і графічного) видів дизайну, але з автомобільною специфікою і залученням інших видів дизайну (експодизайна та ін.) в залежності від об'єкт. До матеріальної частини структури необхідно віднести і усі об'єкти виробничого призначення: заводи по масовій і іншим видам зборки автомобільних засобів і виготовлення їх компонентів з спеціальних матеріалів. У даному секторі структури індустрії найбільш важливу роль відіграє вигляд дизайну – промислова естетика із залученням інших видів дизайну з автомобільною специфікою. Духовна частина автомобільної індустрії умовно розділена на дві частини: творчу та споживчу, а також додаткову – особисто-колективну – окремих особистостей і колективів спеціалістів, що обслуговують матеріальні об'єкт - структури, і сферу підготовки нових кадрів для постійної ротації необхідних фахівців із забезпечення нормальної діяльності автомобільної індустрії та її подальшого розвитку. Для суспільства функціонально важливіша друга, але без творення (першої) частини неможливо існування і другої - споживчою.

Творча – найбільш творча та інтелектуальна, поєднує у собі науково-технічний компонент: проектний (гіпотетичний) і конструкторський (реальний). Автомобільний дизайн як елемент промислового мистецтва найбільш повне розкриття отримав саме в цій частині [1, 2, 22].

З'явившись в автомобільній індустрії як елемент лише проектний в 20–30-ті роки ХХ століття він в даний час охоплює майже усі компоненти як матеріальної її частини, так і духовної, будучи ефективною і найбільш креативною силою, володіє унікальними можливостями впливати на суспільство візуально-художніми засобами та сучасними системними методами художнього проектування і прогнозування об'єктів, процесів і явищ.

1.2 Світова історія розвитку легкового автомобіля і його форми

Більшість дослідників історії розвитку світового автобудування приймають періодизацію Фернана Пікара, який протягом 30 років очолював відділ проектів фірми "Рено". Він запропонував історію світового автобудування до 1970 року розділити на три періоди. I період – від виникнення автомобіля (умовно – 1883 рік) до початку першої світової війни (1914 рік) – винахідницький, який дослідники та колекціонери поділяють на частини. Початкова частина першого періоду розвитку визначена як "пращури" (автомобілі виробництва до 1905 року), а друга частина - «ветерани» (Автомобілі виробництва після 1905 року). II період світової автомобільної історії позначений як інженерний (з 1918 до середини 1940-х років), III період – стилістичний або дизайнерський (з 1945 по 1970 рік). За іншими джерелами, IV період розвитку - інженерно-стилістичний (1970- 2000 рр.), V період - революційний (з 2000 року по даний час) (рис. А1).

Кожен із цих періодів відзначений суттєвими відмінностями складових умов і ситуацій, що визначають хід розвитку, змінюють конструкцію та динамічний постійний розвиток форми масового легкового автомобіля достатньо суттєво в порівнянні з попереднім періодом часу. У кожен період ведучу роль відіграє один або два з трьох учасників - творців легкового автомобіля: інженер (конструктор і технолог), дизайнер і замовник -

масовий споживач через маркетинг (службу виробника, пов'язану з споживачем) [10, 27].

У I період розвитку (1883-1914 рр.) – винахідницький (рис. А2), в особливості в початковій його частині, маркетингу автомобілів ще не існувало, а була лише потреба в задоволенні переміщення людей і вантажів новими засобами транспорту. Але вже на початку ХХ століття р. Форд став одним із засновників теоретичних основ автомобільного маркетингу, враховують «красу автомобіля» (дизайн) як товар. Основні зусилля в даний період часу в цій сфері були спрямовані на доведення інженерної конструкції легкового автомобіля до рівня початку масового виробництва.

У 1911 році, з винаходом та впровадженням автомобільного конвеєра Г. Фордом, масовий легковий автомобіль розпочав своє існування: після перших 15 років виробництва легкових автомобілів у 1913-1914 роках щорічно вироблялося близько 500 тисяч, а в 1917 року тільки в США - вже 2 мільйона.

Питання про форму (у тому числі художню) як таку в цей період не стояло, оскільки інженерів-конструкторів і виробничників цікавило лише питання про спрощені ергономічні можливості управління автомобілем і мінімальні зручності для пасажирів. Про красу в сучасному розумінні в той час не йшлося, хоча вже на початку ХХ століття всі легкові автомобілі умовно поділялися на два класи: «великі» (більше великі по габаритах, більше складні по конструкції і з великим рівнем комфорту, особливо для пасажирів) і «маленькі» (простіші за конструкцією і меншою вартістю, в основному використовувалися для постійної роботи: наприклад, для лікарів, комерсантів і т. д.) [4, 23, 25].

Форма легкового автомобіля нерозривно пов'язана з його конструкцією, особливо кузова. З конструкцією "механіки" (підвіски, трансмісії, рульового управління) і «енергетики» (двигуна і його систем) форма пов'язана менше жорстко, але достатньо відчутно. Компонування

(розміщення і розміри) всіх вузлів і механізмів автомобіля є досить обмеженим аргументом для майбутньої форми. Велике значення мають її габаритні розміри (довжина, ширина, висота), а також доповнюють тільні: бази, колії, звиси передні і задні, просвіти. Висота і ширина автомобіля во багато в чому залежать і від комфортабельності посадки водія і пасажирів в салон.

У II період розвитку (1918-1945 рр. – інженерний) інженерно-конструкторські та технологічні питання були у розвитку легкового автомобіля головними (рис. А3). До середини 1940-х років вони в основному були вирішені: достатньо оптимізувалися і стабілізувалися кілька варіантів компоновальних рішень легкового автомобіля (класичні та задньопривідні), відпрацьована технологія штампування деталей кузова з листової сталі несучого і рамного кузова і ін, відпрацьовано конструкції "механіки" і "енергетики".

Вирішені були в цей період часу в найбільш економічно розвинених країнах питання автомобільної інфраструктури: дороги з твердим сучасним покриттям (у містах та поза містами), мережа магазинів, виставок та технічного експлуатаційного обслуговування, зберігання, система регулювання руху, автоспорт та інші, без яких неможливий подальший розвиток легкового автомобіля.

Здобув розвиток автомобільний маркетинг. Маркетинг – це комплекс заходів теоретичного (дослідницького та інформаційного) та практичного (рекомендаційно-управлінського) характеру. Він дозволяє зрозуміти, яким чином виробник повинен організувати процес збуту своєї продукції, як потрібно проводити кампанію з просування на ринку нових виробів, які ціни в яких регіонах найбільш високі і ін. [11, 26, 27].

Г. Форд, як перший маркетолог зумів професійно сформулювати результат свого масового легкового автомобіля («Форд-Т», що вироблявся більш 20 років): він повинен бути простим і міцним, невибагливим в догляді і недорогим, достатньо містким та легким в управлінні. Його перша у

світовому автопромів служба маркетингу вже в 1920-х роках налічувала 60 людей.

Автомобільний дизайн у другий період розвитку (період свого професіонального становлення) вирішує важливе для свого майбутнього завдання: шукає протягом майже десяти років (часто за допомогою конструкторів і технологів) неповторний власний образ легкового масового автомобіля, максимально відмінний від попереднього масового виду транспорту - кінного (візок, карет і ін.), який буде йому відповідати до зміни його наступним масовим виглядом транспорту. Відмінним помічником йому в цьому служить наука в особі нового напрямку аеродинаміки - автомобіля.

У III період розвитку (1945-1970) рр.), певний як стилістичний, автомобільний дизайн – один з факторів, що створюють легковий автомобіль (його конструкцію та форму), має свою вирішальну позицію у процесі компромісного рішення зміни форми, затребуваної споживачем (рис. А4). У цей період офіційно відзначається народження концептуального (прогнозного) автомобільного дизайну.

IV період (інженерно-стилістичний – 1970-2000 рр.) став найбільш помітним для легкового автомобіля в розвитку його конструкції і форми (рис. А5). У конструкції автомобіля переважати стало передньопривідне компонування, електричні та електронні системи стали першочерговими, в системах двигуна екологічна сторона – вирішальною. Технологія виготовлення деталей та складання стає все більш роботизованою та якісною. Впроваджується гнучка технологія виготовлення легкового автомобіля: виконання безлічі різних моделей та модифікацій за індивідуальними замовленням на одній лінії конвеєра.

Споживчо -маркетингова складова в вимогу до зміни конструкції стала жорсткішою. Але потреба у зміні форми легкового автомобіля у цей період часу стає найважливішою, тому до кінця XX століття звичайною справою є неодноразовий повний рестайлінг форми кузова без кардинальних змін його

«механіки».

Обсяг робіт у галузі автомобільного дизайну різко збільшився, як і його роль у створенні нових інноваційних легкових автомобілів. Різко підвищилися і темпи робіт у сфері автомобільного дизайну. Скорочення термінів робіт у пошукових творчих фазах проектування компенсувалося тільки за рахунок накопичених раніше інноваційних ідей, розроблених в основному концептуальним дизайном, а рутинні та підготовчі роботи було покладено на електронні засоби [13, 22-25].

Якість робіт із впровадженням у проектну сферу як інженерно-конструкторської, так і дизайнерської діяльності помітно покращилась. У зв'язку з цим на стику століть інженерно-технічні центри великих автомобільних фірм різко скоротили чисельність проектувальників.

У період розвитку світового автобудування легкового автомобіля (рис. А6) – революційний (з 2000 року по даний час). У початку ХХІ століття суттєві інженерно-конструкторські революційні зміни відбулися в енергетичному комплексі автомобіля: були запущені в масове виробництво автомобілі з гібридною силовою установкою. З новою силою суспільство звернуло увагу і на альтернативу двигунам внутрішнього згорання - електричні акумулятори. Масове виробництво започатковане багатьма автомобільними компаніями, більшість автомобільних фірм домовились про універсальну мережу підзарядки для електроенергії автомобілів по всьому світу.

1.3 Система автомобільного дизайну

Система автомобільного дизайну складається з двох частин: *гіпотетичної*, створює інноваційну дизайн-форму легкового автомобіля (її стильову пластику), і *матеріальної*, реалізованої та розмноженої дизайн-форми (і її пластики) рідко і масово взаємодіючої з суспільством. Гіпотетична частина складається з основи всієї системи – інноваційного процесу художнього проектування та конструювання дизайн-форми

легкового автомобіля. Вона нерозривно пов'язана з системою управління та контролю процесом художнього проектування та конструювання і без нього існувати не може [7, 9, 24].

Інноваційний процес проектування включає процеси прогнозованого проектування та проектного прогнозування, у комплексі відомі як концептуальний дизайн, який повинен використовувати і досягнення світової наукової фантастики, фіксовані в книгах, кінофільмах різного роду відеорядах.

До гіпотетичної частини входять додаткові елементи, без яких неможливе існування основного – науково-теоретичної бази та навчального процесу автомобільного дизайну. Науково-теоретична база повинна виробляти необхідний для реального інноваційного процесу художнього проектування та конструювання продукт – нові знання у форматі сучасної методики гнучкого постійного удосконалення процесу. Вона ж повинна вести постійний дослідницький процес на основі історичних та сучасних результатів зміни, створення та реалізації дизайн-форми, що є єдиним джерелом пропонованих інноваційних змін.

Іншими продуктами науково-теоретичної бази повинні бути навчально-оглядові праці для постійного професійного навчального процесу у сфері автомобільного дизайну та популярна інформація просвітницького характеру про зміни в автомобільній індустрії, а також контроль за правильним та професійним освітленням процесів, що відбуваються в автомобільній індустрії [8, 23].

Постійно діючий процес навчання в автомобільному дизайні необхідний для природної ротації кадрів і підтримки сучасного рівня знань і навичок у працюючого кадрового складу при безперервних інноваційних змінах процесу художнього проектування, конструювання і вдосконалення обладнання.

Всі елементи гіпотетичної частини системи автомобільного дизайну тісно взаємодіють.

Друга частина системи автомобільного дизайну є його «виставковим залом» масовим носієм створеної дизайн-форми (і її стильової пластики) легкових автомобілів, тиражованої виробництвом та взаємодіючої із суспільством. Основна функція – переміщення людей здійснюється діючим парком легкових автомобілів. За різними джерелами, в даний час він складає від 500 млн до 1,5 млрд в світі.

Візуальний і естетичний вплив - це додаткова функція легкового автомобіля. Але частина автомобільного парку - « експопарк » - призначена саме для основної функції візуального впливу на особисту та суспільну свідомість - це перш за все всього відреставровані автомобілі, які вже не експлуатуються масово, але представляють історичний інтерес для науки і суспільства. Їх кількість на кілька - до порядків менше, чим у чинного парку легкових автомобілів, але інтерес до них зростає. Чим більше їх архаїчний «вік», тим більше цінні вони для історії.

Другий напрямок «експопарку» - концепт-кари. Вони також виставляються для візуального впливу на суспільство, але з прямою протилежною метою - «розвідки» уподобань товариства і окремих осіб в області художньої пластики форми легкового автомобіля майбутнього, а також можливостей та рівня автомобільного дизайну фірми- виробника в даний період. Іншою функцією «експопарку» є професійне формування у суспільства можливих переваг на наступний період часу. Щороку створюються кілька десятків (до сотні) концепт-карів , але їх вплив на суспільство та професіоналів – автомобільних дизайнерів, які створюють інноваційну дизайн-форму легкового автомобіля, величезний [9, 12, 21].

Обидві частини системи інноваційного автомобільного дизайну взаємопов'язані і існувати окремо не можуть, оскільки складають єдине ціле – інноваційний процес дизайн-форми (і її пластики) легкового автомобіля.

Висновки до 1 розділу

У короткій історії розвитку легкового автомобіля відстежено роль двох із трьох основних складових створення конструкції і форми інноваційного автомобіля: інженерної та соціально-споживчої – через маркетинг. Однаково необхідними складовими є експлуатаційні властивості, що прямо залежать від виду та класу автомобіля, його конструкції та якості виготовлення, та споживчі якості, залежні від дизайну і комфорту, частково обумовленого також виглядом і класом автомобіля.

Дизайн легкового автомобіля безпосередньо залежить від художньо-промислових канонів часу, а також концептуальних пошуків форми, які утворюють естетичні, споживчі переваги до форми автомобіля.

РОЗДІЛ 2 СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ДИСКРЕТНИХ ОБРАЗІВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ДИЗАЙНІ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Класифікація дискретних геометричних образів

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 [14, 20-23].

Іншим суттєвим аспектом, який може стояти на шляху інноваційних дизайнерських експериментів із геометрією автомобіля 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 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 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-проекування. 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 [14, 18].

Під час роботи над моделями автомобілів 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 проєктування, 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-проєктах автомобілів і визначити для яких елементів дизайну вони найбільш ефективно застосовуються (рис. А7) [14, 18]. 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 (рис. А8). 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 (рис. А9).

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, багат шарової форми типу каркаса кузова, ефективно застосовуватися для побудови геометричних візерунків на різних елементах автомобіля.

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 (рис. A10).

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 (рис. A11).

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 [14].

Об'єми (3-вимірні об'єкти): сферичні, еліпсоїдальні, циліндричні, конічні, призматичні, пірамідальні, торо-подібні, зірчаті та їх комбінації, тіла Платона і так далі (рис. А12).

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 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 [14].

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 [14].

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-проектування 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 створювати 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. А13).

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. А14).

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.

2.2 Методи фіксації поверхні кузова

Основним методом фіксації та побудови геометрії поверхні кузова є метод січних площин. Він застосовується у всій інженерно-конструкторській і технологічній документації як просторова основа геометричного положення вузлів і агрегатів (відносно один одного) і просторового «геометричного каркаса» з площин, що рівномірно розсікають весь об'єм моделі автомобіля на окремі елементарні структури.

Січні площини в трьох напрямках: горизонтальному, поздовжньому (відносно довжини автомобіля) і вертикальному (поперечних довжині кузова і поздовжніх) створюють об'ємну просторову сітку, що за розмірами дещо перевищує габарити автомобіля, з однаковим кроком усіх січних площин (100, 200 або 400 мм). Всі січні площини, перетинаючи площини поверхні форми автомобіля, створюють лінію, що характеризує геометрично дану поверхню [16, 20-24].

Періодично повторювані лінії, створені січними площинами на поверхні кузова, є геометричними даними фіксації розмірів і геометричних характеристик усієї поверхні форми кузова. Ці дані необхідні для геометричної перевірки та корекції в подальшому та остаточній фіксації в якості еталонних даних для передачі у виробництво штампів та іншого оснащення. Без геометричних даних фіксації остаточної поверхні форми ніяке масове виробництво автомобілів неможливе.

2.3 Основні типи поверхонь кузова

Поверхні кузова автомобіля можуть бути плоскими, лінійчастими і криволінійними (рис. А15).

Плоскі поверхні найпростішого типу не застосовуються в кузовобудуванні через неможливість досягнення відповідних механічних і дизайнерських властивостей. Якщо, хоча це відбувається дуже рідко, плоска поверхня допускається як елемент оболонки, то площа губиться через застосування необхідних заглиблень (штамбувань). Ці поглиблення збільшують жорсткість обшивки, оберігаючи її від вібрації і короблення. Кузов, що має таку форму, є важко виконати технологічно.

Плоскі поверхні з місцевим посиленням мають внутрішні несучі елементи кузова. Зміцнені плоскі поверхні дуже добре відповідають схемам напівоболонкових конструкцій [16, 22, 27].

Лінійчасті поверхні - найбільш проста прийнятна форма поверхні для автомобіля, тобто така, що має кривизну тільки в одному напрямку. Такі поверхні перш за все мають автобуси і інші автомобілі з великими кузовами вагонного компонування. Такі площини з кривизною певного радіусу неможливо плавно з'єднати з іншою поверхнею різної кривизни (буде візуальний і геометричний перелом у лінії з'єднання). Тому форма переходу має бути параболічна, еліптична або інша. Внаслідок цього підвищується вібростійкість.

Кривизна лінійних поверхонь повинна бути підібрана так, щоб поверхні оболонки в місцях стику не утворювались западини та хвилі. Навіть невеликі місцеві неплавності поверхні оптично збільшуються після фарбування та створюють низький якісний рівень.

Криволінійні поверхні. Переважна більшість автомобільних кузовів проектується з використанням криволінійних поверхонь, внаслідок чого досягається високий рівень плавності поверхні всього кузова. Криві, що визначають поверхні кузова, повинні вибиратися дуже ретельно, з повним знанням побудови криволінійних поверхонь. Особливу увагу слід звертати на те, щоб побудована поверхня всього кузова ґрунтувалася на одному сімействі кривих, тоді автомобіль може справити враження приємною стильовою плавністю ліній, представляючи собою гармонійну цілісність.

Створення криволінійних поверхонь відомим способом, а потім визначення координат точок кривих є однією з найважчих проблем. Проект форми повинен містити всі розміри, що характеризують поверхню оболонки кузова, що необхідно для визначення багатьох отворів та вписання в простір кузова різних конструктивних елементів. Теорія побудови криволінійних поверхонь є дуже великою і важкою [17].

Виконання переходів поверхонь різної кривизни – складне геометричне завдання.

2.4 Залежності між кривими лініями поверхні кузова

Є три основні геометричні залежності між кривими: рівність, подібність і спорідненість (колінеарність) (рис. А16). Рівність ліній не вимагає пояснення. Геометрична подоба, звана іноді фотографічною, буде в тому випадку, коли основна, тобто вихідна крива змінюється пропорційно, утворюючи криві подібні вихідній [16, 27].

У більшості площин поверхні автомобільних кузовів криві мають геометричну спорідненість.

Побудова поверхонь. Можливість отримання різних поверхонь оболонки при побудові колінеарних кривих називається ступенем свободи колінеарності. Вона визначається залежністю отриманої поверхні від вибору вихідної (основний) кривої.

Вибір вихідної кривої дуже важкий, так як вимагає великої практики. Щоб одержати оптимальну по формі поверхню потрібно провести кілька пробних опрацювань поверхні та подальшу перевірку їх зовнішнього вигляду на натурному макеті. Легше перевірити характер поверхні, описаної математично, спостерігаючи її на екрані комп'ютера.

Число ступенів свободи визначається можливою кількістю вихідних кривих. Так, поверхня, обмежена двома кривими, може мати два ступені свободи, трьома - три, чотирма - чотири і т. д. Вибір вихідних кривих дуже

важливий, так як ці криві є лініями, що характеризують лінії форми та розподіл поверхні кузова на ділянки.

Початковими кривими стають звичайні природні лінії кузова. Це можуть бути габаритні лінії, лінії підсилюючих заглиблень та кромки отворів. Від числа вихідних кривих залежить кількість креслень графічної розробки поверхні чи підпрограм при використанні математичних методів [17, 19].

Раніше застосовувався модельний метод побудови поверхні: перенесення шаблону з об'ємного макету на плаз з наступним підгонкою під розміри. Корекцію кривих виконували графічно. Існує багато графічних методів, за допомогою яких можна не лише скоригувати певний пучок кривих, а й розробити всю поверхню кузова: метод послідовних наближень, метод пропорційних кривих і інші.

Висновки до 2 розділу

В розділі 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-проектуванні легкових авто.

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

Проаналізовано вплив кожного із досліджених принципів на оптимізацію процесів розробки дизайну автомобілів. На основі запропонованих принципів використання геометричних форм, їх різних комбінацій, окреслено сучасні ключові тенденції застосування геометричного стилю в дизайні легкового автомобіля.

РОЗДІЛ 3 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ДИЗАЙНУ АВТОМОБІЛЯ

3.1 Антропометрія в автомобільній ергономіці

Антропометрія (грецьк. *antropos* – людина) – складова частина антропології, яка розробила систему вимірювань параметрів людського тіла та його частин, морфологічних та функціональних ознак тіла. У сучасній практиці, на відміну від більш ранніх систем, перевага надається антропометричним характеристикам людини, зведеним в систему.

Антропометричними характеристиками називаються величини, що вимірюються в лінійними одиницями або одиницями маси, що відповідають розмірним характеристикам або характеристикам маси частин людського тіла і взаємного їх розташування. Наприклад, зріст людини, коло голови, кути обертання в суглобах і інші антропометричні характеристики отримують в результаті досліджень на основі масових вимірювань в кожній країні [1-5, 22].

Антропометричні показники габаритів тіла в автомобільній ергономіці необхідні насамперед визначення моделей людини (манекенів) – головного інструменту для отримання початкових даних про компоновання робочого місця водія та місць пасажирів у салоні автомобіля. Вони є основою на початковій стадії процесу проектування - створенні ескізного компоновання.

У сучасному автомобілебудуванні розроблена єдина унікальна для всього транспортного машинобудування система ергономічного проектування і контролю отриманих в ескізному компонованню результатів на всіх етапах конструювання і виробництва масових автомобілів з допомогою антропометричних манекенів різного типу. При проектному напрямку ергономічного проектування необхідний алгоритм етапів проектування: 1 етап - аналіз ергономічних даних найбільш конкурентоспроможних автомобілів; 2 етап - проектування компоновання робочого місця водія і місць пасажирів. У другій частині другого етапу

розробляється еталон компонування робочого місця водія і місць пасажирів з допомогою об'ємного спеціально розробленого і виготовленого в масштабі 1:1 посадкового макета (рис. А17) створюваного об'єкта і спеціально розроблених об'ємних манекенів на основі даних, отриманих в першій частині другого етапу. 3 етап - робота збереження і необхідної незначної корекції еталонних даних, отриманих на другому етапі, при виготовленні дослідних образців і корекції їх даних після ходових випробувань, а пізніше і можлива корекція після початку масового виробництва; 4 етап - контроль за збереженням даних в процесі масового виробництва і збір негативних даних у споживачів, не виявлених в процесі створення об'єкту.

При *корективному* ергономічному проектуванні алгоритм процесу наступний: 1 етап – також аналіз ергономічних даних кращих конкурентоспроможних автомобілів; 2 етап – дослідження існуючого модернізованого об'єкта та отримання ергономічних даних з використанням об'ємних манекенів; 3 етап – аналіз отриманих даних, порівняння з даними першого етапу та гіпотетична корекція - створення ергономічного зразка; 4 етап – практична корекція (втілення) результатів ергономічного проектування та контроль за збереженням даних.

Для проектних робіт на других етапах необхідний головний інструментарій – модель людини (споживача), манекен. Він розробляється (раніше кожною великою автобудівною фірмою індивідуально) на основі даних, що постійно уточнюються, антропометричних вимірювань окремо по кожній країні, для якої створюється об'єкт.

Основний двомірний манекен - профільний, для пошукових робіт в М 1:4 або 1:5, для чистових компонувальних - в М 1:1. Раніше при проведенні ручних графічних робіт з компонування він виготовлявся із прозорого пластику (рис. А18) і використовувався як шаблон при нанесенні контуру габаритів людини на компонувальне креслення. На даний час при виконанні всіх видів графічних робіт в електронному вигляді двомірні манекени (у трьох видах – профільний, плановий і фазовий) у всіх

масштабах використовуються майже завжди тільки в електронному вигляді.

Тривимірний манекен, як уже згадувалося раніше, може бути віртуальним і матеріальним. Віртуальний тривимірний манекен використовується при проектуванні на початкових етапах фіксації посадки. На кінцевих етапах, розробки еталона посадки на матеріальному посадковому макеті в М 1:1 використовуються тільки матеріальні тривимірні манекени. Конструкція манекенів постійно вдосконалюється. В даний час провідні автомобільні фірми працюють із третім чи четвертим поколінням конструкцій манекенів [13, 18, 24].

Конструкція тривимірних манекенів наступна: основа конструкції – сталевий каркас із двох частин (спинної та стегнової), розташований по осі симетрії на плоских пластикових деталях, імітують форму частин тіла, взаємодіючих з площинами сидіння (подушки та спинки). Деталі сталевого каркаса з'єднані в тазостегновій частині шарніром. Тазостегнова частина телескопічна, до якої шарнірно, на поперечній осі прикріплені дві сталеві деталі, що імітують гомілки (також телескопічні), до нижніх частин яких шарнірно прикріплені Т-подібні сталеві деталі, що імітують конфігурацію ступнів. На всіх частинах сталевого каркаса влаштовані місця для кріплення вантажів. Шарнірні кріплення забезпечені шкалами для перевірки кутів нахилу.

У процесі проектування використовуються антропометричні дані двох видів: *статичні та динамічні*. Статичні дані визначаються при незмінному положенні людини і включають розміри окремих частин тіла, а також габаритні розміри в різних положеннях та позах людини. Динамічні дані - розраховані при переміщенні тіла в просторі, характеризуються кутовими і лінійними переміщеннями: кути обертання в суглобах, кут повороту голови, лінійні виміри довжини руки при її переміщенні вгору, в бік.

Групи вимірювань складаються за статевою ознакою, віковою (дорослі різних вікових груп та діти за 6 віковими групами). Найбільш наочним

вважається приклад виміру габаритів людини по росту. Графік отриманих даних представляється в вигляді кривої. Максимальне значення по осі абсцис кількість вимірюваних даного зростання, по осі ординат - умовне значення зростання(від 1 до 2,5 метри).

Визначення перцентиль означає стікаю частку всього обсягу вимірюваної групи, розділеної по осі ординат. Для розробки манекенів в автомобільній промисловості використовуються чоловічі манекени 95-го перцентилю та жіночі 5-го перцентилю, що відповідає більш ніж на 90% репрезентативності. Рівень репрезентативності величина, що виражається у відсотках, що відповідає частині населення (споживачів), у якій чисельне значення даної антропометричної ознаки менше або дорівнює заданому значенню. Дані антропометричних вимірів уточнюються через певні проміжки часу згідно з хвилеподібною зміною габаритів населення у всіх країнах.

Компонування робочого місця водія багато в чому залежить від його посадки: положення тіла і кінцівок та робочої пози. Найбільш переважне положення тіла водія в автомобілі сидячи. Це становище характеризується самими оптимальними умовами рівноваги, ступенем напруги м'язів, станом кровоносної та дихальної систем, розташуванням внутрішніх органів, витратою енергії. Це обумовлено рівнем робочого навантаження, обсягом та темпом робочих рухів, відповідає необхідній точності виконання операцій, має сприятливі умови для зорового огляду. Становище сидячи має велику площу опори, відбувається розвантаження м'язів нижніх кінцівок та органів кровообігу, що знижує енергетичні витрати організму на 10–20%. Однак тривале перебування в положенні сидячи сприяє виникненню паталогій: розслаблення м'язів живота, сутулості, опущення внутрішніх органів, появі остеохондрозів, радикулітів і т. д. У положенні сидячи обмежене пересування, скорочується зона досяжності, зменшено силові можливості та ін.

Вибір раціональної робочої пози, створення умов її підтримки (за

рахунок правильної форми сидіння, оптимальних розмірів зон досяжності) і регулярні зміни дозволяють уникати негативних наслідків.

Поза – взаєморозташування частин тіла, незалежне від його орієнтації в просторі та ставлення до опори. Робоча поза динамічна, її зміна пов'язана з робочими рухами. Вона розглядається як просторова межа фаз руху (початкова, гранична, кінцева). Збереження пози відбувається за активної участі нервово-м'язової системи, стан якої характеризується величиною тону, суставних кутів, становищем центрів ваги.

Залежно від типу транспортного засобу, вибирається тип посадки водія. Розрізняють типи посадки водія в легковому, вантажному та спеціальних автомобілях, автобусах. Найбільш низька посадка водія в легкових автомобілях характерна для спортивних (швидкісних) та малосерійних потужних суперавтомобілів. Ця посадка називається «пілотною», оскільки точка Н, що імітує у манекена вісь тазостегнового суглоба і є індикатором типу посадки водія, що знаходиться на мінімальній відстані від підлоги, а кут між віссю гомілки і стегна максимальний і наближений до 180 градусів. Найбільш висока посадка в легкових автомобілях типу мінівен, тому що їх габаритна висота максимальна.

У вантажних автомобілів габаритна висота кабіни майже не лімітована, тому висота точки Н(R) над підлогою максимальна і більша, ніж у легкових автомобілів. При такій посадці спина водія розташована майже вертикально. Посадка водія починається з пошуку оптимальної відстані точки Н над підлогою для найбільш оптимального розташування тулуба, основи тіла водія від координат розміщення тулуба залежать подальші етапи компонування робочого місця водія: проектування зон досяжності до органів управління, оглядовості та зчитуваності індикаторів приладів, оглядовості дорожніх умов та індикаторів інформаційної системи дороги, автомобіля і дорожнього руху.

У зону оперативної досяжності входять основні органи управління автомобілем: рульове колесо, педалі управління, важіль перемикачів

швидкостей і важіль стоянкового гальма, а також управління інформаційною системою автомобіля (світловий та звуковий). У межах неоперативної зони досяжності знаходяться органи управління, що розташовані на панелі приладів (освітлення, регулювання дзеркал заднього виду, кондиціонування клімату салону, електронні системи і ін.).

В даний час існують конкретні рекомендації щодо параметрів посадки водія та пасажирів, викладені в зарубіжних та вітчизняних джерелах. Зарубіжні джерела мають найбільшу кількість даних, оскільки історичний досвід автобудування набагато багатший за вітчизняний.

Більшість параметрів посадки водія мають надзвичайно широкий діапазон. змін, наприклад, основні характерні кути робочої пози: «корпус – стегно» – від 85 до 120 градусів (від точки Н), «стегно - гомілка» - від 45 до 150 градусів, «передпліччя - лікоть» - від 80 до 120 градусів.

Короткий огляд зарубіжної та вітчизняної інформації показує, що не існує єдиного методу компоновання автомобіля, і в залежності від важливості вирішується загальна концепція автомобіля у його проектуванні. Загалом можна досить чітко виявити «незручність» автомобіля для людини, точніше, недостатня увага «чоловічого фактору», який стає важливим вихідним пунктом початкової компоновки і вибору загальної концепції.

Після початкової посадки тулуба відбувається її оптимізація (точка R). Кінцева посадка залежить (як було сказано вище) від оптимального розташування рук щодо рульового колеса, і важелів перемикачів передач і ручного гальма, але щодо педаль та голови (очного еліпса: оглядовість зовнішня та внутрішня), тобто від зони досяжності основних органів управління, які знаходяться шляхом експериментальної оптимізації та зони оглядовості, а також розмірів та форм органів управління.

Частіше всього діаметр рульового колеса складає 350–420 мм, а на спортивних і 280 мм. На важких вантажівках і автобусах - до 600 мм. З збільшенням діаметра зростає крутний момент, але одночасно знижується

швидкість обертання рульового колеса. На зусилля, додане до ободу рульового колеса, впливає і кут його нахилу щодо статі і кути згинання в ліктьовому суглобі. Ця проблема вирішена зараз підсилювачем керма [14, 20-23].

Будь-яка точка рульового колеса повинна перебувати на відстані не менше 80 мм від інших деталей салону, за винятком перемикачів, якими користуються, не знімаючи рук з керма. Вимоги до розташування педалей представлені на рис. 3.6. Для забезпечення зручної посадки і висадки водія і пасажирів необхідно, щоб дверні отвори мали достатні габаритні розміри і раціонально розташовувалися щодо сидінь.

Для збереження основних параметрів зон досяжності для основних органів управління та оглядовості ергономісти рекомендують регулювання точки Н(R) для водіїв різних габаритних розмірів у межах проекрованої репрезентативності. Діапазон та види регулювання неоднакові для автомобілів різних класів. У вантажних автомобілів поздовжнє регулювання не менше 100 мм, вертикальне - не менше 60 мм.

3.2 Психологія і психофізіологія в автомобільній ергономіці

Психологія (грец. *psihe* - душа) - наука, що вивчає процеси активного відображення насправді в вигляді відчуттів, сприйняття, уявлень, думок, почуттів, волі та ін; сукупність психічних процесів, що зумовлюють якийсь рід діяльності; психіку, особливості характеру, душевний склад.

Фізіологія (грец. *phisis* - природа) - наука про життєдіяльність організмів, процесів, що протікають в їх системах, органах, тканинах, клітинах та їх структурних елементах; розкриває закони функціонування організму як цілого у єдності та взаємодії з навколишнім середовищем, у його безперервному пристосуванні до мінливих умов середовища і безперервному розвитку [6-8, 27].

Психофізіологія - наука, що знаходиться на стику психології і

фізіології, використовуюча методи і дані цих наук для визначення і виявлення відповідності проект-об'єкта зоровим, слуховим та іншим (нюховим, дотичним, тактильним) можливостям людини адекватно сприймати інформацію, умовам її візуального комфорту, а також орієнтування в предметному середовищі.

Оптимальне рішення посадки водія автомобіля, організації його робочого місця багато в чому залежить від інформаційної частини системи «водій – автомобіль – дорога». Дії водія нерозривно пов'язані з процесами прийому та передачі інформації, яку він отримує за допомогою аналізаторів (зорового, слухового та інших) і зажадав від зовнішніх подразників. Водій приймає конкретні рішення та керує автомобілем на основі отриманої та переробленої ним інформації. Однак до певних умов він може сприйняти, встигнути переробити необхідну йому інформацію, пропускає або приймає рішення занадто пізно, в результаті чого виникає дорожньо-транспортна пригода. Такий ж результат можливий, коли у полі зору водія відсутня достатня кількість інформації, необхідної умовам що склалася дорожньо-транспортної ситуації. Отже, безпека руху багато в чому залежить від кількості та якості сприймається водієм інформації, від його психологічного, психофізіологічного та фізіологічного стану, від інформативності проектованого автомобіля.

Інформативність – це властивість автомобіля забезпечувати учасників руху інформацією, необхідною для динамічного функціонування системи «водій–автомобіль – дорога». Водія необхідно розглядати як невід'ємну основу частину цієї системи. Інформація надходить до водія за допомогою сигналів. Такими сигналами є всілякі фізичні процеси, об'єкти, що рухаються, різноманітні звукові джерела, напруга м'язів і т. д., тобто сигнали, які виникають при нормальному перебігу будь-якого процесу, або сигнали, спеціально призначені для повідомлення людині інформації.

У першому випадку сигнали називаються природними, в другому – штучні. Штучні сигнали (у вигляді звукових та світлових сигналізаторів,

показчиків та стрілок вимірювальних приладів і т.д.) використовуються в тих випадках, коли природні сигнали важко сприймаються (наприклад, коли процеси, про які людина має отримувати інформацію, що відбуваються в герметично закритих агрегатах автомобіля, великих відстанях і т. д.).

Сигнали, необхідні водієві для орієнтації при виконанні роботи, поступають до нього через органи почуття, які реагують на фізичні та хімічні зміни, що відбуваються в навколишньому середовищі та в його організмі (вплив світла, звуку, дотик, запах, зміна температури тощо). Ці зміни впливають на якості «стимулів» на органи почуттів та викликають у нервовій системі людини складні фізіологічні процеси, які відбиваються у його свідомості у формі відчуттів – зорових, слухових, дотику та ін. Для водія автомобіля найбільш важливими є являються зорові відчуття, так як зоровий аналізатор постачає йому більше 90% всієї інформації, необхідної для управління автомобілем.

Щоб правильно орієнтуватися в навколишній обстановці (що є непере-змінною умовою процесу), водій повинен приймати сигнали і розуміти їх значення. Найбільш важливими властивостями сигналів, які переважають в інформаційній частині системи, є розмір, колір, форма, становище і рух. Велику роль відіграє візуальна інформативність автомобіля (будь-якого транспортного засоби), тобто властивість транспортного засобу отримувати і видавати візуальну інформацію про навколишню ситуацію на дорозі, його місцезнаходження в ній, стан і режими руху. Візуальна інформативність ділиться на зовнішню і внутрішню. До пристроїв внутрішньої візуальної інформативності відносяться пристрої, що покращують оглядовість автомобіля, і панель приладів.

Оглядовість автомобіля (будь-якого транспортного засоби) - це конструктивна властивість, визначає об'єктивну можливість для водія безперешкодно бачити шлях руху і об'єкти, які можуть перешкодити безпечному руху. Вона визначається в першу чергу наступними факторами: розміри вікон, ширина та розташування стійок ліхтаря кузова, місце

розміщення (посадки) водія щодо вікон, розміри зон очищуваних склоочисниками, конструкція омивачів, система обігріву та обдуву скла, а також розташування, число і розмір дзеркал заднього огляду.

При проектуванні нових кузовів і кабін або дослідженні існуючих моделей автомобіля оглядовість можна визначити на підставі аналізу ряду параметрів, які в своїй сукупності характеризують оглядовість з кількісної і якісної сторін. Залежно від ступеня впливу на умови отримання зорової інформації водієм при управлінні автомобілем параметри оглядовості можна, можливо розділити на основні та додаткові. Основними є параметри оглядовості автомобіля, які характеризують умови сприйняття водієм важливих об'єктів дорожньої обстановки, зазвичай розташовані у напрямку руху автомобіля. Додатковими називають параметри оглядовості, що характеризують умови сприйняття водієм об'єктів, розташування яких не збігається з напрямком основного руху автомобіля та які є зазвичай додатковими джерелами інформації про навколишнє середовище руху.

Як критерії оцінки оглядовості використовуються різні умовні показники, що залежать в основному від способу визначення оглядовості; ці показники не все-так зіставні. Виділяють чотири групи критеріїв оцінки оглядовості:

1) геометричні розміри віконних прорізів і зон скла, що очищаються, тобто кутові розміри конструктивних елементів скління кабіни, а також кути оглядовості з місця водія, величина яких визначається розташуванням непрозорих елементів кабіни щодо основних просторових площин, проведених через еліпс розташування око водія;

2) геометричні розміри «сліпих» зон на горизонтальному майданчику;

3) геометричні розміри і площі «сліпих» зон, коли автомобіль стоїть на горизонтальному майданчику;

4) еталонний контур, основою побудови якого покладено панорама, видима водієм через переднє скло автомобіля при русі по

прямому горизонтальному ділянці вулиці або дороги.

Рекомендовані параметри огляду автомобіля визначають виходячи з аналізу розташування різних об'єктів дорожньої обстановки, які необхідно бачити водію для безпечного управління автомобілем в діапазоні швидкостей 5,5–41 м/с.

Велике значення для забезпечення хорошої оглядовості та розпізнаваності об'єктів, спостереження незалежно від метеорологічного стану навколишнього середовища є склоочисники, а також система обмиву та обігріву вікон. Основні вимоги, що пред'являються до склоочисників, - це очищення якомога більшої частини площі вітрового скла та гарна якість очищення за кожен хід щіток. Система обдування та обігріву стекол має усувати запотівання та обмерзання вітрового скла при низькій температурі зовнішнього повітря.

У процесі руху водієві часто доводиться оцінювати дорожню обстановку позаду автомобіля. Для цього встановлюються дзеркала заднього огляду, ефективність оглядовості через які залежить від форми поверхні, що відбиває (опукла або плоска), розмірів дзеркала та місця його розміщення щодо зорового еліпса водія, а також від оглядовості через заднє скло автомобіля (внутрішнього дзеркала).

Положення очей водія в проекції на вертикальну площину представляє еліпс, витягнутий по горизонталі та злегка нахилений у передній частині. Його величина залежить від габариту тулуби водія в становищі сидючи (розміру перцентилю 5, 50 або 95%), величини регулювань по висоті, горизонталі та куту нахилу спинки сидіння, нерівностей дороги та впливу на це демпфуючому пристрої та пристрої підресорювання подушки сидіння і ін.

До внутрішньої візуальної інформативності відносять інформацію про стан вузлів та агрегатів автомобіля, що надходить до водія у компактній закодованій формі у вигляді свідчень приладів і індикаторів з внутрішнього сенсорного поля.

Щиток приладів, розташований на панелі приладів, є основним середовищем відображення інформації, поряд з іншими, додатковими індикаторами (монітором комп'ютера, індикацією роботи аерокліматичного комплексу, додатково аудіо- та відеосистемою та ін.). Він найбільшою мірою визначає внутрішню візуальну інформативність автомобіля чи іншого транспортного засобу. Щиток приладів складається з різних інформаційних індикаторів, які постачають водія інформацією про стан систем і агрегатів, про перебіг процесів у них, про швидкості руху автомобіля в такій формі, в якій він здатний сприйняти.

Дані пристрої відображення конструюються з урахуванням законів, які управляють сприйняттям, тобто повинно забезпечуватись швидке прочитання і безпомилкове розуміння водієм переданої візуальної інформації, яка вноситься на щиток приладів. Показання контрольно-вимірвальних приладів та сигналізаторів панелі приладів автомобіля несуть досить різноманітну інформацію, яку за важливістю змісту можна розділити на інформацію про стан систем автомобіля, що безпосередньо забезпечують безпечний рух, та інформацію про характер руху автомобіля у просторі, зменшення критичного інтервалу в потоці під час руху, про експлуатаційний стан систем та агрегатів; інші відомості.

За сенсом розрізняють інформацію про виникненні явища; про тенденцію розвитку процесу; про поточний стан об'єкта. Основна вимога до компоновання панелі та щитка приладів на ній – скорочення часу на сприйняття водієм показань приладів та сигналізаторів за умови отримання інформації у достатньому обсязі. При проектуванні всього комплексу приладів для робочого місця водія необхідно перш за все визначити зміст та форму подачі зорової інформації з допомогою засобів відображення.

Усі прилади та сигналізатори на панелі та щитку приладів необхідно розміщувати за функціональними зонами. Однак для скорочення часу затримки погляду всередині автомобіля при проектуванні панелі приладів слід враховувати також частоту звернення водія до приладів. Чим ближче

панель приладів розташовується до нижньої межі оглядовості дороги перед автомобілем, тим на менший кут буде відхилятися напрямок погляду водія при його перенесенні всередину автомобіля і, відповідно, для цього буде потрібно менше часу.

Водію потрібен час як для розпізнавання виду пристрою, що відображає, так для прочитання його показань. Встановлено, що швидкість зчитування показань приладів залежить від форми шкали. Форми шкал у порядку зменшення швидкості зчитує з них свідчень розташовуються наступним чином: круглі і напівкруглі шкали, вузькі горизонтальні та вертикальні шкали. На точність і швидкість зчитування впливають розмір шкали, відстань до очей, інтервал між відмітками. У шкальних приборах стрілки повинні бути помітними, так як водій раніше за все повинен виявити стрілку, а потім прочитати цифру, яку вона вказує.

Шкали індикаторів на одній панелі повинні бути однотипними з однаковим напрямками відліку. Рухлива стрілка повинна бути добре освітлена, під час руху вона повинна затемнити шкалу. Швидкість виявлення змін у показаннях відокремлених приладів збільшується, якщо порушується фігура, утворена стрілками групи приладів.

Велике значення для підвищення надійності зчитування свідчень приладів має освітлення щитка приладів, яке має задовольняти двом суперечливим вимогам: з одного боку, необхідно забезпечити однакову читаність показу приладів та індикаторів у будь-який час доби, а з іншого — яскравість освітлення шкал приладів і індикаторів не повинна викликати підвищення рівня світлової адаптації і засліплення водія.

Швидкість читання показників контрольно-вимірювальних приладів залежить від вирішальної здібностей очей людини - від гостроти зору, кутових розмірів і покладання об'єкта в полі зору, рівня освітленості та контрасту між фоном та об'єктом, від віку водія та інших факторів. Найбільша гострота зору досягається при розрізненні білої плями на чорному тлі. Зі зменшенням кута зору, контрастності або яскравості фону

ясність сприйняття об'єкта знижується.

Точність читання та час, що витрачається водієм на спостереження за показаннями контрольно-вимірювальних приладів, залежать також від швидкості процесу адаптації ока, яке визначається раніше всього ступенем освітлення об'єктів. Тому при виборі виду і яскравості підсвічування панелі приладів слід по можливості не допускати виникнення зорового дискомфорту від сліпучої дії ламп підсвічування приладів. Для підсвічування шкал приладів використовують заливне, флюоресцентне і електролюмінецентне світло або індивідуальні для кожного приладу світлопроводи.

До контрольних та сигнальних ламп панелі приладів (сигналізаторів) пред'являються практично ті ж дві суперечливі вимоги, що і до освітлення щитка приладів: вони повинні бути добре помітні та практично негайно звертати на себе увага, в той же час вони не повинні міняти світлову адаптацію водія і не засліплювати його. Сигналізатори повинні бути дворежимними (для денний і нічний освітленості), а ще краще багаторежимними з автоматичною адаптацією до рівня освітленості дороги.

Розміри сигналізаторів вибираються з урахуванням чіткості розрізнення символу, нанесеного на світлофільтр сигналізатора. Для забезпечення оптимального читання світлофільтр повинен знижувати вплив сліпимості та відбиття, зберігати різкість зображення (чіткість символу), підвищувати контрастність освітленого індикатора. Для покращення сприйняття необхідна різниця яскравостей освітленого символу та фону, тобто контрастність в порівнянні з абсолютним рівнем яскравості.

Колір світлофільтра залежить від естетичних якостей і може бути різним. Чутливість ока до червоного світла становить менше 0,1 чутливості до зеленого кольору світла.

Міжнародні рекомендації, що регламентують вимоги до внутрішньої сигналізації автомобіля, відсутні, є тільки пропозиції ISO по умовним знакам і кольорам контрольних пристроїв (пропонується використовувати

червоний, помаранчевий і зелений для миготливих і постійних вогнів, крім того, блакитний як додатковий).

3.3 Аеродинамічний опір автомобіля

Опір повітря W , а також інші компоненти результуючої аеродинамічної сили та їх моменти зростають у квадратичній залежності від швидкості руху автомобіля:

$$W \propto v^2.$$

Для легкового автомобіля середнього класу частка опору повітря в сумарному опорі при швидкості $V = 100$ км/год складає вже 75-80 %. Отже, зменшення опору повітря, можна значно покращити економічні показники автомобіля. Тому головне завдання аеродинаміки автомобіля – зменшення опору повітря до мінімально можливого значення, незалежно від того, чи є метою проектування підвищення максимальної швидкості або зниження витрати палива.

Рівняння для сили опору повітря в повному вигляді:

$$W = C_x A (\rho/2) V^2,$$

де C_x - коефіцієнт аеродинамічного опору (безрозмірна величина);

A – площа проекції автомобіля на площину, перпендикулярну до поздовжньої осі;

ρ - густина навколишнього повітря.

Таким чином, аеродинамічний опір автомобіля W , з одного боку, визначається габаритними розмірами автомобіля, вираженими у вигляді площі фронтальної проекції A , а з іншого боку, його формою, аеродинамічна якість якої визначається коефіцієнтом аеродинамічного опору C_x .

Порівнюючи потоки в перерізі перед автомобілем з потоком над дахом автомобіля, можна отримати уявлення про діючу на нього підйомну силу. По різному тиску над дахом і під днищем автомобіля можна

обчислити прикладену у площині симетрії перпендикулярно напрямку руху силу, яка називається підйомною силою. Як правило, підйомна сила діє вгору, тобто вона прагне підняти автомобіль і тим самим зменшити ефективні навантаження на колеса. Ця сила пов'язана з поздовжнім аеродинамічним моментом, який призводить до того, що зменшення навантажень на колеса передньої та задньої осі по-різному. В області швидкостей менше 150 км/год підйомна сила та поздовжній аеродинамічний момент мало впливають на якості управління рухом, що вірно і при бічному вітрі.

Стан потоку в задній частині кузова автомобіля завдяки даними про вихровий слід і закручування потоку за автомобілем, сильно впливає на силу опору повітря. Значний недостатній тиск повітря в даній частині кузова грає важливу роль в оптимізації потоку задньої частини автомобіля.

Висновки до 3 розділу

У третьому розділі кваліфікаційної роботи визначено основні вимоги до дизайну автомобілів. Було визначено, що на початковій стадії процесу проектування, створені ескізного компонування, визначальними є антропометричні показники. Вони є основою автомобільній ергономіці необхідні насамперед для визначення моделей людини (манекенів) – головного інструменту для отримання початкових даних про компонування робочого місця водія та місць пасажирів у салоні автомобіля.

Оптимальне рішення посадки водія автомобіля, організація його робочого місця багато в чому залежить від інформаційної частини системи «водій – автомобіль – дорога». Великий вплив на безпеку руху залежить від кількості та якості інформації, яка сприймається водієм, від його психологічного, психофізіологічного та фізіологічного стану, від інформативності проєктованого автомобіля.

Не менш важливим є аеродинамічні показники проєктованого легкового

автомобіля. Тому головне завдання аеродинаміки автомобіля – зменшення опору повітря до мінімально можливого значення, незалежно від того, чи є метою проектування підвищення максимальної швидкості або зниження витрати палива.

РОЗДІЛ 4 ДИЗАЙН-РОЗРОБКА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ БАГГІ

4.1 Концептуальний автомобільний дизайн

Відомо, що форма автомобіля створюється при сприянні трьох факторів: основного – автомобільного дизайну, інженерного (конструкторського та технологічного) та споживчо-маркетингового (соціально- функціонального). Вимоги та параметри (функціонально-ергономічні, аеродинамічні та безпеки) поділені між двома факторами - інженерно-конструкторським і дизайном.

Однією з найважливіших складових у створенні ринкової дизайн-форми являється споживчо-маркетинговий фактор, що значною мірою визначає соціальну, у тому числі і культурно-естетичну, роль автомобіля як найбільш активний елемент предметного світу суспільства та його художньої культури. Цей фактор визначає ступінь «придатності» (сучасності) в даний період часу проектних рішень і ступінь розкиду параметрів решти факторів.

Провідним по створенню форми автомобіля (особливо легкового) є і дизайн автомобілів. Він грає роль координатора і демонстратора переваг і недоліків рішень решти факторів форми для візуальної оцінки і аналізу [15].

Наступним по важливості в створенні форми автомобіля, визначальним як вид техніки та транспорту, є інженерно-конструкторський, тобто теоретичний та практичний інжиніринг. Від його рішень залежать експлуатаційні параметри автомобіля: керованість, динамічність, безпека, надійність і ін.

Виробничо-технологічний фактор як частина інженерного визначає вид виробництва та відповідну йому технологію створення, а також диктований ними набір матеріалів. Він визначає автомобіль як вигляд промислової продукції.

Параметри та вимоги аеродинаміки та безпеки також багато в чому

визначають специфіку форми сучасного автомобіля. Аеродинаміка не така життєво важлива як в авіації, однак, є досить жорстким обмежувачем для рішень форми автомобільного дизайну і інженерно-конструкторського обґрунтування.

У концептуальному автомобільному дизайні взаємодія цих факторів суттєва але відрізняється від іншої галузі – комерційного дизайну автомобілів. Головна відмінність полягає в тому, що в концептуальному дизайні «замовником» нової форми досвідченого зразка концепт-кара може бути будь-який з перерахованих факторів, а не тільки споживчо-маркетинговий, як у комерційної гілки автомобільного дизайну, яка є посередником та провідником автомобільного ринку певного короткого періоду часу (від 2 до 4 років).

Розробки концептуального дизайну показують, наскільки широкі можливості оновлення як форми автомобіля в рамках виду, так і самого автомобільного дизайну напередодні одноманітності проектних, конструкторських і технологічних можливостей.

Саме концептуальний автомобільний дизайн виступає гарантом реальної можливості появи естетично оптимального варіанта форми з індивідуалізованими особливостями різновидів автомобіля для задоволення зростаючих індивідуальних потреб масових споживачів.

Перші спроби створити незвичайний обтічний кузов автомобіля полягали у тому, що форми, народжені в інших галузях техніки, були використані в автомобілебудуванні. Запозичувалися симетричні форми обертання з мореплавання і повітроплавання. В порівнянні з кузовами автомобілів того часу, форма яких перейшла в основному з каретобудування, ці форми були прогресом на шляху до зменшення опору повітря.

Сучасна система апробації новизни конструкції та форми складається з більш десяти великих регулярно діючих виставкових автомобільних салонів, які поділяються по секторам автомобільного ринку: масові легкові,

вантажо-пасажирські та спеціальні, автобуси, вантажівки і т. д. Найбільш популярні, звичайно ж, салони масових легкових автомобілів, оскільки вони орієнтовані як на спеціалістів, так і на численних рядових споживачів.

4.2 Особливості формотворення об'єкта розробки

24 лютого 2022 року всю країну сколихнула звістка про повномасштабне вторгнення російської федерації. В один момент, незабутнє та прекрасне життя людей перетворилося на щоденні страждання, бомбардування та ненависть до загарбників [13]. Однак, українці незламні своїм духом, характером та бажанням допомогти один одному та ЗСУ стали на захист цілісності нашої держави, навіть ціною власного життя. У перші дні війни питання з постачанням зброї, нашій країні, в певній мірі вирішувалось, то питання з переміщенням військових по місцевості стояла гостро. Велика кількість волонтерів робили збори коштів на автомобілі для ЗСУ, та цього все одно не вистачало. Саме тоді серед інженерів, конструкторів, автомобілістів в Україні стала популярною справа виготовлення та відправлення для військових так званих автомобілів з підвищеною прохідністю – БАГПІ.

Питання забезпечення військовиків особливими видами транспорту, в Україні стало нагальним ще з 2014 року. Інженерами, конструкторами та просто винахідливими людьми були розроблені наступні моделі автомобілів БАГПІ:

Пегас 1,2, 2 місний; FANTOM; Примара, 2 місний; Багі МС, 2 місний; Легкий автомобіль високої прохідності, 4-5 місний («Азов»); Мамай, 2+ місний; "Ярик" (VOLS) 2+місний. Окрім вказаних існують і інші розроблені моделі, про деякі з них невідомо широкому загалу, інші знаходяться на стадії випробування. Отже, через ситуацію, що склалася у нашій державі, університет не мав права стояти осторонь, тому була поставлена задача виготовлення та відправки на Схід автомобіля БАГПІ. Командою однодумців було прийнято рішення про те, щоб не використовувати вже готових креслень автомобіля, а

розробити повністю своє [13].

Основні етапи дизайн-проекту та виготовлення легкового автомобіля БАГГІ полягали в дотриманні наступних вимог:

1. Простота виготовлення. Каркас автомобіля було вирішено виготовити з профільних труб розміром 30x40, такий автомобіль більш легкий а значить швидший, маневреніший (рис. Б1).

2. Ремонт автомобіля. За прототип було взято автомобіль Таврія 1.1iL. Він легкий в ремонті, доступні запасні частини, для даної легкої конструкції він є оптимальним в плані потужності та швидкісних характеристик (рис. Б2).

3. Швидка заміна елементів кузова. На каркасі автомобіля сконструювано спеціальні гаки на які навішується додаткова броня (рис. Б3) для виконання особливих завдань військовими (рис. Б4). Додаткова броня трохи збільшує вагу автомобіля, при цьому характеристики маневреності не зменшуються, зменшуються швидкісні характеристики. Якщо без броні автомобіль 800 метрів долав за 50 с, то з нею 69 с однак додаткова броня це збережені життя військовослужбовців. Дизайн елементів броні кузова має прямокутні форми, з елементами випуклості.

4. Розташування агрегатів. Розташування силового агрегату відіграє велику роль в автомобілях баггі оскільки воно впливає на маневреність та керованість а також на прохідність автомобіля. Двигун автомобіля Таврія 1.1iL було сконструйовано з заднім розташуванням до якого кріпиться коробка перемикачів передач, яка через карданний вал передає крутний момент на два ведучі мости.

5. Прохідність. Під час конструювання автомобіля було визначено, що кліренс автомобіля повинен бути неменше 27 см. В автомобілі передбачені двома постійно працюючі ведучі мостами, що дозволяє йому долати перешкоди у вигляді піску, багнюки, снігу та інші.

6. Ергономічні характеристики. Для зручності посадки автомобіль планувався без бокових дверей та вітрового скла (рис. Б5). Серед панелі приборів для водія виведені лише показчик рівня палива та температури

охолоджуючої рідини, це два показника які є найбільш важливими для роботи автомобіля в бойових умовах.

7. Навісне обладнання. У задній частині кузова передбачено місце для перевезення БК (рис. Б6), окремо для пасажира на капоті автомобіля можна встановити крупнокаліберний кулемет. Так як капот має плоску форму кріплення для кулемета нами не розроблялось. В окремих випадках для вивезення поранених з зони активних бойових дій передбачено в місці, де знаходиться додатковий БК, встановлювати ноші (рис. Б7)

8. Безпека. Завдяки зварній конструкції рами вона є безпечною в планині згину, навіть при перекиданні автомобіля конструкція рами буде не пошкоджена. Колеса автомобіля виконані зі спеціального каучуку, який витримує кулі звичайної автоматичної зброї.

9. Дизайн та колір. Оскільки автомобіль це розхідний матеріал на війні, то особливу увагу дизайну форми не приділяли. Він повинен бути зручним, швидким, маневреним. Відносно кольору автомобіля, то він теж стандартний для таких потреб – темно зелений або як його ще називають «колір хакі».

Розробка конструкції автомобіля тривала близько двох місяців і було спроектовано вісім різних конфігурацій. Разом з військовими, для яких створювався даний автомобіль, був обраний та доопрацьований один варіант під усі їхні прохання (рис. Б8). Вартість даного проекту становила близько 30 тисяч гривень, враховуючи співвідношення ціна-якість кращого варіанту годі й шукати. Окрім того суттєвою перевагою в порівнянні з аналогами є можливість закріплення навісної броні та встановлення додаткового кулемета на даху автомобіля.

4.3 Матеріали і технологія виготовлення

Розробка дизайну легкового автомобіля БАГГІ характеризується вибором матеріалів конструкції. Вибір матеріалів є ключовим етапом у проектуванні та виготовленні, оскільки вони забезпечують відповідність функціональним

вимогам. Для виготовлення застосовувався в основному метал, це профільна труба розмірами 30x40, додатково оброблена спеціальною фарбою-грунтовкою від корозії. За рахунок того, що профільна труба є пустотілою в середині це ще одна додаткова перешкода для кулі ворога.

Технологія виготовлення каркаса легкового автомобіля БАГПІ базується на зварюванні профільних труб. Перед зварюванням труби вирізаються відповідного розміру, за потреби, потрібного згину. Корпусні елементи виготовлені з металу товщиною 3мм, кріпляться до каркасу за допомогою болтів або гвинтів. Вразі пошкодження елементів кузова вибуховими пристроями це дасть можливість швидко їх замінити. Додаткові навісні елементи встановлюються військовими в разі потреби, залежно від поставлених завдань.

Для вивезення поранених із зони активних бойових дій, у задній частині каркасу, можна закріпити носі, перпендикулярно до руху автомобіля (рис. Б9).

Висновки до 4 розділу

У розділі 4 «Дизайн-розробка легкового автомобіля БАГПІ» описується концептуальний дизайн автомобіля, особливості формотворення об'єкта, матеріали та технологія виготовлення легкового автомобіля БАГПІ.

Об'єктом проектування кваліфікаційної роботи є легковий автомобіль БАГПІ для військових потреб з використанням простих дискретних геометричних форм. Для проекту було розроблено власний ескізний проект та командою однодумців виготовлено легковий автомобіль БАГПІ.

Дана розробка виконана у відповідності з сучасними реаліями війни. Для виготовлення корпусних деталей були використані прості дискретні геометричні форми та фігури, що забезпечує простоту проектування, виготовлення та, в разі потреби, швидку заміну деталей. В процесі проектування виділено функції, які виконує легковий автомобіль БАГПІ, а саме: швидкість пересування, висока прохідність, різна функціональність.

ВИСНОВКИ

Результатом виконаних у кваліфікаційній роботі досліджень є розв'язання науково-практичної проблеми застосування простих дискретних геометричних форм у формотворенні дизайну легкового автомобіля БАГГІ для військових потреб.

Отримано такі результати, які мають наукову і практичну цінність:

1. Під час аналізу історії розвитку дизайну легкового автомобіля були визначені дві основні складові створення конструкції і форми легкового автомобіля: інженерна та соціально-споживча. Дизайн легкового автомобіля безпосередньо залежить від художньо-промислових канонів часу, а також концептуальних пошуків форми, які утворюють естетичні, споживчі переваги до форми автомобіля.

2. Розроблено класифікаційну схему елементарних геометричних елементів різної розмірності, які найбільш ефективно застосовуються у дизайн-проектуванні легкових автомобілів. На основі розробленої класифікації елементів та аналізу їх застосування для різних складових дизайну автомобілів виокремлено чотири основні принципи проектування автомобіля та виявлена роль геометричного підходу до дизайну для кожного із запропонованих принципів.

3. При аналіз літературних джерел було виявлено, що основним методом побудови геометрії поверхні кузова є метод січних площин. Він застосовується у всій інженерно-конструкторській і технологічній документації як просторова основа геометричного положення вузлів і агрегатів, відносно один одного.

4. Переважна більшість автомобільних кузовів проектуються з використанням криволінійних поверхонь, внаслідок чого досягається високий рівень плавності поверхні всього кузова. Криві, що визначають поверхні кузова, повинні вибиратися дуже ретельно, з повним знанням побудови криволінійних поверхонь. Особливу увагу слід звертати на те,

щоб побудована поверхня всього кузова ґрунтувалася на одному сімействі кривих, тоді автомобіль може справити враження приємною стильовою плавністю ліній, представляючи собою гармонійну цілісність.

5. Були виокремлені основні вимоги до дизайн-проєкту легкового автомобіля. Визначено, що на початковій стадії процесу проєктування, створені ескізного компонування, визначальними є антропометричні показники. Вони є на сам перед основою автомобільної ергономіки. Не менш важливим є показник інформативності, його кількість та якість, який впливає на психологічний та психофізіологічний стан водія. Окремо слід виділити аеродинамічні показники проєктованого автомобіля, головним завданням якого є зменшення опору повітря.

6. У роботі запропоновано авторське рішення дизайн-проєкт легкового автомобіля БАГГІ «ПАТРУЛЬ» для військових потреб. Автомобіль являє собою багатофункціональний комплекс для виконання різних військових завдань. Зокрема, автомобіль можна використовувати для патрулювання, більш спокійніших, ділянок кордону нашої держави. Автомобіль можна використовувати для ведення оборонно-наступальних операцій для цього передбачена додаткова навісна броня та встановлення крупнокаліберного кулемета для пасажира та РПГ для пасажира ззаду. БАГГІ «ПАТРУЛЬ» можна використовувати для вивезення поранених з зони активних бойових дій, для цього у задній частині автомобіля, за допомогою ременів, можна закріпити ноші.

Дослідження особливостей формотворення простих дискретних геометричних форм в дизайні легкового автомобіля дозволило, не тільки створити дизайн-проєкт легкового автомобіля БАГГІ, а й виготовити його, разом із студентами спеціальності 274 Автомобільний транспорт, для потреб військових. Виготовлений легковий автомобіль БАГГІ було передано Луцькому прикордонному загону.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Designing cars with mathematical surfaces: A review. T. Maier and R. Klein, published in *Computer-Aided Design*, 2016, 72: pp. 52-71.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. *How to Draw Cars Like a Pro*. Thom Taylor and Lisa Hallett - Motorbooks, 2006. - 144 p.
10. *Car Design America: Myths, Brands, People*. Paolo Tumminelli - Taschen, 2008. - 400 p.
11. *Car Design Sketches: Inspiration and Tips*. Adrian Dewey, 2014. - 176 p.

12. Car Design Europe: Myths, Brands, People. Paolo Tumminelli, 2019. – 304

13. Геометрія у природі: рослини з ідеальною гармонією і симетрією. URL: <https://coma.in.ua/25352> (дата звернення: 07.04.2023).

13. Губарик Ю. Проектування та створення автомобіля власної моделі баггі «ПАТРУЛЬ» / Студентський науковий вісник/ Вип. 49 Луцьк: Видавництво «Вежа-Друк», 2023. с. 58-63.

14. Пустюльга С., Самчук В., Самостян В., Приступа О., Рубан-Головчук З. Сучасні концептуальні принципи використання геометричних форм в дизайні автомобілів для масового виробництва // науковий журнал "Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті" – Луцьк: ЛНТУ, 2017. - Вип. 1(20). - С. 205-218.

15. Самостян В.Р. Особливості дизайну екстер'єру легкових автомобілів компанії BAOJUN // Інноваційні аспекти розвитку автомобільного транспорту України: зб. тез. доп. міжнар. наук.-практ. конф., м. Кам'янське, 16-18 травня 2023 р. Кам'янське, 2023- с. 64-66

16. Самостян В.Р. Використання універсальних форм та простих геометричних образів в дизайні автомобіля // Engineering Materials Technologies Transport: Conference program of the International Conference, Lutsk, Ukraine, May 16-18, 2023 / Oleksandr Povstyanov, Olha Zaleta, Bohdan Valetskyi. – Lutsk, 2023 – 116 p.

17. Самостян В.Р., Пустюльга С.І. Принцип “Універсальності форми” дискретних структур в дизайні // II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих вчених та студентів «ТРАДИЦІЇ ТА НОВАЦІЇ В ДИЗАЙНІ», ЛНТУ 2023 р. с. 77-81.

18. The Car Book: The Definitive Visual History (2022). Dorling Kindersley, 368 p.

19. К. Степанян (2021). Автомобільний дизайн другої половини ХХ сторіччя: відповідь на виклики часу, Про странство 15, 271–283 URL: <https://www.prostranstvo.media/uk/avtomobilnyj-dyzajn-drugoyi-polovyny-xx-storichchya-vidpovid-na-vyklyky-chasu/>.

20. Deyan Sudjic (2021). The alphabet of the modern world. ArtHuss, 416 p.
21. Bart Lenaerts & Lies De Mol Ever since I was a young boy I've been drawing cars. WAFT, Pure Print, 2012.
22. Baojun E-300. // www.autohome.com.cn URL: <https://chejiahao.autohome.com.cn/info/5453800#pvareaid=28086821202>.
23. Baojun RM-5. // www.autohome.com.cn URL: <https://www.autohome.com.cn/5342/#pvareaid=100124>.
24. International Federation for Information Processing – IFIP. URL: <https://hal.inria.fr/IFIP> (дата звернення: 17.10.2023).
25. Jaques T., Riener A., Schroeter R., Osswald S. *Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications: Adjunct Proceedings of the 5th International Conference*. Eindhoven, The Netherlands, Oct. 27th – Oct. 30th 2013. 121 с. URL: http://auto-ui.org/13/docs/au_i_adjunct_proceedings_final.pdf.
26. Google Design for Driving foundations. The core principle of Android for Cars is: Design for driving. URL: <https://developers.google.com/cars/design/design-foundations> (дата звернення: 24.11.2023).
27. Gordon K. 5 Principles of Visual Design in UX. 2020. URL: <https://www.nngroup.com/articles/principles-visual-design/> (дата звернення: 05.04.2022).

ДОДАТКИ

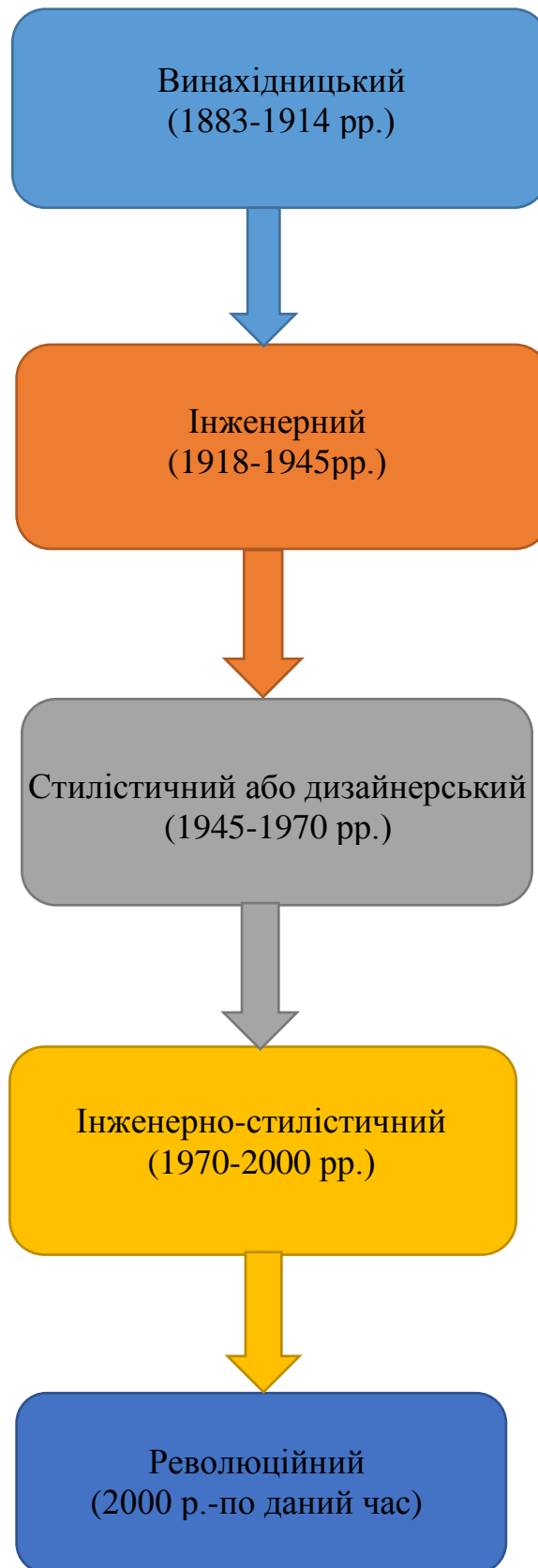
ДОДАТОК А

Рисунок А1 – Періоди загального розвитку конструкції і форми легкового автомобіля



Рисунок А2 – I період розвитку дизайну форми автомобілів



Рисунок А3 – II період розвитку дизайну форми автомобілів



Рисунок А4 – III період розвитку дизайну форми автомобілів



Рисунок А5 – IV період розвитку дизайну форми автомобілів



Рисунок А6 – V період розвитку дизайну форми автомобілів

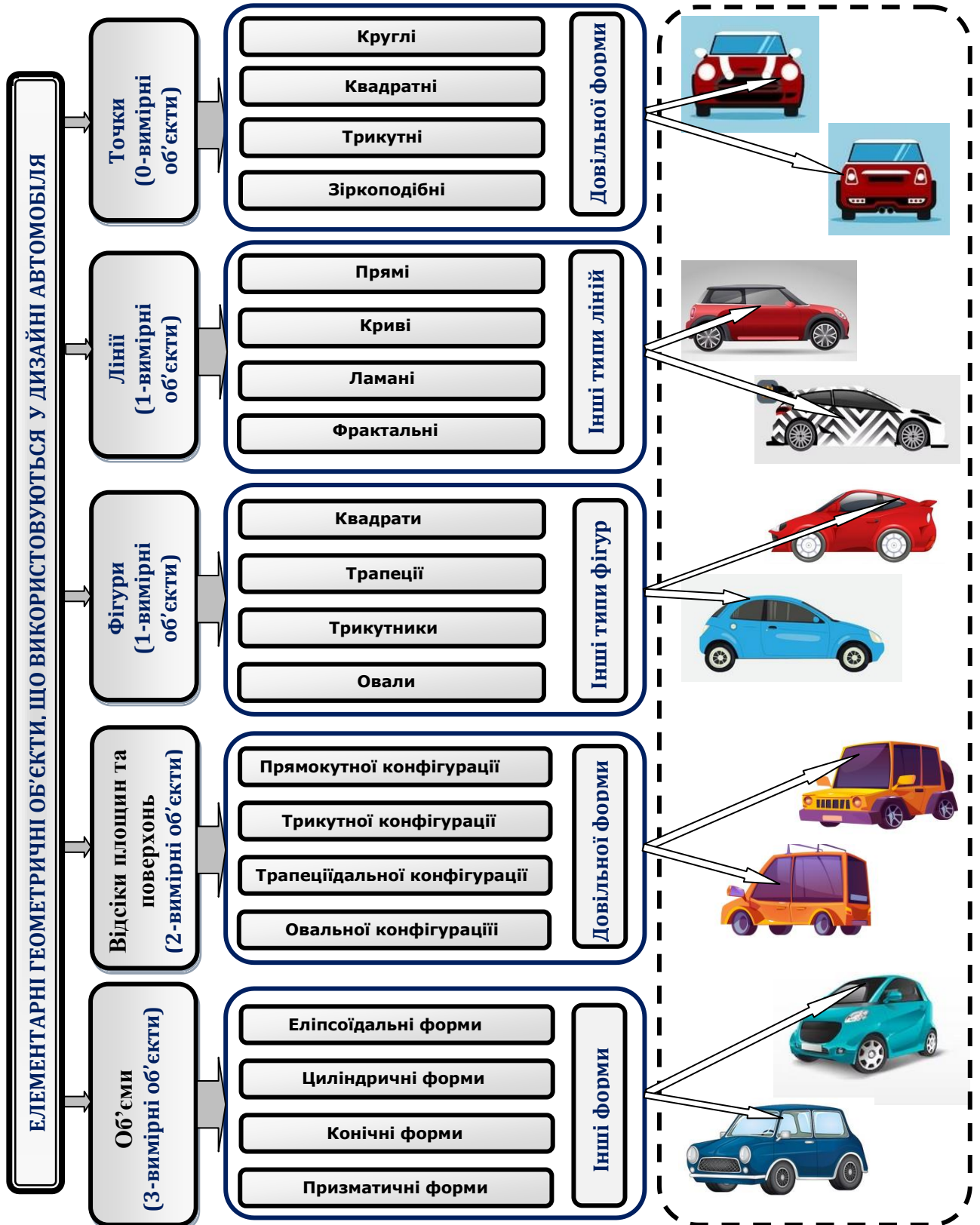


Рисунок А7 – класифікаційна схема дискретних геометричних образів



Рисунок А8 – Геометричні точкові елементи різної форми



Рисунок А9 – Лінії, 1-вимірні об'єкти в дизайні автомобіля



Рисунок А10 – Фігури, 1-вимірні об'єкти в дизайні автомобіля



Рисунок А11 – Відсіки площин та криволінійних поверхонь в дизайні автомобіля



Рисунок А12 – Застосування еліптичних, циліндричних та конічних об'ємів в дизайні автомобіля



а

б

в

Рисунок А13 – 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



Рисунок А14 – Принцип адаптивності внутрішнього простору авто за рахунок використання оптимальних геометричних форм

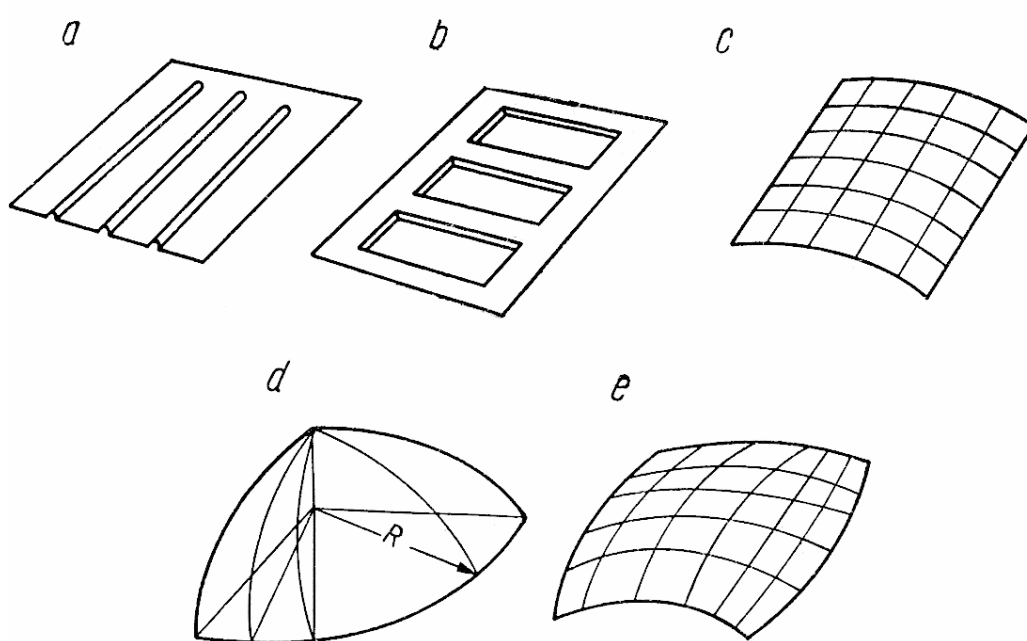


Рисунок А15 – Основні типи поверхонь:

- а) плоска з виступами; б) плоска з поглибленнями; с) лінійна;
 д) криволінійна поверхня обертання; е) двоякої кривини

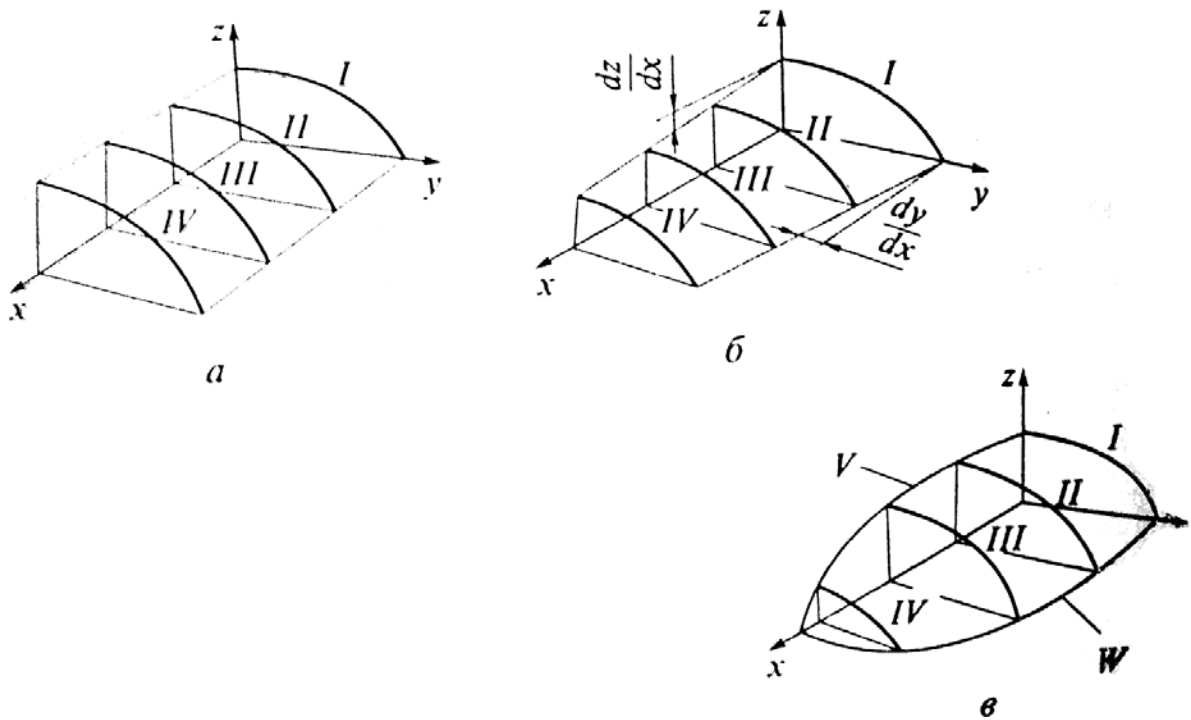


Рисунок А16 – Геометричні залежності між різними кривими:

а) рівність; б) подібність; в) колінеарність

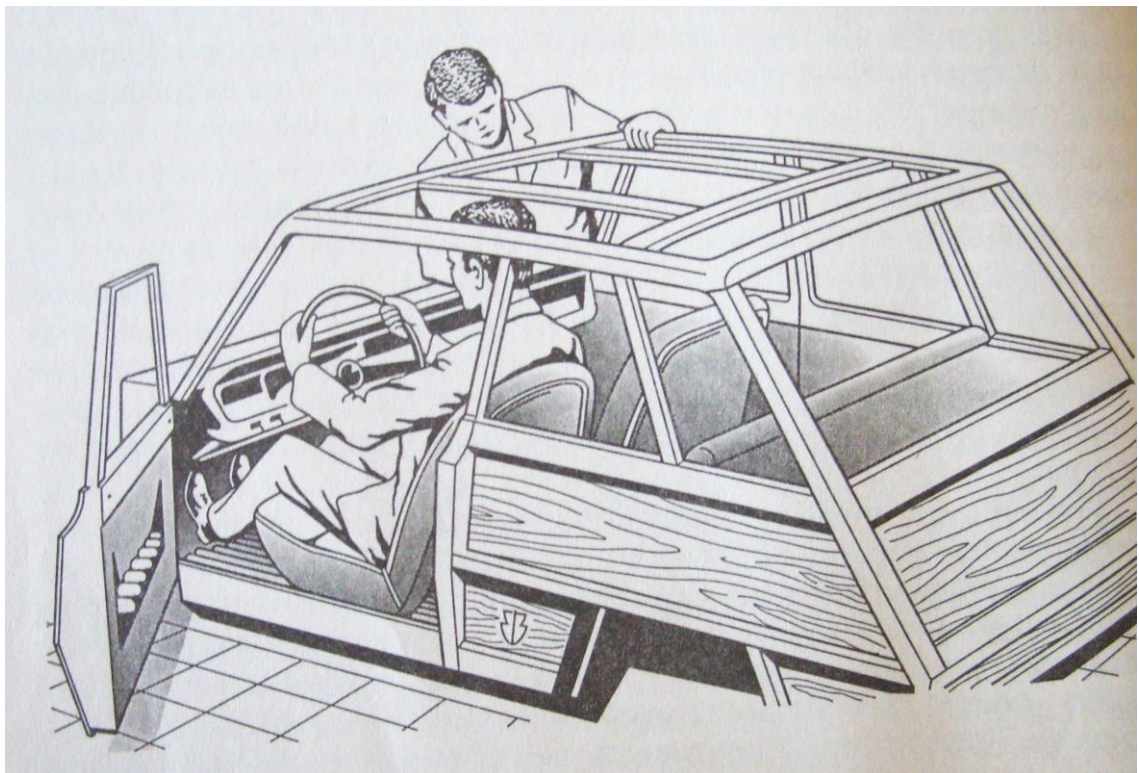


Рисунок А17 – Посадковий макет (геометрична імітація салону)

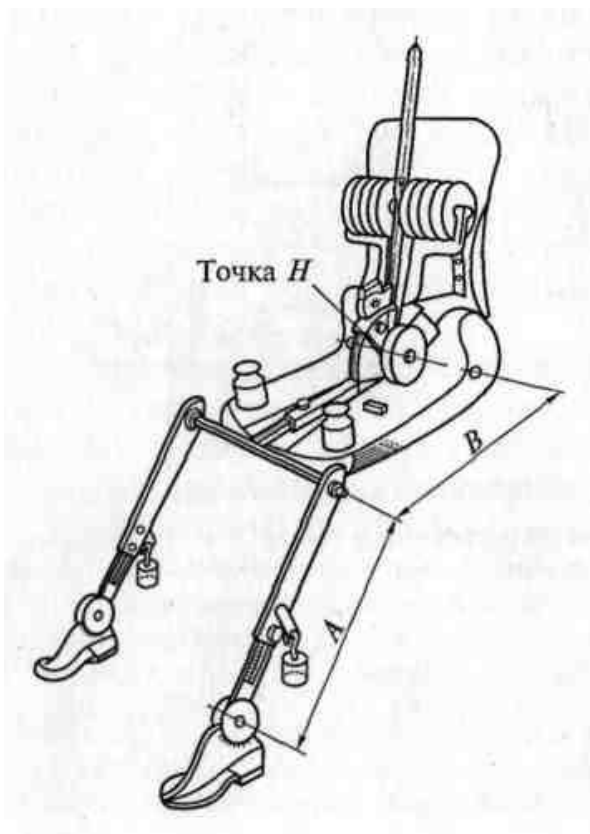


Рисунок А18 – Об'ємний манекен для перевірки установки еталонної посадки на макеті

Додаток Б

Завдання кваліфікаційної роботи на тему: Дизайн-розробка легкового автомобіля БАГГІ

1. Призначення та галузь застосування: розробити дизайн та конструкцію автомобіля БАГГІ для військових потреб. Головною метою є створення багато функціонального автомобіля для виконання різних потреб Збройних Сил України.

2. Умови для розробки: завдання кваліфікаційної роботи.

3. Мета розробки – на основі проведення дизайн-аналізу аналогів і прототипів розробити нову конструкцію легкового автомобіля БАГГІ.

4. Джерела – статті, книги, інтернет-джерела, зразки сучасних військових автомобілів.

5. Технічні вимоги:

– склад та функціональні вимоги: каркас автомобіля повинен бути цільною конструкцією з можливістю швидкого доступу до вузлів та агрегатів;

– умови експлуатації: переважно бездоріжжя в умовах активних бойових дій;

– конструктивно-технологічне забезпечення: ґрунтується на ефективній системі домовленостей стосовно втілення проектів та високої якості виконання конструктивних особливостей;

– вимоги до надійності: використання алгоритмів та методів дискретного моделювання, які забезпечать міцність та стійкість конструкції, а також застосування якісних броньованих матеріалів для забезпечення тривалої експлуатації автомобіля;

– ергономічні вимоги: врахування принципів ергономіки, які забезпечать швидку посадку-висадку в автомобіль, легкість управління та зручність використання;

– вимоги естетики: відповідність сучасним естетичним стандартам;

– патентна чистота: дослідження та розробка не претендує на патентування;

– вимоги до категорії якості: дотримання високих стандартів та відповідність найвищим якісним критеріям.

6. Специфічні вимоги: внесення змін у проект в процесі експлуатації.

7. Характер та стадії розробки: реалізація нової дизайн-розробки ґрунтується на аналізі аналогів та прототипів, включаючи всі етапи проектного процесу за методикою дискретного дизайну. Стадії розробки включають в себе проведення дослідження аналогів та прототипів, формулювання концепції параметризації, створення пошукових ескізів, затвердження остаточного варіанту розробки та виконання проектних робіт для формування кінцевого образу автомобіля БАГГІ.

8. Обмеження: за технологічними можливостями виготовлення, матеріалами та ціною.

9. Композиційні елементи та види робіт, що підлягають розробці:

– пояснювальна документація, яка включає в себе опис програмних інструментів, алгоритмів та методів створення кузовних елементів конструкції автомобіля;

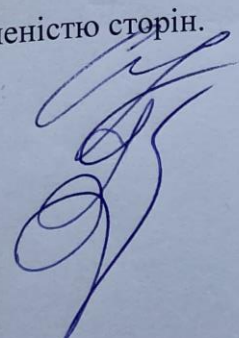
– схеми розміщення двигуна та трансмісії, елементів підвіски та навісного обладнання

10. Документи та художньо-графічні матеріали, що передаються замовнику. Замовнику передається лише виготовлений автомобіль, оскільки в подальшому планується налагодження виготовлення таких автомобілів 3-4 на рік.

11. Порядок контролю та приймання: згідно з вимогами методики проектування та за домовленістю сторін.

Студент:

Керівник:



Самостян В.Р.

Пустюльга С.І.

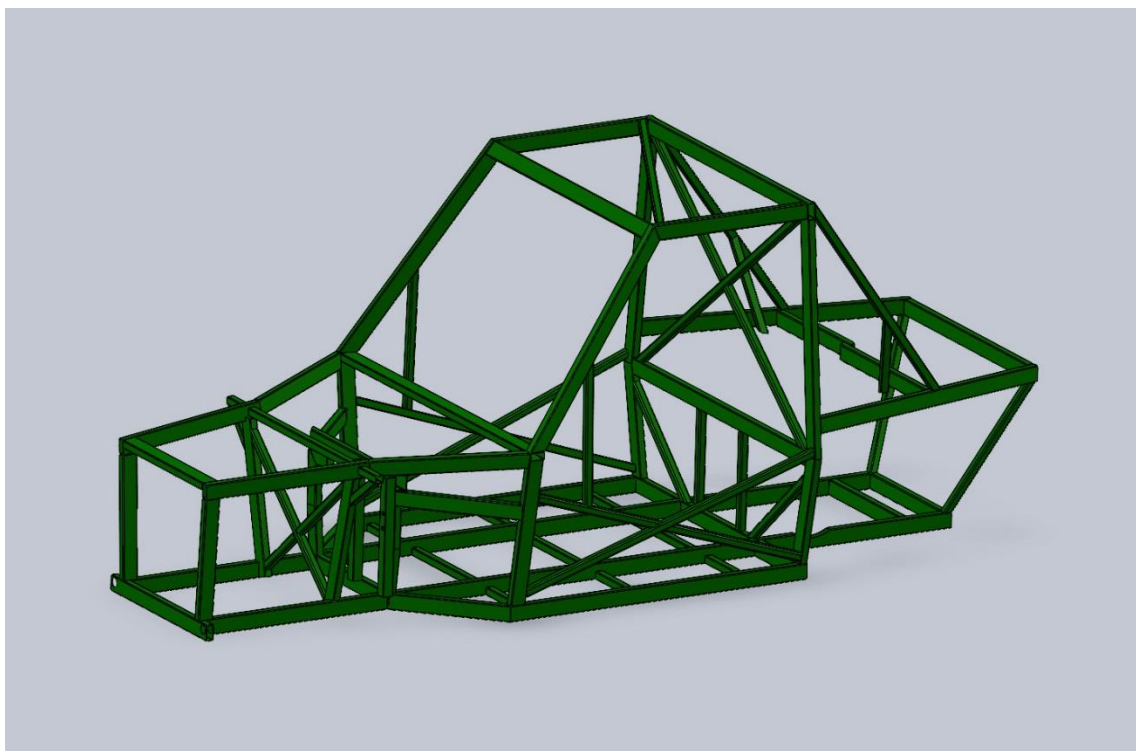
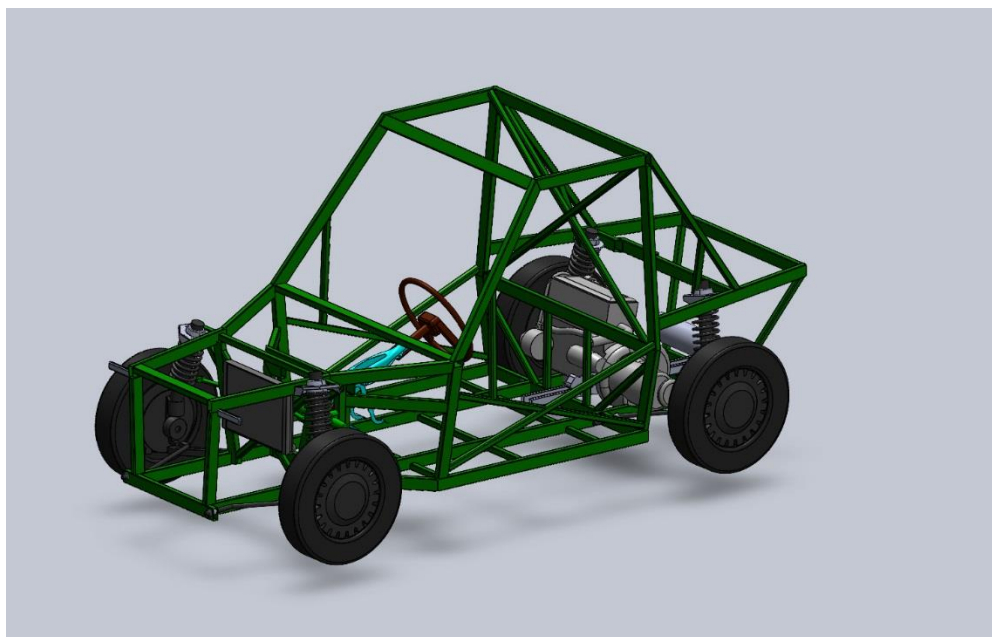


Рисунок Б1 – ескіз кузова автомобіля



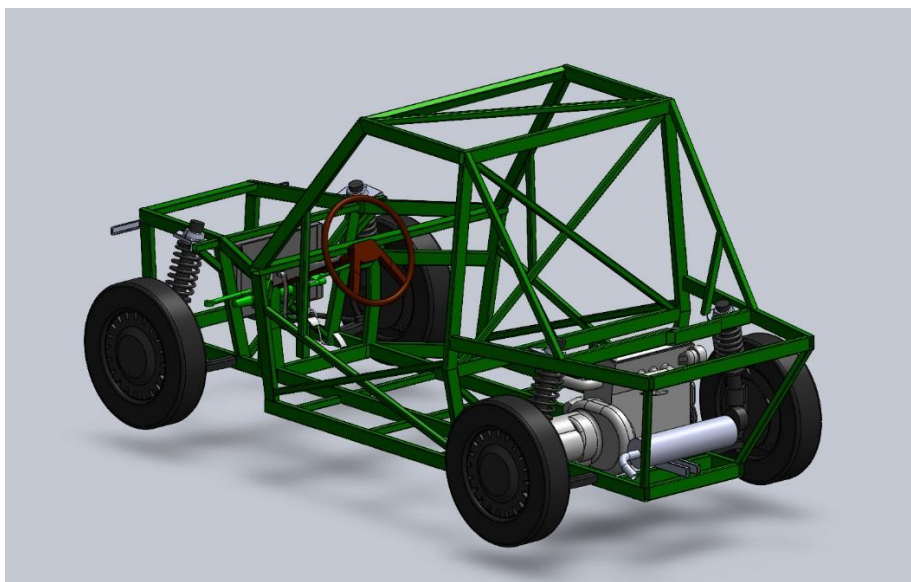


Рисунок Б2 – кузов автомобіля з комплектуючими



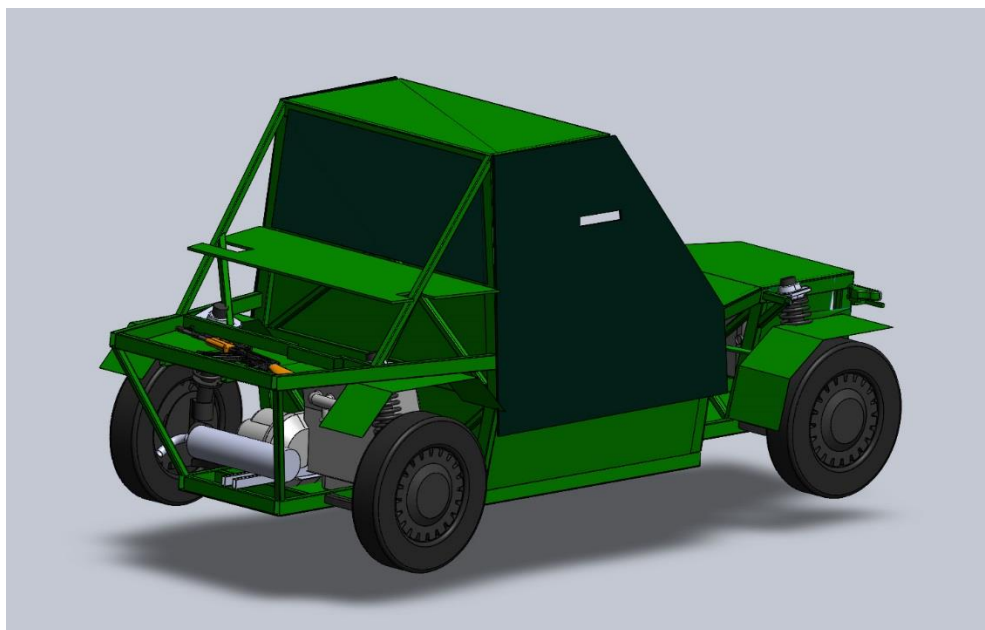


Рисунок Б3 – додаткові елементи захисту





Рисунок Б4 – оснащення автомобіля при виконанні оборонно-наступальних дій





Рисунок Б5 – посадка в автомобіль без бокових дверей та вітрового скла

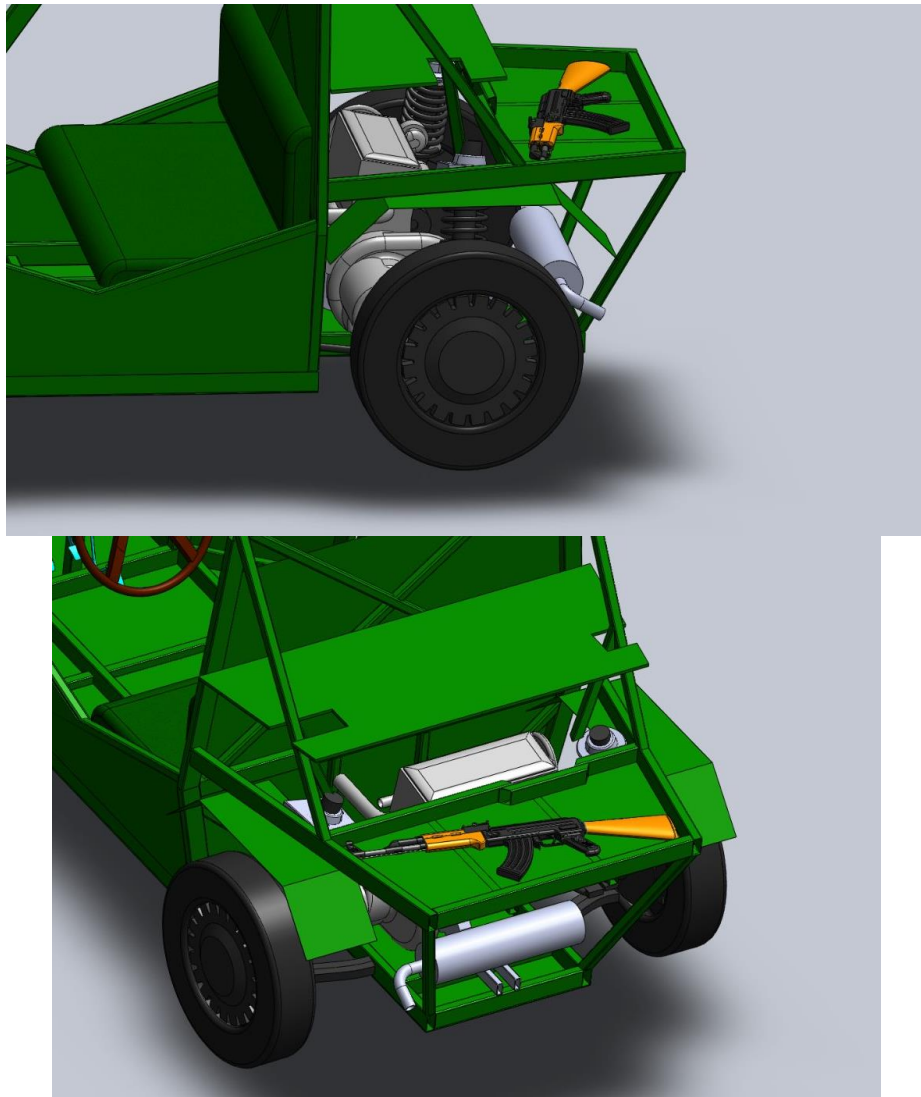


Рисунок Б6 – місце для додаткового боєкомплекту

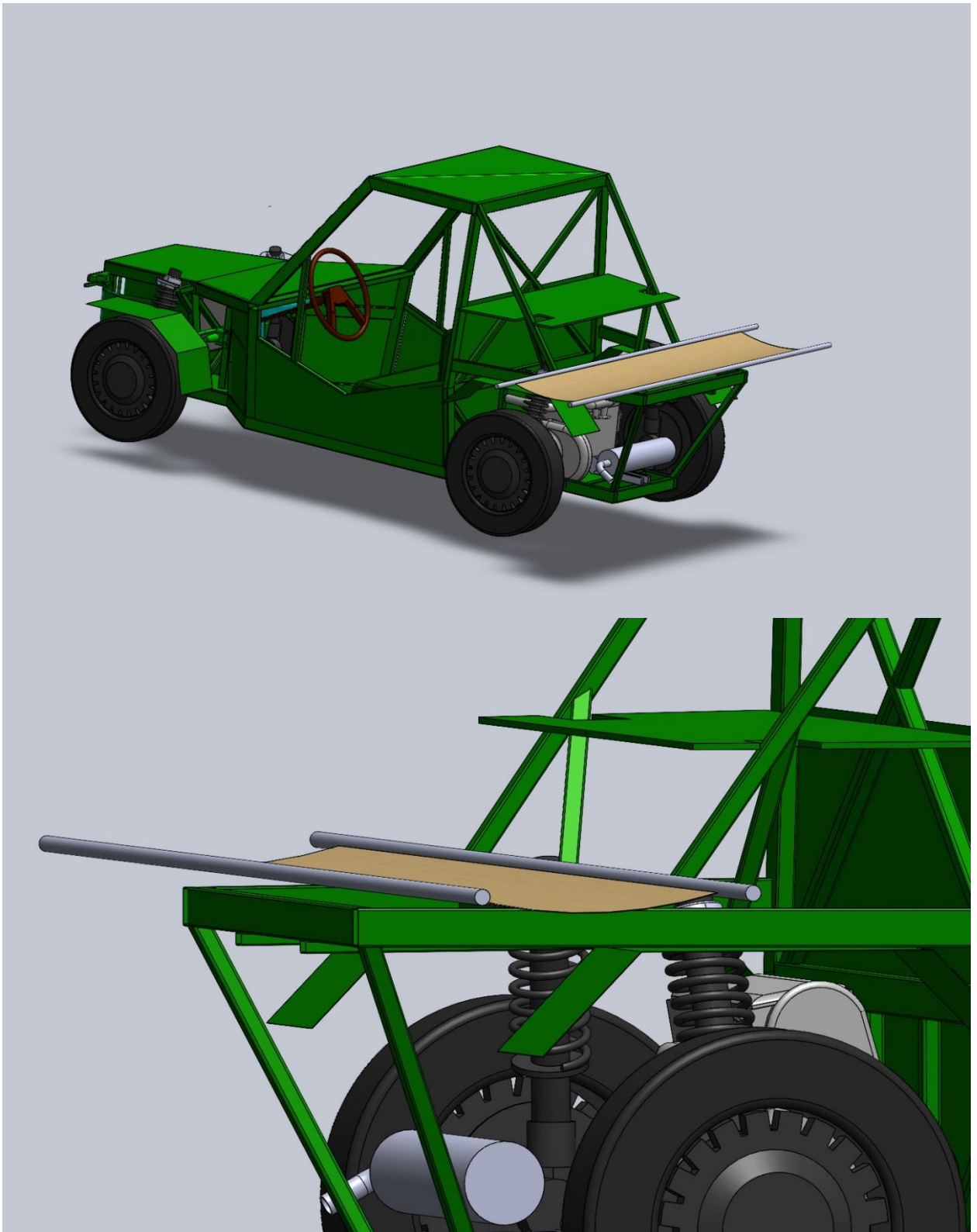


Рисунок Б7 – ноші для вивезення поранених з зони активних бойових дій

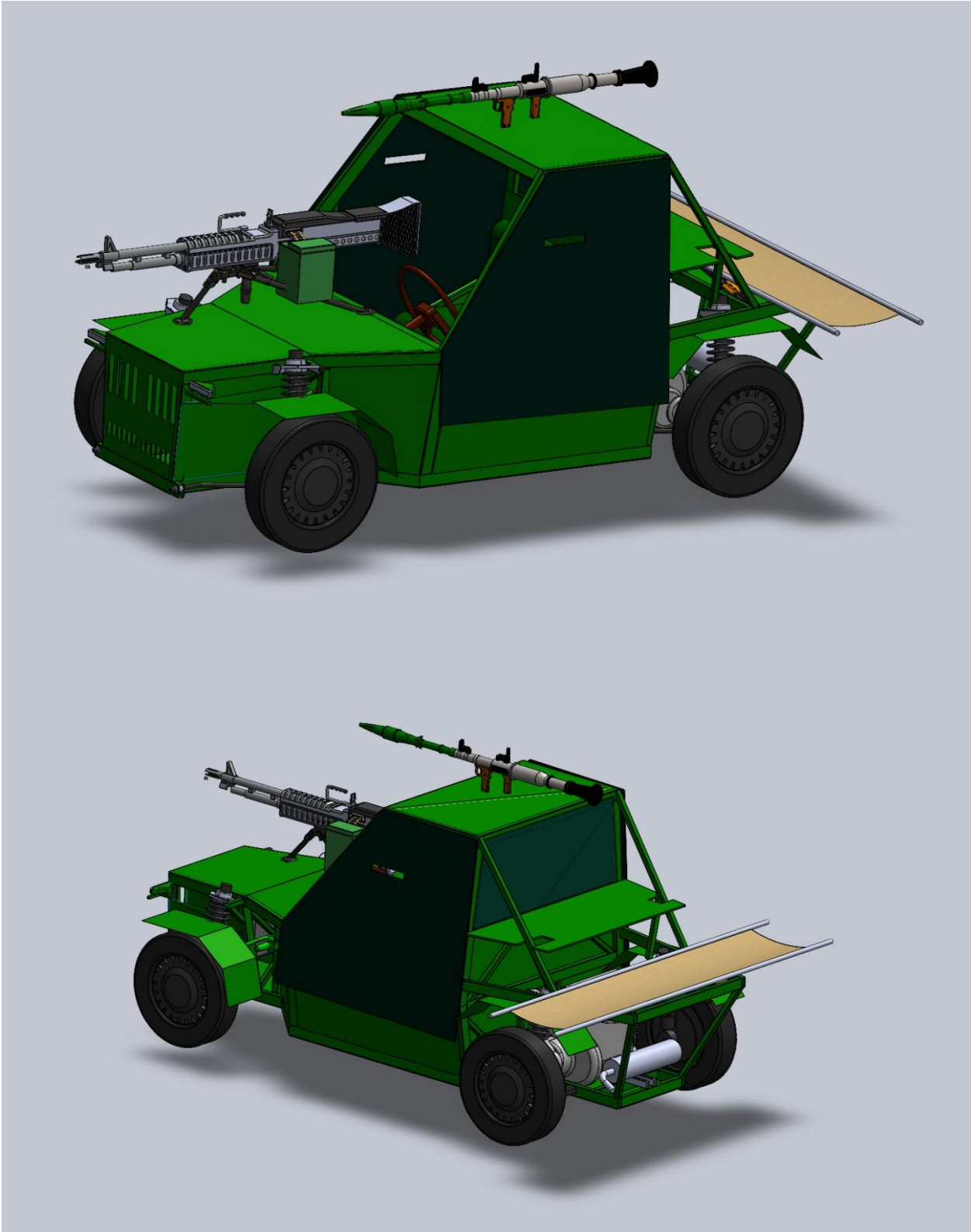




Рисунок Б8 – багатофункціональний легковий автомобіль БАГГІ для
військових потреб





Рисунок Б9 – виготовлений багатofункціональний легковий автомобіль БАГГІ для військових потреб



Рисунок Б10 – передача легкового автомобіля БАГГІ для Луцького прикордонного загону

ФОРМУВАННЯ РЕГУЛЯРНИХ ДИСКРЕТНИХ СТРУКТУР В ДИЗАЙНІ АВТОМОБІЛЯ

Виконав: ст. гр. Дм-21 Самостян В. Р. Керівник роботи: д.т.н., професор Пустолуба С.І.

Мета: за допомогою регулярних дискретних структур створити елементи дизайну автомобіля, які будуть використовуватися в подальшому процесі проектування. Мета роботи – створити набір регулярних дискретних структур, які будуть використовуватися в подальшому процесі проектування. Мета роботи – створити набір регулярних дискретних структур, які будуть використовуватися в подальшому процесі проектування.

Методи: аналіз лінійних дискретних структур, синтез регулярних дискретних структур, моделювання регулярних дискретних структур, синтез регулярних дискретних структур, моделювання регулярних дискретних структур.

Результати: набір регулярних дискретних структур, які будуть використовуватися в подальшому процесі проектування.

Вивахідничий (1888-1914 рр.)

Кічнерний (1918-1948 рр.)

Стилістичний або дизайнерський (1948-1970 рр.)

Інженерно-стилістичний (1970-2000 рр.)

Рациональний (2000 р. - по даний час)

Планшет демонстраційної графіки №1

ФОРМУВАННЯ РЕГУЛЯРНИХ ДИСКРЕТНИХ СТРУКТУР В ДИЗАЙНІ АВТОМОБІЛЯ

Виконав: ст. гр. Дм-21 Самостян В. Р. Керівник роботи: д.т.н., професор Пустолуба С.І.

ЕЛЕМЕНТАРНІ ГЕОМЕТРИЧНІ ОБ'ЄКТИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ У ДИЗАЙНІ АВТОМОБІЛЯ

Точки (об'єкти) (0-вимірні)	Лінії (об'єкти) (1-вимірні)	Поверхні (об'єкти) (2-вимірні)	Об'єкти (3-вимірні)
Круги Квадрати Трикутники Зірочки	Прямі Криві Фрагментальні	Квадрати Трикутники Тrapeзоподібні Овали	Сферичні Циліндричні Конусні Плоскі

Планшет демонстраційної графіки №2

ФОРМУВАННЯ РЕГУЛЯРНИХ ДИСКРЕТНИХ СТРУКТУР В ДИЗАЙНІ АВТОМОБІЛЯ

Виконав: ст. гр. Дм-21 Самостян В. Р. Керівник роботи: д.т.н., професор Пустолуба С.І.

Планшет демонстраційної графіки №3

Рисунок Б11 – загальний вигляд планшета демонстраційної графіки