

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра автомобілів та транспортної інфраструктури

**Пояснювальна записка**  
**до дипломної роботи**  
(тип кваліфікаційної роботи)

магістр

(освітній ступінь)

на тему «Ергономічна оптимізація системи візуалізації інформації на панелі  
приладів автомобіля»

ХАІ.107.163т.213.274.ПЗ

Виконав: здобувач (ка) 6 курсу групи №163т

Галузь знань 27 Транспорт

(код та найменування)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(код та найменування)

Освітня програма Автомобілі та автомобільне

господарство

(найменування)

Шамін І.Ю.

(прізвище та ініціали здобувача (ки))

Керівник: Мигаль Г.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Аргун Щ.В.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2021

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту магістра: с., табл., рис., дод., джерел.

АВТОМОБІЛЬ, ПАНЕЛЬ ПРИЛАДІВ, ЕРГОНОМІКА, ІНТЕРФЕЙС, ВЗАЄМОДІЯ ІЗ ЛЮДИНОЮ, ЛЮДСЬКИЙ ЧИННИК, КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ, СОБІВАРТІСТЬ.

Об'єкт дослідження – системи візуалізації інформації на панелі приладів автомобіля.

Мета роботи – оцінка зручності дизайну інформаційної панелі автомобілів.

Методи дослідження – у дослідженні було використано два методи аналізу. Перший був пов'язаний з оцінкою ергономіки та використовував міжнародний стандарт ІСО 15008:2017. Другий був призначений для оцінки зручності використання панелі приладів, з попереднім проведенням анкетування 4 осіб.

Були розглянуті панелі приладів різних типів автомобілів, а саме: конструктивні особливості, типи, історичний розвиток, дизайн й модернізація, вплив ергономічних властивостей на водія, а також й на взаємодію між автомобілем й водієм.

Був зроблений аналіз ергономіки та зручності використання на зразку автомобільних приладових панелей, які відрізнялися класом і роком випуску з урахуванням переваг і недоліків.

Зроблено визначення ергономічних вимог з конструювання засобів відображення інформації та органів управління. Також пораховані показники зорової працездатності для водія і сприйняття інформації з електронної (віртуальної) інформаційної панелі автомобіля.

Був проведений розрахунок матеріальних витрат для розробки спроектованого концепту панелі приладів автомобіля. Це одноразове виробництво (переобладнання автомобіля) під певний психотип людини.

## ABSTRACT

Explanatory note to the master's thesis project: pp., Table, fig., Appendix, sources.

CAR, APPLIANCE PANEL, ERGONOMICS, INTERFACE, INTERACTION WITH HUMANS, HUMAN FACTOR, CONSTRUCTIVE FEATURES, COSTS ..

The object of research – information visualization systems on the dashboard of the car.

The purpose of the work – to assess the convenience of designing a car dashboard.

Research methods - two methods of analysis were used in the study. The first was related to the assessment of ergonomics and used the international standard ISO 15008: 2017. The second was designed to assess the usability of the dashboard, with a preliminary survey of 4 people.

The instrument panels of different types of cars were considered, namely: design features, types, historical development, design and modernization, the impact of ergonomic properties on the driver, as well as the interaction between car and driver.

An analysis of ergonomics and ease of use on the model of automotive dashboards, which differed in class and year of manufacture, taking into account the advantages and disadvantages.

The definition of ergonomic requirements for the design of information display devices and controls is made. Visual performance indicators for the driver and perception of information from the electronic (virtual) information panel of the car are also calculated.

The calculation of material costs for the development of the designed concept of the dashboard of the car was carried out. This is a one-time production (conversion of a car) for a certain human psychotype.

## РЕФЕРАТ

Объяснительная записка к дипломному проекту магистра: с., табл., рис., прил., источников.

**АВТОМОБИЛЬ, ПАНЕЛЬ ПРИБОРОВ, ЭРГОНОМИКА, ИНТЕРФЕЙС, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ЧЕЛОВЕКОМ, ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР, КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.**

Объект исследования – системы визуализации информации на приборной панели автомобиля.

Цель работы – оценка удобства дизайна информационной панели автомобилей.

Методы исследования – в исследовании было использовано два метода анализа. Первый был связан с оценкой эргономики и использовал международный стандарт ИСО 15008:2017. Второй был предназначен для оценки удобства использования приборной панели, с предварительным проведением анкетирования 4 человек.

Были рассмотрены приборные панели различных типов автомобилей, а именно: конструктивные особенности, типы, историческое развитие, дизайн и модернизация, влияние эргономических свойств на водителя, а также и на взаимодействие между автомобилем и водителем.

Был сделан анализ эргономики и удобства использования на образце автомобильных приборных панелей, отличавшихся классом и годом выпуска с учетом преимуществ и недостатков.

Произведено определение эргономических требований по конструированию средств отображения информации и органов управления. Также сочтены показатели зрительной работоспособности для водителя и восприятие информации с электронной (виртуальной) информационной панели автомобиля.

Был произведен расчет материальных затрат для разработки спроектированного концепта приборной панели автомобиля. Это одноразовое производство (переоборудование автомобиля) под определенный психотип человека.

## ЗМІСТ

1 ПРОБЛЕМА ЕРГОНОМІЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ АВТОМОБІЛЯ.....	10
1.1 Проблема відображення інформації для водія.....	10
1.1.1 Словник.....	10
1.1.2 Типи приладових панелей.....	11
1.1.3 Прилади, що входять до складу приладових панелей.....	12
1.1.4 Перелік сучасних приладів, зображень на приладовій панелі .....	14
1.1.5 Позначення контрольно-вимірювальних індикаторів .....	15
1.1.6 Приладові панелі, що використовуються сьогодні у розробках світових брендів .....	17
1.2 Особливості систем візуалізації інформації автомобіля.....	18
1.3 Вимоги до розрізнення оптичних індикаторів.....	20
1.3.1 Розташування індикаторів.....	20
1.3.2 Функціональні взаємодії оператора з індикаторами.....	22
1.3.3 Фактори навколишнього середовища.....	23
1.3.4 Інші умови, що полегшують виявлення сигналу.....	24
1.3.5 Вимоги щодо ідентифікації оптичних індикаторів .....	25
1.3.6 Символи індикаторів .....	25
1.3.7 Цифрові індикатори.....	27
1.3.8 Аналогові індикатори .....	28
1.4 Вимоги до подання візуальної інформації всередині транспортного засобу.....	29
1.4.1 Область застосування .....	30
1.4.2 Загальні положення.....	31
1.4.3 Діапазон освітленості .....	31
1.4.4 Підсвічування дисплея .....	31
1.4.5 Мінімальний контраст.....	31
1.4.6 Поєднання кольорів .....	32

1.4.7 Відображення та відблиски.....	32
1.4.8 Змінний задній фон.....	33
1.4.9 Блимання зображення.....	33
1.4.10 Вимірювання контрасту.....	33
1.4.11 Режим візуального відображення.....	34
<b>2 ЕРГОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ АВТОМОБІЛЯ.....</b>	<b>36</b>
2.1 Мета дослідження.....	36
2.2 Використані методики.....	36
2.3 Ергономічний аналіз приладової панелі автомобіля.....	38
2.3.1 Peugeot 206 – базова модель.....	38
2.3.2 Honda Civic – середня модель.....	39
2.3.3 Mitsubishi Pajero Full – люксова модель.....	40
2.4 Ергономічне порівняння між моделями.....	41
2.5 Оцінка зручності використання автомобіля приладові панелі.....	43
2.6 Анкетування користувачів.....	43
2.7 Анкета на панелі приладів загалом.....	44
2.8 Аналіз завдань.....	44
2.9 Анкети завдань.....	45
2.10 Порівняння зручності використання між моделями.....	45
2.11 Рекомендації щодо ергономіки та зручності використання.....	47
2.12 Ергономічні рекомендації.....	47
2.13 Рекомендації щодо зручності використання.....	48
2.14 Ергономічна оптимізація панелі приладів.....	48
2.15 Висновок.....	49
<b>3 ПОКАЗНИКИ ЗОРОВОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ І СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ.....</b>	<b>51</b>
<b>4 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ РОЗРОБКИ ПАНЕЛІ ПРИЛАДІВ АВТОМОБІЛЯ.....</b>	<b>67</b>
4.1 Склад виконавців і тривалість робіт.....	68

4.2 Перелік робіт .....	68
4.3 Перелік необхідного обладнання для створення кінцевого продукту	71
ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	74
ДОДАТОК А .....	77
ДОДАТОК Б .....	78
ДОДАТОК В .....	79
ДОДАТОК Г .....	80

## ВСТУП

Панель приладів постійно в полі зору водія. На неї ми звертаємо увагу під час руху, отримуючи різну інформацію та керуючи деякими функціями. Панель приладів багато в чому визначає перше враження від автомобіля, отже впливає на рішення про його покупку. Саме тому автовиробники приділяють велику увагу дизайну, інформативності, функціональності та ергономічності панелі приладів. Також набуває актуальності створення інформаційних панелей, які б включали всі функції та інформацію, зберігаючи при цьому простий, ефективний дисплей, безпечний та сприятливий для водія із будь-яким досвідом керування.

Дизайн салону автомобіля спирається на фізичну та пізнавальну ергономіку. Поєднання знань про оптимальний рівень комфорту та доступність, а також робоче навантаження, дозволяє створити оптимальний автомобільний інтер'єр. Тому першорядне значення має розуміння основних психічних процесів, які пов'язані з ситуацією поінформованості та відволікання уваги завдяки існуючим технологіям автомобілебудування.

Відволікання водія через вторинну роботу є головною причиною автомобільних аварій, отже все більш важливою є розробка панелей приладів, які зменшують цей аспект під час керування транспортним засобом.

Для з'ясування існуючих проблем, був зроблений аналіз ергономіки та зручності використання на зразку автомобільних приладових панелей, які відрізнялися класом і роком випуску з урахуванням переваг і недоліків. У дослідженні було використано два методи аналізу. Перший був пов'язаний з оцінкою ергономіки та використовував міжнародний стандарт ІСО 15008:2017. Другий був призначений для оцінки зручності використання панелі приладів, з попереднім проведенням анкетування.

В результаті проведених досліджень можна сказати, що автомобільна приладова панель далека від ідеалу. Проблеми з ергономічністю та зручністю використання є спільними для всіх транспортних засобів, незалежно від



категорії, до якої він відноситься. Щодо вирішення виявлених проблем, можна вказати на деякі загальні, такі як встановлення стандартизації для значків та надання можливості водію персоналізувати панель приладів під себе.

Одним із варіантів може стати переобладнання ергономіки автомобіля під вибраний психотип людини. Даний крок дозволить поліпшити взаємодію між людиною і транспортним засобом.

# 1 ПРОБЛЕМА ЕРГОНОМІЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ АВТОМОБІЛЯ

## 1.1 Проблема відображення інформації для водія

Є деякі проблеми з існуючою панеллю приладів автомобіля, які можуть вплинути на роботу водія під час керування транспортним засобом. Це також може завдати важких травм водіям, якщо ергономічні аспекти не сприймаються дизайнерами як належне.

Відповідні дослідження проблем ергономіки дизайну були не одноразово проведені. Вони підтвердили, що близько 5% усіх ДТП викликано не вдалою взаємодією між водіями та салоном автомобіля. Також було з'ясовано, що на далеких дистанціях у водіїв виявляються три найбільш поширені ознаки втоми, такі як біль у спині та ногах, втома та сонливість, та погане самопочуття, також псується настрої і з'являється дратівливість. З іншого боку, було оцінено стан здоров'я водіїв автобусів, поїздів, таксі та вантажівок і зроблено висновок про те, що більша частина професійних водіїв страждає захворюваннями нижньої частини спини, кінцівок, шиї та плечей.

Ці дані вказують на те, що біль і втома є важливими факторами, які слід враховувати при дизайні салону автомобіля, уникати дискомфорту та розладів, пов'язаних з автомобілем.

### 1.1.1 Словник

Ергономіка – наука, що вивчає допустимі фізичні, нервові та психічні навантаження на людину в процесі праці, проблеми оптимального пристосування навколишніх умов виробництва для ефективної праці.

Ергономічний – будь-який предмет дизайну, що поєднує в собі техніко-функціональні, психологічні та ергономічні моменти, повинен виглядати як єдиний цілісний організм, у якому гармонійно сплавлено окремі елементи.

Приладова панель (консоль) – назва групи приладів, поєднаних в одній конструкції.

Інтерфейс – сукупність засобів, методів і правил взаємодії (керування, контролю, тощо) між елементами системи. Цей термін використовують у багатьох галузях науки й техніки. Його значення належить до будь-якої сполуки взаємозалежних сутностей (як природничих, так апаратних і людино-машинних). Під інтерфейсом розуміють не тільки пристрої, але й правила (протокол) взаємодії цих пристроїв.

Людський фактор у загальному визначається як сукупність основних соціальних якостей людини, які історично склалися в суспільстві. На практиці цей фактор розглядається при прийнятті людиною неправильного (алогічного) рішення в конкретній ситуації або як сукупність певних якостей особистості.

Собівартість – виражені в грошовій формі поточні витрати на виробництво та реалізацію продукції (робіт, послуг). Включає витрати матеріалізованої та живої праці; є важливим кількісним показником, що характеризує діяльність підприємства.

### **1.1.2 Типи приладових панелей**

Панелі приладів можна розділити на два види:

- аналогові (стрілочні);
- електронні чи віртуальні.

В аналоговій моделі використовуються механічні складові. Тахометр, спідометр та інші індикатори показують значення стрілками, на індикаторах загоряються лампочки. Такими панелями оснащені більшість старих та бюджетних моделей авто.

На віртуальній панелі використовується спеціальна програма. Усі дані виводяться на єдиний екран. Такий варіант вважається більш сучасним, але багато водіїв віддають перевагу перевіреним старим датчикам.

Серед різновидів аналогової панелі виділяють так звану оптичну модель. Назва походить від англійської «Optitron», але це не технічний термін, а товарний знак від Toyota. При вимкненому запаленні розглянути прилади неможливо. Вони активуються при включенні запалення. Загоряються стрілки, потім спідометр, тахометр, рівень палива, гальмо стоянки.

Для неї характерна підвищена затемненість. Завдяки підсвічуванню на панелі видно основні показники, інші індикатори практично непомітні. Вони загоряються за потребою.

Розвиток електронної або віртуальної панелі приладів проходило поступово. Це результат сучасних технологій. Спочатку серед аналогових циферблатів поміщали дисплеї бортового комп'ютера, потім вона стала віртуальною. Програма імітує на екрані звичне розташування приладів.

Така панель має свої переваги:

- велика інформативність;
- гарний зовнішній вигляд, розробники намагаються зробити дизайн якомога яскравішим;
- індивідуальні налаштування, водій може сам вибирати зовнішній вигляд, колірну гаму та інше;
- взаємодія із водієм.

### **1.1.3 Прилади, що входять до складу приладових панелей**

Спідометр – прилад, що представляє інформацію про швидкість руху транспортного засобу в кілометрах на годину або милях на годину.

Тахометр – прилад, що представляє інформацію про швидкість обертання двигуна в оборотах в хвилину.

Спідометр – прилад, що представляє інформацію про швидкість руху транспортного засобу в кілометрах на годину або милях на годину.

Тахометр – прилад, що представляє інформацію про швидкість обертання двигуна в оборотах в хвилину.

Індикатор рівню палива – символ, який представляє інформацію, що стосується кількості доступного палива.

Датчик з температури двигуна – апаратура яка представляє інформацію температура двигуна.

Датчик тиску масла – інструмент, який надає інформацію про рівень тиску масла.

Годинник – це прилад, який представляє час доби.

Індикатор зовнішньої температури – прилад, який являє температуру, що знаходиться поза транспортного засобу.

Індикатор нагадування про ремені безпеки – який повинен нагадати водієві -пристебнути ремінь безпеки.

Індикатор відчиннених дверей – індикатор, що інформує водія про те, які двері/люк відкриті.

Індикатор несправності лампочки – індикатор, який надає водієві інформація про те, яка лампочка несправна.

Cruise control indicator – індикатор, що відображає інформацію, що стосується круїзу стан контролю.

Датчик клімат-контролю – індикатор зображення інформації, що стосується контролю температури, функцій клімат-контролю і контролю температури для внутрішнього клімату.

Інформація мультіимедії – інформація про розважальну систему автомобіля

Інформація мобільного телефону – інформація з мобільного телефону, підключеного до автомобіля.

Бортовий комп'ютер – комп'ютер, який надає водієві інформацію про середню швидкість, середня економія, витрата палива, миттєва економія, якщо залишилися милі перед порожнім і т. д. Все це робить роботу з бортовим комп'ютером комфортною, забезпечує додаткову безпеку поїздки, і дає додаткову можливість економії в експлуатації і обслуговуванні автомобіля.

В залежності від комплектації автомобілю, також може відобразитися й інша інформація, стосовно стану авто, середовища, пристроїв в тривалій поїзді.

Існує також опційне меню, яке надає водієві інформацію про стан автомобіля, як :

- інтервал обслуговування,
- пробіг,
- температура,
- несправності,
- рівні рідин і т. д.

#### **1.1.4 Перелік сучасних приладів, зображень на приладовій панелі**

Зображення дорожніх перешкод та інших транспортних засобів – зображення, яке надає водієві інформацію про дорожню/придорожню перешкоди.

Зображення дороги – зображення, яке надає водію дорожню інформацію у разі поганої видимості, такої як погана погода.

Навігатор – зображення карти, яке забезпечує спрямовану допомогу. Показує водієві куди їхати, щоб дістатися до обраного місця.

Адаптивний круїз-контроль – інформація круїз-контролю, яка управляє швидкістю транспортного засобу після заданої швидкості, а також адаптує швидкість транспортного засобу до транспортного засобу попереду, щоб запобігти зіткнення.

Паркувальні засоби – надають інформацію про стан транспортних засобів по відношенню стосовно інших транспортних засобів при парковці.

Електронний асистент гальмування – допомагає транспортному засобу при гальмуванні перед перешкодами, на які водій не реагував.

Індикатор перевищення швидкості – попереджає водія про перевищення допустимої швидкості перевершений.

Зовнішній контроль швидкості транспортного засобу – допомагає водієві дотримуватися встановлених урядом обмеження швидкості.

Відео зображення заднього сидіння – показує зображення заднього сидіння так, щоб водій не був змушений відвертати голову від дороги вперед, щоб заглянути на заднє сидіння.

Довідка щодо зміни смуги руху – надає інформацію про наявність або відсутність перешкод у "Мертвому вугіллі" при зміні смуги руху.

Shift light for sport driving – надає інформацію про те, коли слід перемикатися для оптимального режиму прискорювання.

Shift light for Economic driving – надає інформацію про те, коли потрібно перейти на оптимальне економічне водіння.

Econo-meter – надає інформацію про те, скільки енергії, яка зберігається в економічному водінні.


Розширене меню водія – надає можливість вибрати, яку мову, функції та інші параметри, які повинні бути доступні при водінні.

Додаткові опції драйвера – надає можливість вибрати, де буде відображатися інформація.

Адаптивний дисплей – забезпечує інформацію яка пристосована до ситуації автомобілю.

### 1.1.5 Позначення контрольно-вимірювальних індикаторів

Таблиця 1.1 – Позначення контрольно-вимірювальних індикаторів

Індикатор	Пояснення
	Попереджувальний індикатор низької рідини склоомивача- попереджувальний символ, який попереджає водія про низький рівень рідини для омивача скла.

Продовження таблиці 1.1

	<p>Індикатор неправильного тиску масла – симіол, який попереджає водія, коли тиск масла занадто високий або занадто низький. (Двигун, який працює з неправильним тиском масла, навіть протягом короткого періоду часу, може бути легко пошкоджений).</p>
	<p>Попереджувальний індикатор низького тиску в шинах - символ, який попереджає водія, коли тиск повітря в шинах низький.</p>
	<p>Попереджувальний індикатор низького рівня палива - символ, що попереджає водія при низькому рівні палива.</p>
	<p>Попереджувальний індикатор для включення стоянкового гальма символ, який попереджає водій при включеному стоянковому гальмі.</p>
	<p>Попереджувальний індикатор для неправильної температури двигуна - символ, який попереджає водія, коли температура двигуна занадто висока. (Висока температура може привести до пошкодження двигуна).</p>
	<p>Попереджувальний індикатор для відмови системи електрозарядки – символ, який попереджає водія, коли батарея не заряджається правильно.</p>
	<p>Попереджувальний індикатор для подушки безпеки - символ, який попереджає водій, коли існує несправність в системі подушки безпеки.</p>



Кінець таблиці 1.1

	<p>Попереджувальний знак для антиблокувальної гальмівної системи (ABS) - знак, що попереджує водія, коли існує несправність в гальмівній системі ABS.</p>
	<p>Попереджувальний індикатор для поганих дорожніх умов - символ, який попереджає водія при поганих дорожніх умовах, таких як слизька дорога, крижана, дощова, погана видимість, і так далі.</p>
	<p>Попереджувальний індикатор для зупинки двигуна - символ, що попереджає водія коли двигун затихне</p>
	<p>Попереджувальний індикатор для несправної лампочки - символ, який попереджає водія про несправну лампочку.</p>
	<p>Попереджувальний індикатор відкритих дверей - символ, що попереджає водія коли двері відчинені.</p>
	<p>Попереджувальний індикатор для електричної несправності - символ, який попереджає водія при виникненні несправності в електричній системі.</p>
	<p>Попереджувальний індикатор двигуна - символ, який попереджає водія, коли автомобіль потребує обслуговування.</p>

### 1.1.6 Приладові панелі, що використовуються сьогодні у розробках світових брендів

Розробниками панелей є багато провідних автовиробників (AUDI, Lexus, Volkswagen, BMW, Cadillac та інші. Найбільш прогресивною вважається віртуальна панель Audi Virtual Cockpit. Рідкокристалічний дисплей з високою графічною роздільною здатністю, на якому відображається безліч інформації,

включаючи інформаційно-розважальний комплекс. Керувати системою та налаштуваннями можна з кермового колеса.

Панель приладів автомобіля, оснащеного опцією Audi Virtual Cockpit, є одним суцільним 12-дюймовим дисплеєм, на який програмно виводиться тахометр і спідометр. Virtual Cockpit замінює класичну приладову панель.

Простір даного дисплея можна використовувати як у класичному компонуванні (ліворуч великий тахометр, справа великий спідометр, між ними карта/дані/налаштування), так і в "розширеній" версії, коли тахометр і спідометр зменшуються і звільняють простір дисплея для відображення іншої корисної інформації – карти та інших даних про подорож/автомобіль.

## **1.2 Особливості систем візуалізації інформації автомобіля**

До систем візуалізації інформації автомобіля відноситься панель приладів. Панель приладів як засіб відображення інформації найбільше визначає внутрішню візуальну інформативність автомобіля. Панель приладів складається з різних інформаційних індикаторів, які повинні забезпечувати водія інформацією про стан систем та агрегатів, про течію процесів у них, про швидкість руху автомобіля у формі, придатній для сприйняття. Дані пристрої відображення необхідно конструювати з урахуванням законів, що управляють сприйняттям, тобто має забезпечуватися швидке прочитання та безпомилкове (однозначне) розуміння водієм візуальної інформації, яке виноситься на панель приладів.

Показання контрольно-вимірювальних приладів та сигналізаторів приладової панелі автомобіля мають досить різноманітну інформацію, яку за важливістю змісту можна розділити на інформацію:

- 1) про стан систем автомобіля, що безпосередньо забезпечують безпеку руху;
- 2) про характеристику руху автомобіля у просторі (швидкість, зменшення критичного інтервалу під час руху в потоці);

- 3) про експлуатаційний стан систем та агрегатів;
- 4) інші відомості.

Основна вимога до компоновання панелі приладів - скорочення часу сприйняття водієм показань приладів та сигналізаторів за умови отримання інформації в достатньому обсязі. При проектуванні приладового комплексу для робочого місця водія слід передусім визначити зміст та форму подачі зорової інформації за допомогою засобів відображення.

Висвітлення щитка приладів має відповідати двом суперечливим вимогам. З одного боку, необхідно забезпечити однакову читаність показань приладів та індикаторів у будь-який час доби, з іншого - яскравість освітлення шкал приладів та індикаторів не повинна викликати підвищення рівня світлової адаптації та засліплення водія.

Швидкість читання показників контрольно-вимірювальних приладів залежить від роздільної здатності ока людини - від гостроти зору. Кутових розмірів та положення об'єкта в полі зору, рівня освітленості та контрасту між фоном та об'єктом, від віку водія та інших факторів. Так, наприклад, найбільша гострота зору досягається при розрізненні білої плями на чорному тлі. Зі зменшенням кута зору, контрастності та яскравості фону ясність сприйняття об'єкта спостереження знижується.

Для підсвічування шкал приладів використовують заливний, флуоресцентне та електролюмінісцентне світло або індивідуальні для кожного приладу світлопроводи.

Світлові сигналізатори мають бути хоча б дворезимними; краще багаторезимними (залежно від освітленості дороги). Розміри сигналізаторів слід вибирати з урахуванням досягнення чіткості розрізнення символу, нанесеного на світлофільтр сигналізатора. Видиму частину спектра становлять хвилі довжиною 380...708 нм ( $1\text{нм}=10^{-9}\text{ м}$ ), тобто від фіолетового до темно-червоного кольору. Максимум кривої спектральної чутливості ока характеризується довжиною хвиль близько 550 нм у сфері зеленого кольору. Чутливість ока до червоного кольору не перевищує 0,1 чутливості до зеленого

кольору. Це положення має значення для вибору потужності ламп розжарювання, що застосовуються для сигналізаторів, залежно від кольору світлофільтру, що встановлюється.

В даний час в СНД встановлено обов'язкове число сигналізаторів приладової панелі вантажних автомобілів та рекомендації щодо кольору, які можуть бути поширені на автомобілі всіх типів:

- 1) миготлива контрольна лампа покажчика повороту - зеленого кольору;
- 2) сигналізатор включення ближнього світла та габаритних вогнів - зеленого кольору;
- 3) сигналізатор включення далекого світла - синього кольору;
- 4) покажчик включення стоянкової гальмівної системи - червоного кольору;
- 5) сигналізатор зниження тиску в шинах причіпного пристрою - червоного кольору;
- 6) контрольні лампи – червоного кольору, які повинні сигналізувати про тиск у пневмоприводі гальмівної системи, тиск масла в двигуні і температуру води в системі охолодження.

### **1.3 Вимоги до розрізнення оптичних індикаторів**

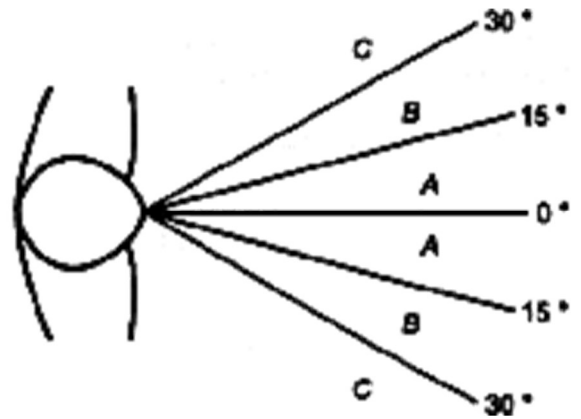
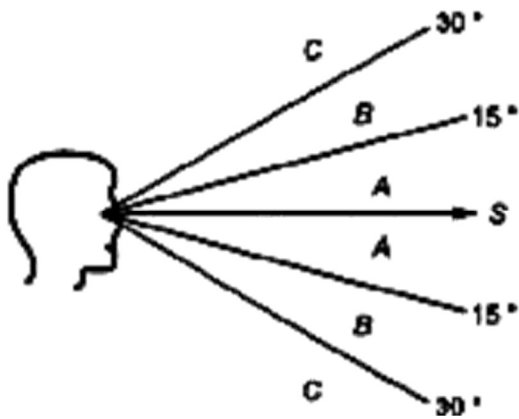
#### **1.3.1 Розташування індикаторів**

Розташування оптичних індикаторів визначається фізіологічними та функціональними властивостями оператора та необхідністю у безперешкодному огляді. У зв'язку з тим, що поле зору оператора обмежене, кількість індикаторів, що одночасно спостерігаються, теж може бути обмежена.

Слід розрізняти два види оптичних завдань: виявлення (рисунок 1) та спостереження (рисунок 2). При виявленні система попереджає оператора, під час спостереження оператор активно шукає інформацію.

a) Вертикальне поле зору

b) Горизонтальне поле зору

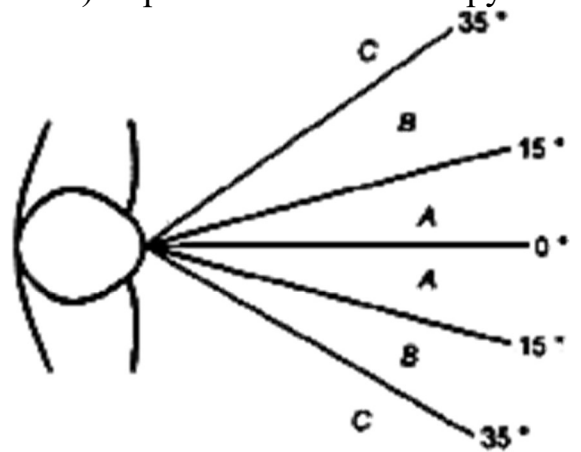
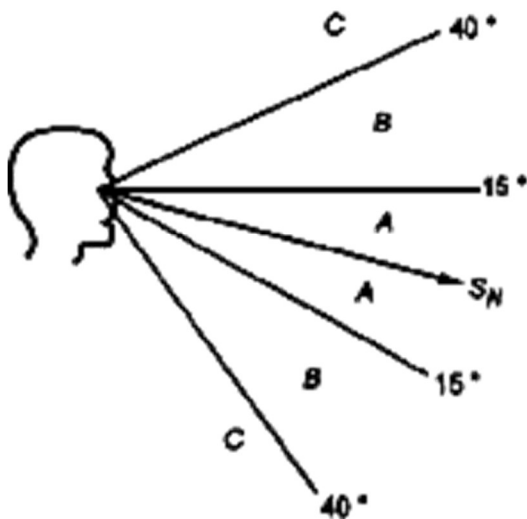


S – вісь зору: напрямок вказаний для сприйняття виробничих сигналів

Рисунок 1.1 – Виявлення сигналу

a) Вертикальне поле зору

b) Горизонтальне поле зору



SN – вісь зору з полем зору від 15 ° до 35 ° по горизонталі

Рисунок 1.2 – Спостереження сигналу

Таблиця 1.2 – Області придатності сигналу

Області придатності	Застосування
A – рекомендується	Діапазон слід застосовувати, де це можливо
B – придатно	Діапазон допускається застосовувати, якщо рекомендований діапазон не може бути застосований
C – непридатно	Діапазон застосовувати не слід

Для впізнавання оптичного сигналу при вирішенні задач виявлення та контролю позначені три області придатності в порядку спадної ефективності: "рекомендується", "придатно", "непридатно". Лінії розділу для областей "рекомендується" і "придатно" розташовані в медіальній площині оператора і відповідають напрямку погляду, як представлено на рисунках 1 і 2. При вирішенні задач виявлення напрямком погляду залежить від центру уважності. Для виконання завдань контролю індикатори повинні розташовуватися вздовж лінії зору нижче за горизонталь, якщо відомо, що це зручніше для оператора. Кути А, В і С зазначені на рисунках, дають загальні рекомендації з ергономіки. Передбачається, що оператор має нормальний зір і може займати напружене та стабільне положення (переважно сидяче) поблизу індикаторів.

Оптичні індикатори повинні відповідати областям придатності "рекомендується" та "придатно", якщо конструктором не передбачаються компенсаторні допоміжні заходи. Ними можуть бути додаткові індикатори або інші пристрої, які не вимагають великої зміни положення корпусу оператора. Область "непридатно" повинна застосовуватися тільки для індикаторів, які не викликають сумніву щодо надійності виробничих сигналів.

Якщо правильного користування індикаторами має значення здатність оператора до розрізнення кольорів, то застосування області "придатно" має бути зменшено, т.к. центральне поле зору, де сприймаються фарби, менше, ніж поле зору, де сприймається білий колір.

### **1.3.2 Функціональні взаємодії оператора з індикаторами**

У випадку різняться два типи цих взаємодій. При одному типі оператор знаходить та спостерігає індикатори. При іншому типі уважність споживача збуджується сигналом індикатора (наприклад, попереджувальне миготіння або нормалізована тональність) або оператора попереджають сигнали від одного або багатьох індикаторів (наприклад, комбінація оптичних та

акустичних індикаторів), або споживач попереджається, що стан системи повинен повторити перевірку.

У обох типах функціональних взаємодій найчастіше використовуваним та/або найважливішим індикатором повинні обов'язково перебувати у сфері природної лінії погляду оператора (область A). Індикатори менш важливої інформації повинні розміщуватись у напрямку зовнішніх полів зору (область B або, при необхідності, область C).

Конструкція повинна передбачати умови для підвищення ефективності у досягненні уважності до індикаторів тривоги або запобіжних індикаторів. Оскільки система зорового сприйняття людини чутлива до змін у видимому оточенні, конструктор може, наприклад, для попередження користувача застосувати індикатори з миготливим світлом, оскільки їх стан, що змінюється, буде відразу зафіксовано.

Миготливе світло повинно мати невелику яскравість, щоб унеможливити репродукування в очах оператора. Переважно як альтернативу поєднати акустичний індикатор з оптичним індикатором постійного світіння з малою силою світла.

### **1.3.3 Фактори навколишнього середовища**

Найважливішими факторами навколишнього середовища є освітлення та вібрація. При застосуванні показників особливе значення слід надавати компенсацію можливих негативних наслідків. Освітленість місць з пасивними індикаторами, що не мають власного освітлення, повинна бути не менше 200 лк. Там, де це неможливо, повинні бути вжиті компенсаторні заходи, як, наприклад, збільшення інформації, що повідомляється, місцеве освітлення або активне освітлення (індикатори з власним освітленням).

Тіні з різкими контрастами або відображення заважають сприйняттю і мають бути виключені. Тому освітлювачі у приміщеннях, які можуть спричинити відображення від індикаторів, мають бути забезпечені козирками.

Як компенсувальні заходи допускається використовувати поверхні індикаторів, що не дають відображення, і індикатори, розташовані під кутом. Джерела світла повинні забезпечувати відмінність кольорових елементів індикаторів від заднього плану.

На продуктивність зчитування можуть впливати постійні або ударні вібрації, які можуть впливати на індикатори, оператора або обох. У цифрових індикаторах вертикальні вібрації з низькою частотою (від 1 до 3 Гц) призводять до великих помилок відліку, які, починаючи від прискорень понад  $5 \text{ м/с}^2$ , зростають прямо пропорційно до зростання прискорень.

За частот від 3 до 20 Гц помилки відліку збільшуються. Якщо оператор та індикатори піддаються синфазної вертикальної вібрації, то при частотах нижче 3 Гц це мало впливає на помилки відліку, а при більших частотах помилки помітно зростають.

При частотах від 3 до 20 Гц і прискорення понад  $5 \text{ м/с}^2$  помилки зменшуються, і існує лінійна залежність між цими параметрами. Багаторазові синусоїдальні вібрації вздовж однієї осі внаслідок явища інтерференції, що з'являється, можуть викликати помилки відліку.

Вібрація по двох осях може призвести до обертального руху. Помилки відліку та час відліку збільшуються зі зростанням частоти.

Компенсуючі заходи:

- а) висока освітленість індикаторів, щоб збільшити контраст по відношенню до нормального рівня;
- б) ширина штриха на індикаторі у напрямку вібрації повинна становити від 5 до 7% його висоти;
- с) синхронність частоти вібрації індикатора та оператора.

#### **1.3.4 Інші умови, що полегшують виявлення сигналу**

Повинний бути забезпечений вільний огляд індикаторів у всіх робочих положеннях та всіх антропометричних характеристик споживачів.



Для кращого впізнавання переважно чорно-біле зображення. При великій густині знаків або, якщо оператор шукає певну інформацію, можуть допомогти кольорові індикатори. Обрамлення певним кольором взаємно пов'язаних індикаторів прояснює зв'язок між ними (МЕК 61310-1 та МЕК 61310-2).

### **1.3.5 Вимоги щодо ідентифікації оптичних індикаторів**

У всіх нормальних та небезпечних ситуаціях має бути забезпечена якість зображень на індикаторах: контраст має бути по можливості більшим і можливість помилки у виборі індикатора (або його частин) має бути зменшена шляхом застосування різних кольорів та шрифтів або за допомогою інших заходів.

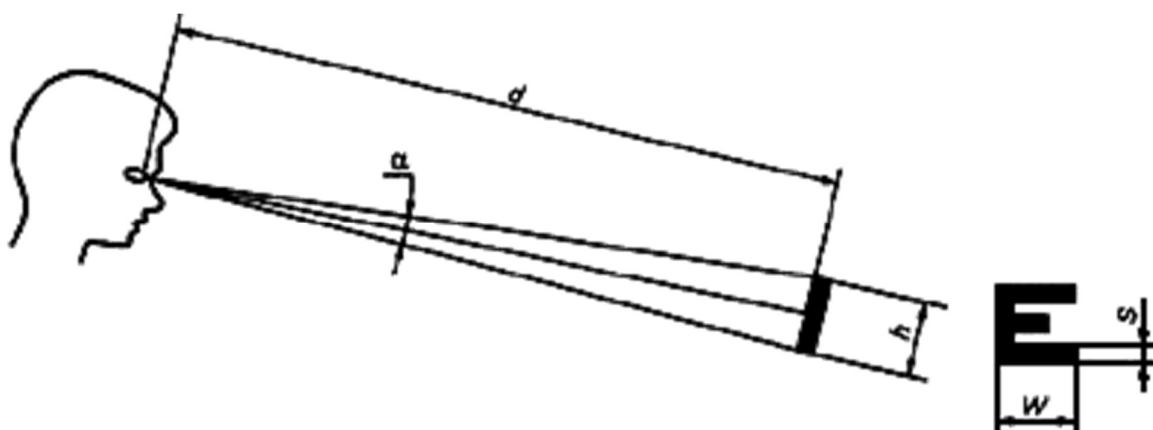
Контраст між знаками, літерами, цифрами, стрілками, лініями та заднім фоном, і найближчим оточенням повинен забезпечувати зчитуваність та помітність. Мають бути враховані швидкість і точність сприйняття, необхідні виробничим завданням. Згідно з вимогами для індикаторів, що світяться (активних), співвідношення контрастів має бути мінімум 3:1. Рекомендується співвідношення 6:1. Склопоекриття індикаторів, що світяться, не повинно так сильно відображати світло інших джерел, щоб вимкнений індикатор виглядав як включений і ускладнювався відлік (це означає, що відношення контрастів відбитого світла і загального освітлення має бути по можливості мінімальним).

### **1.3.6 Символи індикаторів**

Для літер та цифр рекомендуються прості та переважно відомі форми. Вирішальним є виключення можливості переплутати окремі позначення. Тому семисегментні індикатори придатні лише для цифрового зображення інформації. За умовами сприйняття придатні 5x7 і 7x9 точкові растри, причому

переважно більші растри. Піктограми повинні мати просту форму та легко ідентифікуватися та інтерпретуватися споживачем.

На рисунку 3 дано основні відомості про розміри знаків та пропорції. Слід пам'ятати, що відстань між оком і знаком  $d$  є лише з вирішальних чинників, визначальних розміри знака. На вибір розмірів знаків впливають спільно освітлення та контрастність між знаком та заднім планом та читання знака.



$d$  – відстань між оком та знаком;  $\alpha$  – кут зору знака;  $h$  – висота знака;  
 $w$  – ширина знака;  $s$  – товщина ліній знака

Рисунок 1.3 – Визначення розмірів знаків

Рекомендовані висоти знаків  $h$  забезпечуються при вугіллі  $\alpha$ , що дорівнює  $18' - 22'$ ; допустимі висоти символів забезпечуються при вугіллі  $15' - 18'$ . Висота знаку при куті  $\alpha$  менше  $15'$  неприпустима.

Рекомендовані розміри знаків можна розрахувати приблизно:

– діапазон ширини знаку  $w$ , що рекомендується, становить від 60 до 80% висоти знаку. Якщо поверхня індикатора закруглена і кут зору не прямокутний, то ширина знаку повинна становити 80 – 100% його висоти. Ширина знаку менш як 50% його висоти неприпустима;

– прийнятні діапазони товщини лінії знаку  $s$  наведені у таблиці 2;

– відстань, що рекомендується, між літерами від 20 до 50% ширини знаку, а між словами від 1 до 1,5 ширини знаку.

Таблиця 1.3 – Придатність товщини ліній, що становлять знак

Тип вказівника	Товщина ліній у відсотках від висоти знаку		Ступінь придатності
	Позитивне зображення *	Негативне зображення**	
Активні індикатори	Від 17 до 20	Від 8 до 12	Рекомендується
	Від 14 до <17	Від 6 до <8; >12 до 14	Придатно
	Від 12 до <14	Від 5 до <6; >14 до 15	Умовно придатний***
Пасивні індикатори	Від 16 до 17	Від 12 до 14	Рекомендується
	Від 12 до <16	Від 8 до <12; >14 до 16	Придатний***
	Від 10 до <12; >17 до 20	>16 до 18	Умовно придатний***
<p>* Позитивне зображення: темні знаки на світлому фоні.  ** Негативне зображення: світлі знаки на темному тлі.  *** За особливо сприятливих умов для огляду.</p>			

### 1.3.7 Цифрові індикатори

Оформлення цифр та їх контраст із заднім планом мають відповідати наступним рекомендаціям. У механічних цифрових індикаторах (цифри нанесені по периметру шкал, що обертаються) рекомендується, щоб цифри були повністю, а не частково видно в прорізах при обертанні шкал (наприклад, при холостих рухах).

Цифрові індикатори малогабаритні і мають більшу ємність цифр, тому їх застосування краще. При великій кількості цифр помилки відліку можуть бути зменшені шляхом об'єднання цифр у маленькі групи. Група має містити дві чи три цифри, т.к. більше їх у групі не полегшує інтерпретацію індикатора.

### 1.3.8 Аналогові індикатори

Позначки на індикаторах (наприклад, стрілка, вказівник рівня рідини) повинні бути завжди видні і в тих випадках, коли вони виходять за межі шкали. Рекомендується застосування індикаторів з стрілкою, що рухається, і нерухомою шкалою. На рисунку 4 представлені рекомендовані напрями руху стрілок індикаторів для значень, що зменшуються і збільшуються. Нульове значення має бути розташоване так, щоб збільшення викликало рух за годинниковою стрілкою або вгору, а зменшення викликало рух проти годинникової стрілки або вниз.

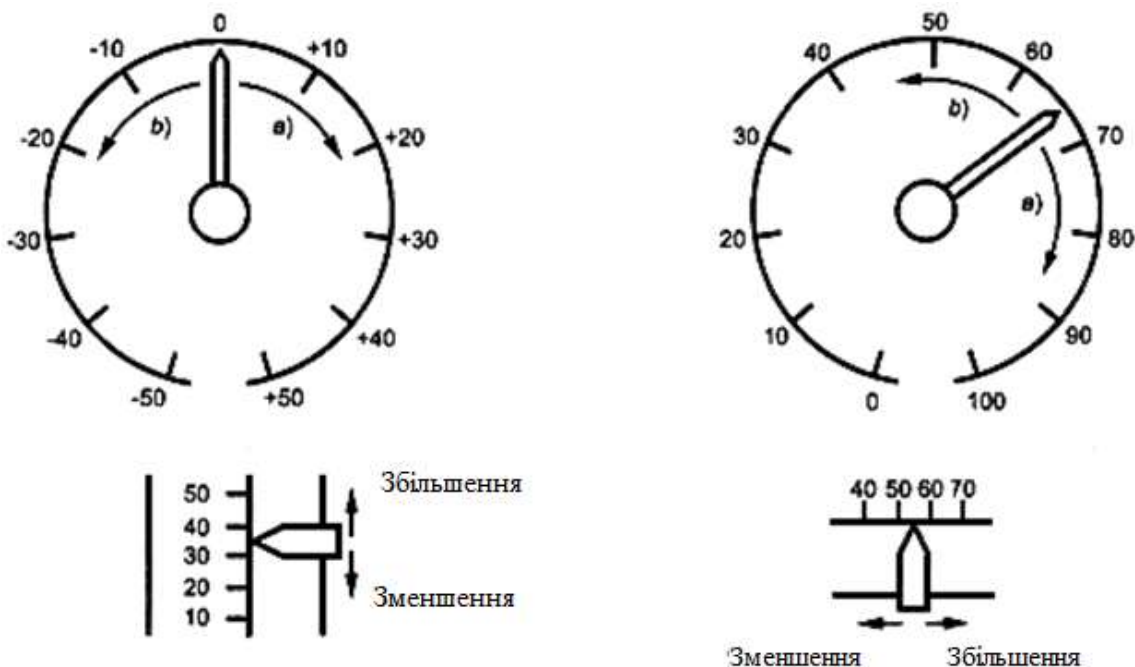


Рисунок 1.4 – Напрямки руху стрілок

## **1.4 Вимоги до подання візуальної інформації всередині транспортного засобу**

Управління транспортним засобом є складним завданням, що вимагає постійного розподілу уваги між основним завданням керування транспортним засобом і завданням, не пов'язаним з його керуванням. Тому в основі керування транспортним засобом лежить взаємодія когнітивних, фізичних, соматосенсорних, візуальних та психомоторних навичок.

Водій і транспортний засіб є складною системою, яка включає в себе середовище транспортного засобу, елементи керування та пристрої візуального відображення інформації, що сукупно визначають інформаційно-керуючу систему транспортного засобу (ІКС ТЗ). Так як в основі керування транспортним засобом лежить функціонування інтерактивних систем, характеристики транспортного засобу у поєднанні з можливостями людини є важливими факторами, що впливають на роботу ІКС ТЗ.

Для досягнення оптимальної продуктивності праці водія основним завданням ІКС ТЗ є підтримка водія при виконанні основного завдання керування транспортним засобом таким чином, щоб сприяти підвищенню продуктивності, комфортності та безпеки його праці, при цьому не негативно впливаючи на стомлюваність водія при використанні ІКС ТЗ.

Показниками, що впливають на цей процес, є характеристики пристроїв візуального відображення інформації, особливо характеристики дисплеїв, які необхідно враховувати разом з можливостями людини, умовами освітлення і розташуванням дисплея по відношенню до водія. Це особливо важливо, оскільки вимоги до надання візуальної інформації повинні враховувати різні умови навколишнього середовища і бути обов'язковою умовою для забезпечення оптимальної продуктивності, комфортності та робочого навантаження. Цей стандарт встановлює вимоги до подання візуальної інформації.

### 1.4.1 Область застосування

Цей стандарт встановлює мінімальні вимоги до якості та чіткості зображення на дисплеях інформаційно-керуючої системи транспортного засобу (ІВС ТС), що містять візуальну інформацію, що динамічно змінюється, яку система представляє водію легкового автомобіля під час руху транспортного засобу. Вимоги до контрасту зображення та розміру шрифту не поширюються на вантажні автомобілі, який застосовується лише для пасажирських транспортних засобів. Вимоги щодо представлення візуальної інформації розроблені таким чином, щоб вони не залежали від технології виготовлення дисплея. Однак у деяких випадках наведено методи випробувань та процедури вимірювання для перевірки відповідності вимогам цього стандарту.

Цей стандарт застосовується до перцептивних та деяких основних когнітивних компонентів візуальної інформації, включаючи чіткість сприйняття знаків та розпізнаваність кольорів. Він не застосовується до інших факторів, що впливають на продуктивність праці та комфорт, таким як застосовуване кодування, форма та характеристики діалогу, або до дисплеїв, що використовують:

- знаки, подані як частина символу чи графічної інформації;
- інформацію, що накладається поверх скла огляду (наприклад, індикацію на лобовому склі);
- графічні зображення (наприклад, зображення з камери заднього виду);
- карти та топографічні зображення (наприклад, у навігаційних системах);
- квазістатичну інформацію [наприклад, АМ/РМ (час до полудня/після полудня), км/милі, кПа/psi (кіло Паскалі/фунти на квадратний дюйм), ВКЛ/ВИКЛ].

### **1.4.2 Загальні положення**

Для того, щоб гарантувати чіткість зображень та знаків на дисплеях ІКС ТЗ, необхідно виконати такі вимоги.

Відповідність вимогам до відображуваної інформації, встановленим у цьому стандарті, слід перевіряти в діапазоні температур від 18°C до 28°C.

Вимоги супроводжуються інформацією щодо умов вимірювань з урахуванням зовнішнього освітлення та розташування спостерігача. Випробування не можуть бути розпочаті до тих пір, поки підсвічування дисплея не досягне стабільного стану.

### **1.4.3 Діапазон освітленості**

Передбачений проектом діапазон освітленості охоплює:

- ніч;
- сутінки;
- день із розсіяним навколишнім світлом;
- день із прямим сонячним світлом.

### **1.4.4 Підсвічування дисплея**

Через дуже широкий діапазон навколишнього освітлення, який визначає рівень адаптації очей водія, підсвічування дисплея має бути регульованим у відповідному діапазоні.

### **1.4.4 Мінімальний контраст**

Мінімальний коефіцієнт контрасту між символом та заднім фоном повинен становити:

- 5:1 для нічних умов;

- 3:1 для сутінкових умов;
- 3:1 для денних умов;
- 2:1 для умов із прямим сонячним світлом.

Це особливо важливо, якщо розміри символів близькі до мінімальних. Слід виключити використання низького контрасту, крім випадків, коли знаки затінені сірим кольором відповідно до міжнародних правил або мають ненасичений колір для відображення неробочого стану.

#### **1.4.6 Поєднання кольорів**

Мінімальний контраст яскравості повинен бути забезпечений незалежно від кольору або поєднання кольорів між символом або знаком і його заднім фоном.

З фізіологічних та психологічних причин не всі поєднання символу та фону є прийнятними. Тому в кольорових дисплеях слід використовувати певні комбінації кольорів для символу та фону. Інформація про поєднання кольорів наведена в таблиці 1.

Використання чисто червоного і синього кольорів варто уникати, так як у користувача можуть виникнути труднощі з фокусуванням, визвані хроматичної аберацією.

#### **1.4.7 Відображення та відблиски**

Блискість може порушувати видимість об'єктів, але не обов'язково буде викликає дискомфорт.

Необхідно мінімізувати видимі водієм відображення та відблиски. Якщо для зменшення відображення та відблисків або підвищення контрасту зображення використовують додаткові заходи та засоби, то вони не повинні призводити до порушення вимог цього стандарту.



#### **1.4.8 Змінний задній фон**

Якщо яскравість або колір фону навколо тексту або символу змінюється, то мінімальний контраст з областю, навколишній текст або символ повинен бути досягнутий навіть у разі найбільш несприятливого варіанта заднього фону. Коефіцієнт контрасту повинен бути визначений на основі не менше двох вимірів, виконаних у різних галузях дисплея. Якщо зображення на задньому фоні є динамічним, для забезпечення достатнього контрасту навколо знака слід провести додатковий кордон.

#### **1.4.9 Блимання зображення**

Блимання зображення слід застосовувати лише для привернення уваги та інформування про критичні стани, що потребують негайного реагування. Щоб привернути увагу, необхідно використовувати частоту одноразового миготіння від 1 до 5 Гц з робочим циклом від 50% до 70%.

#### **1.4.10 Вимірювання контрасту**

Усі вимірювання контрасту слід виконувати в центральній точці еліпса циклопічного ока. У разі стендових вимірювань в умовах прямого сонячного світла можуть бути використані стандартні значення для кутів ( $45^{\circ}/20^{\circ}$ ). Для дисплеїв, встановлених на панелі приладів, також можуть бути використані значення для кутів ( $0^{\circ}/25^{\circ}$ ).

Для матричних дисплеїв вимірювання повинні бути виконані над областю, що охоплює принаймні 33 пікселі. Точність вимірювань області менше 33 пікселів знижується. Якщо область знака, в якій необхідно проводити вимірювання, не охоплює 33 пікселя або розмір плями фотометра більш ніж область 33 пікселя, слід знайти відповідну за розмірами область знаку, яка охоплює як мінімум 33 пікселя і візуально має однорідну яскравість. Вимірювання проводять у цій галузі.

Для сегментних дисплеїв виміри мають бути виконані в межах одного сегмента. Діаметр області збору даних повинен становити не більше 80% розміру сегмента, на якому проводять вимірювання.

Під час вимірювання контрасту в нічних умовах яскравість дисплея повинна бути встановлена на "нічний максимум", а в денних умовах та умовах прямого сонячного світла - на "максимальну яскравість". У сутінкових умовах щонайменше одна з установок підсвічування дисплея (наприклад, установка для денних/нічних умов) повинна відповідати встановленим вимогам при увімкнених фарах або габаритних вогнях.

Для дисплея, який одночасно виводить різні зображення та інформацію як водію, так і пасажиром, контраст зображення для водія слід вимірювати тоді, коли область зображення пасажирів повністю заповнена білим кольором, а потім чорним кольором. При цьому необхідно, щоб вимоги до контрасту зображення водія були виконані.

#### **1.4.11 Режим візуального відображення**

Якщо дисплей відображає світлі знаки на темному тлі, такий режим відображення називають негативним; якщо дисплей відображає темні знаки на світлому фоні, такий режим відображення – позитивний. Обидва режими підходять для виконання роботи. Вибір визначено середньою яскравістю областей, які часто відображаються на дисплеї. Отже, негативний режим відображення слід використовувати у нічних умовах. У денних умовах може бути застосований будь-який режим, але слід враховувати, що оточення дисплея (наприклад, панель приладів) у транспортних засобах, як правило, темне. Для неприкритих дисплеїв слід використовувати позитивний режим відображення для зниження видимості відображення. З іншого боку, слід брати до уваги, що відображення в лобовому склі кабіни через позитивний режим відображення на неприкритому дисплеї можуть впливати на видимість на дорозі.

Таблиця 1.4 – Рекомендації щодо вибору поєднання кольорів символу та фону

Колір заднього фону	Колір символу							
	Білий	Жовтий	Помаранчевий	Червоний, Пурпурний	Зелений, Блакитний	Синій, Фіолетовий	Чорний	
Білий		-	0	+	+	++	++	
Жовтий	-		-	0	0	+	++	
Помаранчевий	0	-		-	-	0	+	
Червоний, Пурпурний	+	0	-		-	-	+	
Зелений, Блакитний	+	0	-	-		-	+	
Синій, Фіолетовий	++	++	0	-	-		-	
Чорний	++	++	+	+	+	-		

++ — переважне;  
 + — рекомендований;  
 0 — прийнятне, в разі великих відмінностей в насиченості кольорів;  
 - — не рекомендовані.

## **2 ЕРГОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ АВТОМОБІЛЯ**

### **2.1 Мета дослідження**

Мета цієї роботи полягає в тому, щоб оцінити думки користувачів щодо дизайну інформаційної панелі автомобілів, щоб з'ясувати критерії, важливі для споживачів для наступного покоління автомобільних інформаційних щитів. Результати забезпечують розуміння аспектів дизайну панелі інструментів, що користувачі відчують, що не є корисними, і тим самим призводять до кращого інформованого дизайну інформаційних панелей у майбутньому.

В цілому, це дослідження показало, що панелі інструментів відносно розглянуті, існують проблеми, що стосуються технології та відволікання, а також вдосконалення громадської думки щодо автоматизованих транспортних засобів. Результати являють собою перший етап досліджень, вивчаючи поточні інформаційні панелі та технології внутрішніх транспортних засобів та проектування автоматизованих інформаційних щитів майбутнього, використання середовищами віртуальної реальності, щоб створити оптимальні конструкції консолі для водіїв.

### **2.2 Використані методики**

У дослідженні було використано два методи аналізу. Перший був пов'язаний з оцінкою ергономіки та використовував міжнародний стандарт ІСО 15008:2017 "Транспорт дорожній. Ергономічні аспекти інформаційно-керуючої системи транспортного засобу. Вимоги до подання візуальної інформації всередині транспортного засобу та методи їх перевірки" (ISO 15008: 2017 "Road vehicles – Ergonomic aspects of transport information and control systems – Specifications and test procedures for in-vehicle visual

presentation"), який зазначено в розділі (1.4). Другий був призначений для оцінки зручності використання приладової панелі.

Оцінка системи була використана для визначення проблеми, яку потрібно вирішувати. І для цього, через неможливість використання системи повністю, через величезну кількість елементів, які вона має, використовувався зразок, обмежуючи таким чином кількість, наближаючись до реальності і слугуючи основою. Оскільки це все ще є постійною потребою сьогодні, було проведено дослідження, яке спрямоване на виявлення проблем і застосування принципів ергономіки та зручності використання на основі методологій та вибірки трьох різних моделей приладові панелі різних марок. У дослідженні розглядалися такі проблеми, як постуральні, розмірні та інструментальні проблеми, а також викладаються дискусії та висуваються ергономічні рекомендації. Зразок був розроблений з використанням трьох моделей: базової моделі, представленої Peugeot 206; модель середнього типу, представлена Honda Civic; і модель люкс, представлена Mitsubishi Pajero Full.

Під час ергономічної оцінки було проведено: моделювання системи, проблематизація – в якій розглядалися ергономічні дисфункції (проблеми, пов'язані з поставою, інструментами, розмірами, інформацією, діями, пізнанням, взаємодією, рухами дії, а також доступністю, біологією, аварійні та оперативні, організаційні, навчальні та психосоціальні), дисфункції людини (психоневрологічні та фізіологічні проблеми) та дисфункції машини (проблеми стійкості та продуктивності та соціокультурні та семіологічні) - таблиця впливу представлених проблем і ергономічна думка та рекомендації.

Оцінені принципи, за ступенем їх існування або їх повної відсутності, були: послідовність, сумісність, доступні функції користувача, зворотний зв'язок, запобігання та відновлення після помилок; контроль користувача, візуальна чіткість, визначення пріоритетів функціональності та інформації, передача технологій і зрозумілість системи.

## 2.3 Ергономічний аналіз приладової панелі автомобіля

Дослідження було зосереджено на аналізі зручності використання автомобільних приладових панелей. Вибір цієї теми стався через те, що ми побачили потребу в хорошому компонуванні, дотримуючись ергономічного стандарту, який ставить зручність використання в центрі завдання. Адже, як було сказано вище, невдале дизайнерське рішення, без урахування аспектів ергономіки, може призвести до травмування водія.

Такі проблеми, як компонування, використання хроматичної шкали, розташування піктограм, їх розмір, тип і відстань між ними, а також використовувані джерела є деякими з проблем, які також оцінюються разом із доступною площею, відстанню між приладовою панеллю та водієм, видимість через кермо та відбивною здатністю світла на приладовій панелі.

### 2.3.1 Peugeot 206 – базова модель



Рисунок 2.1 – Peugeot 206 (Базова модель)

Під час ергономічного аналізу моделі, були виявлені деякі проблеми та класифіковані відповідно до наслідки для системи:

- Серйозний вплив: проблеми з інструментом (роздуми світла, що перешкоджає відображенню певних показників), когнітивні проблеми (існування нових символів які не мають тісних стосунків з тим, що вони представляють, так що їх значення ігноруються) і проблеми навчання (посібник для панелі складний щодо пояснення символів та їх номенклатури);

- Середній вплив: проблеми руху ( стрілки циферблатів покривають відповідний номер, ускладнює читання), поставу (лінія зору) панелі впливає обмеження щодо регулювання сидіння та керма) та інформаційної (близькість значків подібного зображення спричиняє ризик неправильне читання);
- Легкий вплив: проблеми взаємодії (доступ до регулювання фар) опору (панель страждає від прямої фізичної агресії і схильний до хімічної корозії), біології (навколишнє середовище в де він знаходиться, схильний до накопичення бруду в його захисному покритті та на його основі), взаємодії (текстові повідомлення, що з'являються, займають багато часу і довгий), розмірів (розподіл символів і циферблати на панелі не підходять) і сприйняття (відсутність наближення до стрілок, що вказують напрямом своїми руками).

### 2.3.2 Honda Civic – середня модель



Рисунок 2.2 – Honda Civic (Середня модель)

Під час ергономічного аналізу моделі, були виявлені деякі проблеми та класифіковані відповідно до наслідків для системи:

- Важкий вплив: інформаційні проблеми (інформація надана іноземною мовою) та проблеми навчання (відсутність чіткості пояснення функції та значення знаків панелі);

– Середній вплив: проблеми з переглядом (деякі знаки затьмарюються підсвічуванням сусіднього знака), руху (їх є велика кількість важелів та ручок для реагування на інформацію, надану панеллю), сприйняття (хоча є звуковий сигнал, він не сприймається через до невеликого обсягу), інструментів (мало місця для розповсюдження знаків на панелі, що заважає дисоціація зображень) та розмірів (розбіжність у пріоритеті функцій щодо розміру в які вони представлені);

– Легкий вплив: проблеми інструментів (додатк відомості, що передаються лічильником пробігу є досить заплутаним для користувача) опору (панель страждає від прямої фізичної агресії і схильний до хімічної корозії), біології (навколишнє середовище в який він розташований сприяє накопиченню бруду, як у захисних кожухах, так і в його основі), взаємодії (підписи на ручках дуже подібне, що бентежить водія), розмірів (невеликий розмір лічильника пробігу змушує його читати важко), пізнання (вставлення нових ікон, які не мають прямого зв'язку з їх значенням їх важко читати, а використання надзвичайно подібне ознаки, що стосуються різних функцій) та психоневрофізики (показник рівня дуже низького рівня палива спрацьовує занадто рано і заважає водієві).

### 2.3.3 Mitsubishi Pajero Full – люксова модель



Рисунок 2.3 – Модель Mitsubishi Pajero Full (Люксова модель)



Під час ергономічного аналізу моделі, були виявлені деякі проблеми та класифіковані відповідно до наслідків для системи:

- Серйозний вплив: семіологічні проблеми (через велика кількість нових знаків і підписів необхідно мати повне знання про них усіх і про посібник із задовільного керування автомобілем) та інструментальні проблеми (мало місця для світяться знаків на панелях);

- Середній вплив: проблеми інструментів (там було поганим вибором пріоритетності застосування циферблати), розмірів (площа, відведена для панелі є досить маленьким), для перегляду («важкий» і темний хроматичний вибір, це втомлює око і важко читання), взаємодії (поява нових кнопок для нових технологій з їх підписами важко зрозуміти), руху (вказівники на найбільші циферблати охоплюють зазначені цифри та найменші циферблати наближаються недостатньо близько до відстані, що робить їх легко читати) та сприйняття (кадри аналогових дисплеїв дуже великі та перешкоджають перегляду інших циферблатів та знаків);

- Помірний вплив: проблеми пізнання (вставлення кілька нових знаків, до яких більшість користувачів не звикли), стійкості (панель страждає від прямої фізичної агресії і схильна до хімічної корозії), біології (середовища, в якій вона схильна до накопичення бруду, як у захисному покритті, так і при його основу) та інструкції (зовнішній вигляд предметів, присутніх також в інших моделях, але в цій вони відрізняються в їх представництві).

## **2.4 Ергономічне порівняння між моделями**

Маючи данні з проведеного аналізу транспортних засобів, можна зробити ергономічне порівняння між моделями. Підчас проведення дослідницького процесу були виявленні деякі проблеми з ергономікою панелі приладів. В результаті проблем, що виникли для кожної з моделей, проводилося порівняння між ними кожна з категорій проблем у трьох транспортних засобів. Порівняння мало на меті вказати, який із категорій

кожної з них найнеобхідніше підлягають повторному вивченню дивитись таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Ергономічне порівняння між моделями

Проблема/Авто	Peugeot 206	Honda Civic	Mitsubishi Pajero Full
Постуральний	Середній вплив	М'який вплив	М'який вплив
Інструментальний	Серйозний вплив	Серйозний вплив	Серйозний вплив
Розмір	Помірний вплив	Середній вплив	Середній вплив
Інформаційний	Середній вплив	Серйозний вплив	М'який вплив
Візуальний	Легкий вплив	Середній вплив	Середній вплив
Сприйнятний	Помірний вплив	Середній вплив	Середній вплив
Когнітивний	Серйозний вплив	Серйозний вплив	М'який вплив
Міждержавні	Серйозний вплив	Помірний вплив	Середній вплив
Рух	Середній вплив	Середній вплив	Середній вплив
Біологічний	М'який вплив	М'який вплив	М'який вплив
Навчання	Серйозний вплив	Серйозний вплив	М'який вплив
Психоневрофізичний	М'який вплив	М'який вплив	М'який вплив

Кінець таблиці 2.1

Стійкість	М'який вплив	М'який вплив	М'який вплив
Семіологічний	Помірний вплив	Помірний вплив	Серйозний вплив

## 2.5 Оцінка зручності використання автомобіля приладові панелі

Проведена оцінка використання була якісною, за участю лише чотирьох добровольців. Їх цілями було:

- спостереження за основними характеристиками панелі, яку використовує користувач;
- спостерігати, як користувач переглядає панель;
- спостерігати за рівнем задоволеності користувачів показаними їм панелями; спостерігати за думкою користувача про показані їм панелі;
- розробити введення про вивчення зручності використання в автомобільних приладових панелях.

Оцінка була заснована на аналізі завдань та анкет щодо користувачів, на панелях інструментів загалом, на виконаних завданнях та на зручності використання кожної моделі.

Анкетування та тестування були проведені протягом трьох днів і в цілому було розповсюджено 34 анкети, з яких двоє були двома пілотами, і всі вони відповіли. Вибірка користувачів була класифікована як вікова група від 20 до 29 років, двоє чоловіків і дві жінки, і всі вони мали водійські права.

## 2.6 Анкетування користувачів

Опитувальник мав на меті визначити досвід, який користувачі мали при управлінні транспортним засобом, та знання, якими вони володіли щодо транспортного засобу в цілому.

Виявилося, що користувачі мають середній досвід і всі вони віддають перевагу автомобілям хетчбек. А щодо частоти щоденного використання

транспортного засобу було виявлено, що він постійно використовувався для різних видів діяльності.

## **2.7 Анкета на панелі приладів загалом**

Метою цього було оцінити досвід користувачів саме з приладовою панеллю.

Питання загального характеру були задані для пошуку наявних труднощів у зв'язку з читанням приладової панелі та різних ситуацій, коли на ній відображалася частина інформації, яку водій не міг розшифрувати.

Їм також задавали запитання про те, які інструменти вони вважають більш важливими на приладовій панелі та які з них найбільше привертають їхню увагу. Відповіді були подібними, і завжди підкреслювали спідометр, датчик палива, термометр, стоп-сигнали та акумулятор.

## **2.8 Аналіз завдань**

Це полягало у виконанні різноманітних завдань, визначених у часі, щоб визначити легкість чи труднощі, які користувачі мали при їх виконанні. Завдання полягали в оцінці простих дій, пов'язаних із щоденним використанням, таких як увімкнення покажчиків повороту, визначення символу масла та акумулятора, читання кілометра тощо.

Перший контакт з транспортними засобами викликав труднощі для деяких користувачів, які були набагато більшими, ніж для інших. Однак у деяких завданнях складність виявилася дуже серйозною для всіх, незалежно від марки транспортного засобу, наприклад, завдання скидання лічильника пробігу.

Причини цього були різноманітні: деякі тому, що вони не знають, що означає це слово, навіть коли вони знають, де знаходиться дисплей, а решта тому що, вони не змогли знайти пристрій скидання пробігу.

І в результаті виконання цього завдання було виявлено, що незважаючи на наявний досвід і заяву користувачів, що вони знайомі з панеллю інструментів, при виконанні завдань процес стає дещо складнішим.

## 2.9 Анкети завдань

Вони були застосовані для оцінки рівня складності завдань, що виконуються в транспортних засобах. І при цьому були зібрані спостереження користувачів щодо них.

Результатом стало те, що, хоча деяким з них не вдалося виконати поставлені завдання, вони не вважали роботу середньою або важкою для виконання, і підкреслювали брак знань і складність читання та інтерпретації інформаційної панелі.

## 2.10 Порівняння зручності використання між моделями

На основі оцінок зручності використання, отриманих за допомогою анкет та аналізу, було проведено порівняння між деякими точками взаємодії, що спостерігаються в моделях, щоб оцінити рівень зручності використання, (див. таблицю 2.2).

Таблиця 2.2 – Порівняння зручності використання між моделями

Характеристики/автомобіль	Peugeot 206	Honda Civic	Mitsubishi Pajero Full
Задоволення дисплеєм інформації для завдань виконано	Середній	Добре	Добре
Задоволення кількістю інформації, представленої на панелі	Середній	Добре	Добре

Кінець таблиці 2.2

Задоволення організацією приладової панелі автомобіля (компанія, дистрибуція тощо)	Добре	Добре	Середній
Якісне освітлення та колір панель	Добре	Добре	Добре
Подібність панелі у виконанні поставлених завдань	Середній	Середній	Середній
Схожість панелі порівняно з іншими панелями, які вже мають певний контакт	Середній	Погано	Погано
Зусилля пов'язані з кількістю каналів, які використовуються для виконання людських завдань	Середній	Середній	Погано
Якість відповідей, виданих групою, на виконанні завдання	Середній	Добре	Добре
Простота виправлення та відновлення після помилок	Середній	Добре	Середній
Контроль якості роботи користувача при виконанні завдань	Середній	Середній	Середній
Якість пріоритету інформації в панелі	Добре	Добре	Добре
Схожість технології панелі з іншими, які вже мають певний контакт	Середній	Погано	Середній
Якість роз'яснення інформації приладовою панеллю автомобіля	Середній	Середній	Добре

## **2.11 Рекомендації щодо ергономіки та зручності використання**

В результаті проведених досліджень можна сказати, що автомобільна приладова панель далека від ідеалу. Проблеми з ергономічністю та зручністю використання є спільними для всіх транспортних засобів, незалежно від категорії, до якої він відноситься.

В більшості відсутня стандартизація, головним чином за ознаками, пов'язаними з новими технологіями, що використовуються, з тим, як вони представлені, і з місцем, зарезервованим для них.

Освітлення, кольори та використані джерела також потребують вивчення.

## **2.12 Ергономічні рекомендації**

Стосовно попередніх рекомендацій щодо вирішення виявлених проблем, можна вказати на деякі загальні, такі як:

- стандартизація піктограм за їх форматом, кольором, функціями та назвою;
- можливість регулювати яскравість панель, оскільки її інтенсивність пов'язана із зовнішньою світністю;
- краще використання в пошуку кнопок дій, які використовуються у відповідь на інформацію з панелі;
- новий спосіб передачі важливої інформації про автомобіль, наприклад, період перевірки, заміни масла тощо, що викликає плутанину, можливо, використання бортового комп'ютера стане рішенням;
- вимога щодо мінімального простору між значками, іншими циферблатами та граничними областями;
- використання кращих дисплеїв з урахуванням вже проведених досліджень.

## **2.13 Рекомендації щодо зручності використання**

Стосовно попередніх рекомендацій щодо вирішення виявлених проблем, можна вказати на деякі загальні, такі як:

- подібність між знаком індикатора масла та електронного впорскування палива дозволяє їх легко сплутати, і тому виникає необхідність переосмислити його режими демонстрації;

- відображення деяких знаків як режиму попередження відрізняється від автомобіля до автомобіля і може відрізнитися від відображення символом трикутника або активації двох стрілок напрямку, що бентежить водія, який не буде впевнений, чи правильно було спрацьовано попередження. Необхідна стандартизація;

- такі ознаки, як акумулятор і масло, не відображають їх точні функції, що ускладнює розуміння того, що вони означають, а також їх потрібно переосмислити;

- відображення значків масла та температури слід переглянути, оскільки їх легко сплутати, оскільки вони показують ознаки рідини.

## **2.14 Ергономічна оптимізація панелі приладів**

Маючи данні з проведеного аналізу транспортних засобів, можна зробити наступні висновки. Найбільш оптимізованою панеллю приладів є люксова модель Mitsubishi Pajero Full. Незважаючи на свій клас вона також має недоліки.

У зручності використання вона програє своїм опонентам в наступному.

Порівнюючи з Peugeot 206:

- задоволення організацією приладової панелі автомобіля (компанія, дистрибуція тощо);

- зусилля пов'язані з кількістю каналів, які використовуються для виконання людських завдань.



Порівнюючи з Honda Civic:

- простота виправлення та відновлення після помилок;
- зусилля пов'язані з кількістю каналів, які використовуються для

виконання людських завдань.

В ергономічному порівнянні вона програє в наступному.

Порівнюючи з Peugeot 206:

- проблема сприйняття;
- проблема візуалізації.

Порівнюючи з Honda Civic:

- розмір;
- семіологічність.

## **2.15 Висновок**

У дослідженні розглядалися моменти, описані та необхідні для базового аналізу ергономіки та зручності використання в автомобільних приладових панелях.

Ергономічна оцінка стосувалась системи, над якою потрібно працювати, і була визначена проблема щодо панелей приладів. Була проаналізована інформація, яка передається водієві від приладової дошки, та його очікуваній реакції.

Оцінка зручності використання стосувалась принципів і характеристик панелі шляхом їх аналізу та тестування.

А після оглядів, опитувань, інтерв'ю анкет та тестів результати були записані, описані та проаналізовані, таким чином завершивши дослідження. Було вказано на проблеми в області знаходження, інформації, дій, розпізнавання, комунікації, пов'язаних з їх притаманністю, їх чіткістю, дієвістю тощо. А також можливі рішення в рамках відповідних рекомендацій.

Проте, незважаючи, що дослідження вказують на наявні труднощі, воно оцінює їх глибше, що дає можливість подальшому дослідженню ергономіки автомобіля і встановлення більш коректного діагнозу. Це підлягає подальшому дослідженню.

У цьому дослідженні даються напрямки та висвітлюються ключові питання, що робить їх основою для подальшої роботи. Наступним кроком повинно стати розгляд аналізу та запропонування відповідей на поставлені запитання, перекладаючи їх на краще формулювання автомобільної приладової панелі.

### 3 ПОКАЗНИКИ ЗОРОВОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ І СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ

Людина, що виконує роль елемента системи людина-транспорт (ЛТ), близько 90 % усієї інформації отримує через зоровий аналізатор.

Основними характеристиками зорового сприйняття є кутові розміри, рівень адаптації яскравості, контраст між об'єктом і фоном, критична частота мелькання, час інерції очей.

Під кутовим розміром зображення розуміють кут між двома променями, що спрямовані від очей спостерігача до крайніх точок спостережуваного зображення. Об'єктом спостереження було вибрано діаметр спідометра, а спостерігачем – водія із середнім зростом 1,78 см. Цей розмір знаходять з виразу:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = h / 2l, \quad (3.1)$$

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2_{\text{ел}}} = \frac{0,1}{2 \cdot 0,8} = 0,04 \text{ м}$$

де  $h$  – лінійний розмір об'єкта, який спостерігають, м;

$l$  – відстань від спостерігача до об'єкта, який спостерігають по лінії погляду, м.

Під рівнем адаптації яскравості розуміють такий рівень яскравості, до якого пристосовані очі людини, і, звичайно, його визначають як середню зі сприйняття оком яскравостей:

$$L_{\text{всп}} = \frac{1}{A} \int_A L_v(A) dA, \quad (3.2)$$

$$L_{\text{всп}} = \frac{1}{0,1} \int_{0,1} 10 \cdot 0,08 = 8 \text{ кД/м}^2$$

$L_v (A)$  – миттєве значення яскравості елементарної ділянки  $dA$  світленої поверхні об'єкта, яку спостерігають,  $\text{кд/м}^2$  ;

$A$  – сприйнята оком сумарна площа світної поверхні об'єкта, який спостерігають,  $\text{м}^2$ .

Контраст визначають як відношення різниці яскравостей зображення і фону до яскравості фону. Розрізняють прямий (спостережуваний об'єкт темніший фону) і зворотний (спостережуваний об'єкт світліший фону) контрасти:

$$K_{пр} = (L_{vф} - L_v) / L_{vф}; K_{об} = (L_v - L_{vф}) / L_v, \quad (3.3)$$

$$K_{пр} = \frac{(192 - 550)}{192} = -1,8 \text{ кд/м}^2; K_{об} = \frac{(550 - 192)}{550} = 0,6 \text{ кд/м}^2$$

де  $K_{пр}$ ,  $K_{об}$  – прямий і зворотний контрасти відповідно;

$L_{vф}$ ,  $L_v$  – яскравості фону і спостережуваного об'єкта,  $\text{кд/м}^2$ .

Критична частота миготіння (КЧМ) – це частота появи світлового сигналу, яку око ще здатне розрізнити. Вона залежить від яскравості і визначається виразом:

$$f_{кр} = 9,6 \lg(10^{-6} L_v) + 65. \quad (3.4)$$

$$f_{кр} = 9,61 \lg(10^{-6} \cdot 550) + 65 = 33,6 \text{ Гц}$$

Виходячи з (2.4), при яскравості  $L_v = 30; 110; 250; 350 \text{ кд/м}^2$ .

КЧМ відповідно дорівнює 40; 45; 47; 49 Гц.

Час інерції очей визначають часом збереження впливу світла на його сітківку після закінчення цього впливу.

Після припинення дії світлового подразника око як би продовжує бачити джерело, і удавана яскравість  $L_{vk}(t)$  зменшується за експоненційним законом:

$$L_{vk}(t) = L_{v0} e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad (3.5)$$

$$L_{vk}(t) = 9,7 \cdot 0,15 = 1,455 \frac{\text{кД}}{\text{м}^2} / \text{с}$$

де  $L_{v0}$  – яскравість у момент припинення дії подразника, кД/м<sup>2</sup> ;

$\tau$  – постійна часу інерції.

Зменшення яскравості до деякого критичного значення є для людини сигналом до дії. Середнє значення  $t_{п.з}$  перцептивної затримки функціонально залежить від числа  $d$  рівномірно альтернативних сигналів, що надійшли ззовні в оперативну пам'ять людини, і числа  $n$  нейронних еталонів спостережуваних об'єктів, які порівнюють і знову надійшли сигналами. Цей час може бути знайдений за висловом:

$$t_{п.з} = \frac{[d - (1 - \alpha\rho)/n][1 - (1 - \alpha\rho)/n]}{(d + 1)\alpha^2\rho}, \quad (3.6)$$

$$t_{п.з.} = \frac{\left(12 - \frac{1 - 10 \cdot 0,01}{12}\right) \left(1 - \frac{1 - 10 - 0,01}{12}\right)}{12 + 1} \cdot 100 \cdot 0,01 = 1,6 \text{ с}$$

де  $\alpha = 10$  Гц та  $\rho = 0,01$  с – частотні характеристики електроенцефалограми людини.

Затримка сприйняття  $t_v$  світлових сигналів залежить від їх енергії, яка пропорційна освітленості об'єкта, який спостерігають:

$$t_a = t_{п.з.} \left\{ 1 + \left[ \frac{1}{1 + K \lg(E_v / E_{vm} + 1)} \right]^2 \right\}, \quad (3.7)$$

$$t_v = t_{п.з.} \left\{ 1 + \left( \frac{1}{1 + 0,85 \lg\left(\frac{5,5}{1,9} + 1\right)} \right)^2 \right\} = 5,2 \text{ с}$$

де  $E_v$  – освітленість сприйманого об'єкта, лк;

$E_{vk}$  – порогове значення освітленості, що забезпечує правильне сприйняття зображення об'єкта, лк;

$K$  – коефіцієнт, значення якого експериментально встановлено, дорівнює 0,85.

Важливою характеристикою зорового аналізатора людини при його роботі в системі ЛТ є сліпуча яскравість і відносна видність.

Сліпучу яскравість визначають розміром освітлення поверхні об'єкта, який спостерігають і яскравістю сигналу, а також рівнем адаптації ока:

$$L_{vc} = L_{va} \left( 1 + \frac{840}{\sqrt{\beta}} \sqrt{L_{va}} \right), \quad (3.8)$$

$$L_{vc} = 9,7 * 1 + \frac{840}{12} \cdot 9,3 = 660 \text{ кд/м}^2$$

де  $L_{vc}$ ,  $L_{va}$  – сліпуча яскравість і адаптує відповідно, кд/м<sup>2</sup> ;

$\beta$  – тілесний кут, під яким спостерігачеві видно освітлену поверхню (встерадіанах).

Відносна видимість кольорового відчуття оцінюється як:

$$K_\lambda = R_\lambda / R, \quad (3.9)$$

$$K_\lambda = \frac{660}{550} = 1,2 \text{ нм}$$

де  $R$  – зорове відчуття, яке викликається джерелом випромінювання довжиною хвилі 550 нм;

$R_\lambda$  – зорове відчуття, яке викликається джерелом тієї ж потужності, але генеруючим випромінюванням, довжина хвилі якого дорівнює  $\lambda$ , нм.

Кількість сприйманої зоровим аналізатором інформації  $F_{3.a}$  і його пропускна здатність  $S$  можуть бути визначені за формулами:

$$F_{3,a} = m \log_2 \frac{l_{\text{эф}}}{\Delta l_{\text{эф}}}, \quad (3.10)$$

$$F_{3,a} = 12 \log_2 \frac{314}{157} = 3,6 \text{ шт}$$

$$C = \frac{F_{3,a}}{t_3 - t_8}, \quad (3.11)$$

$$C = \frac{3,6}{(30 - 0,3)} = 0,12 \text{ мм}$$

де  $F_{3,a}$  – кількість інформації в бітах;

$m$  – число однотипних приладів, за якими людина здійснює одночасне спостереження, од;

$l_{\text{эф}}$  – ефективна довжина шкали приладу, мм;

$\Delta l_{\text{эф}}$  – похибка, що допускається людиною при читанні показань приладу в межах ефективної довжини шкали, мм;

$t_y$  – час експозицій, с;

$t_a$  – час сприйняття зчитувальних показань приладу, с.

Важливим показником зорового сприйняття є його обсяг, який визначають числом об'єктів спостереження, які може охопити людина-оператор протягом однієї зорової фіксації. При пред'явленні людині не пов'язаних між собою об'єктів спостереження обсяг сприйняття складає 4-8 елементів.

Умовно все поле зору можна розділити на три зони: центрального зору (приблизно  $4^\circ$ ), де можливе найбільш чітке розрізнення деталей; ясного бачення ( $30 \dots 35^\circ$ ), де при нерухомому оці можна впізнати предмет без різних дрібних деталей; периферичного зору ( $75 \dots 90^\circ$ ), де предмети виявляються, але не орієнтуються. Зона периферичного зору грає істотну роль при орієнтації у зовнішній обстановці. Об'єкти, що знаходяться в цій зоні, легко і досить

швидко можуть бути переміщені в зону ясного бачення за допомогою настановних рухів (стрибка) очей.

Важливу роль у процесі зорового сприйняття відіграє рух очей. Вони діляться на пошукові, або настановні, і пізнавальні рухи.

За допомогою пошукових рухів відслідковують заданий об'єкт спостереження очей установлюють вихідну позицію, і ця позиція коригується.

Тривалість пошукових рухів за нормальних умов діяльності визначають кутом, на який переміщується погляд:

$$t_n = 0,25 + 0,004\theta_n, \quad (2.12)$$

$$t_n = 0,25 + 0,004 \cdot 30 = 0,37 \text{ с}$$

де  $\theta_n$  – кут переміщення погляду, град;

$t_n$  – час переміщення погляду, с.

До пізнавальних належить рух, що бере участь в обстеженні об'єкта спостереження, його впізнання і розрізнення окремих елементів зображення. Основну інформацію про об'єкт спостереження око одержує під час фіксації, коли він нерухомий і погляд його пильно спрямований на об'єкт. Під час стрибка око майже не отримує жодної інформації. Якщо тривалість стрибка в середньому становить 0,025 с, то тривалість фіксації в залежності від умов сприйняття інформації дорівнює 0,25...0,65 с і більше. Загальний час фіксації очей становить 90 – 95% від часу зорового сприйняття.

Всі параметри зорового сприйняття людини взаємопов'язані між собою так, що зменшення чисельного значення одного з них потребує збільшення інших, щоб загальний «енергетичний» твір залишався незмінним. Проте змінювати значення параметра можна тільки в певних межах, так як кожен з них характеризується своїм граничним значенням, непоправним ніяким збільшенням інших параметрів. Наприклад, зниження яскравості сигналів до значення, меншого порога виявлення, не може бути скомпенсовано



збільшенням розмірів зображення або необмеженим часом спостереження. Людина помічає сигнали лише при перевищенні їх параметрами порогів чутливості ока.

Абсолютним порогом світлової чутливості є мінімально виявляємою яскравістю знака. Цей поріг становить  $9,9710 - 9,5710$  кд/м<sup>2</sup>.

Діапазон яскравості, що сприймається оком з урахуванням його адаптації, лежить у межах  $10^{-7} - 10^{-5}$  кд/м<sup>2</sup>.

Кожен, що розрізняє ділянку яскравостей, обмежується з одного боку зоною «суб'єктивно-чорного», а з іншого – зоною сліпучої яскравості (рівнів яскравості). На кордонах ділянок очі не розрізняють рівнів яскравості і не оцінюють зорові сигнали. Рівень суб'єктивно-чорного залежить від яскравості і розмірів зображення. Так, для яскравості зображення більше  $3$  кд/м<sup>2</sup> яскравість суб'єктивно-чорного становить  $0,002$  середньої яскравості. Для кутових розмірів менше  $1^\circ$  цей поріг зростає до  $0,01$ .

Важливою властивістю ока є зміна його чутливості в залежності від впливу на нього світлових подразників. Дана властивість дозволяє охороняти зір людини при великих рівнях яскравості і розрізняти предмети при слабких рівнях. При переході людини в темряву, світлова чутливість  $S_c$  очей збільшується (темнова адаптація). При цьому, чим менша різниця яскравості, тим швидше йде зростання світлової чутливості, яка встановлюється на відносно постійному рівні через  $40-60$  хв. При зоровій різниці яскравості світлова чутливість ока спочатку буде незначною і встановиться на постійному рівні тільки через  $60-80$  хв.

Перехід людини з темряви до зони дії великих рівнів яскравості викликає зменшення світлової чутливості (світлова адаптація), яка встановлюється на відносно постійному рівні через  $5...10$  хв (рис. 4.1, б). Чим вищий рівень яскравості, тим менша світлова чутливість. Якщо відношення яскравостей при переході становить  $10-30$ , час адаптації не перевищує  $1$  с. При відношенні яскравостей  $3 - 5$  зорова система постійно адаптована на поточні значення яскравостей.

Яскравість поля адаптації визначає вид освітлення: нічний ( $L_v = 0,01$  кд/м<sup>2</sup>), сутінкове ( $L_v = 0,01 - 10$  кд/м<sup>2</sup>), денний ( $L_v = 10$  кд/м<sup>2</sup>). Їм відповідає нічний, сутінковий, денний зір. При будь-якому вигляді зору зі збільшенням інерції ока зростає його роздільна сила, а зі збільшенням яскравості – зменшується час інерції і гострота зору.

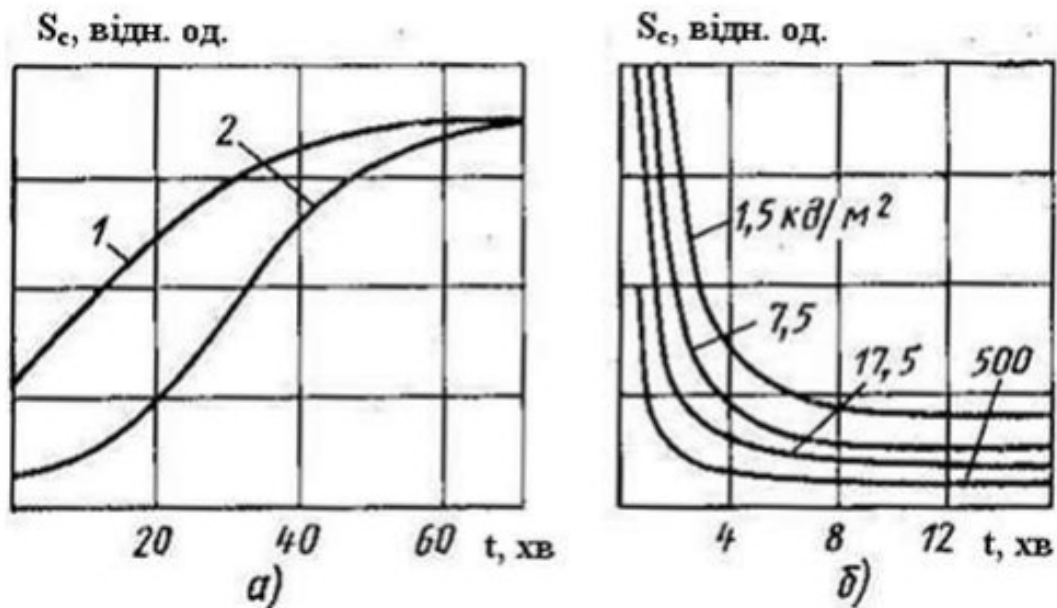


Рисунок 3.1 – Зміна світлової чутливості ока людини:

а) — при переході в темряву; б) — при переході на світло

Інерція зору дорівнює 0,10 – 0,20 с для центрального зору і 0,1 – 0,32 с для периферичного. Якість сприйняття водія залежить від його здатності правильно і швидко сприймати простір і час, що лежить в основі водійського розрахунку. При сприйнятті простору (форма, величина, обсяг предмета і відстань між предметами) для водія є найбільш важливим сприйняття відстані між предметами і віддаленості їх від нього. До просторового сприйняття відносяться: гострота зору, поле зору і глибинний зір.

Гострота зору – це здатність ока розрізняти деталі предметів. При нормальній гостроті зору людина здатна розрізняти дві точки, які розділені відстанню в одну кутову хвилину. Найкраща гострота зору - це центральний зір в конусі з кутом 3°, хороша гострота зору – в конусі 5–6°, задовільна – в

конусі  $12-14^\circ$ . Предмети, що розташовані за межами кута  $14^\circ$ , видно без ясних деталей і кольору. Гострота зору до периферії знижується в чотири рази, і цей зір (на відміну від центрального) називається периферичним або бічним зором. Дорожні знаки мусять розміщуватися в центральному полі зору в межах зорового конуса з кутом не більше  $10^\circ$ . При нормальній гостроті зору водій чітко розрізняє форму дорожніх знаків, всі об'єкти на дорозі і їх деталі. Короткозорий водій добре бачить показання приладів на щитку автомобіля і погано бачить дорогу. Далекозорий - навпаки: чітко бачить дорогу і гірше показання приладів. Такі водії при управлінні автомобілем мають користуватися окулярами.

Поле зору – це видимий простір, який людина може охопити поглядом при нерухомому очному яблуці. Поле зору для білого кольору поширюється до зовнішньої сторони на  $90^\circ$ , до внутрішньої – на  $65^\circ$ , догори – на  $65^\circ$  і донизу – на  $75^\circ$ . Але це монокулярне поле зору, тобто поле зору для одного ока. Бінокулярне поле зору (зір двома очима) становить  $120-130^\circ$  і практично охоплює весь простір перед автомобілем. Поле зору при переміщенні погляду може бути збільшене до  $150^\circ$ , що забезпечує більшу безпеку руху.

Розміри поля зору залежать від кольору розглянутого предмета. Для блакитного кольору межа поля зору на  $10-15^\circ$  менша, ніж для білого, а для червоного менша, ніж блакитного. Для зеленого кольору поле зору майже вдвічі менше поля зору для білого кольору.

При значному звуженні поля зору водії можуть допускати помилки в управлінні автомобілем. Наприклад, не помітити пішохода на узбіччі дороги, неправильно оцінити відстані до поруч нерухомого або випередженого автомобіля, втратити важливі деталі дорожньої обстановки на перехресті і та ін. Тому особи, в яких поле зору для білого кольору звужене більш ніж на  $20^\circ$ , до управління автомобілем не допускаються.

Глибинний зір – це властивість зору розрізняти відстань до різних об'єктів і між об'єктами. Найбільш правильне сприйняття простору досягають знанням розмірів предметів, що часто зустрічаються в дорозі. Систематичне

тренування у визначенні відстаней розвиває окомір – важливу якість водія, який є елементом його професійної майстерності. Початківець водій через невміння правильно оцінити ширину дороги при її звуженні необгрунтовано подає звукові сигнали, знижує швидкість або навіть зупиняє автомобіль. Помилки в оцінці ширини проїжджої частини дороги можуть допускати і досвідчені водії при переході з маленького автомобіля на великий, і навпаки. Це пояснюється зміною відстані від очей водія до дорожнього покриття і розташованих на ній об'єктів. Для відновлення втраченого досвіду потрібно 2-3 тижні, що необхідно враховувати при перенавчанні водіїв.

Зі збільшенням швидкості руху водій спрямовує свій погляд на ділянку дороги все далі від автомобіля. Чим далі переносить погляд водій, тим ширше ділянка дороги, що сприймається ним, тим більше об'єктів у його полі зору. Так, на відстані 30 м водій сприймає ділянку дороги шириною 1,5 м, на відстані 500 м – 16 м. Для обгону йде попереду автомобіля: водій має бачити перед собою дорогу на відстані не менше 600–800 м, що забезпечує найбільшу безпеку руху. Важливу інформацію водій отримує при сприйнятті дорожніх знаків. Чіткість і швидкість їх сприйняття багато в чому залежать від розмірів знаків і відстані їх від водія, швидкості руху автомобіля і контрастності букв і символів. При поганій контрастності час сприйняття знаків може збільшуватися на 0,6–0,7 с. Тому передбачені чотири розміри дорожніх знаків і більш чітке зображення символів.

Для сприйняття предметів необхідно фіксувати їх зором на 0,1–0,3 с. Якщо в зоні периферичного зору з'являється рухомий об'єкт або яскраве світло, то водій мимоволі переміщає очі і голову так, щоб цей предмет виявився в полі його центрального зору. На це потрібен час, протягом якого водій випускає з поля зору об'єкти, що знаходяться на дорозі. Встановлено, що при управлінні автомобілем протягом 78–80 % часу погляд водія спрямований прямо, а в 20–22% – направо, ліво, на дзеркало заднього виду і на прилади. За даними Е. В. Гаврилова, водій дивиться на дорогу протягом 90 % усього часу;

8,1 % – на дзеркало заднього виду, 0,4 % – на важелі управління і 0,5 % – на прилади.

Причиною багатьох ДТП при переїзді перехрестя є відволікання уваги водія від дороги. Чим вища швидкість руху автомобіля при під'їзді до перехрестя, тим менше часу залишається на операції, що пов'язані з перетином перехрестя і сприйняттям найбільш важливих об'єктів: світлофора, регулювальника, потоку автомобілів, пішоходів і т. д.

Час, що необхідний водієві для сприйняття транспортної ситуації при перетині перехрестя, складається з часу руху очей вліво (0,15–0,23 с), фіксації очей на лівому боці (0,10–0,30 с), перекладу очей вправо (0,15–0,30 с), фіксації очей на правому боці (0,10–0,30 с). Загальний час огляду становить 0,50–1,16 с. Залежно від швидкості за цей період автомобіль пройде відстань від 10 до 25 м. При перетині перехрестя в умовах обмеженої видимості і при поганій оглядовості час, що необхідний для сприйняття дорожньої обстановки та прийняття рішення, значно збільшується.

Особливо скрутне сприйняття і оцінка відстаней від водія до рухомих об'єктів (автомобілі, пішоходи). Сприйняття об'єктів при русі здійснюється за допомогою динамічного окоміру. В основі динамічного окоміру поряд зі сприйняттям відстані і часу лежить сприйняття швидкості і напрямку руху. Так, наприклад, для безпечного перетину нерегульованого перехрестя необхідне точне сприйняття швидкості автомобілів, що рухаються в поперечному напрямку їх відстані до перехрестя, відстані від свого автомобіля до перехрестя і прогнозування тривалості руху його до перехрестя при різних швидкостях. У результаті врахування всіх цих обставин водій або пропустить рухомий в поперечному напрямку автомобіль, або обере таку швидкість руху, яка дозволить йому безпечно проїхати перехрестя.

Гострота динамічного зору залежить від кутової швидкості руху об'єкта сприйняття, ступеня координації між шийними і очними м'язами, а також від ступеня розвитку периферичного зору. Від кутової швидкості переміщення об'єкта сприйняття залежить час, протягом якого водій на безпечній відстані

може фіксувати цей об'єкт своїм зором. Ступінь координації шийних і очних м'язів визначає швидкість і точність фіксації, рухається у центральному полі зору, без них неможливе його точне сприйняття. Чим ширше поле зору, тим менше часу потрібно на переміщення очей для фіксування рухомих об'єктів у центральному полі зору. Зовнішні очні м'язи є самими швидкодіючими у всьому організмі. Але якщо предмет пересувається із занадто високою кутовою швидкістю, то м'язи не встигають фіксувати об'єкт у центральному полі зору. У результаті він сприймається як «змити пляму». Добре розвинений динамічний окомір необхідний водієві при виборі дистанцій та інтервалів, при об'їзді та обгоні, при в'їзді в ворота, роз'їзді на нерегульованому перехресті і зміні смуги руху.

Велике значення для водія має правильна оцінка часу. Уміння точно оцінювати часові інтервали, особливо мікроінтервали, має іноді вирішальне значення в забезпеченні безпеки руху при виконанні різних маневрів автомобіля на великих швидкостях. Це пояснюється тим, що зі сприйняттям мікроінтервалів часу пов'язане визначення швидкості руху автомобіля. Оцінка швидкості руху автомобілів, пішоходів та інших рухомих об'єктів лежить в основі їх динамічного окоміру, який є одним з основних елементів, що визначають майстерність водія. Неточна оцінка тимчасового інтервалу призводить до зайвої поспішності, різким прийомам управління і, як наслідок, нерідко до аварійної ситуації. Так, наприклад, переважна більшість помилок водіїв при обгоні пов'язані з неправильною оцінкою мікроінтервалів часу і, отже, швидкості автомобіля.

Водії часто допускають помилки при зниженні швидкості після тривалої їзди з великою швидкістю. Наприклад, при зниженні швидкості свого автомобіля зі 100 км/год. до 60 км/год., остання недооцінюється. Водії з невеликим досвідом роботи нерідко допускають помилки в сприйнятті і оцінці коротких тимчасових проміжків. Найбільш небезпечна тенденція у переоцінці тимчасових інтервалів, коли при нестачі часу водієві здається, що часу цілком достатньо для виконання маневру. Помилка ж може виявитися занадто пізно

для її виправлення. Так, нерідко помилки при обгоні пов'язані з переоцінкою мікроінтервалів часу і неправильною оцінкою швидкості автомобілів.

На точність сприйняття часу впливають індивідуальні особливості людини та її емоційний стан. При хорошому настрої, виконанні цікавої роботи час летить дуже швидко і тимчасові інтервали недооцінюються. І навпаки, при поганому настрої, негативних емоціях час як би сповільнюється і тимчасові інтервали переоцінюються. Ці стани позначаються і на точності оцінки мікроінтервалів часу водіями автомобілів.

При управлінні автомобілем предмети та явища іноді можуть сприйматися водієм в неправильному, викривленому вигляді. Таке неправильне сприйняття називають ілюзією. Найбільш часто ілюзії виникають при визначенні розмірів предметів та напрямки руху.

У діяльності водія найбільш часто зустрічаються ілюзії внаслідок контрастності сприйняття, ілюзії перспективи, мінливого рельєфу і та ін. Так, наприклад, водій, здійснюючи обгін на великій швидкості, сприймає дорогу як більш вузьку, ніж це є насправді. У результаті він може мимоволі відхилитися в бік від осьової осі. Правильне сприйняття ширини дороги може бути спотворене перспективою повороту, на якому дорога здається значно вужчою, ніж насправді. Нерідко кругові повороти дороги сприймаються як еліпси, довжина кривих водієві здається зменшеною, а крутизна повороту збільшеною. Щодо пологих підйомів, то за довгими спусками сприймаються більш крутими. При певному куті освітлення сухе асфальтоване покриття здається мокрим. Коли головні фари автомобіля висвітлюють дорогу на відстані, створюється враження руху по спуску, і навпаки. Двоюрусні габаритні ліхтарі на автобусах створюють враження, що на дорозі знаходиться не один, а два автомобілі і дорога йде вгору.

Відзначено, що рух автомобілів з темним забарвленням (чорним або темно-зеленим) здається більш повільним, а відстань до них більша, ніж насправді. Саме цим можна пояснити, що автомобілі темних кольорів значно частіше потрапляють в аварії. Автомобілі світлих кольорів, і особливо

червоного, добре виділяючись на навколишньому фоні, сприймаються як знаходяться ближче і рухаються з більшою швидкістю, ніж насправді. Це змушує водіїв зустрічних автомобілів швидше вживати заходів обережності, що підвищує безпеку дорожнього руху. Таким чином, безпека руху залежить і від фарбування автомобілів.

Швейцарські дослідники вважають найбезпечнішим автомобіль, пофарбований у яскраво-червоний колір, співробітники англійської поліції – білий колір; в Америці найбільш безпечним визнаний оранжево-червоний колір. Данські експерти встановили, що 61,3 % зіткнень відбувається між автомобілями темних кольорів, 32,6 % – темних зі світлими і лише 6,1 % – світлих зі світлими. Рідше всіх потрапляють в аварії жовті автомобілі. Однак навряд чи підвищиться безпека дорожнього руху, якщо весь транспортний потік складатиметься з автомобілів білого або червоного кольору. Така монотонність буде стомлювати водіїв і перешкодить вчасно помітити, що йдуть з великою швидкістю спеціальні автомобілі.

Ілюзії слід відрізнити від галюцинацій, при яких людина бачить предмети, явища, чує звуки, насправді відсутні. Галюцинації є результатом хворобливого стану людини. При ілюзіях об'єкт сприйняття завжди реально існує, але сприймається спотворено, помилково. У різних людей ілюзії виникають з різною частотою, проявляються в різній формі, різною мірою вираженості і стійкості. Частота виникнення і вираженості ілюзій залежить від яскравості виникнення уявлень. Так, деяким особам варто тільки подумати або засумніватися у правильності сприйняття, як виникає ілюзія – викривлене сприйняття. Сприяючими умовами для виникнення ілюзії у водіїв є: негативні емоції (невпевненість, страх, сумнів), ослаблення уваги, стомлення, сонливість за кермом, стан алкогольного сп'яніння, неправильна робоча поза і та ін. Основними заходами боротьби з ілюзіями є правильний режим праці та відпочинку, знання водіями характеру і причин виникнення у них ілюзій, вироблення міцних навичок управління автомобілем і підвищення впевненості в собі, вивчення якостей уваги, правильний її розподіл і усунення недоліків



своєї уваги. Для попередження ілюзій рекомендують також заходи, що спрямовані на зниження впливу монотонних подразників, що викликають сонливість. Так, наприклад, у водіїв нерідко виникає сонливість при їзді на прямих ділянках дороги великої протяжності. Щоб це виключити, рекомендовано при будівництві через кожні 3 км передбачати криві ділянки дороги. Для зниження монотонності руху окремі ділянки дороги фарбують у різні кольори, озеленюють розділові смуги і т. д.

Для кількох мільйонів людей на Землі немає майже ніякої різниці між червоним (що забороняє) світлом, і зеленим (що дозволяє). Це дальтоніки – люди з порушеним кольоровим зором. Серед чоловіків дальтоніки становлять 4–6%, а серед жінок 0,5%. Найчастіше вони не можуть відрізнити червоний колір від зеленого. Такі особи непридатні для управління автомобілем. Однак серед водіїв дальтоніки зустрічаються. В основному це люди зі слабо вираженим дефектом кольоророзпізнання, тому при первинному медичному огляді їх не завжди виявляють. Вони розрізняють червоний колір від зеленого, але цей процес у них відбувається повільніше і можливі помилки, що іноді призводять до ДТП. Тому в деяких країнах звичайні світлофори доповнюють геометричними фігурами, що світяться де форма фігури відповідає червоному або зеленому кольору. Використання таких прийомів знижує ДТП за рахунок водіїв, у яких функція кольоророзпізнання знижена.

Для регулювання дорожнього руху вибрані зелений, червоний і жовтий кольори. Виявляється, такий вибір зроблений не випадково. Справа в тому, що туман поглинає сині і зелені промені, тому зелений колір у тумані сприймають як жовтий, а жовтий як червоний. Якщо водій і візьме помилково жовтий колір за червоний, а зелений за жовтий, то такі помилки не створять небезпеки руху транспорту. Крім того, промені червоного кольору мають найбільшу довжину хвилі і поширюються з найменшими втратами. Червоний колір видно дуже далеко. Саме тому червоний колір, що сигналізує про небезпеку або як заборонний сигнал, був обраний спочатку на залізничному транспорті, а потім і на автомобільному.

Якість зорового сприйняття залежить також від видимості і оглядовості. Видимістю називають можливість розрізняти особливості навколишнього оточення, обумовлену ступенем освітленості предметів і прозорістю повітряного середовища. Видимість залежить від часу доби і стану атмосфери. Вона знижується в темний час доби, а також в дощ, снігопад, туман і т. д. Розрізняють дальність і ступінь видимості. Дальність визначають відстанню від очей водія до об'єктів на дорозі, які він бачить. Ступінь видимості – це деталі дороги та об'єкти на ній, які бачить водій.

Оглядовість – це простір, який бачить водій попереду, позаду і по обидва боки дороги. Оглядовість залежить від конструктивних особливостей автомобіля (розмірів лобового скла, дзеркала заднього виду, висоти сидіння і можливості його регулювання по зросту). В обстановці щільного багаторядного руху погляд водія переміщується в межах  $40\text{--}50^\circ$  вліво і вправо і в межах  $20\text{--}30^\circ$  вгору, що необхідно для сприйняття сигналів світлофора. При перетині перехрестя, поворотах потрібна оглядовість  $80\text{--}90^\circ$  по обидва боки, а при обгоні або зміні смуги –  $180^\circ$ . Оглядовість погіршується при забрудненні стекол, підвішуванні сувенірів, фіранок на стеклах кабіни і салону автомобіля. Це може ускладнити орієнтування водія і бути причиною ДТП.

#### **4 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ РОЗРОБКИ ПАНЕЛІ ПРИЛАДІВ АВТОМОБІЛЯ**

У даній роботі був проведений розрахунок матеріальних витрат для розробки панелі приладів автомобіля. Вважаємо, що це одноразове виробництво (переобладнання автомобіля). Моделі концепту приладової панелі та зовнішнього вигляду автомобіля були розроблені в середовищі Adobe Photoshop.

Дамо визначення основним поняттям, які фігурують в розрахунку.

Собівартість продукції – це виражені в грошовій формі витрати підприємства на її випуск і реалізацію. Для розрахунку собівартості однієї деталі проводиться розрахунок кошторису витрат на виробництво і калькулюється собівартість виробу.

Кошторис витрат на виробництво цеху відображає всі витрати на програму випуску.

Всі виробничі витрати поділяються на прямі і непрямі.

До прямих виробничих витрат належать витрати, які можна безпосередньо обчислити на одиницю виробу (сировина і основні матеріали, покупні вироби і напівфабрикати, пряма заробітна плата виробничих робітників та інше).

До непрямих виробничих витрат відносяться витрати, які неможливо або недоцільно розраховувати на конкретний виріб (наприклад, витрати на утримання і експлуатацію обладнання, цехові витрати). При розрахунку собівартості продукції розрізняють цехову, заводську (виробничу) та повну собівартості одиниці виробу.

При розрахунку цехової собівартості виробу враховують тільки ті витрати, які виробляються в даному цеху, без урахування витрат інших цехів цього заводу з виготовлення цього виробу.

Повна калькуляція готового виробу здійснюється централізовано в економічному відділі автовиробника шляхом підсумовування витрат усіх постів, що виробляють цей виріб.

#### 4.1 Склад виконавців і тривалість робіт

Для переобладнання автомобіля необхідний наступний склад виконавців:

- UI/UX-дизайнер;
- команда розробників програмного забезпечення;
- ергономіст;
- інженер-конструктор.

Також потрібен електрик для підключення всіх приладів. Тривалість робочого місяця складає 22 дні. Робочий день триває 8 годин. Оплата праці буде проводитися погодинно.

Таблиця 4.1 – Склад виконавців

Посада	Кількість людей	Місячний оклад, грн.	Щоденний оклад, грн	Часовий оклад, грн
UI/UX-дизайнер	1	27000	1228	153,5
Розробник програмного забезпечення	2	55000	2500	312,5
Ергономіст	1	15000	682	85,25
Інженер-конструктор	2	25000	1136	141,5

#### 4.2 Перелік робіт

Кожен виконавець повинен здійснити ряд завдань. Дані наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Перелік завдань

№	Найменування етапу	Тривалість, дн.				Трудовитрати, дн.
		UI/UX-дизайнер	Розробник програмного забезпечення	Ергономіст	Інженер-конструктор	
1	Розробка технічного завдання	1	1	1	1	1
2	Розробка 3Д-моделей	3	-	3	-	3
3	Написання коду	-	7	-	-	7
4	Час для правок та виправлень	4	4	4	4	4
5	Установка нових елементів	2	2	2	2	2
6	Підключення всіх додаткових приладів до штатної проводки	-	-	-	1	1
Всього:		10	14	10	8	18

Заробітна плата - винагорода, обчислена, зазвичай, у грошовому виразі, яку за трудовим договором власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу. Розмір зарплати залежить від складності

та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника, результатів його праці та господарської діяльності підприємства.

До витрат на заробітну плату праці відносяться основна і додаткова заробітна плата персоналу.

Основна заробітна плата ( $ЗП_{осн}$ ) розраховується за формулою:

$$\begin{aligned} ЗП_{осн} = & (ЗП_{UI/UX \text{ дизайнер}} \cdot T_{UI/UX \text{ дизайнер}}) + (ЗП_{РозробникПЗ} \cdot T_{Розробник ПЗ}) + \\ & (ЗП_{Ергономіст} \cdot T_{Ергономіст}) + (ЗП_{інж-констр} \cdot T_{інж-констр}) \end{aligned} \quad (4.1)$$

де  $ЗП_{UI/UX \text{ дизайнер}}$ ,  $ЗП_{РозробникПЗ}$ ,  $ЗП_{Ергономіст}$ ,  $ЗП_{інж-констр}$  - добова заробітна плата ui/ux – дизайнера, розробника програмного забезпечення, інженера-конструктора, ергономіста.

$T_{UI/UX \text{ дизайнер}}$ ,  $T_{Розробник ПЗ}$ ,  $T_{Ергономіст}$ ,  $T_{інж-констр}$  - тривалість праці кожного спеціаліста відповідно.

Таким чином, основна заробітна плата дорівнює:

$$ЗП_{осн} = 1228 \cdot 10 + 2500 \cdot 14 + 628 \cdot 10 + 1136 \cdot 8 = 62\,648 \text{ (грн).}$$

Далі проводиться розрахунок додаткової заробітної плати ( $ЗП_{дод}$ ), яка становить 20% від основної заробітної плати і розраховується:

$$ЗП_{дод} = ЗП_{осн} \cdot N_{дод}, \quad (4.2)$$

де  $N_{дод}$  – коефіцієнт додаткової зарплати, рівний 20%.

Отже, додаткова заробітна плата дорівнює:

$$ЗП_{дод} = 62\,648 \cdot 0,2 = 12\,529,6 \text{ (грн).}$$

Разом, загальний фонд заробітної плати становить:

$$ЗП = ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{дод}} = 62\,648 + 12\,529,6 = 75\,177,6 \text{ (грн)}.$$

Нарахування на заробітну плату (єдиний соціальний внесок –  $ЗП_{\text{соц}}$ ) складають 22% і розраховується за формулою:

$$ЗП_{\text{соц}} = ЗП \cdot N_{\text{соц}}, \quad (4.3)$$

де  $N_{\text{соц}}$  – коефіцієнт єдиного соціального внеску, рівний 22%.

Тоді нарахування на заробітну плату становлять:

$$ЗП_{\text{соц}} = 75\,177,6 \cdot 0.22 = 16\,539 \text{ (грн)}.$$

### 4.3 Перелік необхідного обладнання для створення кінцевого продукту

Вартість необхідного обладнання представлена у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Вартість обладнання та допоміжних приладів.

№ п/п	Найменування матеріалу	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн.
1	Сучасна панель приладів	1	3200
2	Електрична проводка	1	4500
3	Комп'ютери	4	50000
4	Кріплення	12	300

Кінець таблиці 4.3

5	Кнопки, регулятори	10	400
6	Обладнання для тестування панелі	1	2000
7	Клавіатура	4	1200
8	Миш комп'ютерна	4	800
9	Монітор	4	8000
Разом:			70,400

Тоді кінцева вартість обладнання та допоміжних приладів для переробки ергономіки автомобіля під вибраний психотип людини складе:

Вартість обладнання та доп. приладів = 70,400 грн

Тоді за спрощеною формою підрахунки на загальні витрати складуть:

$$\text{Витрати}_{\text{заг}} = \text{ЗП}_{\text{осн}} + \text{Вартість обл.} = 62\,648 + 70,400 = 133\,048(\text{грн})$$

Повна вартість процесу переробки стокової ергономіки складе 133 048 грн.



## ВИСНОВКИ

Ергономічна оптимізація системи візуалізації інформації на панелі приладів автомобіля є одною з важливіших тем. Насамперед через те що, панель приладів забезпечує водія інформацією про стан автомобіля та впливає на зручність керування транспортним засобом. Невдале розташування приладів погано впливає на стан здоров'я водія, також погано продуманий ергономічний дизайн – може призвести до ДТП.

У першій частині були розглянуті різні аспекти ергономіки панелі приладів. А саме проблема відображення інформації для водія, особливості систем візуалізації інформації автомобіля, вимоги до розрізнення оптичних індикаторів та вимоги до подання візуальної інформації всередині транспортного засобу.

У другій частині було зроблено ергономічний аналіз систем візуалізації інформації на зразку автомобільних приладових панелей, які відрізнялися класом і роком випуску з урахуванням переваг і недоліків. У дослідженні було використано два методи аналізу. Перший був пов'язаний з оцінкою ергономіки та використовував міжнародний стандарт, описаний в першій частині. Другий оцінював зручність використання панелі приладів, з попереднім проведенням анкетування. Можна сказати, що проблеми з ергономічністю та зручністю використання є спільними для всіх транспортних засобів, незалежно від категорії, до якої він відноситься.

У третій частині був зроблений розрахунок показників зорової працездатності і сприйняття інформації. Об'єктом спостереження було вибрано діаметр спідометра електронної панелі приладів, а спостерігачем — водій із середнім зростом 1,78 (см) та гарним зором.

Четверта частина являє собою розрахунок собівартості розробки спроектованого концепту панелі приладів автомобіля під вибраний психотип людини.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеев, Б.А. Безопасность движения автомобильного транспорта [Текст] / Б.А. Алексеев. - М.: Издательство ДОСААФ, -1972 г.
2. Канарчук, В.Е. «Современные проблемы эргономики автомобилей» [Текст] / В.Е. Канарчук, Г.Н. Гелетуха, В.В. Запорожець та др.; Под ред. В.Е. Канарчука. – М.: "Транспорт", 2012 – 365с.
3. Несолонов, Г.Ф., Б.А.Титов «Приборные панели автомобильного транспорта», 2016 – 220 с.
4. Волков, В.П. «Средства отображения информации» [Текст]: Навч. посібник, 2012 – 292 с.
5. Павлов Н.В., Сыцин В.Ф. «Проектирование автомобильных дисплеев и их эксплуатация» [Электронный ресурс] Режим доступа <http://mashintop.ru/manual.php> 2018. – Назва з екрану.
6. Колниченко В.Ю. «Основы эргономики автомобилестроения» - лучшая интернет-библиотека автолитературы Украины [Электронный ресурс]
7. Режим доступа <http://mashintop.ru/manual.php> 2017– Назва з екрану.
8. Сидорченко, В.І. «Эксплуатация приборных панелей автомобилей» [Электронный ресурс] Режим доступа <http://mashintop.ru/manual.php> 1986-2000г.
9. Эргономические основы создания человеко-машинных систем [Текст] : учебник / И.Г.Городецкий, П.С. Турзин, М.В. Найченко; под редакцией А.П. Петрова. – М.; Издательство МАТИ, 2001. – 564 с.
10. Практикум по основам эргономики [Текст] : / И.Г.Городецкий, П.С. Турзин, М.В.Найченко, М.В. Поляков; под редакцией А.П. Петрова. – М.: Издательство МАТИ-РГТУ им. К.Э. Циолковского «ЛАТМЭС», 2001.- 152 с.
11. ГОСТ Р 51616-2000, ГОСТ 27815, ГОСТ 28345, ГОСТ 50844-95, ГОСТ 30478-96
12. Эргономика автомобилей [Электронный ресурс]: сайт. – Режим

доступу – <https://works.doklad.ru/view/4UYT4Qv5nW4/2.html>, – Дата доступа 09.12.2019. – Загл. с экрана.

13. Эргономика автомобиля – что это? [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – <https://avtoexperts.ru/question/e-rgonomika-avtomobilya-cto-eto/>, – Дата доступа 03.12.2019. – Загл. с экрана.

14. Эргономические свойства ТС [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – <https://znaytovar.ru/s/Ergonomicheskie-svoystva-transp.html>, – Дата доступа 05.12.2019. – Загл. с экрана.

15. Интеллектуальные системы безопасности и помощи водителю [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – <https://liga-nissan.km.ua/intellektualnye-sistemy-bezopasnosti-i-pomoshhi-voditelyu-v-nissan-qashqai/>, – Дата доступа 05.12.2019. – Загл. с экрана.

16. Каким образом пол и возраст водителя влияют на частоту и серьезность ДТП [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – <https://avtoline-nsk.ru/p/avtomir/pol-i-vozzrast-vliyayut-na-dtp.html>, – Дата доступа 05.12.2019. – Загл. с экрана.

17. Компания СЕЙФ-Технолоджи. [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – <http://www.safe-ta.ru/multivan.htm> – Дата доступа 05.12.2019. – Загл. с экрана.

18. Методы эргономических исследований [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – [https://studopedia.su/10\\_56495\\_metodi-ergonomicheskikh-issledovaniy.html](https://studopedia.su/10_56495_metodi-ergonomicheskikh-issledovaniy.html) – Дата доступа 05.12.2019. – Загл. с экрана.

19. Методика оценки напряженности трудового процесса исследований [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – [http://www.niiot.ru/doc/doc113/doc\\_0716.htm](http://www.niiot.ru/doc/doc113/doc_0716.htm) – Дата доступа 05.12.2019. – Загл. с экрана.

20. Широкий, М.Ю. Новорожденный водитель [Текст] : учебник / М.Ю. Широкий. - М.: Издательство Мираж, -2009 г.

21. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов [Текст] : учебник для студ. высш. учеб. заведений / И.С.Степанов, А.Н.Евграфов,

А.Л. Карунин и др.; Под общ. ред. В.М. Шарипова. — М.: Издательский центр «Академия», 2005.

22. Официальный сайт Ford [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – <http://www.ford.ua/> – Дата доступа 05.12.2019. – Загл. с экрана.

23. Официальный сайт Citroen [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – <http://www.citroen.ua/> – Дата доступа 05.12.2019. – Загл. с экрана.

24. Руководство пользователя Ford C-Max, Ford Motor Company, 2007 [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – <http://www.citroen.ua/> – Дата доступа 05.12.2019. – Загл. с экрана.

25. Сервисная книжка Citroen Picasso, PSA Peugeot Citroën, 2007 [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – <http://www.citroen.ua/> – Дата доступа 05.12.2019. – Загл. с экрана.

26. Специфика влияния автомобильного транспорта на окружающую среду Ford [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – [http://revolution.allbest.ru/ecology/00032161\\_0.html](http://revolution.allbest.ru/ecology/00032161_0.html) – Дата доступа 05.12.2019. – Загл. с экрана.

27. Техника управления транспортным средством [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа – <http://www.lavrova.narod.ru/> – Дата доступа 05.12.2019. – Загл. с экрана.

28. Фоменко, О.Я. Підручник водія. [Текст] / О.Я. Фоменко // Редакція журналу “Сигнал”. - 1997. – Т.1, № 2. – 3-8

29. Селезньов С.Т. Основи ринкової економіки України [Текст] : навчальний посібник / С.Т. Селезньов. – Х : – К.: А. С. К., 1999. – 544с.

## ДОДАТОК А

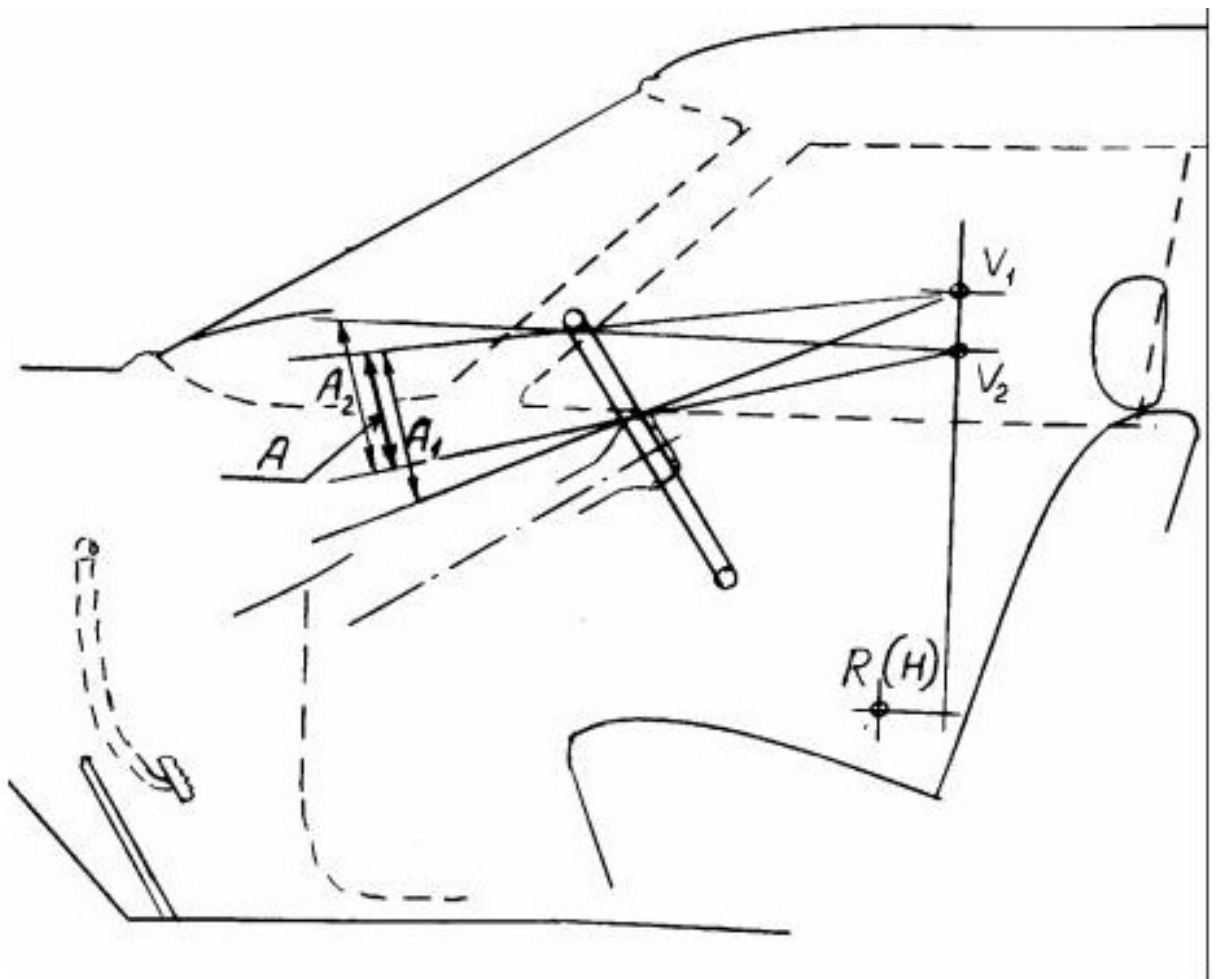


Рисунок А1 - Побудова зони розташування панелі приладів

Посилання: <https://studfile.net/preview/5569537/page:7/#12>

## ДОДАТОК Б

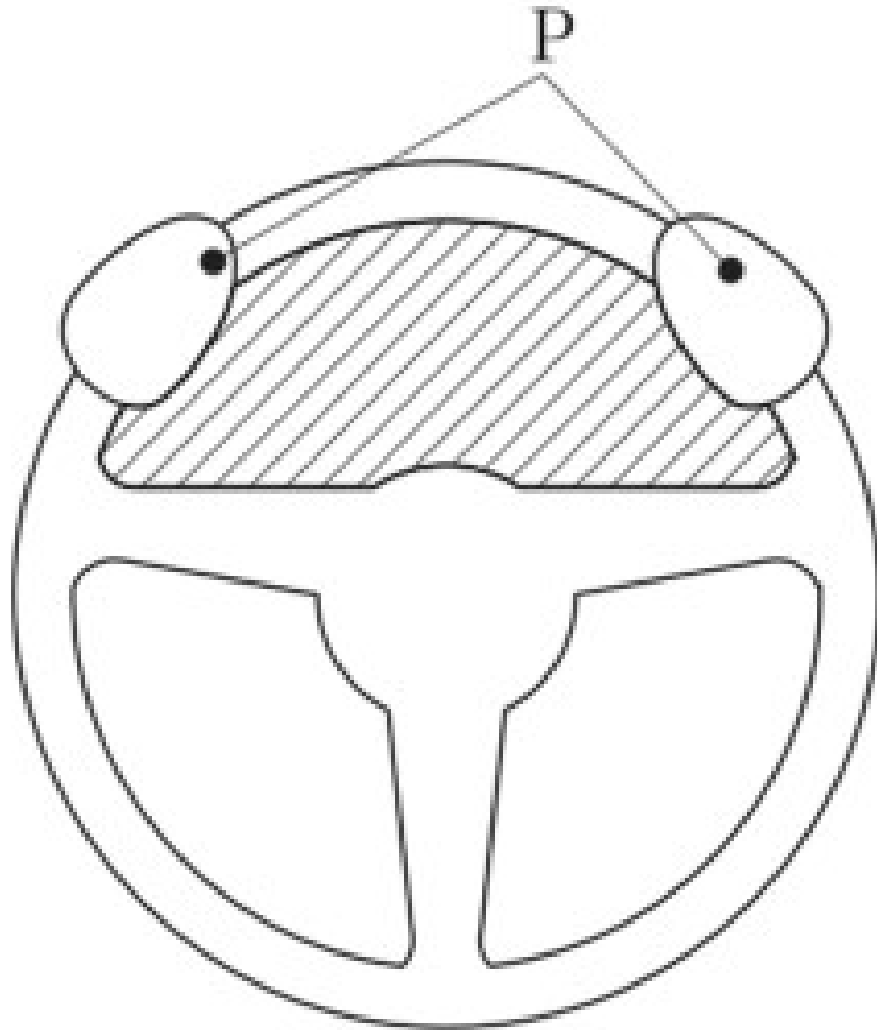


Рисунок Б1 - Зона огляду панелі приладів через рульове колесо:

Р - руки водія;

Посилання: <https://studfile.net/preview/5569537/page:7/#12>

## ДОДАТОК В

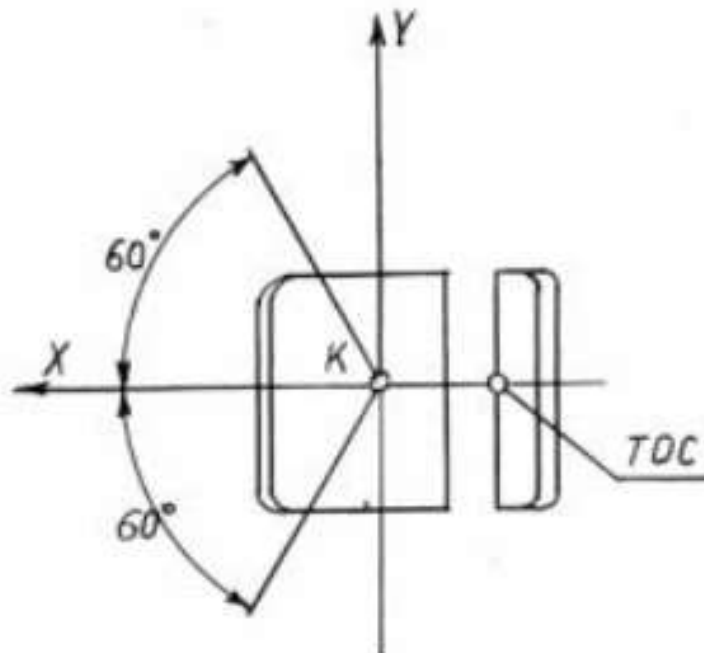
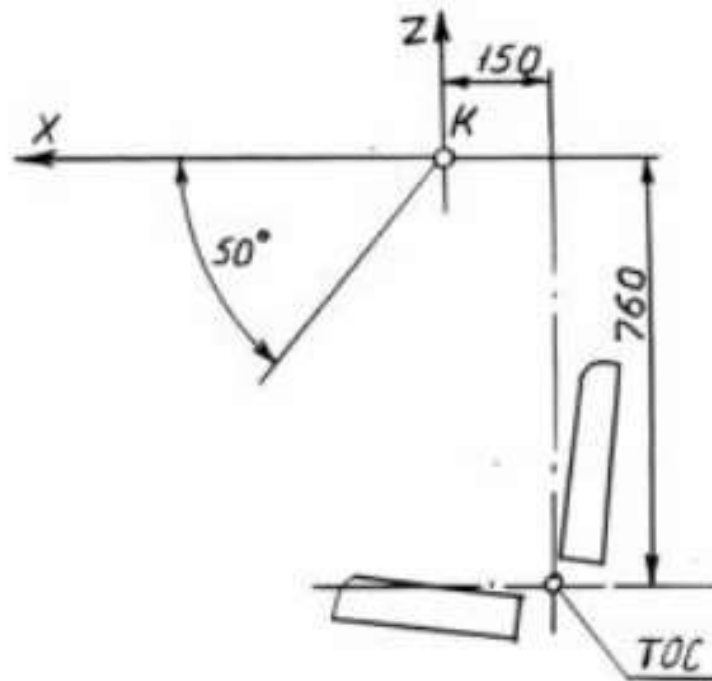


Рисунок В1 - Кути, що визначають зони розташування засобів відображення інформації

Посилання: <https://studfile.net/preview/5569537/page:7/#12>

## ДОДАТОК Г

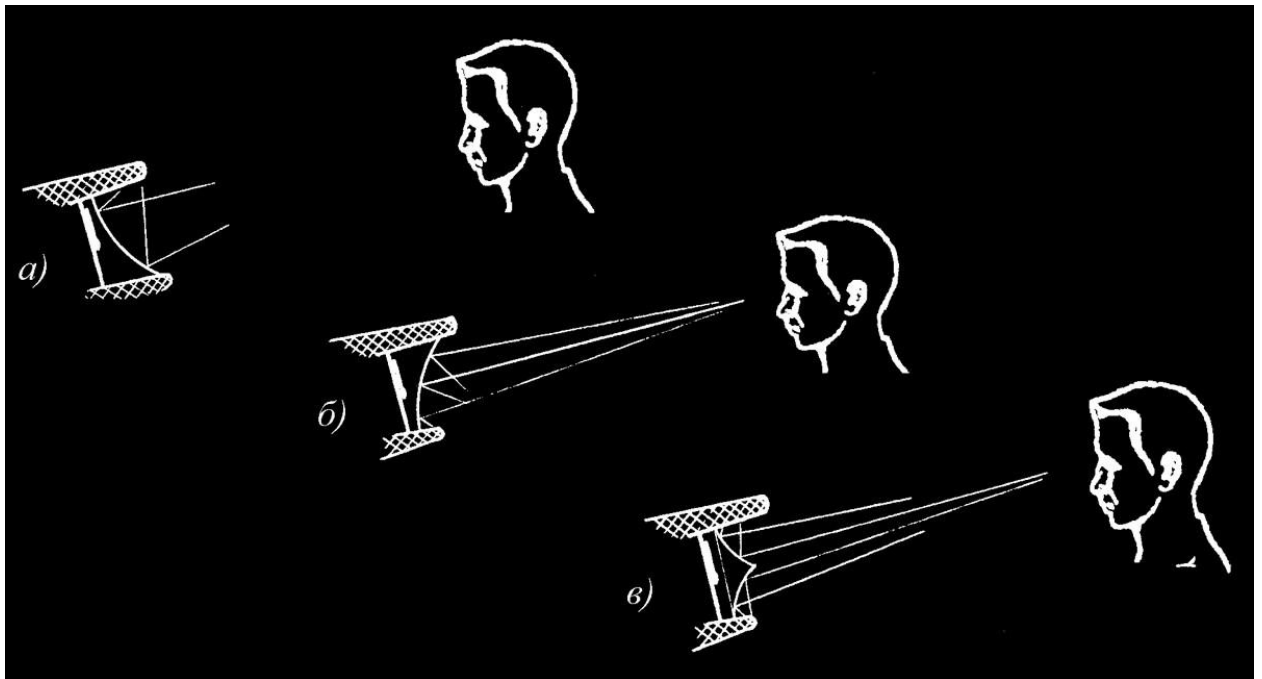


Рисунок В1 - Форми покривного скла приладової панелі:

а - циліндричне скло з нахилом вгору; б - циліндричне скло з нахилом униз;

в – скло для круглого приладу

Посилання: <https://studfile.net/preview/4594534/page:4/>