

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**Н. У. Гюлєв**

**ЕРГОТИЧНІСТЬ У ТРАНСПОРТНИХ  
СИСТЕМАХ МІСТ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної і заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр»  
зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами))*

**Харків  
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова  
2019**

**Гюлев Н. У.** Ергоетичність у транспортних системах міст : конспект лекцій для студентів денної і заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами) / Н. У. Гюлев ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 86 с.

Автор д-р техн. наук, доц. Н. У. Гюлев

Рецензент

**Є. І. Куш**, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики, протокол № 2 від 31.08.2018.*

© Н. У. Гюлев, 2019

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1. Завдання ергономіки і інженерної психології на автомобільному транспорті та їх напрями.....	5
2. Методи підвищення ефективності функціонування транспортної системи міста.....	15
3. Вплив ергономіки автомобіля та зовнішнього середовища на стан водія.....	21
4. Діяльність водія та її фізіологічні засади.....	30
5. Професійно значущі властивості водія.....	35
6. Функціональний стан, працездатність і надійність водія.....	46
7. Основні поняття надійності.....	56
8. Методи оцінювання надійності систем.....	62
9. Втома водія і безпека дорожнього руху.....	66
10. Економічна та соціальна ефективність системи «людина – техніка – середовище».....	77
Список використаних джерел.....	85

## ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Ергономічність у транспортних системах міст» є формування фундаментальних знань та теоретичних засад, набуття практичних умінь пов'язаних з ергономічністю у транспортних системах міст.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Ергономічність у транспортних системах міст» є вивчення студентами основ ергономічності у транспортних системах міст на рівні вмінь, достатніх для практичної діяльності за спеціальністю; вивчення студентами основ ергономічності у транспортних системах міст на рівні знань, необхідних для опанування ними системи профільюючих дисциплін; ознайомлення студентів з основами ергономічності у транспортних системах міст на рівні уявлень, які поширюють професійний кругозір спеціаліста.

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є процес функціонування ергономічної транспортної системи міста з урахуванням людського фактору.

У відповідності до цього фахівець у логістиці повинен **знати**: основні поняття ергономіки, завдання ергономіки у транспортної системи міста, ергономічні властивості транспортних систем, аналізатори, відчуття, сприйняття та їх значення у діяльності водія. професійно значущі властивості водія, критерії оцінки працездатності, надійності, втомлюваності людини, форми втоми і механізм його виникнення; **вміти**: досліджувати вплив людини на функціонування ергономічної системи, досліджувати складові ергономічних систем, досліджувати фактор людини, оцінювати функціональний стан людини, робити висновки стосовно працездатності, надійності, втомлюваності людини-оператора, оцінювати ефективність ергономічних рішень.

Навчальний план з даної дисципліни передбачає проведення аудиторних лекційних і практичних занять, а також вимагає від студента самостійної роботи з основною та додатковою літературою, конспектом лекцій, підготовки до виконання лабораторних занять.

# 1 ЗАВДАННЯ ЕРГОНОМІКИ І ІНЖЕНЕРНОЇ ПСИХОЛОГІЇ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ ТА ЇХ НАПРЯМИ

Водій є найбільш значущим ланкою в системі ВАДС. Від його дій на 70–80 % залежить надійність роботи цієї системи. Тому при вдосконаленні конструкцій автомобілів, доріг та при створенні нової техніки завжди слід враховувати психофізіологічні та особистісні особливості і можливості людини. Вивченням цих питань займається інженерна психологія. Інженерна психологія як психологічна наука є частиною загальної психології – науки, яка вивчає закономірності психіки і психічної діяльності людини. Слово «психологія» походить від двох грецьких слів «психо» – душа і «логос» – наука. Інженерна психологія є і частиною більш загальної науки – ергономіки. Слово «ергономіка» походить від двох грецьких слів: «ергон» – робота та «номос» – закон.

Об'єктом вивчення ергономіки є система «людина – машина», а предметом – діяльність людини або групи людей з технічними засобами. Загальна мета ергономіки формулюється як єдність трьох аспектів дослідження та проектування: зручність і комфортні умови ефективної діяльності людини, а відповідно і ефективне функціонування систем «людина-машина», збереження здоров'я та розвиток особистості. У конкретному дослідженні і проектуванні той чи інший аспект може превалювати. Однак загальна мета реалізується через сукупність і взаємодоповнюваність зазначених аспектів.

Перехід від технічних систем до систем «людина-машина» пов'язаний зі створенням великих систем і розвитком системотехніки, відповідно до уявлень якої людина виступав як елемент «середовища» систем. Людина, згідно з принципами, розвиваючим в системотехніці, розглядався поряд з машинами як матеріал (бездушний) елемент, який реалізує ті чи інші функції системи або її елементів; про нього говорили як про канал зв'язку, блоці переробки інформації, передавальної функції і т.п. Проблема, з якою зіткнулися інженери, формулювалася приблизно так: без людини не можна обійтися в проектах великих систем, а з включенням його складно їх розробляти. Був знайдений не дуже оригінальний і не обтяжливий для інженерів вихід – гранично спростити людини і зробити його порівняним з технічними елементами систем. При такому «новому» повороті в інженерній діяльності, природно, не змінилися загальні уявлення про великих системах, залишилися колишніми методи і засоби їх вивчення і проектування. Завдання формулювалася гранично ясно: щоб найкращим чином вивчати і проектувати складні системи, функції людини і функції машини повинні бути описані в одних і тих же поняттях. Серед таких використовувалися технічні терміни. Був сформульований і ідеал: чим менше робить людина в системі, тим краще.

Ергономіку цікавлять не всі можливі «первинні» якості людини, машини, середовища, а лише ті, які визначаються положенням і роллю людини в системі

«людина-машина», – саме тому вони називаються людськими чинниками в техніці.

Людські фактори в техніці, що розуміються як найважливіші інтегральні характеристики системи «людина-машина», являють собою деяку суперпозицію вихідних показників або відповідно фіксовані (або динамічні) функціональні зв'язки між елементами і компонентами системи. У структурному аспекті людські фактори в техніці виступають як основні системоутворюючі елементи, або таксономічні одиниці аналізу функціональної структури системи. Однак її функціональна структура обумовлена не тільки людськими, а й організаційними, інформаційними, територіальними та іншими факторами. Тому виділення людських чинників у техніці як одиниць аналізу, тобто елементів функціональної структури системи, не виключає виділення в ній, залежно від цілей аналізу, таксономічних одиниць іншого роду.

Людські фактори в техніці не дано споконвічно. Вони являють собою шукане, яке може бути знайдено лише на основі попереднього аналізу завдань системи «людина-машина», функцій людини в ній, виду і відмінних рис його діяльності. У результаті такого аналізу визначається номенклатура людських чинників у техніці, облік яких необхідний з метою створення нормальних умов для діяльності людини та ефективного функціонування системи. Людські фактори в техніці – це структурні утворення різного ступеня складності, в цьому сенсі вони являють собою деяке тимчасове поєднання сил, здатне здійснити певне досягнення. Поняття діяльності служить і теоретичною основою наведеної вище трактування людських чинників у техніці.

Теоретичні уявлення про природу людських чинників у техніці дозволяють розгорнути структурну схему формування цілісної ергономічної характеристики системи «людина-машина», яка представляє хіба зворотний бік проблеми співвідношення експериментальних показників до критеріїв, що використовуються при проектуванні та оцінці систем «людина-машина». Ця ієрархічна динамічна структура включає кілька рівнів, кожен з яких має певну якісну специфікою, що не зводиться до механічного об'єднання її складових. Вищий рівень – ергономічність – завжди залишається ведучим, але він може реалізувати себе тільки з допомогою нижчих рівнів і в цьому від них залежить. Вищий рівень розглянутої ієрархічної структури – ергономічність системи «людина-машина» – взаємопов'язаний з критеріями продуктивності, надійності, економічності, екологічності та естетичності. Ергономічність – це цілісність ергономічних властивостей, до яких відносяться керованість, обслуговуваність, освоюваність і населеність. Перші три описують властивості системи, при яких вона органічно включається в структуру і процес діяльності людини чи групи людей з управління, обслуговування та освоєння. Відбувається це в тих випадках, коли в проект системи закладаються рішення, що створюють найкращі умови для зручного, ефективного і безпечного виконання зазначених видів діяльності. Четверте властивість – населеність – відноситься до умов функціонування системи, при яких зберігається здоров'я людей, підтримуються

нормальна динаміка їх працездатності і добре самопочуття. Одним з ефективних шляхів створення таких умов є усунення або ослаблення несприятливих факторів робочого середовища (шум, вібрація, випромінювання, загазованість тощо) у самому джерелі їх утворення в системах, машинах і устаткуванні.

Класифікація методів ергономіки має багато спільного з класифікацією методів людинознавства.

Першу групу методів умовно називають організаційними. До них відносяться методологічні засоби ергономіки, що забезпечують системний і діяльнісний підходи до дослідження та проектування. Вони виступають як інструмент інтеграції методів різних наук і сфер практичної діяльності, на стику яких виникають і вирішуються якісно нові проблеми вивчення і проектування системи «людина-машина». Характерною рисою таких досліджень і проектування є не синтез результатів, отриманих на основі незалежних досліджень, а організація такого дослідження і проектування, в ході яких використовуються у певному поєднанні принципи і методи різних дисциплін.

Другу групу методів становлять емпіричні способи отримання наукових даних. До цієї групи відносяться спостереження і самоспостереження; експериментальні процедури (лабораторний, виробничий, «формує» експерименти), діагностичні методики (різного роду тести, анкети, соціометрія, інтерв'ю та бесіди); аналіз процесів і продуктів діяльності; моделювання (предметне, математичне та т.д.).

Третю групу методів становлять різні способи кількісної та якісної обробки даних.

Нарешті, до четвертої групи методів входять різні способи інтерпретації отриманих даних у контексті цілісного опису функціонування систем «людина-машина».

Найбільш обширна друга група методів, усередині якої в залежності від цілей і характеру досліджень виділяється цілий ряд конкретних методичних процедур.

Сутність операційно-структурного опису трудової діяльності, часто званого алгоритмічним аналізом, полягає в розкладанні трудової діяльності на якісно різні складові (одиниці діяльності – дії, операції), у визначенні їх логічного зв'язку між собою, порядку проходження один за одним і обчисленні ряду показників, що мають певний психофізіологічний сенс.

У методичний арсенал ергономіки входять багато психофізіологічних методик: вимір часу реакції (простий сенсомоторної реакції, реакції вибору, реакції на рухомий об'єкт і т.д.); психофізичні методики (визначення порогів і динаміки чутливості в різних модальностях); психометричні методи дослідження перцептивних, мнемічних, когнітивних процесів і особистісних характеристик людини.

В ергономіці широке поширення одержали методи електрофізіології, що вивчає електричні явища в організмі людини при різних видах його діяльності.

Вони дозволяють оцінювати тимчасові параметри багатьох процесів, їх виразність, топографію, механізми їх регуляції і т.д.

Ергономіка об'єднує різні антропологічні науки (науки про людину) з технічними науками. Її завданням є створення умов, які роблять працю високопродуктивним і менш стомлюючим, зберігають здоров'я людини, забезпечують зручність і безпеку його роботи. Ергономіка включає в себе не тільки інженерну психологію, а й науки про організацію праці, – промислову естетику, фізіологію вищої нервової діяльності людини, гігієну праці та інші, що дозволяє їй комплексно вирішувати питання взаємодії людини і середовища в процесі його трудової діяльності.

Ергономіка зазвичай розглядає системи «людина - техніка - середовище», посилюючи, таким чином, насамперед фізіолого-гігієнічний аспект досліджень та рекомендацій. Не заперечуючи правомірності такого поняття досліджуваної системи, відзначимо лише, що в інженерній психології поняття системи «людина-техніка» (ЛТ) засновано на положенні, що будь-яка система функціонує в умовах зовнішнього середовища, здатних надавати ту чи іншу вплив на систему. Облік факторів зовнішнього середовища завжди був обов'язковим при інженерно-психологічних дослідженнях і практичних розробках систем «людина-машина».

Інженерна психологія – це наукова дисципліна, що вивчає об'єктивні закономірності процесів інформаційного взаємодії людини і техніки з метою використання їх у практиці проектування, створення та експлуатації системи «людина-машина».

Інженерна психологія – наука, що вивчає системи «ЛТ» з метою досягнення їх високої ефективності і розробляє психологічні основи:

- 1) конструювання техніки та управління технологічним процесом;
- 2) підбору людей, що володіють необхідним рівнем індивідуально-психологічних професійно-важливих якостей для роботи з технікою;
- 3) підготовки людей, що використовують в своїй трудовій діяльності складні технічні устрої.

Основними завданнями її є: пристосування техніки та умов праці до людини; пристосування людини до техніки та умов її експлуатації з урахуванням його психофізіологічних можливостей; виявлення загальних закономірностей функціонування єдиної системи людина-машина. У сучасних умовах розвитку техніки не можна розглядати машину ізольованою від людини ні в процесі її експлуатації, ні при конструюванні. Нову техніку неможливо створювати без обліку людських можливостей. Якщо при створенні нових машин не враховуються можливості людини, то це веде до зниження продуктивності праці, помилок і аварій.

Тільки з появою інженерної психології на строго науковій основі став досліджуватися людський фактор в техніці. Відомий психолог А. Н. Леонтьєв у зв'язку з цим писав: «Необхідно бачити в машині людини або, іншими словами,



описувати машину крізь призму людської діяльності». Це стало одним із принципів інженерної психології.

Завдання інженерної психології можна розглядати в теоретичному та практичному аспектах.

Теоретичні завдання інженерної психології пов'язані з вивченням людини як суб'єкта діяльності, з дослідженням інформаційної сутності всіх форм психічного відображення, психічної регуляції та психічних (психофізіологічних) станів у процесі трудової діяльності і в підготовчий період, коли здійснюються профвідбір, навчання, тренування, а також з розкриттям основних закономірностей взаємодії людини з людьми і технікою в системах «людина-техніка». В інженерно-психологічних дослідженнях, як правило, приділяється велика увага вивченню того, які психічні та фізіологічні процеси і яким чином реалізуються при обробці інформації людиною, керуючим машиною. Вивчення інформаційних систем людини, закономірностей кодування зовнішнього сигналу, формування психічного образу і його регулюючої функції становить один з головних аспектів інженерної психології.

Практичні завдання інженерної психології стосуються узгодження людини і техніки як елементів єдиної системи. Під узгодженням розуміється, по-перше, максимальне пристосування техніки до людини (за параметрами конструкції та технологічного процесу), по-друге, максимальне пристосування людини до техніки (за параметрами професійної придатності та професійної підготовленості), по-третє, раціональний розподіл функцій між людиною і автоматичними пристроями в системах «людина-техніка».

Пристосування техніки до людини повинно здійснюватися за допомогою ряду послідовних цілеспрямованих інженерно-психологічних розробок на всіх етапах проектування. В цілому вони складають суть інженерно-психологічного забезпечення проектування автоматизованих систем управління (АСУ). Інженерно-психологічне забезпечення проектування систем є в той же час і проектуванні діяльності людини. У період експлуатації техніки її пристосування до людини дуже обмежено й опиняються можливим лише при модернізації.

Пристосування техніки до людини зачіпає структур і функціональну сторони їх взаємодії.

Структурний пристосування пов'язано з організацією сенсомоторного поля в робочих зонах, з урахуванням робочого положення сидячи або стоячи. Підставами для структурного пристосування є наступні дані:

- 1) розміри і форма тіла людини та окремих його частин;
- 2) межі і характер рухів у суглобової системі;
- 3) силові характеристики м'язової системи;
- 4) поле зору;
- 5) чутливість аналізаторів.

Відповідно до зазначених даними визначаються наступні параметри техніки:

- 1) розміри і форма пульта управління та крісла;

- 2) розміри і форма панелей органів управління;
- 3) розміри і форма органів управління (маніпуляторів, педалей);
- 4) обсяг, напрям і характер рухів органів управління;
- 5) опір органів управління;
- 6) розміри і форма приладових панелей;
- 7) розміри елементів індикаційних частин приладів;
- 8) сила сигналу (візуального або слухового).

Функціональне пристосування техніки до людини зв'язано з особливостями діяльності інформаційної системи людини. Вихідними даними для вирішення питань функціонального пристосування є:

- 1) обсяг і час сприйняття;
- 2) обсяг оперативної пам'яті і тривалість зберігання інформації;
- 3) структурно-часові характеристики мислення;
- 4) особливості уваги;
- 5) особливості уявлень;
- 6) межі регулювання довільних рухів;
- 7) особливості координації рухів;
- 8) особливості взаємодії аналізаторів.

Відповідно до цього при розробці техніки визначаються наступні параметри:

- 1) кількість сигналів і частота їх надходження;
- 2) тривалість існування сигналу;
- 3) ознаки залучає ефекту сигналів;
- 4) мнемические ознаки сигналів;
- 5) ознаки відображення в сигналі істотних характеристик об'єкта - джерела інформації;
- 6) співвідношення змін індикаційних елементів і руху органів управління;
- 7) відповідність характеристик сигналів уявленням людини про реальну ситуацію, про об'єкт;
- 8) розміщення індикаторів і органів управління в відповідно до їх значимості і черговістю використання;
- 9) повнота інформаційного подання об'єкта.

Важливим питанням узгодження характеристик людини і техніки, як зазначалося вище, є пристосування людини до техніки. Воно включає в себе професійну орієнтацію, профвідбір та професійну підготовку.

Таким чином, інженерна психологія об'єднує такі дві далекі за своєю сутністю галузі наукових знань, як психологія і техніка. Як технічна наука інженерна психологія вивчає пульти управління, характер і джерела інформації, щоб визначити вимоги, які вони пред'являють до людини. Як психологічна наука інженерна психологія вивчає психічні процеси і властивості людини, з'ясовуючи, які вимоги до технічних пристроїв впливають з особливостей людського організму, тобто вирішує завдання пристосування техніки до умов праці людини та його можливостей.

Узгодження людини і техніки як елементів єдиної системи пов'язане з необхідністю вирішення питань розподілу функцій між людиною і машиною. При вирішенні цих питань встановлюється, які функції доцільніше залишити людині, а які повинні виконуватися автоматичними пристроями. Отже, і трудова діяльність людини за своєю формою і змістом, і політика автоматизації по відношенню до різних видів технічних систем будуть істотно залежати від розподілу функцій. Розподіл функцій між людиною і автоматом здійснюється зазвичай за принципом переважних можливостей.

На перших порах при впровадженні автоматичних пристроїв в широких масштабах була думка, що високий рівень автоматизації повністю усуне людини з виробничого процесу. Б. Ф. Ломов писав: «Під час «кібернетичного буму», коли мова йшла про 100% автоматизації виробництва, наявність людини в системі управління вважалося «непорозумінням», від якого слід було б найближчим часом позбутися». Однак ці спроби виявилися нереальними. Людина володіє такими якостями, які машина замінити не може.

Основними перевагами людини можна вважати:

- 1) здатність до виявлення і розпізнання сигналів в умовах високих рівнів шумів, при наявності спеціальних заходів маскування і т.п.;
- 2) можливість приймати рішення на основі узагальнення даних і знань, що відносяться до різних областей науки, техніки, виробництва;
- 3) здатність виробляти індивідуальний стиль діяльності як ефектну адаптаційну міру;
- 4) здатність знаходити нові рішення, нові способи виконання робочих (технологічних) операцій;
- 5) здатність приймати інформацію по різних сенсорних каналах, легко переходити від однієї модальності сигналів до іншої;
- 6) здатність накопичувати інформацію і використовувати накопичений досвід для вдосконалення способів роботи;
- 7) можливість використовувати для взаємодії з технічними пристроями різні індикатори і органи управління;
- 8) можливість посилювати інтерес до роботи за рахунок наявності в трудовому процесі творчого, пошукового компонента;
- 9) здатність зберігати готовність до дії в несподіваних ситуаціях;
- 10) здатність знаходити нові шляхи в несподіваних (екстремних) ситуаціях.

Основними перевагами техніки можна вважати наступні:

- 1) стабільність виконання одноманітних дій;
- 2) швидкість виконання обчислювальних операцій, прорахунку численних варіантів з метою знаходження найкращого за заданим критеріям;
- 3) великий обсяг пам'яті та швидкість вилучення необхідних даних;
- 4) швидкість і точність класифікації щодо простих сигналів при малих рівнях перешкод;

- 5) використання для передачі інформації форм енергії, до яких рецептори людини не мають специфічної чутливості (наприклад, електромагнітних коливань в діапазоні радіохвиль);
- 6) виконання операцій строго за заданими програмами і алгоритмам;
- 7) нечутливість до впливу соціального середовища;
- 8) відносна простота створення захисних (від зовнішнього середовища) пристроїв.

Правильний розподіл функцій між людиною і машиною є важливою умовою ефективності роботи всієї системи. Практика показала, що якою б не була ступінь автоматизації в будь-якій системі управління, провідна роль завжди залишається за людиною. Таким чином, технічний прогрес призвів не до витіснення людини зі сфери суспільного виробництва, а до появи нового типу людської діяльності – операторської діяльності. Оператор обслуговує систему управління, тобто здійснює прийом і переробку надходить інформації, приймає рішення і виконує необхідні керуючі дії. Ці загальні особливості характерні для діяльності операторів самих різних систем управління, що виконують різні технічні та господарські завдання.

Водій автомобіля є оператором складної системи ВАДС. Його спільним завданням є прийом і переробка інформації, що надходить, прийняття рішення та виконання керуючих дій.

Основні напрямки інженерної психології на автомобільному транспорті – це психофізіологічний, експлуатаційне, інженерно-педагогічна та конструкторське.

Психофізіологічний напрям займається виявленням і дослідженням психофізіологічних характеристик діяльності водія. Цей напрямок вивчає психофізіологічні особливості діяльності водія і їх вплив на продуктивність його роботи, розробляє заходи щодо психофізіологічного відбору і підбору водіїв, вивчає фактори, що негативно впливають на стан водіїв і їх здоров'я, розробляє рекомендації щодо попередження професійних захворювань і методики проведення передрейсових оглядів.

Експлуатаційний напрям вивчає питання працездатності водіїв у різних режимах і умовах діяльності, розробляє методи і дає рекомендації з підвищення надійності та ефективності їх діяльності.

Інженерно-педагогічний напрямок вивчає особливості формування водійських навичок і вмій, розробляє науково обґрунтовані методи навчання і тренування водіїв у різних видах їх діяльності.

Конструкторське напрям вивчає можливості людини і враховує їх при створенні нових і вдосконаленні серійних автомобілів.

Основний напрямок інженерної психології на автомобільному транспорті – це вивчення діяльності водія як оператора в системі ВАДС, яка видається більш складною, ніж інші системи людина-машина. Ця система крім людини і машини включає в себе дорогу, тобто стан дорожнього покриття, всі рухомі та нерухомі об'єкти на дорозі і внедорожньому просторі, світлофори і

дорожні знаки. У поняття «дорога» включається також середовище руху, тобто прозорість повітря, яка може бути знижена вночі, в тумані, коли йде дощ або сніг.

Основну інформацію за обсягом і значенням водій отримує від дороги і середовища руху. Характер цієї інформації швидко змінюється, вона відрізняється крайньою невизначеністю. Нерідко її обсяг і швидкість надходження перевищують дозволяють можливості нервової системи водія, в інших випадках брак інформації ускладнює прийняття правильного рішення. Ці особливості діяльності водія пред'являють дуже високі вимоги не тільки до професійної підготовки водія, але і його психофізіологічним якостям. Для правильного розуміння помилок, що допускаються водієм, необхідно враховувати його психофізіологічні особливості та умови, в яких йому доводиться працювати. Тому говорять про психофізіологічні особливості праці водія. До них можна віднести наступні:

1. Значне нервово-психічне напруження, обумовлене тим, що автомобіль є транспортним засобом підвищеної небезпеки.

2. Безперервність і дискретність. У діяльності водія ця особливість виявляється у тому, що, з одного боку, він зацікавлений якнайшвидше, без перерв і з дотриманням правил дорожнього руху доставити вантаж і пасажирів з одного пункту в інший. З іншого боку, безперервність руху постійно сповільнюється або переривається виникаючими перешкодами (іншими автомобілями, пішоходами, станом дороги, сигналами світлофорів, поганою видимістю і т.д.).

За результатами досліджень водій автомобіля в умовах інтенсивного міського руху робить 400-500 зупинок, до 2000 разів включає зчеплення передачі. На 1-му км шляху водій таксі робить у середньому 19,5 операції, а водій автобуса – 40,5 операцій. Загальна кількість трудових операцій протягом робочої зміни (6-8 годин) у водіїв таксомоторів – 5300, у водіїв автобуса – 5600. Водій автомобіля за робочий день оцінює в середньому 2000 дискретних, виробничо важливих подразників і виробляє 7000 відповідних рухів, машиніст електровоза за той же час роботи сприймає лише 1300 подразників і виробляє 1100 рухів.

3. Робота в умовах нав'язаного темпу і дефіциту часу. Ці особливості в діяльності водія виникають при водінні автомобіля на великих швидкостях, в щільному транспортному потоці і при виникненні критичних дорожніх ситуацій. Водій особливо обмежений у часі при несподіваному виникненні аварійних ситуацій, при керуванні автомобілем у великих містах і на жвавих автомагістралях. Нерідко в цих випадках тільки дуже швидкі і точні дії можуть запобігти транспортна пригода. Надійність водія при цьому забезпечується не тільки високою професійною підготовкою, а й швидкісними параметрами його психічної діяльності.

4. Постійна і високий ступінь готовності до дій при несподіваній зміні дорожньо-транспортної обстановки пред'являє особливо високі вимоги до

стійкості та інтенсивності уваги водія. Зниження готовності – одна з найбільш частих причин помилок водіїв, що ведуть до дорожньо-транспортних пригод.

5. «Роздвоєння» мислення. Одним з важливих професійних якостей водія є його здатність прогнозувати розвиток дорожньо-транспортної обстановки. Характерним при цьому є «роздвоєння» мислення, так як водій повинен одночасно прогнозувати мінімум дві дії – свої і пішохода, свої та іншого автомобіля.

6. Нерівномірність надходження інформації, яка коливається від повної відсутності значимих подразників до десятків на хвилину.

7. Невизначеність надходження інформації, яка в теорії інформації називається ентропією. Ця невизначеність виражається у відсутності у водія впевненості в тому, що в наступний момент з'явиться заздалегідь відомий елемент і виникне заздалегідь відома дорожня обстановка. Невизначеність надходження інформації призводить до несподіваного виникнення критичних дорожніх ситуацій.

8. Активний пошук відсутньої інформації при управлінні автомобілем в умовах поганої видимості (вночі, в тумані, в дощ, в снігопад).

9. Почуття високої відповідальності за життя пасажирів, збереження вантажу та автомобіля.

Крім того, водієві нерідко доводиться працювати в несприятливих умовах, що утрудняють діяльність і пред'являють до нього особливо високі вимоги. До таких умов відносяться: холод, спека, висока вологість повітря, погана видимість, незадовільний стан дороги (ожеледь, бруд, сніг), попадання відпрацьованих газів у кабінку, шум і вібрація, вплив кутових і прямолінійних прискорень.

Зазначені психофізіологічні особливості дозволяють віднести роботу водія автомобіля до найбільш складних видів людської діяльності.

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Звідки з'явився термін «ергономіка»?
2. Людські фактори в техніці.
3. У чому полягає загальна мета ергономіки?
4. Сутність поняття ергономічність.
5. Які напрямки інженерної психології на автомобільному транспорті?
6. Основні переваги людини.

## 2 МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

Метою всіх методів керування транспортними потоками є підвищення ефективності і надійності функціонування транспортної системи міста шляхом підвищення пропускної здатності всіх її елементів та гарантування безпеки дорожнього руху

В деяких дослідженнях оцінюється ступінь напруженості водія під час створення безпеки дорожнього руху та підвищення його працездатності. Було встановлено, що підвищення емоційної напруженості призводить до перевищення водієм швидкості і, як наслідок, до ймовірності виникнення ДТП. Однак у цих дослідженнях більшою мірою враховано вплив дорожніх умов під час проектування доріг і не враховано змінювання стану водія в транспортних заторах.

Також аналізується вплив транспортних заторів на психовегетативний статус водіїв громадського транспорту з урахуванням віку і стажу роботи.

Тривалість перебування в заторах оцінювалася за допомогою спеціально розробленої анкети. Психовегетативний статус оцінювали на початку і кінці робочої зміни. Вивчався самопочуття, активність, настрій, особистісна і реактивна тривожність, стан вегетативної нервової системи. Встановлено, що вираженість психовегетативних порушень у вигляді підвищення тривожності, зниження самопочуття, активності, настрою, підвищеної активності симпатичного відділу вегетативної нервової системи в кінці робочої зміни знаходиться в прямій залежності від тривалості перебування в транспортних заторах. Психоемоційне напруження у водіїв громадського транспорту при порівнянні тривалості перебування в транспортних заторах знижується зі збільшенням віку і стажу роботи.

Одним з найважливіших заходів щодо підвищення ефективності функціонування транспортної системи є підвищення пропускної здатності вулиць і доріг.

В інших дослідженнях пропонується розраховувати пропускну здатність таким чином:

$$P_{\Pi} = P_m \cdot \left[ 1 - \frac{\frac{1}{\gamma} \sqrt{\frac{k_2}{c_2} (12V_{MT}\alpha + 9\beta - 6\beta V_{MT})}}{4V_{MT}^2\alpha} \right], \quad (2.1)$$

де  $P_{\Pi}$  – практична пропускну здатність, авт./год;

$P_m$  – пропускну здатність смуги руху, авт./год;

$V_{MT}$  – максимально можлива швидкість руху автомобіля на прямій горизонтальній ділянці дороги в еталонних умовах, км/год;

$\alpha, \beta, \gamma, c_2, k_2$  – коефіцієнти.

А. А. Гаврилов пропонує оцінювати складність управління автомобілем і ймовірність виникнення ДТП шляхом порівняння інтенсивності інформаційного потоку й пропускної спроможності каналів сприйняття водія.

Під час руху інформація про дорожню обстановку, яка надходить до водія, сприймається ним як керівництво до дії і передається ним на відповідні частини автомобіля. Пропускна спроможність каналів сприйняття водія налаштовується на обумовлений особливостями доріг і метою перевезення ритм руху. Залежно від складності дорожньо-транспортної ситуації і умов руху по цих каналах пропускається потік інформації певного обсягу. Середня кількість інформації, що переробляється водієм за одиницю часу, називається пропускною спроможністю каналів сприйняття водія.

Стомлюваність водія спричиняє як знижений, так і підвищений ритм руху. У першому разі вона виникає внаслідок сенсорного голодування, у другому – через перевантаження водія великою кількістю операцій щодо аналізу дорожніх обставин та управління автомобілем.

Інтенсивність інформаційного потоку визначають так:

$$I = \frac{H(v) - H \cdot \left( v / \sigma_v^2 \right)}{T}, \quad (2.2)$$

де  $H(v)$  – ентропія системи щодо однієї фазової координати, швидкості  $v$ ;

$H \cdot \left( v / \sigma_v^2 \right)$  – ентропія системи після отримання інформації про величину

середньоквадратичних відхилень швидкості  $v$ ;

$T$  – період часу, протягом якого оцінюється величина середньоквадратичного відхилення.

Щоб оцінити ступінь складності керування автомобілем необхідно визначити пропускну спроможність водія. Вона включає в себе такий відомий вимірник психофізіологічних властивостей водія, як час реакції.

Щоб визначити пропускну спроможність через функцію часу, робиться припущення про те, що швидкість змінювання цієї спроможності пропорційна різниці між нею та інтенсивністю потоку інформації.

$$\frac{d\Pi}{dt} = \frac{1}{\theta} [I - \Pi], \quad (2.3)$$

де  $\theta$  – час перебудови режиму водіння.



Для вимірювання складності управління пропонується коефіцієнт акомодатії, що виражає ступінь відповідності швидкості надходження інформації з дороги і пропускну спроможності водія:

$$K_a = \frac{I(t)}{\Pi(t)}, \quad (2.4)$$

де  $K_a$  – коефіцієнт акомодатії;

$I(t)$  – інтенсивність інформаційного потоку від дорожніх обставин за період  $t$ ;

$\Pi(t)$  – пропускна спроможність каналу сприйняття водія за період  $t$ .

Якщо значення  $K_a$  більше за одиницю то інтенсивність надходження потоку інформації перевищує пропускну спроможність каналів сприйняття водія, а тому можлива ймовірність виникнення ДТП.

Якщо значення коефіцієнта акомодатії менше за одиницю, дорожні умови або ситуацію, наявні в момент вимірювання величини коефіцієнта, можна вважати малонебезпечними.

Незначна кількість пригод поблизу перехрестя пояснюється тим, що водій, узаховуючи закон змінювання потоку інформації на попередньому перехресті, готовий до сприйняття інформації на наступному перехресті і, налаштовується на певне зниження швидкості. З інформаційного погляду у такому разі значення  $I(t)$  і  $\Pi(t)$  повністю співпадають.

У разі наближення до перехрестя, де необхідно застосувати інший закон зниження швидкості, відмінний від застосованого на попередньому перехресті, утворюється несинхронність у значеннях  $\Pi(t)$  і  $I(t)$ . Збільшення значення  $I(t)$  призводить до появи тимчасового інтервалу з коефіцієнтом акомодатії, що перевищує одиницю. Для виявлення цієї несинхронності необхідно порівняти дві залежності  $I(t)$ : отриману внаслідок вимірювання швидкості на попередньому і на досліджуваному перехресті. Перша залежність визначає змінювання пропускну спроможності каналів сприйняття водія. Таким чином, можна аналітично підрахувати ступінь складності керування автомобілем на заданому перехресті.

Під час управління автомобілем водій постійно відчуває динамічне змінювання інформаційного поля навколо себе. Ступінь його спроможності адекватно сприймати інформацію і своєчасно реагувати на мінливу дорожню обстановку має вирішальне значення для безпеки дорожнього руху (БДР).

Сприйнята інформація трансформується в «чуттєвий образ» у центральній нервовій системі водія, який надалі перекодовується для подання, адекватного певному об'єктові. Виникле при цьому психічне зображення відтворює властивості й структуру об'єкта. У процесі осмислення водієм сприйнятої інформації, реалізується на рівні трудових процесів, важливу роль відіграє гіпотеза, суть якої полягає в тому, що за окремими, розрізненими частинами інформації, переданої за допомогою нижчих кодів (різноманітність об'єктів, явищ), визначаються вірогідні вищі коди.

Сприяманий суб'єктивний образ (психічне зображення) детермінується ставленням водія до певного об'єкта, а кількість одержуваної при цьому інформації залежить від ступеня ознайомленості з об'єктом, кількості знань про нього, загального стану й пропускної спроможності рецепторного апарату аналізаторів, а також від ступеня фонових перешкод, що виникають під час дії постійних або випадкових побічних подразників.

Приймання та оброблення інформації завершуються руховим актом водія, якій керує автомобілем.

Інформація різними каналами зв'язку передається з різною швидкістю, яка обумовлюється їхньою пропускною спроможністю. Пропускною спроможністю каналу називається максимальна швидкість, з якою канал може передавати інформацію за одиницю часу. Пропускна спроможність людини в різних дослідженнях має значні розбіжності. Наприклад, за даними Д. С. Міллера, В. Ю. Глезера, І. І. Цукермана, вона змінюється в межах від 5–6 біт/с до 50–70 біт/с.

Пропускна спроможність водія як елемента системи «людина – техніка» (ЛТ) обумовлюється різновидом розв'язуваного ним завдання, ступенем його участі в роботі системи, обсягом виведеної інформації, розміром літер, яскравістю, контрастністю, розмірами символів.

Оптимальна швидкість приймання і перероблення інформації, яка сприймається усіма рецепторами водія дорівнює 0,1–5,5 біт/с. Зменшення частоти надходження спричиняє зниження активності оператора, а збільшення – зменшує швидкість приймання й переробки інформації.

Якщо кількість об'єктів перевершує обсяг оперативної пам'яті, використовуючи циклічне сканування інформаційного поля, переходять до послідовних. У цьому разі кількість сканувань стає однаковою з кількістю градацій шкали пріоритетності, або, що таке саме, кількості класів об'єктів.

Особливої уваги потребує вивчення поведінки водія в аварійних ситуаціях. Вирішальну роль у таких ситуаціях відіграє інтервал часу, необхідний для прийняття рішення, і кількість інформації, що надходить із середовища за одиницю часу.

Поведінка водія в системі «водій – автомобіль – дорога – середовище» (ВАДС) визначається часом запізнювання, статичною і динамічною характеристиками, передавальною функцією.

Час запізнювання (латентний період) – відрізок часу, протягом якого після зовнішнього впливу вихідні характеристики водія не змінюються. Цей час витрачається на сприйняття інформації, її оброблення, прийняття рішення і передавання її виконавчим органам.

Мінімальний час запізнення  $\tau_0$  на об'єкт, що рухається, приблизно дорівнює 0,15 с.

Цей час істотно залежить від складності дорожньої ситуації, у якій водієві доводиться керувати автомобілем.

Ряд авторів у своїх дослідженнях вказують на необхідність урахування під час моделювання транспортних потоків та організації дорожнього руху людського чинника.

Пропускна здатність дороги урахуовуючи час реакції водія пропонується визначати:

$$N = \frac{3600}{t_p}, \quad (2.5)$$

де  $N$  – пропускна здатність дороги, авт./год;

3600 – кількість секунд у одній годині;

$t_p$  – час реакції водія, с.

Такий самий підхід до визначення пропускної здатності дороги прослідковується і в іншій роботі:

$$P = \frac{3600 \cdot V_0}{t_p \cdot V_0 + 2 \cdot (l_0 + l_a)}, \quad (2.6)$$

де  $P$  – пропускна здатність дороги, авт/год;

$V_0$  – швидкість руху, що відповідає максимальній інтенсивності, км/год;

$t_p$  – час реакції водія, с;

$l_0$  – безпечна відстань між автомобілем, що рухається попереду, м;

$l_a$  – довжина автомобіля, м.

Деякі автори пропонують вдосконалений метод прогнозування аварійності на регульованих перехрестях. З існуючих основних методів прогнозування аврійності (статичного, конфліктних ситуацій і потенційної небезпеки) на підставі проведеного аналізу для оптимізації рішення по організації дорожнього руху за критерієм безпеки обраний метод прогнозування по потенційної небезпеки.

У базову формулу для визначення потенційної небезпеки в конфлікті «транспорт-транспорт» введений коефіцієнт часу, що характеризує тривалість роботи об'єкта в кожному з досліджуваних режимів руху – нерегульованому, внутріфазном і міжфазному. Проведено ранжування коефіцієнтів у формулі визначення потенційної небезпеки, розроблено методику прогнозування аварійності за методом потенційної небезпеки.

Дослідниками наведено механізм виникнення ДТП, проведено детальний аналіз наслідків ДТП, зложена методика аналіз даних про аварійність, наведені показники характеризують рівень аврійності, приведена структура причин ДТП. Також наведені формули для розрахунку прогнозування числа ДТП на підставі даних про кількість ДТП за попередні роки, математичні методи обробки

статистичних даних про ДТП, заходи щодо підвищення безпеки руху. В роботі, однак, не розглянуті транспортні затори і пов'язана з цим ймовірність ДТП.

Лобанов Є. М. навів розрахункові формули для проведення оцінки безпеки руху на перехрестях вулиць і доріг в місті з урахуванням інтенсивностей транспортних і пішохідних потоків, кількості ДТП за рік на перетинах. Залежно від значення показника аварійності перетину пропонуються заходи щодо підвищення безпеки руху. З іншого боку, в роботі не розглянуто вплив транспортних заторів на надійність водія і ймовірність ДТП.

Підкреслено про необхідність врахування ролі людського фактора при організації дорожнього руху. Відзначено, що при проектуванні і експлуатації транспортної системи необхідно враховувати можливості людини при виконанні своїх обов'язків. Наведено ряд факторів, які можуть призвести до ДТП, також наведені заходи щодо підвищення безпеки дорожнього руху.

Ймовірність виникнення ДТП Р. В. Ротенберг пропонує визначати шляхом показника надійності руху. В цьому випадку ДТП розглядається як відмова одного або декількох елементів системи. Надійність пропонується визначати показником числа ДТП на 1 млн. кілометрів.

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Які існують методи підвищення ефективності функціонування транспортної системи міста?
2. Як впливає інтенсивність інформаційного потоку на діяльність водія?
3. Як визначається пропускна здатність дороги?
4. Що таке коефіцієнт акомодатії?

### 3 ВПЛИВ ЕРГОНОМІКИ АВТОМОБІЛЯ ТА ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА СТАН ВОДІЯ

Стомлення, що виникає у водія автомобіля, слід вважати комбінованим, оскільки в його роботі елементи фізичної праці поєднуються з елементами інтенсивної розумової діяльності і великим емоційним напруженням. Причому емоційне напруження домінує і є основним фактором, що визначає розвиток його стомлення.

Велике нервово-емоційне напруження водія обумовлено постійною готовністю реагувати на різні раптово виникаючі зміни дорожньої обстановки.

Додатковими причинами емоційної напруги водіїв є: швидкість руху, не відповідна швидкості потоку транспортних засобів; почуття відповідальності за збереження вантажу; безпеку пасажирів і свою власну безпеку; нерівномірність надходження інформації, яка коливається від повної відсутності значимих подразників до десятків у хвилину; часте прийняття дуже відповідальних рішень.

Стомленню сприяють незручне сидіння, низька температура повітря, часті перепади температури в кабіні автомобіля, погана видимість. Також на розвиток стомлення впливають часті зміни освітленості і недостатня освітленість дороги в темний час доби, шум, вібрація, попадання в кабіну парів бензину або відпрацьованих газів. Стомлення викликається зміною функціонального стану водія. Ергономічні характеристики автомобіля впливають на зміну функціонального стану водія.

З метою оцінки впливу ергономічних характеристик автомобіля на функціональний стан водія були проведені експериментальні дослідження-слідкування, які полягали у проїзді водія по одному і тому ж маршруту в ранковий період «пік» в різні дні на різних по класу автомобілях (порівнювалися автомобілі Skoda Superb 2008 випуску та автомобіль ВАЗ 2104 1988 року випуску). При цьому відбувалася постійна реєстрація електрокардіограми водія для оцінки його функціонального стану. Функціональний стан оцінювалася показником активності регуляторних систем організму за методом проф. Баєвського Р.М.

Результати деяких досліджень наведені на рисунку 3.1.

Довжина маршруту була підібрана таким чином, щоб водій виявився в трьох різних транспортних заторах. При цьому для порівняння та аналізу були допущені ті випадки проїзду, при яких початкові значення показників активності регуляторних систем були однакові.

Як видно з рисунка, функціональний стан водія при проїзді на автомобілі Skoda Superb значно поліпшується, ніж при їзді на автомобілі ВАЗ 2104. Різниця в зміні функціонального стану в кінці поїздки становить 1,2 бала. Це свідчать про те, що при поїздки на автомобілі з кращими ергономічними характеристиками, стомлення розвивається в меншій мірі. При знаходженні водія в транспортних

заторах тип і клас автомобіля не надає особливого впливу на його функціональний стан.

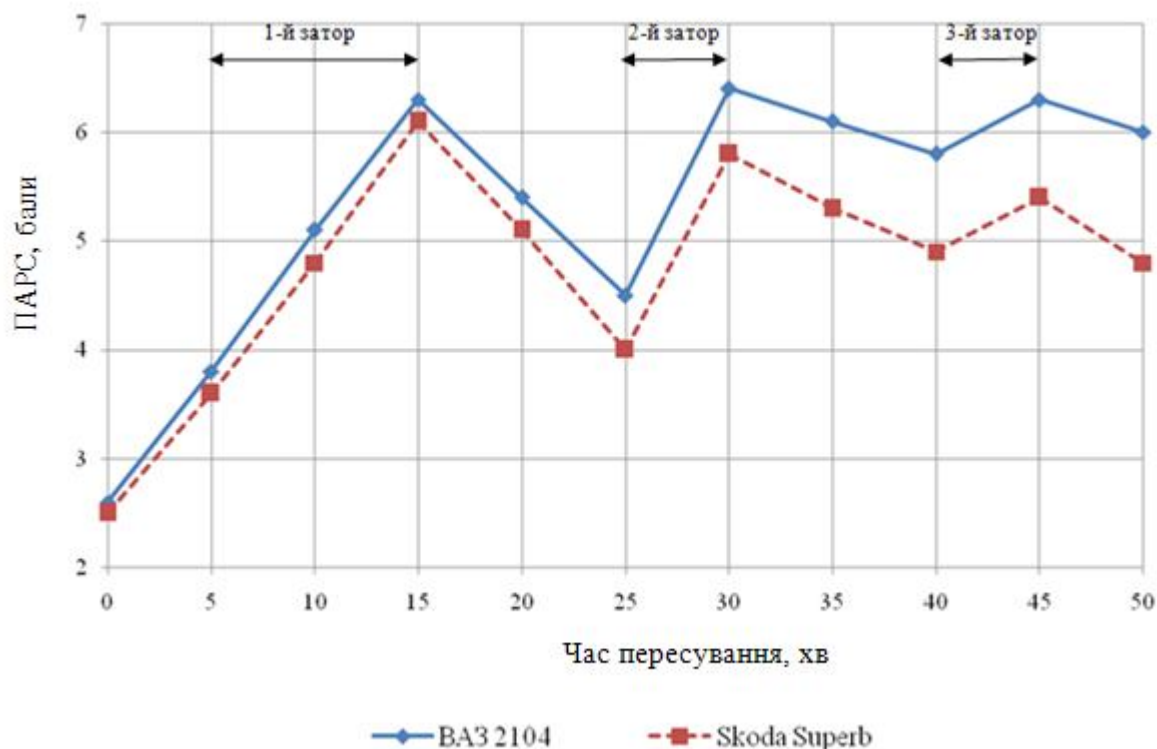


Рисунок 3.1 – Зміна функціонального стану одного і того саме водія під час пересування на автомобілях різних марок

Зовнішнє середовище впливає на точнісні і тимчасові показники діяльності водія. Зазначені показники залежать, зокрема, від температури, тиску і вологості навколишнього повітря, освітленості робочого місця, шуму, вібрацій, варіацій енергетичних характеристик сприймаються сигналів і цілого ряду інших факторів, що відбивають специфіку конкретної системи ЧТ. Кожен з цих факторів впливає на один або кілька аналізаторів людини, наприклад слуховий, зоровий, вестибулярний, і через них на організм в цілому. Під впливом параметрів газоповітряної середовища змінюється мова людини.

До основних чинників, що створює дискомфортні умови і негативно впливає на працездатність людини, можна віднести підвищену або знижену температуру повітря, енергію випромінювання іноді в поєднанні з високою вологістю та інтенсивним рухом повітря. Патогенетичним механізмом, що визначає всю картину зміни станів людини при зазначених дискомфортних умовах, є зміна теплообміну і виникає в зв'язку з цим охолодження або перегрівання організму.

Для більшості людей комфортними вважаються умови при температурі навколишнього середовища приблизно 20–22 °С, вологості в межах 30–60 % і швидкості руху повітря не більше 0,2 м/с. Температура повітря в поверхні, на якій знаходяться ступні ніг, і на рівні голови не повинна відрізнятися більш

ніж на 5 °С, а максимальна температура на робочому місці не повинна перевищувати 29 °С.

По відношенню до навколишнього середовища автомобіль є одним з найбільш потужних джерел її забруднення отруйними речовинами відпрацьованих газів.

Світовий парк автомобілів постійно збільшується. Автомобільний транспорт світу щорічно витрачає понад 600 млн. т нафтового палива. Легковий автомобіль за 1–1,5 тис. км пробігу споживає річну норму кисню однієї людини. Двигун автомобіля використовує в 45 разів більше кисню, ніж це необхідно одній людині.

У США 60 % усіх забруднень повітря виходять від автомобілів; в Нью-Йорку, Лос-Анджелесі, Токіо і багатьох інших містах світу цей показник досягає 90 %.

Рівень забруднення атмосферного повітря залежить від якісного та кількісного складу відпрацьованих газів, типу двигуна, технологічного стану, потужності, режиму роботи, виду застосовуваного палива.

На частку бензинових двигунів в порівнянні з іншими доводиться 97–99 % викидів оксиду вуглецю і вуглеводнів, а також 88 % оксидів азоту.

Оксид вуглецю (СО) є безбарвний газ, який не має запаху, легший за повітря, СО – продукт неповного згоряння при роботі бензинового двигуна на збагачених паливо-повітряних сумішах. Оксид вуглецю, не впливаючи на тканину організму, впливає на центральну нервову систему і викликає хвороби серця. В організмі людини він вступає в реакцію з гемоглобіном крові, замінює в ньому кисень і утворює карбоксигемоглобін, який надає шкідливий вплив на червоні кров'яні кульки і призводить до серцево-судинних захворювань. Допустима концентрація карбоксигемоглобіну в крові – 1 %.

При пробігу автомобілів більше 100 тис. км в двигунах значно зношується поршнева група. Внаслідок цього відпрацьовані гази потрапляють в картер двигуна і через маслосливну горловину проникають у підкапотний простір. Тому в повітрі кабін автомобілів зі зношеними двигунами концентрація оксиду вуглецю значно підвищується, особливо взимку, коли рідко відкриваються вікна.

Особливо велика небезпека отруєння окисом вуглецю при роботі двигуна в закритих приміщеннях. У невеликих гаражах вже через 5 хв роботи двигуна можуть створюватися смертельні концентрації СО. Були випадки отруєння при повільному русі автомобілів великими щільними колонами. Небезпечний сон або тривалий відпочинок в кабіні автомобіля під час роботи двигуна.

При легкому ступені гострого отруєння виникає загальна слабкість, головний біль, потемніння в очах, зниження слуху, запаморочення. Надалі розвивається стан збудження, що нагадує алкогольне сп'яніння. Зміст відпрацьованих газів у повітрі пов'язане зі швидкістю руху автомобіля. За даними досліджень, при русі автомобілів ЗІЛ-ММЗ-555 (з пробігом 106–130 тис. км) з вантажем на автомобільній дорозі з твердим покриттям зі швидкістю 35 км/год

концентрація CO в повітрі кабіни досягає 125 мг/м<sup>3</sup>. Гранично допустима концентрація CO для повітря робочих приміщень – 30 мг/ м<sup>3</sup>. З підвищенням швидкості до 50–60 км/год концентрація CO знижувалася протягом 10–15 хв до 25 мг/ м<sup>3</sup>. Це пояснюється підвищенням повітрообміну в кабіні автомобіля і швидким винесенням зустрічним потоком повітря відпрацьованих газів при виході їх з глушників. Найбільша кількість шкідливих домішок, у тому числі і CO, міститься у відпрацьованих газах при роботі двигуна на холостому ході, особливо якщо двигун несправний. У цьому випадку концентрація CO в повітряному середовищі кабіни автомобіля збільшується у кілька разів і може досягати 625 мг/м<sup>3</sup>.

Оксиди азоту (NO<sub>x</sub>) виходять в результаті термічної оборотної реакції окислення азоту повітря при високих температурах і тиску в циліндрах двигуна. Збільшенню виходу оксидів азоту з двигуна сприяють підвищення максимальної температури робочого циклу і надлишок кисню. У міру охолодження відпрацьованих газів і розбавлення їх повітрям оксид азоту окислюється далі.

Оксиди азоту руйнують легені людини. Це пояснюється утворенням в органах дихання азотної і азотистої кислот при взаємодії цих газів з водою. Оксиди азоту відіграють основну роль в утворенні фотохімічного туману в атмосферному повітрі. Причиною утворення такого туману є хімічні реакції, що відбуваються в атмосфері. Діоксид азоту, що виділяється працюючим двигуном, під дією сонячних променів розпадається на оксид азоту та атомарний кисень, які, з'єднуючись з киснем повітря, знову утворюють діоксид азоту і озон. Озон, вступаючи в хімічну реакцію з неграничними вуглеводнями, утворює оксиданти, які подразнюють слизові оболонки та органи дихання людини, викликають симптоми задухи, загострюють легеневі і різні хронічні захворювання, призводять до смертельного результату.

Свинець (Pb) входить до складу етилової рідини, що застосовується в якості антидетонатора. Сполуки свинцю застосовуються для підвищення октанового числа бензину, що забезпечує отримання високих і економічних показників бензинових двигунів. Близько 70 % міститься в бензині свинцю викидається в атмосферу, з них 30 % осідає на поверхні землі, а 40% знаходиться в повітрі у зваженому стані. Поблизу автомобільних доріг може затримуватися до 50 % усього свинцю, що потрапляє в повітря з різних забруднюючих джерел. Один автомобіль виділяє в атмосферу в середньому 1 кг свинцю в рік. Перебуваючи в організмі людини в підвищених кількостях, свинець вражає всі органи і системи.

Найбільш прийнятним для зниження шкідливих викидів є вдосконалення існуючого двигуна внутрішнього згорання. Викид токсичних речовин помітно знижується при поліпшенні процесу згорання палива. З цією метою в нього додають спеціальні присадки, застосовують форкамерно-смолоскипна запалювання, а також запалювання іскрою підвищеної енергії, використовують регулятор розрядження. У системі випуску токсичні речовини відпрацьованих



газів нейтралізують за допомогою рідинних, полум'яних, каталітичних, термокаталітичних і комбінованих нейтралізаторів.

Найбільш небезпечними з медичної точки зору є оксиди азоту. Але для комплексної оцінки шкідливого впливу будь-якого токсичного речовини на навколишнє середовище необхідно знати кількість цього компонента, що виділяється при згорянні палива. Викид оксиду вуглецю приблизно в 20 разів перевищує викид оксиду азоту. Зрозуміло, у вдихуваному повітрі також буде більше оксиду вуглецю в порівнянні з іншими токсичними компонентами.

У таблиці 3.1 представлені значення показника впливу токсичного компонента відпрацьованих газів на організм людини.

Таблиця 3.1 – Склад відпрацьованих газів автомобіля

Шкідлива речовина	Середній вміст у відпрацьованих, г/кг	Мінімально припустима концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Показник впливу
Оксид вуглецю	25,3	1	0,61
Вуглеводні	4,45	1,5	0,072
Оксиди азоту	1,31	0,1	0,317

В даний час на частку автотранспорту у великих містах припадає 60 – 90% викидів оксиду вуглецю. Тому поняття «забруднення навколишнього середовища автотранспортом» часто ототожнюється з поняттям «забруднення навколишнього середовища оксидом вуглецю».

Найбільш поширеним методом дослідження забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами є вимірювання концентрації оксиду вуглецю в атмосферному повітрі. Однак реальне забруднення навколишнього середовища автомобілями найбільш повно відображає масовий викид ними оксиду вуглецю.

Гострі і хронічні зміни функціонального стану людини відбуваються під впливом хімічних факторів. При постійному впливі можуть виникнути неспецифічні зміни, пов'язані з низкою розладів нервової системи, появою різноманітних суб'єктивних симптомів у вигляді болю, дратівливості, порушення сну і т. п. При такому стані неминуче значне зниження ефективності трудової діяльності, особливо в другу половину робочої зміни.

Значний вплив на працездатність людини надає шум, який може викликати функціональні зміни в організмі і професійні ураження органів слуху. Шкідливий вплив шуму істотно позначається на реакції працюючої людини, веде до послаблення його уваги.

Шум впливає на загальний психічний стан людини, викликає відчуття поганого самопочуття, обмеженості, тривоги і невпевненості. Шум є одним з головних факторів стомлюваності і може призвести до зниження працездатності людини і збільшення випадків травматизму.

Шум – сукупність звуків. Звукова хвиля характеризується звуковим тиском  $P$ , швидкістю поширення  $c$ , інтенсивністю  $I$ . Під звуковим тиском увазі тиск, який додатково виникає при проходженні звукової хвилі в рідкому або газоподібному середовищі.

Під інтенсивністю звукової хвилі увазі енергію, переноситься звуковою хвилею через одиничну площадку, перпендикулярну до напрямку поширення хвилі, в одиницю часу.

Інтенсивність звуку залежить від амплітуди коливань  $A$ , швидкості розповсюдження звукової хвилі і щільності середовища  $\rho$  :

$$I = \frac{A^2}{c\rho}. \quad (3.1)$$

У технічній акустиці силу звуку часто оцінюють не в абсолютних, а у відносних одиницях логарифмічних (белах і децибелах). В даний час у всіх країнах як одиниця виміру загального шуму (всі діапазони частоти) прийнятий децибел –  $A$  (дБА), тобто одиниця виміру шуму, відповідного денний чутливості вуха, за шкалою  $A$ . Рівень сили звуку (рівень шуму) визначається за формулою:

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \quad (3.2)$$

де  $I_0$  – інтенсивність шуму, яка задовольняє умовного нульового рівня (для частоти 1000 Гц  $I_0=10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>).

Вухо людини сприймає звуки, рівень сили яких розташований у межах 0 ... 140 дБА над пороговим нульовим шумом, причому верхня межа відповідає порогу відчуття болю.

Транспортний шум особливо гостро сприймає міське населення. Розвиток ділової активності в містах супроводжується збільшенням руху. Як наслідок, транспортний шум безупинно зростає. Впливаючи на сон, на професійну і приватну діяльність городян, шум викликає в них майже постійні і зростаючі дратівливості і втому. З плином часу ці обставини роблять негативний вплив на здоров'я міського населення: викликають захворювання серцево-судинної, центральної і вегетативної нервової системи, багато шлункові захворювання. Для багатьох людей шум є причиною нервових розладів, головного болю, звуження судин з підвищенням кров'яного тиску, збліднення шкіри, підвищення адреналіну в крові, м'язової напруги. Під впливом шуму погіршується здатність до оцінки рельєфу і дистанції. Слабшає чутливість сутінкового зору, зменшується поле зору, спотворюється сприйняття кольорів, зокрема червоного. Може спостерігатися і ілюзорне переміщення предметів у просторі. Подібні розлади зору виникають при рівні шуму більше 85–90 дБА. На думку французьких дослідників, рівень шуму в кабіні або салоні автомобіля не повинен перевищувати 80 дБА.

Боротьба з шумом включає заходи в галузі містобудування та архітектури, дорожнього будівництва, організації дорожнього руху і конструювання автомобілів. В цілому їх можна підрозділити на заходи щодо зниження емісії шуму і заходи з обмеження поширення шуму.

Так, наприклад, вимога до водія, щоб при русі в місті частота обертання колінчастого вала не перевищувала 2700 об/хв, призвело до того, що рівень шуму двигуна був зменшений у середньому на 3 дБА, а його «пікове» значення – на 7 дБА. Водій транспортного засобу при сталій швидкості може істотно впливати на рівень шуму, що забезпечує вибір відповідної передачі (рис. 3.2). Для зниження шуму водієві варто можливо раніше переходити на вищу передачу і забезпечувати роботу двигуна на помірних оборотах.

Ряд заходів щодо зниження рівня транспортного шуму відноситься до сфери організації та регулювання дорожнього руху. Реалізовувати подібні заходи зручно за допомогою автоматичних та телемеханічних систем. Скоротити затримки в русі транспортних засобів, а одночасно знизити і рівень шуму можна за допомогою системи координованого управління рухом.

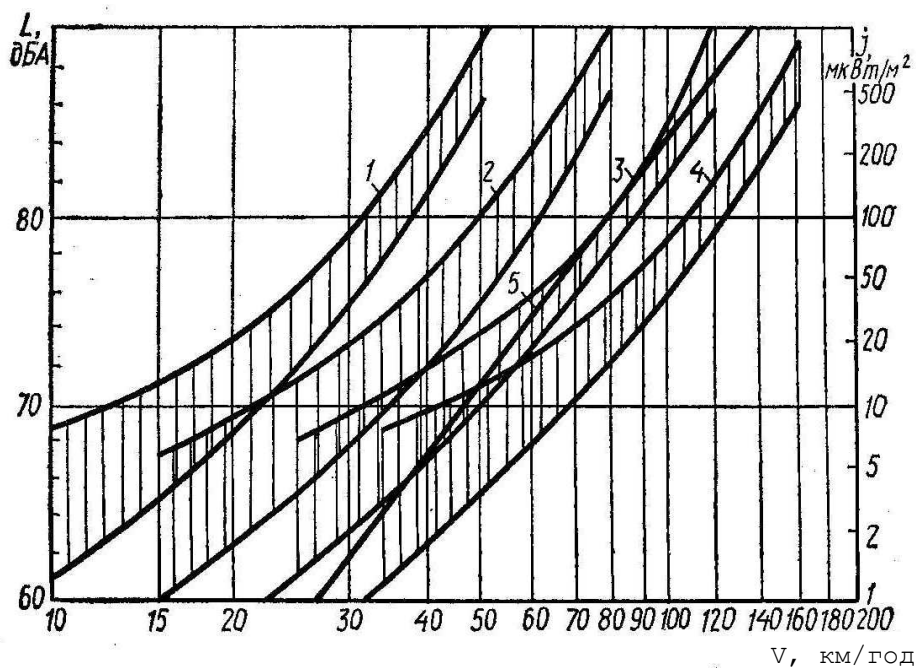


Рисунок 3.2 – Рівні шуму при русі транспортного засобу на різних передачах:  
 1 – перша передача, 2 – друга передача, 3 – третя передача,  
 4 – четверта передача, 5 – рівень шуму від кочення коліс

У випадках, коли крім шуму на людину діють інші несприятливі фактори, гранично допустимі рівні шуму повинні бути нижче. Наприклад, у осіб, що працюють на тлі шуму в середовищі з підвищеною температурою або при напруженій увазі, частіше спостерігається розвиток гіпертонічної хвороби, ніж у працюючих при такому ж шумі без високих температур і напруженої уваги або без шуму, але за наявності зазначених факторів. Комбінований вплив

підвищених рівнів акустичних шумів і високих температур негативно впливає на точність роботи людини.

Якщо одночасно з шумом з'являється вібрація, то шкідливий їх вплив на організм людини посилюється. Вібрація з великою частотою і малої амплітудою надає найбільш несприятливий вплив на людину, викликаючи головні болі, втома, напруга зору. Під дією на організм загальної вібрації (вібрації робочих місць) дуже скоро настає сонливість і апатія, а в певних випадках можуть відбутися зміни в організмі людини, які називаються вібраційною хворобою. При поштовхах і трясці точність і координація рухових реакцій погіршуються. У професійній діяльності з'являються помилки неспецифічного характеру, обумовлені в основному помилками сприйняття та виконання робочих команд. При впливі коливань з малою частотою і великою амплітудою також відзначаються порушення трудової діяльності.

Вібрація обладнання робочих місць не повинна створювати загальної вібрації, інтенсивність якої перевищувала б 90–100 дБ на частотах 0–4 Гц і 95 дБ на частотах вище 4 Гц.

До числа несприятливих факторів зовнішнього середовища відносяться електромагнітні поля надвисоких частот, вплив яких на людину може викликати функціональні зрушення в організмі: швидку стомлюваність, головні болі, дратівливість, порушення сну, стомлення зору і т.д.

Вплив на людину зовнішнього середовища і різних внутрішніх факторів у загальному вигляді може бути описано функцією:

$$\psi = \psi(x_1, x_2, \dots, x_m, F, \Omega F), \quad (3.3)$$

де  $x_1, x_2, \dots, x_m$  – фактори зовнішнього середовища, наприклад атмосферний тиск температура навколишнього повітря і його вологість, гравітація, радіація та ін.;

$F$  – емоційний фон;

$\Omega$  – внутрішні «шуми» в нервовій системі людини.

Функція  $\Psi$  є комплексний поправочний коефіцієнт, що зв'язує стан людини при впливі різних несприятливих чинників з його станом при відсутності таких. За рахунок перебудови параметрів внутрішньої сфери організму відбувається компенсація впливу на нього зовнішніх чинників. Зміною внутрішніх параметрів організм знаходить стійкий стан, і функція  $\Psi$  залишається постійною. Проте такий стан організму зберігається лише до певних значень параметрів  $x_1, x_2, \dots, x_m$  зовнішнього середовища. Якщо ж останні виявилися вище деякого допустимого рівня, то якість роботи людини в системі ЛТ починає погіршуватися, чому відповідає зменшення значень функції  $\Psi$ .

Можливі різні випадки впливу факторів  $x_1, x_2 \dots \dots, x_m$  на якість діяльності людини (зокрема, на продуктивність праці):

1) усі фактори мають однаковий «вага» і діють в одному напрямку (збільшують або зменшують продуктивність праці);

2) фактори мають неоднаковий «вагу», але діють в одному напрямку; якщо з їх числа виділити домінуючі, то їхній вплив на продуктивність праці можна розрахувати методом парної кореляції;

3) чинники з різними «вагами» діють не в одному напрямку; для досліджень у цьому випадку застосовні методи множинної кореляції.

В умовах комплексного впливу факторів зовнішнього середовища їх вплив на якість діяльності людини зазвичай досліджують методами багатофакторних інженерно-психологічних експериментів. До таких методів можна віднести, наприклад, метод планування, проведення та обробки результатів експерименту з дослідження комплексного впливу факторів зовнішнього середовища на продуктивність людини-оператора в умовах неоднорідностей з урахуванням тимчасового дрейфу [149]. Відповідно до цього методу дослідження продуктивності праці оператора в залежності від впливу основних факторів зовнішнього середовища полягає в знаходженні аналітичної залежності показника продуктивності від температури, освітленості робочого місця та виробничого шуму. У моделі, що реалізує запропонований метод, час  $t$  включається на рівних правах з факторами зовнішнього середовища  $x_i$ .

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Які ставляться вимоги до робочого місця водія?
2. Які характеристики параметрів мікроклімату в кабіні водія?
3. Як впливають фактори навколишнього середовища на стан водія?
4. У чому проявляється негативний вплив вібрації та шуму на організм водія?
5. У чому полягає вплив ергономічних характеристик автомобіля на функціональний стан водія?

## 4 ДІЯЛЬНІСТЬ ВОДІЯ ТА ЇЇ ФІЗІОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ

З точки зору психофізіології особистість – це сукупність індивідуально виражених психічних і фізичних, вроджених і набутих властивостей людини. Для правильного розуміння дій і вчинків водіїв у складних дорожніх умовах, для розробки науково обґрунтованих методів їх виховання і навчання необхідно не тільки вивчення окремих психічних якостей (уваги, мислення, сенсомоторних реакцій і т.д.), які характеризують людину, а й основні особистісні властивості кожного водія. До цих властивостей відносяться: потреби, спрямованість, інтереси, здібності, темперамент і характер.

Потребами називаються психічні стани, пережиті людиною, коли він відчуває потребу в чому-небудь. Потреби діляться на матеріальні (потреби в одязі, їжі, житло тощо) і духовні (потреби в праці, спілкуванні з людьми, придбанні знань, естетичні потреби тощо).

Спрямованість особистості – сукупність поглядів і переконань людини, які стали керівними у його діяльності. Спрямованість включає спонукання людини, що визначають його активність і виборче ставлення до людей і роботі.

Під інтересами розуміють відношення людини до предметів, явищ життя, яке характеризується позитивною емоційною забарвленістю і прагненням пізнати ці предмети і явища, опанувати ними. Інтереси людей розрізняють за спрямованістю, за їх широті і стійкості. Інтереси властиві всім людям, але це не означає, що інтереси всіх людей однакові. Навпаки, перше, що розрізняє людей – це спрямованість їхніх інтересів, тобто кінцеві цілі, які переслідуються інтересами.

Здібності – це індивідуальні особливості психіки, від яких, залежить успішність будь-якої діяльності. Здібності людини не вроджені, уродженими є задатки. Розвиток же задатків залежить від умов життя, навчання та виховання. Задатки людей зазвичай виявляються рано. Людині здатному легше вчитися, опанувати тими чи іншими видами діяльності. Проте і з меншими здібностями можна добитися успіху за рахунок працьовитості і компенсації відсутніх якостей іншими. Так, наприклад, уповільнені реакції, емоційна нестійкість, легка відволікаємість уваги є якостями, що утрудняють діяльність водія. Ці недоліки можуть бути компенсовані підвищеною напругою уваги, вольовим зусиллям, своєчасним і точним прогнозуванням розвитку дорожньої обстановки. Шляхом наполегливої тренування водій може зменшити час реакцій, виробити велику емоційну стійкість і підвищити якість уваги.

Здібності людини до професійної діяльності водія автомобіля в основному визначаються наступними якостями:

- 1) хороший фізичний розвиток, витривалість, достатня спритність і хороша координація рухів;
- 2) легкість формування рухових навичок;
- 3) високий ступінь розвитку органів почуттів, особливо органів зору та суглобово-м'язового почуття;

- 4) швидкість і точність сенсомоторних реакцій;
- 5) швидкість і точність визначення швидкості руху і просторових відносин;
- 6) гарне розподіл, швидка перемикаємість і висока стійкість уваги;
- 7) хороша зорова і оперативна пам'ять, висока готовність пам'яті;
- 8) наполегливість, рішучість, сміливість, терпіння;
- 9) технічне мислення, інтерес до професійної діяльності;
- 10) емоційна стійкість, самовладання, дисциплінованість;
- 11) ініціативність, кмітливість.

Люди відрізняються один від одного не тільки за спрямованістю, інтересам, здібностям, але і за темпераментом. Одні – живі, енергійні, рухливі, тоді як інші – мляві, повільні, малорухомі. Ці індивідуальні особливості є зовнішнім виразом темпераменту людини.

Темперамент – це психічне властивість особистості, що характеризується динамікою протікання психічних процесів. Розрізняють чотири основних темпераменту: сангвінік, холерик, флегматик, меланхолік.

Сангвінік – людина швидкий, рухливий, швидко переключається від однієї справи до іншого, з швидкою зміною настроїв, які не залишають у його свідомості глибокого сліду. Змінюються емоційні стани відбиваються в міміці, жестах. Сангвінік має швидкої кмітливості і здатний виконувати завдання, якщо вони не дуже важкі. Сангвінік у відносини з людьми має високу комунікабельністю, налаштований оптимістично, але покvapливий у прийнятті рішень.

Холерик володіє сильними і швидкими психічними реакціями, легко збуджується від дії зовнішніх подразників, внутрішні почуття і переживання найчастіше мають яскраве зовнішній прояв. Холерик нестриманий, запальний. Емоції виявляються бурхливо і яскраво. Почуття такої людини охоплюють цілком і залишають після себе глибокий слід. Холерик володіє великою енергією і активністю. У порівнянні з іншими типами нервової системи даний тип менш схильний страху, рішучий, ініціативний, діє з великим емоційним підйомом.

Флегматик – людина повільний, врівноважений, спокійний, зміна настрою відбувається повільно, зовнішнє вираження переживань слабке. Флегматик стійкий до зовнішніх подразників, з малоактивною мімікою, жестами невиразними, повільної промовою. Представники даного типу нервової системи довго обдумують майбутні дії, рідко і насилу перемикаються на інший вид діяльності.

Меланхолік найменш стійкий тип нервової системи зі слабкими нервовими процесами, для якого характерна повільна зміна настрою. Характеризується одноманітністю почуттів, які часто знаходять зовнішній прояв. Часто нестриманий і нерідко замкнений. Відрізняється низькою товариськістю і нерішучістю дій, млявістю і пасивністю.

У чистому вигляді темпераменти зустрічаються дуже рідко. Людина, як правило, поєднує в собі ряд рис характерних для кількох темпераментів. Темперамент впливає на темпи протікання психічних процесів і проявляється в поведінці, вчинках і діях людей. Темперамент людини залежить від типу вищої нервової діяльності і визначається, врівноваженістю і рухливістю двох нервових процесів – роздратованого і гальмівного.

Сила нервової системи людини виражається у здатності протистояти високим психічним і фізичним навантаженням.

Врівноваженість водія виражається в співвідношенні сил роздратування і збудження, що обумовлює його стійкість настрою. При цьому відсутня підвищена дратівливість.

Рухливість нервових процесів характеризує легкість переходу від стану збудження до стану гальмування, і навпаки, а також можливість вільного переключення між різними видами діяльності та швидка пристосованість до нових обставин.

У сангвініка нервові процеси сильні, рухливі та врівноважені. У холерика – сильні, рухливі, але не врівноважені. У флегматика – сильні, врівноважені, інертні. У меланхоліка нервові процеси слабкі, не врівноважені, можуть бути рухомі або інертні.

Сангвінік краще проявляє себе в умовах міського руху, але недостатньо стійкий до дії монотонних подразників. Є ймовірність засипання за кермом при русі на довгі дистанції при одноманітному ландшафті.

Холерик активний, але недостатньо стриманий, тому він швидко стомлюється, що знижує його надійність при тривалих поїздках.

Флегматик врівноважений і спокійний. Його висока витривалість до монотонним подразників робить його придатним до далеких рейсів.

Меланхолікові характерна нерішучість, розгубленість у складній обстановці, тому він найменш придатний для діяльності водія.

Важливою рисою особистості є характер. Характер – це сукупність найбільш стійких психічних рис особистості даної людини, що виявляються в його вчинках та діях.

Характер формується в діяльності людини, в процесі його навчання і виховання. Однак не можна заперечувати і значення темпераменту у формуванні характеру. Легше формувати характер в осіб сангвінічного темпераменту, в основі якого лежить сильний тип нервової діяльності з високою рухливістю нервових процесів. Важче формувати характер у флегматика, протікання нервових процесів якого відрізняється малою рухливістю. Необхідно також враховувати, що при одному і тому ж характері людей холеричного темпераменту буде вести себе інакше, ніж сангвінік або меланхолік. Тому характер є «сплавом» вроджених і набутих форм поведінки, але вирішальна роль у формуванні характеру завжди належить вихованню та навчанню.

Стійкі психічні властивості чи риси характеру дозволяють певною мірою передбачати поведінку людини в різних життєвих ситуаціях, зокрема



прогнозувати дії і вчинки водіїв в процесі керування автомобілем, що має враховуватися при навчанні та підборі водіїв до різних видів професійної діяльності.

Риси характеру, яким надається таке велике значення, можна розділити на чотири групи.

Перша група висловлює найбільш загальне ставлення людини до суспільних явищ і подій: принциповість або безпринципність, оптимізм чи песимізм.

Друга група визначає ставлення людини до інших людей: товариськість або замкнутість, відвертість або скритність, чуйність чи черствість, довірливість або підозрілість.

Третя група – це риси характеру, які виражають ставлення людини до праці: працьовитість або лінощі, кратність або недбалість, ініціатива або відсталість, прагнення подолати труднощі або боязнь їх.

Четверта група – риси характеру, що визначають ставлення людини до себе: висока вимогливість або самозаспокоєність, сором'язливість чи хизування, самокритичність або зазнайство, скромність або зарозумілість, егоїзм або альтруїзм.

Характер людини багатогранний, але не являє собою просту суму окремих психічних рис. Ці риси перебувають у складному поєднанні, деякі з них є провідними. Провідні риси характеру впливають не тільки на вибір людиною професії, а й на те, як він виконує свою роботу.

Характеристики нервових процесів (сила процесів збудження й гальмування, їхня врівноваженість, рухливість, динамічність і лабільність) обумовлюють професійну діяльність у будь-якій галузі, хоча різні професії потребують прояву різних властивостей, і категоричність цих вимог різна. Індивідуально-типологічні особливості мало змінюються протягом професійної діяльності і належать до найбільш стабільних властивостей. Різні типи вищої нервової діяльності необхідно розглядати не як різні ступені досконалості нервової діяльності, а як «різні способи урівноважування організму із середовищем».

Базовими для роботи оператора будь-якої системи є так звані інформаційні моделі. Інформаційна модель – це сукупність поточної інформації, що дає оператору цілісне уявлення про стан об'єкта управління та зовнішнього середовища. Інформаційною моделлю для водія автомобіля є сукупність інформації про стан дороги, середовища руху й автомобіля, на підставі якої він створює цілісне уявлення про стан свого автомобіля в системі ЛТС у певний момент.

Найважлившу інформацію водій автомобіля отримує у вигляді реальних образів від дороги, середовища, руху автомобіля і лише незначну частину – за допомогою показів контрольних приладів. Лише невелика частина інформації, отримана таким чином, потребує декодування. На підставі всієї інформації, отриманої водієм, формується інформаційна модель, яка відображає стан

автомобіля в певній дорожній обстановці протягом відповідного відрізка часу. Інформацію оцінюють, зіставляючи її з концептуальною моделлю ситуацій. Концептуальна модель становить собою узагальнене уявлення про способи вирішення завдань керування в разі зміни стану об'єкта, можливі порушення, відмови, аварії тощо. Концептуальна модель – це уявний образ дій водія під час керування автомобілем на найближчий час. Дані, відображені в інформаційній моделі, доповнюються необхідними відомостями з минулого досвіду, що в сукупності і призводить до формування концептуальної моделі, якою водій керується в разі прийнятті рішень та виконання необхідних керівних дій.

У формуванні концептуальної моделі велику роль відіграють не тільки безпосереднє сприйняття об'єктів, ситуацій тощо, а й створені людством знакові системи (мова, карти, креслення та ін.). Людина, що володіє методами роботи зі знаками та знаковими системами, може порівняно легко сформувати концептуальну модель тієї чи іншої ситуації, навіть у тому разі, якщо вона її ніколи не сприймала. Водночас знакові системи, що використовуються в процесі керування, є надійним засобом збереження та уточнення концептуальної моделі.

Для безпеки дорожнього руху велике значення має здатність водія передбачати змінювання дорожньої обстановки, щоб мати можливість за допомогою відповідних цілеспрямованих дій попередити виникнення небезпечних ситуацій. Таке передбачення майбутнього перебігу подій називають прогнозуванням. Здатність до прогнозування свідчить про високий рівень майстерності водія. Прогнозування є можливим, оскільки в корі головного мозку постійно відбувається процес створення концептуальних моделей.

Найраціональнішим способом є передавання інформації такими частинами, кожна з яких не перевищувала б можливостей людини щодо її приймання, а всі разом вони забезпечували б необхідну повноту відображення.

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Розкрийте основні особистісні властивості водія.
2. У чому полягає механізм формування темпераменту?
3. На які групи поділяються риси характеру?
4. У чому полягає сутність концептуальної моделі ситуацій?

## 5 ПРОФЕСІЙНО ЗНАЧУЩІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДІЯ

У всяку трудову діяльність так чи інакше включена система дій. У різних видах праці дії мають різний характер, проте для всіх дій, у тому числі не тільки моторних, але і сенсорних, і розумових, характерні:

- 1) доцільність (цілеспрямованість);
- 2) адекватність поточного будови дії поточному стану об'єкта праці;
- 3) опосередкованість дії знаряддями праці;
- 4) поліефекторність трудових дій, що означає можливість виконання одного і того ж дії за допомогою різних груп м'язів;
- 5) певне співвідношення фіксованих, автоматичних, і мінливих, перебудовуються компонентів;
- б) громадська обумовленість трудових дій, що виражається в тому, що вони регулюються не тільки виконують їх людиною, але й іншими людьми.

Аналізуючи загальну будову діяльності, А. Н. Леонтьєв підкреслює, що людська діяльність не існує інакше, як у формі дії або ланцюга дій. «Одне і те ж дія може здійснювати різні діяльності, може переходити з однієї діяльності до іншої. Це відносно самостійні процеси, підпорядковані свідомої мети ».

Спосіб, яким виконується дія, А. Н. Леонтьєв позначає поняттям «операція». Операція відповідає умовам дії, а не безпосередньо мети. Розрізняють три основних параметри трудових дій: силовий, просторовий, часовий. На ранніх етапах розвитку техніки ведучим був силовий чинник. Збільшення ролі просторового і тимчасового компонентів призводило до все більшого поділу великих силових рухів на більш дрібні дозувальні, що забезпечують більш точну диференціацію сили удару або тиску.

Реакції бувають прості і складні. Проста реакція полягає в швидкому дії на заздалегідь відомий подразник. Складна реакція пов'язана з вибором правильної дії з декількох альтернативних. Розрізняють прихований (латентний) і моторний періоди будь-якої реакції. Латентний період – це час від початку появи подразника до моменту реагування на нього. Моторний період – це час виконання відповідної дії. З точки зору роботи водія важливе значення має латентний період складної реакції. Його тривалість залежить від складності дорожньої обстановки, від досвіду водія, його стану та індивідуально-психологічних особливостей. Складна реакція вимагає значно більше часу, ніж проста. Час реакції залежить від напруги уваги водія. Раптова поява небезпеки значно збільшує час реакції.

Реакції водіїв уповільнені в перші 1–2 години роботи (період входу до праці). Далі їх тривалість зменшується і зберігається протягом 4–5 годин (період стійкої роботи). Потім час реакції збільшується внаслідок появи втоми у водія.

Складна реакція вимагає значно більшого часу, ніж проста. Дослідження, проведені в науково-дослідному інституті автомобільного транспорту, показали, що середній час оцінки обстановки через дзеркало заднього виду становить 1,88 с, а середній час оцінки обстановки на нерегульованому

перехресті – 2,45 с. Час складної реакції на гальмівний сигнал може коливатися від 0,4 до 1,5 с і більше. Сприйняття складних маршрутних показників вимагає 3–4 с. Чим більше швидкість руху, тим більше час реакції водія.

Час реакцій залежить і від інтенсивності уваги водія, тобто від ступеня напруги уваги при сприйнятті дорожньої обстановки. Раптова поява небезпеки може значно збільшити час реакції. Так, наприклад, при керуванні автомобілем на пустельних вулицях у нічний час, коли інтенсивність уваги і готовність різко знижені, виникнення аварійної обстановки для водія завжди несподівано, в результаті чого час відповідних реакцій різко зростає.

В умовах інтенсивного міського руху, коли інтенсивність уваги досить висока, час реакції значно менше. У цьому випадку водій буде швидше реагувати на зміну дорожньої обстановки. Якщо водій має часом для підготовки до виконуваного маневру і веде автомобіль з підвищеною увагою, наприклад, при обгоні, тривалість реакції при гальмуванні приймають рівною 0,75 с, а при несподівано з'явився перешкоді – 1,5 с. У Швейцарії на автомагістралях з розділовою смугою тривалість реакції беруть рівною 2 с, на звичайних дорогах – 1 с. В Австралії при розрахунках, пов'язаних з рухом у місті, беруть час реакції, рівне 0,75 с, в заміських умовах – 2,5 с, при визначенні відстаней обгону – 3 с. Спеціальні дослідження В. Н. Корастилева та ін. показали, що час реакції збільшується з ростом швидкості.

В оригінальному експерименті з використанням лабораторного обладнання Р. Ротенбергом та ін. встановлена середня величина часу реакції при екстремому гальмуванні – 1,236 с. Разом з тим автори вважають, що у водія немає чітко визначеного часу реакцій. Тому можна говорити лише про ймовірність цього показника. Так, показник 1,236 с отримано з імовірністю 50%. Встановлено залежність часу реакцій з оцінками, що характеризують професійну майстерність водіїв. Так, при екстремому гальмуванні час реакцій у відмінних водіїв було до 1,16 с, у хороших – 1,16–1,60 с, у звичайних – понад 1,60 с. У всіх випадках час реакцій перевищувало середній показник 0,8 с.

Час реакцій збільшується і в темний час доби. За даними А. В. Шумова, час реакції водія на перешкоду в темний час доби зростає в середньому на 0,6–0,7 с. Ступінь збільшення часу реакції у водіїв у цей період часу коливається в широких межах.

Від часу реакції водія залежить зупинний шлях автомобіля при екстремому гальмуванні. Загальний час реакції включає в себе час реакції водія, час спрацьовування приводу гальм і час дії гальм. Деякі результати досліджень оцінки часу реакції водіїв у транспортних заторах наведені на рисунках 5.1 та 5.2.

На рисунку 5.1 наведені зміни часу реакцій ( $t_p$ ) трьох водіїв у першому транспортному заторі. При цьому різниця часу реакцій ( $\Delta t$ ) у них перед транспортним затором і після наступна:  $\Delta t_{p1} = 0,7$  с;  $\Delta t_{p2} = 0,2$  с;  $\Delta t_{p3} = 0,8$  с.

На рисунку 5.2 наведені зміни часу реакцій цих же водіїв у другому транспортному заторі. Відповідні зміни часу реакцій у них такі:  $\Delta t_{p1} = 0,8$  с;  $\Delta t_{p2} = 0,7$  с;  $\Delta t_{p3} = 1,1$  с.

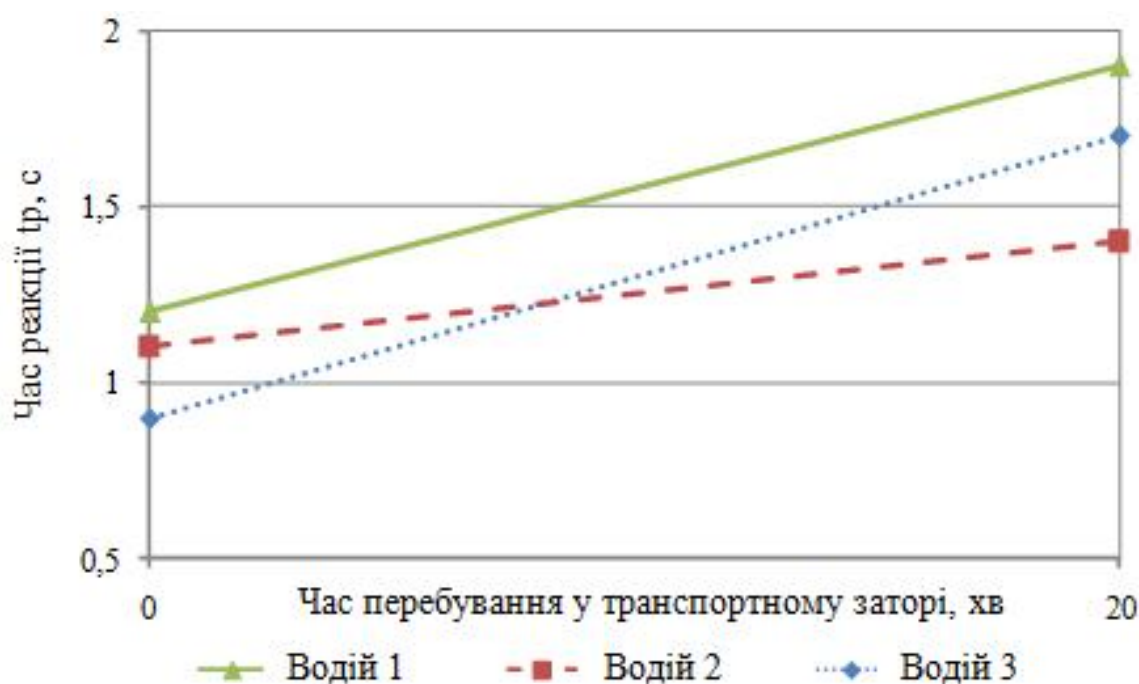


Рисунок 5.1 – Зміна часу реакції водіїв у період перебування у першому транспортному заторі

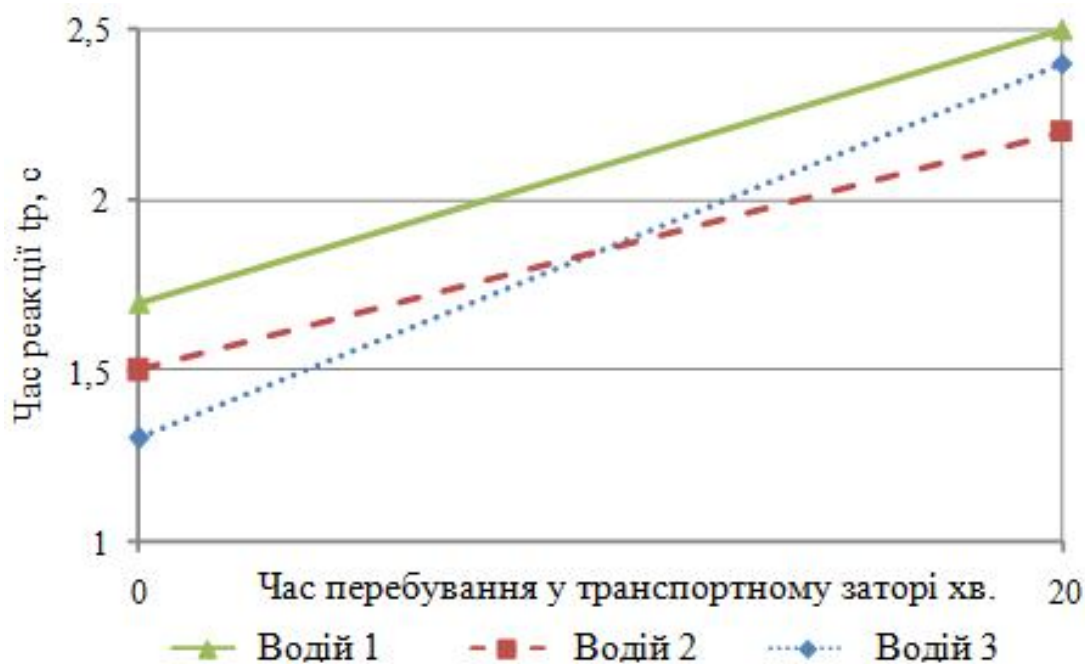


Рисунок 5.2 – Зміна часу реакції водіїв у період перебування у другому транспортному заторі

Як видно з рисунків 5.1 і 5.2, час реакції водіїв після другого транспортного затору в порівнянні з першим зростає. Відповідно значення наступні: у першого на 0,1 с, у другого на 0,5 с, у третього на 0,3 с. Збільшення часу реакції водія призводить до збільшення гальмівного шляху автомобіля при екстремому гальмуванні.

Для запобігання наїзду на пішохода, особливо якщо він з'явився на дорозі несподівано для водія, час реакції грає вирішальну роль. Дослідження наслідків ДТП показали, що в 70 % випадках шлях автомобіля після наїзду на пішохода не перевищував 1 метра. При швидкості автомобіля 50 км/год скорочення зупинкового шляху на 1–1,5 м можливе при зменшенні часу реакції водія на 0,1 с.

У роботі водія увагу займає провідне місце у забезпеченні БД. При аналізі причин ДТП, пов'язаних з неправильними діями водія, висновок про неуважність водія дається особливо часто. З цим фактором пов'язують від 16 до 34 % ДТП, що свідчить про різну трактуванні цього поняття при їх аналізі. Останнє пояснюється тим, що психологія уваги і роль окремих якостей уваги в діяльності водія вивчені недостатньо, а виділити фактори, що свідчать про неуважність водія в конкретній аварійній обстановці, дуже складно. Всі характеристики уваги в тій чи іншій мірі визначаються типологічними особливостями нервової системи і тому мало змінюються. Швидкість переключення уваги залежить від рухливості нервових процесів. З віком рухливість їх дещо знижується і можна очікувати зменшення швидкості перемикавання уваги, але лише там, де вона не підтримується професійним досвідом.

Увага – це зосередження свідомості на якомусь об'єкті або діяльності з одночасним відволіканням від всього іншого. Щоб сприйняти будь-який предмет або явище, людині не потрібно сприймати все навколишнє, він і не зможе це зробити одночасно. Так, на завантаженому перехресті неможливо одночасно помітити всіх пішоходів, всі автомобілі. Та й немає такої необхідності. Для правильного сприйняття слід виділити один об'єкт, найбільш важливий в даний момент, і зосередитися на ньому. Це і буде увага. Без нього не може бути свідомого сприйняття. Для того щоб сприйняти, запам'ятати, усвідомити якесь явище чи предмет, необхідно виділити його з числа інших і зосередитися на ньому. Хороша увага водія полягає не в тому, щоб «все бачити», а в тому, щоб бачити все, що потрібно в даний момент.

Увага висловлює ставлення людини до об'єкта, на який спрямована в даний момент його свідомість.

Фізіологічною основою уваги є вогнище оптимального збудження певної ділянки кори великих півкуль головного мозку, тоді як інші ділянки кори перебувають у стані більш-менш зниженої збудливості.

Увага має різні якості, які у діяльності водія проявляються по-різному залежно від його індивідуальних особливостей і конкретної дорожньої обстановки.

Велика кількість дорожніх знаків, будь-яка зайва, непотрібна інформація на дорозі заважають водієві, відволікають його від управління автомобілем і можуть бути причиною ДТП. Однак скорочення дорожніх знаків не завжди буває корисним. Так, наприклад, іноді навіть доцільно ставити знаки з двох сторін, щоб один з них був видний водієві під час обгону.

Довільна увага – це вольове увагу, воно свідомо спрямоване на який-небудь об'єкт із заздалегідь поставленою метою. Довільне увагу як елемент свідомої організації процесу сприйняття залежно від характеру діяльності, об'єктів уваги та особливостей особистості може бути оцінений за допомогою напруженості і обсягу. Напруженість, у свою чергу, характеризується розподілом, стійкістю та концентрацією. Тривалий підтримування довільної уваги викликає втому. У роботі водія довільної уваги належить основна роль, бо без свідомого управління своєю увагою неможливо безпомилкове, а, отже, і безпечне водіння автомобіля. Мимовільна увага може допомагати довільної уваги.

Обсяг уваги – це кількість об'єктів, які можуть бути сприйняті одночасно і досить ясно. Людина одночасно може охопити 4–6 об'єктів, а на дорозі не більше двох-трьох знаків. Це пояснюється тим, що його увагу, крім сприйняття об'єктів на дорозі, включена виконанням керуючих дій, контролем за роботою двигуна, зчитуванням показань приладів, оголошенням зупинок (на автобусі) і т.д. Цю особливість слід враховувати при організації дорожнього руху. Кількість дорожніх знаків, які одночасно сприймає водій, повинно бути не більше трьох. Природно, що у досвідченого водія обсяг уваги ширше, ніж у водія з невеликим досвідом водіння. Обсяг уваги можна розвинути спеціальними вправами і практикою. Це досягається об'єднанням різних об'єктів в один об'єкт, а також швидким виборчим сприйняттям найбільш важливих в даний момент об'єктів.

Швидкість і точність дій водія залежать від швидкості перемикавання уваги. Переключення уваги – це здатність швидко змінювати об'єкти, на які спрямована увага, або швидкість переходу від одних видів діяльності до інших. Переключення уваги у різних людей різна, і залежить вона від рухливості їх нервових процесів. Уповільнена переключення уваги свідчить про інертність в протіканні психічних процесів. Водій, щоб не допустити помилок при керуванні автомобілем, повинен швидко переключати увагу з одного об'єкта на інший, своєчасно припиняти розпочаті дії, а нерідко змінювати їх на протилежні.

Переключення і розподіл уваги в поєднанні з правильною послідовністю дій і активністю спостереження є основою обачності, тобто своєчасного визначення можливого ускладнення дорожньої обстановки.

Важливими для водія якостями є інтенсивність і стійкість уваги. Інтенсивність уваги – це ступінь його напруги при сприйнятті об'єкта: чим більше інтенсивність уваги, тим повніше і чіткіше сприйняття. Інтенсивність уваги водія не завжди однакова. Наприклад, на перехресті при обгоні

інтенсивність уваги завжди буде вище, ніж при русі на прямих ділянках дороги з невеликою кількістю інших учасників руху.

Під стійкістю уваги розуміють здатність тривало підтримувати стан уваги на виконанні одного завдання і на предметах, які мають безпосереднє відношення до цього завдання.

Високої стійкості уваги водія вимагає управління автомобілем в умовах інтенсивного руху, на складних ділянках доріг при несприятливих атмосферних станах зовнішнього середовища.

Як показали результати проведених досліджень, вплив на водія тільки шуму з рівнем в 90 дБ протягом 7 годин призводить до зниження його уваги на 23,5 %. Вплив шуму протягом 3 годин знижує увагу водія на 22,5 %, а протягом 7 годин той же шум призводить до зниження уваги на 29,5 %. При цьому необхідно пам'ятати, що зниження уваги на 20 % вже є небезпечним для управління автомобілем в умовах міста.

Розподіл уваги - це здатність людини до сприйняття декількох різних дій одночасно. Успішне розподіл уваги між двома різними діями можливо тоді, коли одне з сумішених дій добре завчено, внаслідок чого виконується автоматично. У цьому випадку основна дія знаходиться в центрі свідомості, а інше (автоматизоване) лише контролюється свідомістю. Досвідчений водій, приділяючи увагу дорожню обстановку, не стежить за рухом рук при перемиканні передач важелів, так як ці дії автоматизовані внаслідок виробленого раніше навички.

Концентрація інтенсивної уваги – це ступінь його напруженості при сприйнятті об'єкта, і чим більше концентрація уваги, тим повніше і чіткіше сприйняття об'єкта, тим більше енергії необхідно організму при контролі за своєю діяльністю. Концентрація уваги водія не завжди однакова: на перехресті вона буде більше, ніж при русі на прямій дорозі.

Аналіз ДТП на швидкісних дорогах Японії показав, що більше половини їх припадає на гарну погоду і рівні ділянки дороги. І навпаки, під час ожеледиці в результаті високої інтенсивності уваги водіїв відбувається лише 1,5 % від загальної кількості ДТП. Однією з причин помилок водіїв є їх неуважність. Неуважність, на думку К. К. Платонова, має різні форми, які умовно можна розділити на три типи.

Перший тип неуважності – неуважність. Неуважність виникає в результаті слабкості і нестійкості довільного уваги. Вона виражається в легкій відволікаємості невмінні водія більш-менш тривалий час зосередити увагу на потрібних об'єктах. Такий водій постійно відволікається від дорожніх об'єктів і управління автомобілем. Він може вчасно не помітити ускладнення дорожньої обстановки та зважаючи на низьку готовність до дій не виконати потрібних дій або допустити помилку.

Другий тип неуважності, навпаки, має місце при надмірній інтенсивності і важкою переключення уваги. У цих випадках людина зосереджена на будь-якому вигляді діяльності, питанні або проблемі, що характерно для



багатьох людей творчої праці: вчених, винахідників, письменників та ін. Такий вид неухважності може виникнути і у деяких водіїв під впливом сильного переживання особистого й службового порядку.

Третій тип неухважності виражається в слабкій інтенсивності уваги при перевтомі, у хворобливому стані або після прийому алкоголю. Фізіологічною основою виникають при цьому порушень є тимчасове зниження сили і рухливості нервових процесів в корі головного мозку. Увага при цьому характеризується слабкою концентрацією і ще більш слабкою переключенням.

Дослідженнями встановлено, що коливання інтенсивності уваги відбуваються не рідше, ніж через 5 с. При проходженні простий сенсомоторної реакції, коли пред'являються 50 сигналів у вигляді періодично спалахує лампочки, різке збільшення часу реакції у здорових людей має місце 1–5 разів, що є наслідком особливо сильного зниження інтенсивності уваги.

Мисленням називається процес відображення у свідомості людини зв'язків і відносин між предметами і явищами дійсності. Мислення – вищий пізнавальний процес, що дозволяє людині відображати в своїй свідомості не тільки зовнішні особливості сприймаються предметів, але і їх сутність, взаємні істотні зв'язки між ними, які не виявляються в сприйнятті. Мислення – це узагальнене і опосередковане віддзеркалення дійсності. Мислення дає нам можливість пізнавати те, чого ми безпосередньо не спостерігаємо, передбачити хід подій і результати наших власних дій. Остання особливість мислення дозволяє водієві прогнозувати розвиток дорожньо-транспортної обстановки та результати майбутніх керуючих дій.

Мислення, включене в трудову діяльність, досліджувалося Б. М. Тепловим і було названо ним практичним.

Теплов Б. М. відзначив ряд особливостей практичного мислення:

- 1) воно безпосередньо вплетене в практичну діяльність, результати рішення відразу піддаються перевірці;
- 2) створюється план операції, який відноситься не до символів та знаків, а до реальних об'єктів або процесів;
- 3) майже завжди є жорсткий ліміт часу, що створює неможливість висунення безлічі гіпотез.

Процес активного мислення викликається необхідністю вирішити якусь завдання, з якою людина зіштовхується. Вирішення таких завдань у діяльності водія найчастіше завершується руховим актом, який виражається в натисканні на педаль гальма або педаль керування дроселем, повороті рульового колеса і т.д. Правильність рішень і дій водія досягається досвідом, який дозволяє швидко оцінювати дорожню обстановку, своєчасно виконати необхідні дії.

Розрізняють три форми мислення: поняття, судження і умовивід. У поняттях відбиваються загальні і найбільш істотні властивості предметів і явищ. Поняття є елементами думки. Мислити поняттями – це значить мислити словами, так як поняття формуються через мову на основі сприйняття і уявлень. У судженні виражений підсумок думки. Так, наприклад, при погляді на дорогу у

водія виникають судження: «попереду міст», «обганяти не можна» і ін. Судження є найпростішою формою розумового процесу. Умовивід – більш складний процес, в якому з одного або кількох суджень виводиться, нове судження. Таким чином, поведінкою людини керують «побудовані» в його голові предмети та явища. Вони будуються, вірніше, записуються, на частинках нервових клітин за допомогою ще невідомого коду. Такі записи називаються інформаційними моделями предметів зовнішнього світу в мозку людини. Внутрішня робота з цими моделями готує рішення задач, страхує від помилок.

Розрізняють три види мислення: наочно дійове, пов'язане зі здійсненням практичної діяльності (водіння автомобіля, робота на токарному верстаті і т.д.); образне, при якому предмети безпосередньо не сприймаються, а уявляються в пам'яті (наприклад, уявне водіння автомобіля по певному маршруту або уявні дії в різних дорожніх ситуаціях); абстрактне, або абстрактне, коли вивчаються загальні поняття і закономірності явищ.

При оперативному мисленні водій в умовах обмеженого часу повинен подумки відтворити і представити елементи, з яких складається дорожня ситуація (автомобіль, пішохід, інші учасники руху, дорога, середа руху і т. д.), привести в рух образи цих елементів і на основі їх переміщення побачити план своїх найбільш доцільних дій. Пам'яттю називається процес зйомки, збереження та відтворення минулого досвіду (того, що ми раніше сприймали, переживали чи робили). Запам'ятовування являє собою утворення і закріплення в корі великих півкуль головного мозку нервових зв'язків, які виникають при сприйнятті нових знань, заучуванні правил, дій і т.д. Запам'ятовування може бути мимовільним і довільним.

Мимовільне запам'ятовування виникає несвідомо. Так, наприклад, водій автобуса може і без свідомо поставленої мети і вольового зусилля при проїзді по новому маршруту запам'ятати деякі характерні орієнтири для зупинок, місця для виконання розворотів, об'їздів, особливості перехрест'я і т.д. Однак запам'ятовування буде більш повним і точним, якщо він заздалегідь поставить собі мету, продумає необхідні прийоми для кращого запам'ятовування і зусиллям волі буде активно прагнути запам'ятати необхідну для нього інформацію. Це і буде довільне запам'ятовування, яке дає значно більший ефект, ніж мимовільне запам'ятовування.

Довільне запам'ятовування у водія найбільш чітко виражається в заучуванні правил дорожнього руху. Застосування спеціальних прийомів при довільному запам'ятовуванні дозволяє більш швидко і точно запам'ятовувати необхідну інформацію. Так, наприклад, сприйняття малюнків із зображенням характерних дорожньо-транспортних ситуацій сприяє кращому запам'ятовуванню правил дорожнього руху, відповідно до яких водій повинен діяти в цих ситуаціях. Особливо добре запам'ятовуються правила, коли вони використовуються в реальних дорожніх умовах або при моделюванні елементів діяльності водія на автомобільних тренажерах і спеціальних стендах.

Важливе значення для роботи водія має і процес відтворення. Від швидкості і точності відтворення зберігаються в пам'яті даних та знань залежить точність і швидкість дій водія в критичних дорожніх ситуаціях.

Розрізняють довгострокову і короткочасну пам'ять, які однаковою мірою потрібні водієві. Властивості довготривалої пам'яті використовуються при запам'ятовуванні на тривалий час технічних, загальнонаукових та інших відомостей, пов'язаних з професією та необхідних у побуті. Всі знання, весь досвід водія зберігаються в його довготривалої пам'яті. Завдання довготривалої пам'яті полягає в збереженні того, що необхідно на майбутнє. Короткочасна пам'ять служить для запам'ятовування чого-небудь на нетривалий час. Тривалість зберігання цієї інформації не перевищує десятків секунд (у кращому разі – декількох хвилин). Одним з видів короткочасної пам'яті є оперативна пам'ять, яка завжди пов'язана з трудовою діяльністю людини.

Професійний досвід зберігається в довготривалій пам'яті. Є професії, що вимагають короткочасного запам'ятовування. В основному ж професійна діяльність опирається на пам'ять оперативну, яка органічно включена в цю діяльність. Функції оперативної пам'яті підпорядковані завданням і цілям цієї діяльності, пов'язані з її змістом. Умовами діяльності суворо обмежені в цьому випадку і час запам'ятовування, і час відтворення.

Оперативна пам'ять потрібна водієві для запам'ятовування на короткий час мінливою поточної інформації від дороги, середовища руху і свого автомобіля.

Слухова пам'ять дозволяє контролювати роботу двигуна, по шуму тертя коліс судити про стан дорожнього покриття і ступеня зчеплення коліс з ґрунтом, своєчасно сприймати аварійні звукові сигнали. У різних людей по-різному розвинені види пам'яті. В одних переважає зорова пам'ять, і їм для засвоєння матеріалу краще самим читати текст. При переважанні слуховий пам'яті матеріал краще засвоюється, коли читають інші. Проте явна перевага одного виду пам'яті зустрічається приблизно у 1 % людей. У більшості такого різкого переважання не відзначається.

Рухова пам'ять має велике значення для людей, що займаються такими видами спорту, як гімнастика, акробатика, фігурне катання на ковзанах, а також балетом. Емоції бувають нижчі і вищі. Нижчі емоції – це переживання, пов'язані з основними життєвими інстинктами. До вищих емоцій відносяться: патріотизм, почуття товариства, честі, обов'язку, любові, естетичні почуття та ін.

В основі найпростіших емоцій лежать безумовні рефлекси. Більш складні емоції розвиваються за механізмом умовних рефлексів. Більшість емоцій, що виникають у процесі трудової діяльності водія, пов'язані з умовно рефлексорними механізмами або поєднанням умовно і безумовно рефлексорними механізмами.

За тривалістю і силі прояву емоцій розрізняють настрої й афекти. Настрої – це тривало перебігають емоції, які можуть мати позитивну і негативну забарвлення і відповідно до цього по-різному впливати на поведінку і працездатність

людини. Афекти – це короткі бурхливо протікають емоційні спалахи, коли людина втрачає контроль над собою і може навіть вчинити злочин. Стан афекту часто виникає у людей з нестійкою психікою.

Діяльність водія протікає на тлі вираженого емоційного напруження. Висока майстерність водія дозволяє йому відносно легко керувати автомобілем навіть на великих швидкостях і відчувати при цьому почуття задоволення і гордості. Однак переважаючими в діяльності водія все ж є негативні емоції: страх, сумнів, очікування раптового ускладнення дорожньої обстановки, невпевненість у її успішному результаті і т.д.

Стан напруженості, викликане емоціями, є однією з форм порушення нормальної трудової діяльності водія. Воно супроводжується постійної скрутністю організму водія.

Воля – це здатність людини керувати своїми діями і вчинками. Вольова людина завжди може контролювати свою діяльність і направляти її на досягнення поставлених цілей. Воля проявляється в умінні змусити себе зробити те, що дати, буде в умінні придушити бажання і потяги, які цьому перешкоджають. Особливо яскраво вона проявляється, коли діяльність відповідальна, насичена емоціями, пов'язана з небезпекою.

Вольові дії завжди пов'язані з подоланням внутрішніх або зовнішніх перешкод. В усякому вольовому акті необхідно виділяти підготовчий період, протягом якого людина, внутрішньо готує себе до скоєння вольової дії. Цей період характеризується двома моментами: боротьбою мотивів і рішенням. У підготовчому періоді людина оцінює значення кожного з мотивів, уявляє собі можливі наслідки при виборі того чи іншого мотиву і тільки тоді приходить до остаточного рішення.

Разом з тим значення тих чи інших вольових властивостей, таких як цілеспрямованість, наполегливість і завзятість, рішучість і сміливість, ініціативність і самостійність, витримка і самовладання, нерівнозначно для різних професій. Значення того чи іншого вольового властивості визначається характером праці, особливостями професійного середовища, специфічними труднощами.

Основними вольовими якостями є: дисциплінованість, самовладання, рішучість і наполегливість.

Дисциплінованість – це підпорядкування своїх дій вимогам громадського обов'язку, сумлінне виконання своїх службових обов'язків. Дисциплінованість водія насамперед виражається в строгому виконанні правил дорожнього руху, в дотриманні технічних норм і правил експлуатації автомобіля, а також у повазі до інших водіям і пішоходам, в культурі поведінки, в охайності одягу.

Недисциплінованість – це свідоме порушення відомих водієві правил і обмежень, наприклад, керування автомобілем у хворобливому стані або після вживання алкоголю, виїзд в рейс на технічно несправному автомобілі, проїзд на червоний сигнал світлофора або перевищення допустимої швидкості т.д.

недисциплінованими зазвичай бувають люди морально нестійкі, легковажно відносяться до свого обов'язку, не поважають товаришів по роботі.

Самовладання – це вміння в будь-яких умовах керувати своєю розумовою діяльністю, почуттями і вчинками. Самовладання водія виражається в його здатності не піддаватися страху в небезпечних, критичних ситуаціях. Водій, що вміє володіти собою, зможе не тільки мобілізувати свої сили і можливості у несподіваній дорожній обстановці, проявляючи при цьому енергію й активність, але і стримати неадекватні дії і вчинки, коли це необхідно.

Рішучість – це здатність швидко оцінювати обстановку, приймати рішення і без коливань виконувати його. Рішучість є найважливішою умовою діяльності водія в аварійній ситуації, особливо при дефіциті часу. У тих випадках, коли для ухвалення рішення достатньо часу, але у водія з'являються коливання і рішення або не приймається, або необґрунтовано змінюється, кажуть про нерішучість.

Наполегливість – це здатність довго і наполегливо до кінця проводити прийняте рішення. Яскравим прикладом наполегливості є боротьба гонщика за призове місце, незважаючи на виникаючі труднощі і перешкоди (погіршення самопочуття, травми, відмови техніки). З наполегливістю пов'язано ще одне вольове якість – терпіння. Терпіння завжди активно і цілеспрямовано в подоланні неприємностей і труднощів. Водіям, які виконують тривалі рейси в умовах поганої видимості і поганої дороги, в дощ і снігопад, холод і спеку, потрібно дуже велике терпіння, щоб успішно виконати свій службовий і громадянський обов'язок.

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Від яких факторів залежить час реакції водія?
2. З яких елементів складається час реакції водія?
3. Що є фізіологічною основою уваги?
4. Які бувають форми мислення?
5. Що називається пам'яттю?
6. У чому полягає відмінність між емоціями і афектами?
7. Як проявляється роль волі у діяльності водія?
8. Що відноситься до компонентів волі?

## **6 ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН, ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ І НАДІЙНІСТЬ ВОДІЯ**

Поняття функціональний стан характеризує ефективну сторону діяльності людини. Іншими словами, мова йде про можливість людини виконати певну роботу в залежності від його стану. Різні форми активності людини можна охарактеризувати предметною спрямованістю діяльності, мотивацією та інтенсивністю їх прояву.

Функціональний стан пов'язують, починаючи з аналізу діяльності окремої живої клітини і закінчуючи складними формами емоційних переживань і навіть характеристикою поведінки на рівні колективу і популяції.

Поняття функціональний стан виникло і отримало подальший розвиток в фізіології. Основним змістом відповідних досліджень був аналіз мобілізаційних можливостей та енергетичних витрат працюючого організму.

Визначення функціонального стану було вироблено на основі подання про системний характер зрушень, що розвиваються у людини в процесі доцільною роботи. Стан людини з цієї точки зору розуміється як своєрідна відповідь різних систем організму на зовнішні і внутрішні впливи.

Будь-який стан людини виникає в процесі діяльності. Воно є результатом взаємодії різних елементарних структур.

Деякі види втоми характеризуються певними зрушеннями в діяльності серцево-судинної системи. При інтенсивній фізичній роботі збільшуються енергетичні потреби організму, які призводять до збільшення швидкості і об'єму кровотоку. При цьому знижується сила серцевих скорочень і зменшується систолічний об'єм крові. Діагностично значущими для оцінки функціонального стану виявляються не самі по собі ці показники, а напрямок і величина їх зрушень і співвідношення між ними.

Важливою особливістю такого підходу до вивчення різних станів є розуміння їх як формуються реакцій. Важливим моментом при цьому є наявність комплексу причин, що визначають специфічність стану в конкретній ситуації. Якісна неоднорідність різних станів викликані відмінностями їх причин. Для стану втоми важливе значення мають фактори тривалості впливу навантаження, виду навантаження, її організації в часі. Стан емоційної напруженості визначається головним чином підвищеною значимістю виконуваної діяльності, її відповідальністю, складністю, ступенем підготовленості людини та іншими факторами.

Важливе значення має аналіз тих умов, в яких відбувається вплив основних факторів у кожному конкретному випадку. Наприклад, безпосередньо на тлі вихідного стану монотонії при зміні характеру діяльності може формуватися стан оптимальної працездатності.

Вищевикладене дозволило деталізувати визначення поняття функціонального стану. Функціональний стан людини розуміється як

інтегральний комплекс готівкових характеристик тих функцій і якостей людини, які прямо чи опосередковано зумовлюють виконання діяльності.

Як було показано вище, функціональний стан впливає на ступінь втоми людини та її працездатність. Для водія оцінка функціонального стану особливо важлива, так як викликане його зміною тимчасове зниження працездатності впливає на безпеку дорожнього руху.

В даний час застосовуються безліч методів оцінки функціонального стану. Функціональний стан формується під впливом показників тих систем, що безпосередньо впливають на ефективність діяльності, причому частіше вивчаються психологічні показники, що характеризують зрушення в протіканні психологічних процесів, і фізіологічні, що відбивають зміни різних систем організму людини.

Функціональний стан людини можна оцінювати шляхом реєстрації електроенцефалограми (ЕЕГ). Вона дозволяє отримувати інформацію як про роботу окремих центрів, так і про всю центральну нервову систему в цілому. Не дивлячись на високу інформативність, вживання ЕЕГ в трудових умовах важко по технічних причинах. Крім того, якщо як розмежувач виступає не одиничний сигнал, а цілий потік, то це приводить до затушовування характеристик ЕЕГ.

Іншим недоліком цього методу є те, що електроди щільно притискаються до голови випробовуваного для підтримки постійного опору на місці контакту, що викликає больові відчуття. В основному, вживання його можливо лише в стаціонарних умовах.

Іншим методом оцінки функціонального стану є метод шкіряно-гальванічної реакції (ШГР). Суть ШГР полягає у вимірі різниці потенціалів між окремими точками на поверхні шкіри людини при несподіваній появі сигналу зовнішнього подразника. У деяких дослідженнях виявлений зв'язок між емоційним станом людини і електричним опором шкіри.

При реєстрації ШГР велике значення має методика проведення досліджень, оскільки досліди, проведені в різних умовах показали, що в різних відведеннях виходять нерівнозначні свідчення. Ці відмінності викликані запізнюванням в організмі людини процесу виконання відносно процесу передачі збудження. Не дивлячись на простоту реєстрації ШГР і її інформативність, вона володіє недоліками, які не дозволяють її використання в дослідженнях для вирішення даних завдань. По-перше, використання окремо ШГР недостатньо для загальної оцінки організму водія, по-друге, отримувана інформація не є кількісною.

Наступним методом оцінки функціонального стану є використання критичної частоти злиття мигтінь (КЧЗМ). Цей метод широко застосовується в психології, фізіології, ергономії, нейроофтальмології. Сутність методу полягає в наступному. Випробовуваному пред'являється джерело мелькаючого світла, частота мигтінь якого зростає. Частота мигтінь, при якій випробовуваний відчуває безперервний потік світла, оцінюється як критична. Відсутність єдиних методичних підходів і стандартного апаратурного забезпечення приводить до

украї суперечних результатів у різних авторів і утрудняє можливість зіставлення отриманих в різних лабораторіях даних. В основному, метод КЧЗМ дозволяє оцінити функціональний стан через стан зорового аналізатора. Використання цього методу в даних завданнях скрутно із-за неможливості оцінки КЧЗМ в умовах транспортного процесу. Крім того, окремо КЧЗМ не дозволяє судити про стан всього організму.

Оцінити функціональний стан людини можливо також спеціальними тестовими методами. Методи якісної оцінки дозволяють при безперервній реєстрації функціонального стану розпізнавати періоди різної напруженості його роботи, але мало придатні для оцінки динаміки зміни працездатності. Тому в дослідженнях для визначення надійності доводиться використовувати методи, які дозволяють оцінити ті ж механізми центральної нервової системи, що і в досліджуваній трудовій діяльності.

Тестові методи дозволяють отримувати кількісні характеристики процесів, що не корелюють в психофізіологічних показниках випробовуваного. Вони визначаються як відношення тривалості виконання тестових завдань і кількості здійснюваних помилок до фонових показників. За допомогою тестових методів можливо визначити енерговитрати людини в різні періоди трудової діяльності для досягнення однакового вироблення. Ці показники дозволяють оцінити працездатність протягом робочого дня. Проте, використання лише тестових методів для оцінки стану людини і міри стомлення є недостатнім.

Функціональний стан людини-оператора можна оцінювати на основі аналізу мови оператора. Існують стійкі фізичні параметри емоційної виразності мови, що відбиває динаміку функціонального стану. Так, за змінами частотних характеристик мови можна судити про ступінь і характер емоційної напруги. Основними інструментами дослідження емоційної мови є спектральний аналіз і його варіанти. Для практичної реалізації методики було розроблено відповідне програмне забезпечення, що дозволяє на основі відповідей оператора автоматично визначати його функціональний стан.

Нервово-емоційну напругу можна дізнатися шляхом аналізу концентрації в слині водія натрію і калію. Цей метод є досить чутливим показником впливу різних стресів.

Оцінювати функціональний стан можливо на основі методів оцінки психічної і фізіологічної складової регуляції гомеостазу. До першої групи включаються пакети методик психологічної діагностики. В другу – пакети методик психофізіологічної функціональної і рефлекторної діагностики за біологічно активними ділянками.

Також оцінювати функціональний стан можна на основі аналізу часу простої сенсомоторної реакції з використанням спеціальної комп'ютерної програми.

Діагностика функціонального стану організму людини можлива на основі експрес-оцінки поточних електричних характеристик рефлексогенних біологічно активних зон шкіри. На вивченні електричних властивостей цих зон



основана дія комп'ютерного електропунктурного сканера, призначеного для дослідження динаміки функціонального стану.

Для оцінки функціонального стану організму застосовується електрографічний метод – газорозрядна візуалізація. Метод оснований на ефекті Кірліан – реєстрації світіння, що викликане фотонами, електронами, а також іншими частками поблизу поверхні біологічних об'єктів, розміщених в електромагнітному полі високої напруженості.

Також при вивченні функціонального стану людини одержав метод комплексної реєстрації психофізіологічних функцій (поліефекторний метод), цінність якого полягає в можливості одночасної реєстрації багатьох психофізіологічних параметрів. Такий підхід реалізується в комплексі для психофізіологічного тестування. Принцип його дії оснований на реєстрації фізіологічних даних (електрокардіограми і часу реакції на світловий імпульс), а також реєстрації відповідей (так/ні) на запитання тестів і часових інтервалів між відповідями.

Інформацію про функціональний стан організму можна одержати за даними варіабельності серцевого ритму шляхом реєстрації електрокардіограми.

Зі всіх методів для даних завдань найбільш придатний метод оцінки функціонального стану шляхом реєстрації електрокардіограми (ЕКГ). З усіх психофізіологічних показників ЕКГ найбільш вивчена і методика її виміру і аналізу найбільш досконала. Це пояснюється тим, що ЕКГ широко використовується в клінічній практиці для вивчення серцево-судинної системи (ССС). Широке дослідження структури серцевого ритму в спортивній, авіаційній і космічній медицині, а також у клініці, дало можливість диференційованого підходу до кількісної оцінки ступеня участі центральних і автономних механізмів регуляції серцевого ритму при впливі різних факторів на організм. У психофізіології ЕКГ служить як основний індикатор емоційного стану людини при фізичному і розумовому навантаженню. При цьому значимими є такі її характеристики, як частота пульсу, зміна в зубцях і інтервалах. Потенціали, що виникають в серцевому м'язі, проводяться навколишніми тканинами до кінцевих покривів. Зміни цих потенціалів фіксуються спеціальними приладами – електрокардіографами.

Реєстрована крива називається кардіограмою. Залежно від вирішуваного завдання ЕКГ вимірюється в стандартних або нестандартних відведеннях. Реєстрацію ЕКГ в стандартних відведеннях виробляють тоді, коли людина лежить в спокійному, розслабленому стані. У нестандартних відведеннях вимірювана ЕКГ дозволяє визначити зміни частоти пульсу, показника систоли і відносної зміни інтервалів. Не дивлячись на різний вигляд ЕКГ, в різних відведеннях завжди виразно виділяються зміни потенціалів – зубці. Ці зубці (їх амплітуда, тривалість і відстань до сусіднього зубця) і є головною характеристикою діяльності і стану серця (рис. 6.1).

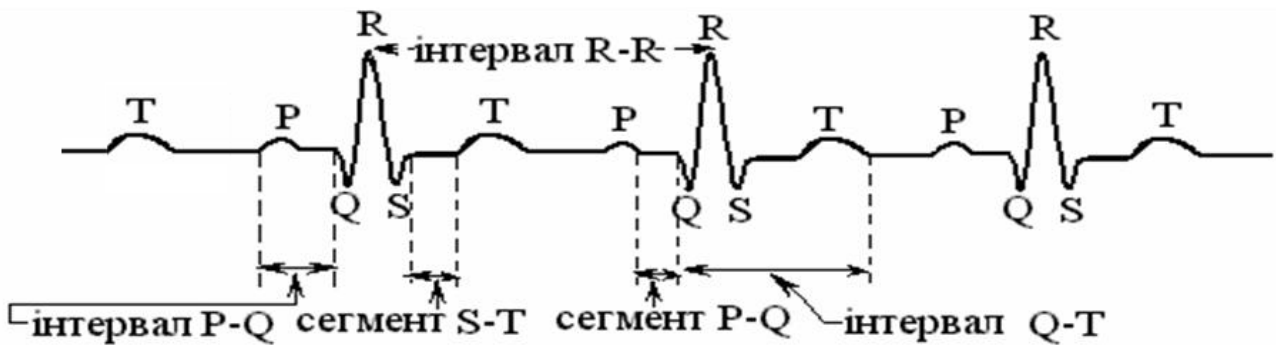


Рисунок 6.1 – Схема електрокардіограми людини в нормі

При зростанні фізичного навантаження спостерігається збільшення зубців  $R$  і  $T$  і зменшення інтервалу  $P-Q$  на фоні зростання пульсу. Емоційне навантаження викликає такі ж зміни в ЕКГ, як і значна фізична. Сильні емоційні навантаження призводять до зниження зубців  $P$  і  $T$  при цьому покращується сердечний ритм і зміщується вниз інтервал  $ST$ . Зміни зубця  $T$  дослідники пов'язують з розвитком стомлення, з психічною напругою і з емоційними реакціями. Якщо використовувати ЕКГ не як інструмент клінічної діагностики стану людини, а як психофізіологічний показник, то аналізу підлягають зміни пульсу, форма зубців і співвідношення інтервалів між зубцями. При цьому відносні зміни цих характеристик ЕКГ не залежать від місця відведення.

Як система, що відображає зміни що відбуваються в організмі, в цілому, вибрана ССС. Вона з її багаторівневою регуляцією є функціональною системою, кінцевим результатом діяльності якої є забезпечення заданого рівня функціонування цілісного організму. Будь-якому заданому рівню функціонування цілісного організму відповідає еквівалентний рівень функціонування апарату кровообігу. Система кровообігу активно бере участь у всіх проявах життєдіяльності, забезпечуючи необхідний кінцевий результат діяльності ланок цілісного організму, що управляють і керованих. Вона з її нейрогуморальним апаратом управління і саморегуляцією реагує на щонайменші зміни потребі окремих органів і систем і забезпечує узгодження кровотоку. Реакція ССС є показником загальної реакції організму. Виходячи з концепції про ССС як індикаторі адаптаційно-присосовної діяльності цілісного організму, слід перш за все звернутися до аналізу змін ритму сердечних скорочень – універсальної реакції організму у відповідь на будь-яке навантаження: будь вона фізична або емоційна. Інформація про те, як організм вийшов на той або інший рівень діяльності закодowana в послідовності кардіоінтервалів.

Послідовність кардіоінтервалів електрокардіограми є закодованою інформацією про процеси, що протікають не в самому серці, а в різних ланках системи управління: нервових сплетіннях; залозах внутрішньої секреції;

нервових центрах, розташованих у глибині мозкової тканини. За структурою кардіоритму можна судити про стан механізмів фізіологічної регуляції.

Для аналізу динамічних рядів кардіоінтервалів застосовуються методи теорії випадкових процесів і теорії ймовірності. Для автоматизації процесу аналізу розроблялися спеціальні апаратно-програмні комплекси. При цьому відзначається, що використання математичних методів при дослідженні надійності водіїв як основної ланки системи «водій – автомобіль – середовище руху» має першочергове значення.

Під час статистичного аналізу динамічного ряду інтервалів обчислюють такі показники: математичне очікування, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, коефіцієнт асиметрії й ексцес. Математичне очікування є величиною зворотною середній частоті пульсу. Однак, незважаючи на те, що статистичні показники досить повно характеризують динамічний ряд кардіоінтервалів як випадковий процес, вони не відображають його внутрішньої структури і не дозволяють судити про механізми, що забезпечують наявний ефект регуляторних впливів.

Ряд дослідників використовували індекс напруженості регуляторних систем як показник оцінки функціонального стану водіїв. Висновок про те, що величина індексу напруженості регуляторних систем впливає на довгострокову продуктивність водія, був зроблений у праці. Тут же відзначається, що оцінка стану фізіологічних систем людини за індексом напруженості є загально визнаною. За допомогою цього показника можливо оцінювати функціональний стан водіїв не тільки після фізичних, але і розумово-емоційних навантажень.

Однак наведені вище методи математичного аналізу ритму серця дозволяють оцінити тільки окремі елементи системи управління, що складається з п'яти функціональних систем: сумарного ефекту регуляції, функції автоматизму, вегетативного гомеостазу, стійкості регуляції, активності підкіркових нервових центрів. Дослідники запропонували інтегральний критерій оцінки функціонального стану людини - показник активності регуляторних систем, що відбиває загальну реакцію організму на вплив факторів навколишнього середовища. Даний показник характеризує напругу інформаційних каналів регуляції в організмі людини, реакцію цих каналів на вплив факторів навколишнього середовища. З його використанням була підтверджена можливість оцінки впливу на водіїв як типу транспортних засобів, так і складності маршруту їхнього руху.

Показник активності регуляторних систем представляється у вигляді суми умовних балів і в залежності від його величини визначається у якому стані знаходиться людина: до 3 балів – нормальний стан, з 3 до 6 балів – стан напруги, з 6 до 8 балів – стан перенапруги, з 8 до 10 балів – виснаження (астенізація). При цьому також враховується кількість позитивних і негативних балів, що беруть участь у формуванні сумарного значення. Більш детальний розгляд діапазонів функціональних станів відповідно: до 3 балів – фізіологічна

норма (1 бал – оптимальний рівень, 2 бали – нормальний рівень, 3 бали – помірна функціональна напруга); з 4 до 5 балів – донозологічні стани (4 бали – виражена функціональна напруга, 5 балів – різко виражена функціональна напруга); з 6 до 7 балів – преморбідні стани (6 балів – перенапруга регуляторних механізмів, 7 балів – різко виражена перенапруга регуляторних механізмів); з 8 до 10 балів – зрив адаптації (8 балів – виснаження регуляторних систем, 9 балів – різко виражене виснаження регуляторних систем, 10 балів – зрив механізмів адаптації).

Було виявлено, що певний рівень напруги необхідний для підтримки стану середньої нормальної життєдіяльності як в умовах відносного спокою, і при звичайній діяльності. Однак перенапруга систем регуляції може привести до зриву адаптації з неадекватною зміною рівня функціонування основних систем організму і появи патологічних синдромів і захворювань. Інші дослідники відзначають, що організація праці водія повинна не допускати надмірного стомлення, а тим більше перевтоми водіїв.

Таким чином, можна зробити висновок, що при будь-якій діяльності людини стан регуляторних механізмів її організму не повинний виходити на рівень надмірного стомлення, перенапруги і зриву адаптації.

### **Працездатність і надійність водія-оператора**

Працездатність – величина функціональних можливостей організму, що характеризується кількістю і якістю роботи при нарузі максимальної інтенсивності або діяльності. Тип працездатності та періодичність її зміни пов'язані з тривалістю фаз функціонального стану людини.

Зміна працездатності залежить від умов трудової діяльності і підпорядковується фізіологічним закономірностям в процесі праці.

Працездатність значною мірою пов'язана з оптимальним і екстремальним регулюванням в організмі людини, які мають різний рівень мобілізації його резервних можливостей. Межа цих можливостей виявляється лише при стресі, коли включається екстремальний рівень регуляції.

Розрізняють такі фази працездатності:

1 – фаза мобілізації – організм мобілізується, людина обмірковує майбутню роботу, збільшується частота серцебиття, поглиблюється дихання;

2 – фаза первинної реакції – характеризується деяким зниженням всіх показників. Фізіологічний механізм цієї фази пов'язаний із зовнішнім гальмуванням, що виникають в результаті зміни характеру подразника. Ця фаза короткочасна;

3 – фаза гіперкомпенсації – займає початковий період роботи. У цій фазі пристосування людини до найбільш економічному, оптимальному режиму виконання даної функції. У цій фазі немає точної відповідності реакції організму величиною навантаження. Організм реагує на навантаження з більшою силою, ніж це необхідно;

4 – фаза компенсації – оптимальний режим роботи. Показники функціонального стану стабільні. Ефективність праці максимальна;

5 – фаза субкомпенсації – рівень фізіологічної реакції знижується, необхідна якість роботи підтримується за рахунок ослаблення менш важливих функцій. Компенсація здійснюється за рахунок процесів менш вигідних енергетично і функціонально;

6 – фаза декомпенсації – в цій фазі погіршуються показники фізіологічних систем. Фаза субкомпенсації і декомпенсації об'єднується під загальною назвою фази стомлення;

7 – фаза зриву – значний розлад регулюючих механізмів, неадекватність реакцій, різке падіння працездатності, що виникли зміни в роботі фізіологічних систем, все це вимагає тривалого відпочинку, а іноді й лікування.

Поняття «надійність водія» можна визначити по-різному. При визначенні цього поняття в інженерній психології виходять з надійності людини - оператора. Психологи розуміють під надійністю водія здатність безпомилково керувати автомобілем. При цьому основними факторами, що визначають надійність, вважається придатність водія до керування автомобілем, підготовленість і працездатність.

Надійність людини, що є елементом системи ЛТ, визначається його здатністю до збереження заданої ефективності роботи при ускладненні навколишнього оточення.

Враховуючи, що система ВАДС являє собою взаємопов'язане ціле і її надійність або відмова визначаються усіма її елементами, можна визначити надійність водія трохи інакше. При цьому необхідний однаковий підхід до оцінки надійності автомобіля і водія. Відомостей про надійність водія накопичено менше, ніж відомостей про надійність автомобіля, фактичні дані узагальнені в рідкісних випадках. Кількісна оцінка надійності водія – важке завдання, оскільки моделювання керуючих властивостей водія супроводжується рядом припущень і застережень і можливо поки лише для окремих випадків. Виходячи з цього надійність водія – це властивість зберігати параметри функціонування в межах, що забезпечують безпеку руху і відповідних режимів руху і умов використання автомобіля. Надійність водія – складна властивість, що визначається більш простими: безвідмовністю, відновлюваністю, збереженістю, довговічністю.

Безвідмовність водія – це властивість зберігати працездатність в межах встановлених норм робочого часу (робочого дня), що обчислюється в годинах. Безвідмовність водія змінюється протягом робочого дня різним чином. За психофізіологічної оцінці стану водіїв, перші 1,5–2,5 год роботи відбувається «вхід у працю» організму, після якої настає період найвищої працездатності. У період входу у працю ймовірність безвідмовної роботи водія знижена. Водії можуть неправильно оцінювати рівень своєї працездатності, здійснювати ризиковані маневри. Перші ознаки зниження працездатності з'являються через 4–5 год і, поступово наростаючи, стає значні після 6–8 год роботи. За рахунок компенсаторних механізмів організму певний рівень працездатності підтримується до 9–10 год роботи. Після цього компенсаторні можливості

організму вичерпуються, і відбувається швидке зниження працездатності до рівня, недопустимого з точки зору безпеки руху, або з'являється сонливість.

Непрямі наслідки зміни безвідмовності роботи водія протягом робочого дня видно при вивченні статистики ДТП.

При управлінні автомобілем протягом 7–12 год водії роблять ДТП (внаслідок засипання) приблизно в 2 рази частіше ніж при тривалості роботи до 7 год. При перебуванні за кермом понад 12 годин число ДТП з тієї ж причини збільшується в 9 разів.

Відновлюваність – це властивість водія відновлювати свою працездатність після встановлених перерв у діяльності.

Відновлюваність має велике значення для забезпечення надійності діяльності професійних водіїв.

Як вказувалося, тривалість перебування водія на робочому місці понад 10 год – явище не таке вже й рідкісне. До цього треба додати час на щоденне обслуговування свого автомобіля. Фактичні витрати часу можуть перевищувати 1 год у 14 % водіїв. Якщо врахувати витрати часу на дорогу, то на сон і відпочинок водія може залишитися недостатньо часу. Згадуване обстеження показало, що у половини водіїв тривалість сну не перевищує 7 год, кожен четвертий спить перед зміною менше 6 год, а іноді тривалість знижується до 4,5–5 год.

Неповноцінний відпочинок позначається на рівні безвідмовності водія в наступний робочий день: майже у половини відзначається поява сонливості під час водіння; водії, сплячі перед зміною менше 6 год, відзначають зниження уваги до кінця зміни в 2,5 рази частіше, ніж при тривалості сну 8 год.

Відновлюваність працездатності водія, при інших рівних умовах, в різні дні тижня неоднакова: при роботі в одну зміну в перші дні тижня вона менше - відбувається «вхід у працю» організму, подібно тому, як це спостерігається протягом робочого дня.

Професійна довговічність - властивість водія зберігати працездатність до настання граничного стану (вихід на пенсію, перехід на іншу роботу) з необхідними перервами, обумовленими умовами відпочинку, трудової діяльності.

Збереженість – властивість водія зберігати параметри функціонування після тривалих перерв у трудовій діяльності. Гарна збереженість водійських якостей важливіша для власників індивідуальних автомобілів, що мають в середньому малі (до 10–12 тис. км) середньорічні пробіги і значні перерви у водінні.

Перерви трудової діяльності, зумовлені хворобами, спостерігаються у водіїв всіх категорій. Було встановлено, що захворювання професійних водіїв з тимчасової працездатності склали 56 %, при цьому середня тривалість втрати працездатності дорівнює 11 дням.

При оцінці надійності людини враховуються такі чинники:

1) довготривала витривалість – збереження людиною працеспроможності на заданому рівні протягом певного часу; з наростаючою втоми надійність знижується (спостерігається збільшення неточностей, помилок, зниження уваги і т.д.);

2) стійкість до впливу факторів середовища (температури, вологості, тиску, шуму, прискорення), пов'язана зі станом нервової системи оператора;

3) працездатність в екстремальних умовах, тобто здатність приймати правильні рішення при дефіциті часу, в аварійних ситуаціях тощо;

4) завадостійкість – працездатність оператора в умовах шумів, сторонньої мови, руху сторонніх предметів в полі зору; завадостійкість оператора підвищується за рахунок придбання досвіду роботи, тренувань, поліпшення умов праці;

5) спонтанна відволікаємість – відволікання уваги в результаті внутрішніх спонтанних коливань уваги, в першу чергу, при тривалому пасивному спостереженні;

6) переключення – час «входження» в нову діяльність.

Надійність оператора характеризується також безпомилковістю, готовністю і своєчасністю.

Основним показником безпомилковості, є ймовірність безпомилкової роботи, яку можна обчислювати як на рівні окремої операції, так і на рівні алгоритму в цілому.

Надійність виконання оператором своїх функцій поділяється на три види:

1) психологічна надійність – надійність по відношенню до нестійким відмов (помилки), пов'язаних з неправильним або несвоєчасним виконанням окремих дій;

2) фізіологічна надійність – надійність по відношенню до тимчасових стійким відмов через дефіцит часу або внаслідок розвитку втоми, травми, стресу і т.д.;

3) демографічна надійність – надійність по відношенню до остаточних відмов (старіння, травма з інвалідністю).

### **Питання для самоконтролю:**

1. Як класифікуються психічні стани людини?
2. Що таке функціональний стан людини?
3. Які існують методи оцінки функціонального стану?
4. Які бувають фази працездатності
5. Що називається надійністю водія?

## 7 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ НАДІЙНОСТІ

Ефективність функціонування технічних систем (ТС) в значній мірі залежить від надійності як окремих пристроїв, що входять в системи, так і елементів, які забезпечують взаємодію між цими пристроями.

Основними причинами, що визначають підвищену увагу до проблем надійності, є:

- підвищення складності пристроїв і поява складних систем;
- більш повільне зростання рівня надійності комплектуючих елементів в порівнянні з ростом числа елементів в пристроях і системах;
- підвищення важливості виконуваних елементами і пристроями функцій і, як наслідок цього, підвищення вимог до їх надійності;
- ускладнення умов експлуатації систем.

Теорія надійності встановлює закономірності виникнення відмов і відновлення працездатності системи і її елементів, розглядає вплив зовнішніх і внутрішніх впливів на процеси в системах, створює основи розрахунку надійності і прогнозування відмов, вишукує способи підвищення надійності при конструюванні і виготовленні систем і елементів, а також способи збереження надійності при експлуатації.

Теорія надійності вивчає:

- критерії та кількісні характеристики надійності;
- методи аналізу надійності елементів і систем;
- методи синтезу елементів і систем із заданою надійністю;
- методи підвищення надійності елементів і систем на етапах їх проектування і експлуатації.

Базовими поняттями в теорії надійності є поняття елемента, системи, компонента.

Елемент: будь-яка частина, компонент, пристрій, підсистема, функціональний модуль, обладнання, яка може бути розглянута як самостійна одиниця.

Під елементом розуміють частину системи, яка має самостійну характеристику надійності, використовувану при розрахунках надійності, і виконує певну приватну функцію в інтересах системи. Примітка: елемент може являти собою апаратний засіб, програмне забезпечення або те, і інше. Він може, в окремих випадках, включати людей.

Система: сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих елементів.

З точки зору надійності система повинна мати:

- певну мету, виражену у вигляді вимог до функціонування системи;



- задані умови експлуатації;
- ієрархічну структуру.

Компонент: елемент, що розглядається на найнижчому ієрархічному рівні при аналізі системи.

Поняття «система» є певною мірою умовним. Залежно від об'єктів дослідження, від тих завдань, які поставлені перед фахівцями, в поняття «система» можуть потрапляти різні сукупності об'єктів. Наприклад, в якості систем можуть розглядатися автоматична система управління насосної станції нафтопроводу, система управління робота, мехатронні модулі, двигун, редуктор, мікросхема, резистор тощо.

Всі системи, що розглядаються в теорії надійності, можуть бути розділені на відновлювані, в яких після появи відмови відбувається заміна відмовив об'єкта з метою відновлення їх функціонування, і невідновлювані, в яких така заміна не проводиться.

Елементи і системи, з точки зору надійності, можуть перебувати в чотирьох станах: справному, несправному, працездатному, непрацездатному, граничний. У відповідності зі стандартами.

Справний стан – це стан об'єкта, при якому він відповідає всім вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської (проектної) документації.

Несправний стан – це стан об'єкта, при якому він не відповідає хоча б одній з вимог нормативно-технічної і (або) конструкторської (проектної) документації.

Працездатний стан – це стан об'єкта, при якому значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції, відповідають вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської (проектної) документації.

Непрацездатний стан – це стан об'єкта, при якому значення хоча б одного параметра, що характеризує здатність виконувати задані функції, не відповідають вимогам нормативно-технічної і (або) конструкторської (проектної) документації.

Граничний стан – це стан об'єкта, при якому його подальша експлуатація неприпустима чи недоцільна, або відновлення його працездатного стану неможливе чи недоцільне.

Перехід з одного стану в інший відбувається в результаті подій, які називаються відмовою і пошкодженням.

Пошкодження – це подія, що полягає в порушенні справного стану об'єкта при збереженні його працездатного стану.

Відмова – це подія, що полягає в порушенні працездатного стану системи.

Нижче наведені визначення видів відмов, дані в зазначеному стандарті.

Ресурсна відмова – відмова, в результаті якого об'єкт досягає граничного стану.

Незалежний відмова (первинний відмову) – це відмова, не обумовлений іншими відмовами.

Залежна відмова (вторинна відмова) – це відмова, обумовлений іншими відмовами.

Раптова відмова – це відмова, що характеризується стрибкоподібною зміною значень одного або декількох параметрів об'єкта.

Поступова відмова – це відмова, що виник в результаті поступової зміни значень одного або декількох параметрів об'єкта.

Збій – це самоусуваема відмова або одноразова відмова, усувається незначним втручанням оператора

Явна відмова – відмова, що виявляється візуально чи штатними методами і засобами контролю та діагностування при підготовці об'єкту до застосування або в процесі його застосування за призначенням.

Прихована відмова – відмова, що не виявляється візуально чи штатними методами і засобами контролю та діагностування, але виявляється при проведенні технічного обслуговування або спеціальними методами діагностики.

Конструктивна відмова – відмова, що виник унаслідок, пов'язаної з недосконалістю або порушенням встановлених правил і (або) норм проектування і конструювання.

Виробнича відмова – відмова, що виникає унаслідок, пов'язана з недосконалістю або порушенням встановленого процесу виготовлення або ремонту, що виконується на ремонтному підприємстві.

Експлуатаційна відмова – відмова, що виникає унаслідок, пов'язаної з порушенням встановлених правил і (або) умов експлуатації.

Деградаційна відмова – відмова, обумовлена природними процесами старіння, зношування, корозії і втоми при дотриманні всіх встановлених правил і (або) норм проектування, виготовлення і експлуатації.

На підставі понять працездатності та відмови можна визначити дуже важливі для теорії надійності поняття: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збереженість.

Безвідмовність – властивість системи або елемента безупинно зберігати працездатність протягом деякого часу або деякого напрацювання.

Довговічність – властивість об'єкта зберігати працездатний стан до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонту.

Ремонтпридатність – властивість об'єкта, що полягає в пристосованості до підтримання та відновлення працездатного стану шляхом технічного обслуговування і ремонту.

Збереженість – властивість об'єкта зберігати в заданих межах значення параметрів, що характеризують здатність об'єкта виконувати необхідні функції, протягом і після зберігання та (або) транспортування.

Наведемо визначення поняття «надійність», дане в зазначеному вище стандарті.

Надійність – властивість об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні

функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання і транспортування.

Надійність є комплексною властивістю, яке, в залежності від призначення об'єкта та умов його застосування, може включати безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереженість або певні поєднання цих властивостей. Наприклад, для неремонтуємих об'єктів основною властивістю є безвідмовність. Для ремонтваних об'єктів одним з найважливіших властивостей, що входять у визначення надійності, може бути ремонтпридатність.

Для об'єктів, які є потенційними джерелами небезпеки, важливими поняттями є безпека і живучість.

Безпека – властивість об'єкта при виготовленні і експлуатації і в разі порушення працездатного стану не створювати загрозу для життя і здоров'я людей, а також для навколишнього середовища.

Живучість – властивість об'єкта, що складається в його здатності протистояти розвитку критичних відмов через дефектів і пошкоджень при встановленій системі технічного обслуговування і ремонту, або властивість об'єкта зберігати обмежену працездатність при впливах, не передбачених умовами експлуатації.

Таким чином, можна бачити, що поняття надійності є фундаментальним поняттям, яке охоплює всі сторони технічної експлуатації елементів і систем. В першу чергу, надійність є складовою частиною більш широкого поняття - ефективності. При цьому під ефективністю розуміється властивість, що визначає можливість системи або елемента виконувати задані функції з необхідною якістю.

На ефективність функціонування системи, поряд з надійністю, впливають і інші характеристики, наприклад, такі як точність, стійкість і т.д.

З метою забезпечення надійності в пристроях і системах широко використовується введення надмірності, зване резервуванням, а також технічне обслуговування, в тому числі, проведення профілактичних робіт. Методи забезпечення необхідної надійності об'єктів будуть розглянуті нижче.

Існує єдиний підхід до забезпечення високої надійності водіїв – комплексний. Він включає два види впливу на водія: безпосередні та непрямі, тобто через елементи ВАДС. Виникає комплекс різних заходів, не тільки технічних, але також соціальних, організаційно-виховних, економічних, правових, медичних та інших (рис. 7.2).

Є заходи забезпечення надійності водіїв, пов'язані з безпосередніми впливами на нього.

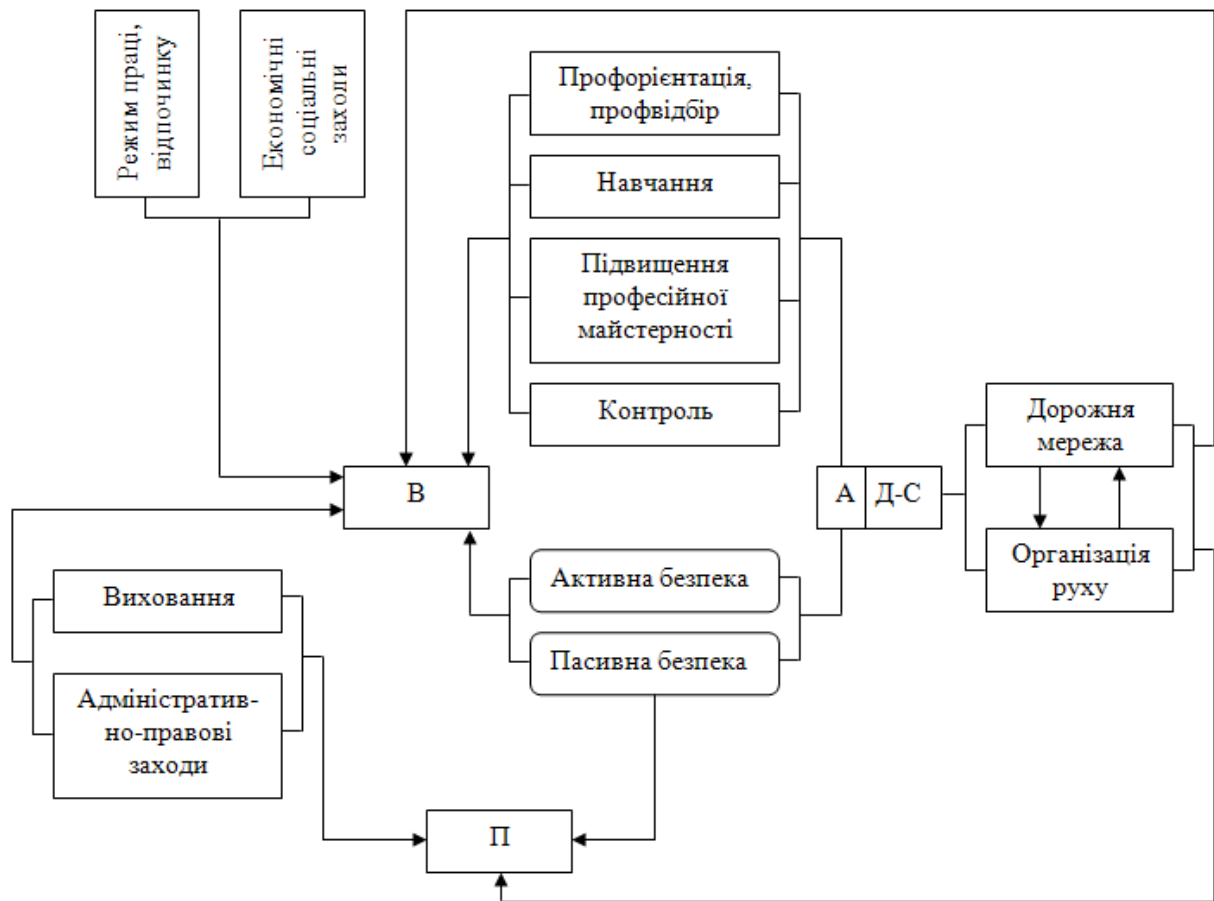


Рисунок 7.2 – Комплекс заходів, що підвищують надійність систем ВАДС та ПДС (ПДС – «пішохід – дорога – середовище»)

При високому рівні автомобілізації, коли кількість бере участь у водінні населення досягає 70–80 %, професійний відбір, в його звичайному розумінні, може бути використаний для нечисленних груп водіїв, наприклад, спеціальних або спортивних автомобілів. Для решти водіїв практика підказала видозмінену форму професійного відбору, реалізовану в діючій системі кваліфікаційної оцінки водіїв, – водій навчається і спеціалізується на тому типі автомобілів, на якому йому доведеться працювати.

Перерахуємо заходи непрямого впливу на надійність водіїв по міжелементним зв'язкам у системі ВАДС.

Зв'язки, опосередковані автомобілем. Тобто типу  $A \rightarrow B$ ,  $D \rightarrow A \rightarrow B$ ,  $C \rightarrow A \rightarrow B$ , можуть здійснюється різним чином:

- 1) скорочення числа водіїв, збільшенням вантажопідйомності автомобілів, широким використанням автопоїздів, причепів;
- 2) зміною структури робочого дня (тривалості фактичного перебування за кермом), збільшенням числа причепів;
- 3) зменшенням фактичних навантажень ергономічно сприятливими характеристиками органів управління і щитка приладів;
- 4) скороченням трудомісткості робіт, потрібних від водія для підтримки працездатності автомобіля;

5) створенням сприятливого мікроклімату для водія - простора кабіна з хорошою вентиляцією, опаленням;

6) створенням високого рівня активної і пасивної безпеки автомобіля.

Активна безпека забезпечується, насамперед, належними параметрами стійкості і керованості автомобіля, відповідністю динамічних якостей автомобіля можливостям водія, надійністю та ефективністю гальмівної системи автомобіля. Пасивна безпека повинна забезпечувати по можливості виключення або хоча б зниження наслідків ДТП для водія і пасажирів за рахунок різних засобів: захисних властивостей кузова, енергопоглинаючої рульової колонки, сидінь з ременями безпеки, що захищають від перевантажень при зіткненнях, від перекидань та ін.

Істотний вплив на надійність водія надають соціально-гігієнічні заходи, режим роботи водія.

Важливим фактором безпосереднього впливу на безпеку водія є також вдосконалення методів навчання водіїв, підвищення їх професійної майстерності, контроль фізичного стану, адміністративно-юридичні заходи, які застосовуються до порушників, а також заходи матеріального стимулювання.

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Які базові поняття в теорії надійності?
2. Від чого залежить Надійність водія?
3. Наведіть класифікацію відмов.
4. Дайте визначення надійності системи.
5. У чому полягає комплексність поняття «надійність»?
6. У чому полягає різниця поняття «надійність системи» і «живучість системи»?
7. Який комплекс заходів підвищують надійність систем ВАДС та ПДС?

## 8 МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ

Надійність – властивість об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують виконання необхідних функцій в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання і транспортування.

Надійність є комплексною властивістю, яка включає такі властивості, як безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереженість.

Безвідмовність – властивість системи або елемента безперервно зберігати працездатність протягом деякого часу або деякого напрацювання.

Довговічність – властивість об'єкта зберігати працездатний стан до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонту.

Ремонтпридатність – властивість об'єкта, що полягає в пристосованості до підтримання та відновлення працездатного стану шляхом технічного обслуговування і ремонту.

Збереженість – властивість об'єкта зберігати в заданих межах значення параметрів, що характеризують здатність об'єкту виконувати необхідні функції, протягом і після зберігання та транспортування.

Одним із показників безвідмовності системи є ймовірність безвідмовної роботи, яка полягає в ймовірності того, що в межах заданого напрацювання на відмову в заданому інтервалі часу відмова об'єкта не виникне.

У діяльності водія в системі «людина – техніка – середовище» безвідмовність залежить від чинників людини (вік водія, стаж водія, стать водія, тип нервової системи, його початковий стан), техніки (потужність двигуна, ергономічна характеристика транспортного засоби), середовища (кількість смуг, тривалість транспортного затору), які в цій роботі є пріоритетними.

Для оцінки надійності систем використовуються наступні основні методи:

- метод структурних схем;
- метод логічних схем;
- схемно-функціональний метод;
- матричний метод;
- метод графів.

З безлічі законів розподілу випадкових величин, розроблених в теорії ймовірностей, найбільше значення для теорії надійності мають такі закони: експоненціальний, Вейбула, нормальний (закон Гауса), гамма-розподіл.

Експоненціальний розподіл (для неперервних випадкових величин) є одним з найпростіших і зручних законів розподілу для аналізу надійності складних багатоелементних технічних систем при оцінці їх роботи на малих інтервалах часу, порівнянних з часом виконання завдання, і коли кожному завданню системи передують строго регламентоване технічне обслуговування.

Розподіл Вейбула є двопараметричним розподілом і найчастіше використовується для оцінки показників надійності як засіб опису випадкових подій зносу і старіння для малоелементних простих систем.

Нормальний розподіл (закон Гауса) має місце тоді, коли випадкова величина залежить від великого числа однорідних за своїм впливом випадкових факторів, вплив кожного з яких в порівнянні з сукупністю незначно.

Під надійністю оператора слід розуміти його властивості виконувати функції, продиктовані йому в даній системі, без помилок протягом певного часу в заданих умовах.

У технічних системах надійність кількісно оцінюють за параметрами (напрацюванню, до відказу, сумарному напрацюванню і та ін.) та ймовірнісними характеристиками (ймовірністю безвідмовної роботи, ймовірністю відмов, інтенсивністю відказів і та ін.). Найважливішим у теорії надійності є поняття відмови – повної чи часткової втрати здатності виконувати задані функції. В оператора відмовами є помилка під час сприймання інформації, прийняття рішень, виконанні керуючих дій і припиненні робіт під впливом стресових дій, а також порушення часових режимів роботи тощо.

Деякі характеристики надійності оператора, як показав В. Д. Небиліцин, можуть залежати від довгочасної витривалості, витривалістю до екстреного напруження і перенапруження, завадостійкості, спонтанного відвернення, стійкості до дій різних факторів середовища.

Встановлено, що в складних, наприклад, аварійних, ситуаціях, що вимагають великої активності, успішніше діють особи із сильним типом вищої нервової діяльності. Їх доцільно використовувати як диспетчерів. Проте для виконання монотонної роботи, виявляється, більше придатні особи з слабким типом вищої нервової діяльності.

Відома не одна спроба кількісно визначити надійність оператора. Але всі вони поки що закінчувались невдало. Тому навряд чи можна розраховувати на те, що коли-небудь буде одержано якийсь «абсолютний коефіцієнт надійності оператора».

Часто до питання визначення надійності оператора підходять по-технічному, розробляючи математичний апарат для розрахунку безвідмовної й безпомилкової роботи оператора, причому останнього розглядають як кібернетичний «чорний ящик». Внутрішні ж характеристики, особливості та властивості цієї живої ланки в розрахунок не беруться. І не випадково, що це призводить до великих прорахунків і навіть до явних нісенітниць. Так, професор Б. Ф. Ломов описує випадок, коли визначена таким чином надійність оператора виявилась більшою 100 %, хоч оператор і допускав помилки.

Щоб судити про надійність оператора, треба, крім його «наявних» властивостей, знати потенційні якості, які, до речі, безперервно змінюються в процесі життєдіяльності. Відомо, наприклад, що оператор, знайшовши новий

спосіб дії та змінивши ставлення до завдання, може істотно підправити свій коефіцієнт надійності.

Імовірність помилкових дій оператора визначається дуже різноманітними причинами. Припускаючи, що оператор найкращим чином може діяти за так званих оптимальних умов, види його діяльності можна розподілити так (від найвищої до найнижчої надійності):

- проста дискретна реакція на одиничний дискретний сигнал; Проста, але змінна реакція на послідовність одиничних сигналів; Одиночна дискретна реакція на багатозначні сигнали, що вимагають вибору, оцінки й прийняття рішення; Послідовні незалежні реакції на багатозначні сигнали, що вимагають вибору, оцінки та прийняття рішень;

- зв'язані реакції на сигнали, що випадково змінюються і вимагають екстраполяції, тлумачення й прийняття рішення; комплексна реакція на складні сигнали, що включає узгодження з діями іншого оператора.

Надійність оператора значною мірою залежить від виду і характеру інформаційної моделі системи; вирішення її сенсорного і сенсомоторного полів; просторово-антропометричної, біофізичної та техніко-естетичної сумісності оператора і машини; стресових навантажень на оператора; наявності негативних або позитивних емоцій; ступеня професійного тренування; взаємодія та психофізіологічної сумісності членів екіпажу, режимів праці й відпочинку. Необхідно враховувати також вплив мотивації: задачі повинні належною мірою мобілізувати увагу оператора, але не викликати в нього замішання. Не можна, нарешті, забувати й про те, що в діях оператора час від часу бувають помилки, причини яких іноді зовсім не можна пояснити. У зв'язку з цим конструктор повинен створювати машину так, щоб її недоліки і зовнішні умови не були первинними факторами зниження надійності оператора.

Взагалі в сучасній техніці гострою є проблема оцінки ступеня надійності та ефективності роботи оператора, об'єктивного контролю за його станом та регулювання останнім. У принципі можна створити пристрій, який розпізнавав би стан оператора і, в залежності від результатів пізнання, перерозподіляв функції між ним і машиною, змінював потік інформації, адресованої людині, впливати на неї в потрібному напрямку.

Проблеми, пов'язані з тренуванням операторів, посідають одне з головних місць в ергономії. Відомо, що чуттєві, обчислювальні та моторні можливості людини не є незамінними, раз і назавжди даними величинами, а залежать від багатьох причин і змінюються згідно з набуттям практичного досвіду. Так, досвідчений льотчик за звуком визначає швидкість обертання вала турбіни з точністю до 1–2 %, а звичайний – з точністю до 8–10 %; у тренуваного дишефрувальника розв'язуюча здатність ока при бінокулярному зорі становить кілька кутових секунд, а у звичайного – одну хвилину; досвідчений текстильник розрізняє майже сто відтінків чорного кольору, а звичайний цього зробити не може.



Тренування операторів – це довгий і дорогий процес, особливо в тих випадках, коли машина створена без точного врахування психофізіологічних можливостей оператора.

Тренажери поділяються на статичні й динамічні. Статичні тренажери, як правило, використовують для тренування операторів, які мають працювати на порівняно нескладних машинах.

Тренажери створюють і для льотчиків, і для космонавтів, і для водіїв тролейбусів і тепловозів. Ними користуються оператори, які готуються стати диспетчерами; керуючими енергетичними системами; рухом поїздів, системами регулювання повітряним рухом тощо.

Для ефективного використання тренажерів велике значення має сама методика навчання на них (систематичність, поступовість, повторюваність і періодичність тренувань). Дуже важливо при цьому визначити час, необхідний для тренування оператора, і схопити той момент, коли в оператора вже сформуються професійні навички.

Використовуючи тренажери, можна науково обґрунтувати тривалість чергування, розподілити навантаження за часом, організувати відпочинок тощо. При цьому можна розробити й рекомендації, як зняти напруженість і підвищити увагу, пильність, надійність. Не останнє місце належить тренажерам і в розв'язанні питання про інтенсифікацію навчального процесу, оскільки обсяг навчального матеріалу з року в рік зростає.

Спеціалісти з ергономіки можуть надати велику допомогу методистам у підвищенні ефективності навчаючих машин. Вони повинні сказати своє вагоме слово щодо питання про функції цих машин і межі «відтиснення» оператора, який навчає, від навчання та щодо багатьох інших нерозв'язаних проблем у цій новій галузі людських знань.

#### **Питання для самоконтролю:**

1. У чому полягає сутність надійності системи і які її основні властивості?
2. Які існують методи оцінювання надійності систем?
3. Розкрийте закони розподілу випадкових величин
4. Від чого залежить надійність оператора?
5. Як відбувається тренування та навчання операторів?

## 9 ВТОМА ВОДІЯ І БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ

### Форми втоми і механізм його виникнення

Втома може бути безпосередньою причиною ДТП чи несприятливим умовою, на фоні якого водій може допустити помилки в управлінні автомобілем. Втома – це закономірний процес тимчасового зниження працездатності, який настає в результаті діяльності. Фізіологічна сутність втоми була розкрита в роботах І. М. Сеченова, Н. Е. Введенського, І. П. Павлова, А. А. Ухтомського та інших вчених. Встановлено, що провідна роль у розвитку втоми належить нервовій системі, і перш за все головного мозку, який втомлюється значно раніше, ніж працюють м'язи.

Найменшою стомлюваністю має нервове волокно, швидше стомлюються м'язи і особливо швидко виснажуються нервові центри, в яких при цьому розвивається гальмування, назване І. П. Павловим охоронним гальмуванням. Центральна нервова система допомагає боротися з втомою. При сильному стомленні м'язів дратується так званий симпатичний нерв, що викликає тимчасове відновлення працездатності як м'язів, так і нервових центрів.

Збудження симпатичної нервової системи відбувається і при позитивних емоціях. Тому в момент емоційного піднесення підвищується працездатність і продуктивність праці. При негативних емоціях симпатична система не збуджується, в результаті чого швидше розвивається стомлення і знижується працездатність. Переважання негативних емоцій у діяльності водія сприяє його стомлення.

Продуктивність праці на початку розвитку стомлення деякий час може і знижуватися, якщо вольовим зусиллям людина змушує себе працювати з тими ж кількісними та якісними показниками. У стані втоми водій може уникнути помилок навіть при раптовому зміні дорожньої обстановки за рахунок підвищення інтенсивності уваги і готовності до дій. Але в цьому випадку від нього буде потрібно велику вольове зусилля і підвищена витрата енергії. Підвищені енерговитрати сприяють наростанню втоми, і в результаті настає момент, коли, незважаючи на зусилля, виникають помилки, пропуски необхідних дій, зниження продуктивності праці за кількісними та якісними показниками.

А. А. Ухтомський зазначав такі ознаки втоми: нездатність утримувати в достатньо уваги до роботи (тобто зниження стійкості уваги); розлад координації рухів; нездатність до засвоєння нових навичок; розлад старих автоматизованих навичок і зниження творчої активності.

Стомлення звичайно передуює відчуття втоми. Втома – це суб'єктивне переживання людиною стомлення. Фізіологічна сутність втоми полягає в сигналізації організму про необхідність припинити або знизити інтенсивність роботи для того, щоб уникнути розладу функцій нервових клітин. Разом з тим далеко не завжди відчуття втоми відповідає ступеню стомлення. Людина в стані втоми може і не відчувати втоми під впливом емоційного збудження, небезпеки,

інтересу до виконуваної роботи, почуття обов'язку, відповідальності за доручену справу. Саме з цієї причини водій в тривалому рейсі відчуває почуття втоми в меншій мірі, ніж сидить поруч пасажир, хоча тривалий керування автомобілем, природно, призводить до більшого стомлення водія, ніж недіючого пасажира.

Психічна діяльність водія стимулюється надходить інформацією. Для оптимального протікання психічних процесів необхідний оптимальний рівень інформаційного навантаження. Надлишок або нестача інформації сприяє розвитку втоми. Має також значення характер надходить. При управлінні автомобілем в умовах, коли на дорозі немає інших учасників руху, при одноманітному ландшафті водій швидше відчує втому, ніж при керуванні автомобілем в умовах інтенсивного міського руху. У монотонній обстановці, при нестачі інформації або вимушеної бездіяльності почуття втоми може виникнути швидше, ніж при активній напруженій роботі, хоча об'єктивних ознак втоми при цьому ще може і не бути.

Втома, що розвинулась під час роботи – нормальний стан організму, яке проходить після одноразового відпочинку. Якщо ж почуття втоми після відпочинку (нічного сну) не проходить, то це свідчить про починаючого перевтоми. Перевтома виникає як хронічне наслідок навантаження, коли стомлення від попереднього дня не проходить і накопичується. Якщо людина після напруженої роботи вдень систематично недосипає вночі, то відчуття втоми у неї починає з'являтися вранці, ще до початку роботи. Перевтома виникає і при нормальному нічному відпочинку, який може виявитися недостатнім, якщо робота за обсягом, інтенсивності та тривалості перевищує психофізіологічні можливості людини. Перевтома нерідко розвивається у водіїв, які працюють щодня по 12 і більше годин. Воно проявляється у швидкій стомлюваності, дратівливості, сонливості вдень і поганому сні вночі, з'являються загальна слабкість, болі в області серця, головні болі, погіршується апетит. Все це призводить до наростаючого зниження працездатності.

При появі ознак перевтоми слід негайно звернутися до лікаря, тому що продовження роботи у стоянні перевтоми призводить до виснаження нервової системи і може бути причиною нервового захворювання – неврозу, лікування якого вимагає більшого часу, ніж лікування перевтоми.

Працездатність людини в процесі його трудової діяльності не є постійною, вона має чітко виражену фазність протягом робочого дня.

Перша фаза характеризується наростаючою працездатністю. Цей період входу до праці або входження в роботу триває 1–1,5 години, після чого встановлюється необхідний для даної роботи рівень працездатності. Тривалість періоду входу до праці може коливатися в широких межах залежно від умов роботи, стану, індивідуальних особливостей людини. Швидкість, а в ряді випадків і точність дій людини в цій фазі знижені. Саме цим пояснюється більша кількість ДТП, пов'язаних з помилками водіїв на початку робочого дня, ніж у наступні 2–3 години.

Друга фаза – стійкої працездатності – характеризується досить високою працездатністю. У цей період максимальний результат досягається при мінімальній витраті енергії. Тривалість другої фази 2–2,5 години.

Третя фаза характеризується зниженням працездатності внаслідок втоми, яке припиняється перервою на обід. Чим більше часу проходить від початку третьої фази до перерви на відпочинок, тим більш ймовірні помилки водія і, як наслідок, ДТП.

Рівень працездатності у другій половині робочого дня трохи нижче, але співвідношення фаз повторюється. Тільки фази входу до праці і стійкості працездатності стають коротшими, а третя фаза, що характеризується зниженням працездатності, настає раніше.

Дослідженнями О. В. Осипової і Л. М. Журавської встановлено, що характерним для праці водіїв є трудність входження в роботу і тривалість періоду «входу до праці». Це особливо помітно у водіїв автобусів, які працюють в ранкову зміну, і у водіїв дизельних автомобілів великої вантажопідйомності. У період «входу до праці» водії можуть неправильно оцінювати рівень своєї працездатності і йти на ризиковані маневри.

Встановлено, що функціональний стан водіїв і його працездатність поліпшуються на 2-й і 4-й день роботи після вихідного дня і починає погіршуватися з 5-го дня щоденної роботи. Найбільш висока працездатність відзначається на 3-й день роботи (у середу), найнижча – в суботу при роботі з одним вихідним днем на тиждень.

Залежно від характеру виконуваної роботи розрізняють стомлення фізичний, розумовий і емоційне. Стомлення, що виникає у водія автомобіля, слід вважати комбінованим, оскільки в його роботі елементи фізичної праці поєднуються з елементами інтенсивної розумової діяльності і великим емоційним напруженням. Причому емоційне напруження домінує і є основним чинником, що визначає розвиток його стомлення.

Велике нервово-емоційне напруження водія обумовлено постійною готовністю реагувати на різні раптово виникаючі зміни дорожньої обстановки. Він повинен бути готовим виконати швидкі і точні дії, що виключають можливість ДТП. У деякі періоди роботи водій змушений виконувати дії з управління автомобілем в дуже швидкому темпі, близькому до межі його психофізіологічних можливостей, що сприяє розвитку втоми.

Додатковими причинами емоційної напруги водіїв є: швидкість руху, не відповідна швидкості потоку транспортних засобів; почуття відповідальності за збереження вантажу; безпеку пасажирів і свою власну безпеку; нерівномірність надходження інформації, яка коливається від повної відсутності значимих подразників до десятків у хвилину; часте прийняття дуже відповідальних рішень.

Стомленню сприяють незручне сидіння, низька температура повітря, часті перепади температури в кабіні автомобіля, погана видимість, часті зміни

освітленості і недостатня освітленість дороги в темний час доби, шум, вібрація, попадання в кабінку парів бензину або відпрацьованих газів.

Під впливом стомлення знижуються інтенсивність уваги, його стійкість, розподіл і переключення, швидкість і точність сприйняття дорожньої обстановки, знижується гострота зору і зменшується поле зору, частішає пульс і підвищується кров'яний тиск, збільшується час реакції, порушується координація рухів, знижується ступінь автоматизації вироблених навичок. У стані втоми втрачається відчуття швидкості, порушується глибинне і динамічний зір, виникає апатія, млявість, притупляється готовність до дій при несподіваній зміні дорожньої обстановки.

До швидкому настанню втоми призводять транспортні затори. Кожне перебування водія в транспортному заторі призводить до зростання його емоційної напруги і, відповідно, до зростання його часу реакції. Перебування в другому або в наступних заторах призводить до подальшого зростання психоемоційного напруження і збільшення часу реакції. Раніше проведені дослідження показали, що під час перебування у другому транспортному заторі у водіїв збільшився час реакції в порівнянні з першим в середньому від 0,1 с до 0,5 с.

Зміна часу реакції водія призводить до зміни динамічного габариту автомобіля.

Відрізок дороги  $L$ , який автомобіль займає під час руху, називається його динамічним габаритом і включає в себе його довжину  $l_a$ , шлях реакції водія  $vt$  ( $t$  – час реакції), шлях гальмування  $S_T$  і зазор безпеки  $l_0$  до попереду автомобіля, що їде:

$$L = vt + S_T + l_a + l_0. \quad (9.1)$$

Як видно із залежності (9.1), динамічний габарит автомобіля залежить від швидкості, часу реакції і гальмівного шляху. Зі збільшенням швидкості автомобіля збільшується його динамічний габарит.

Однак якщо припустити, що швидкість автомобіля не змінюється і, відповідно, гальмівний шлях не змінюється, то на зміну динамічного габариту впливає тільки час реакції водія. При цьому необхідно зазначити, що час реакції складається з моторного та латентного періодів. Латентний період - це час від початку появи подразника до моменту реагування на нього. Моторний період - це час виконання відповідної дії. З точки зору роботи водія важливе значення має латентний період складної реакції. Його тривалість залежить від складності дорожньої обстановки, від досвіду водія, його стану та індивідуально-психологічних особливостей. Складна реакція вимагає значно більше часу, ніж проста. Час реакції залежить від напруги уваги водія. Раптова поява небезпеки значно збільшує час реакції. Якщо водій має часу для підготовки до виконаного маневру, то час реакції беруть рівну 0,75 с, а при несподіваній появі перешкоди – 1,5 с.

Елементарні розрахунки за оцінкою динамічного габариту автомобіля за залежністю (9.1) при зміні часу реакції водія від 0,1 с до 0,5 с полягають в наступному.

Припустимо, що автомобіль рухається з постійною швидкістю в 60 км/год, що еквівалентно 16,7 м/с. Тоді значення  $S_t$  теж залишається постійним. Припустимо, що сума  $S_t$ ,  $l_a$  і  $l_0$  дорівнює 20 м. Нехай до транспортного затору латентний період часу реакції ( $t_{np}$ ) водія дорівнює 1 с. тоді:

$$L = 16,7 \cdot 1 + 20 = 36,7 \text{ м.}$$

Збільшення  $t_{np}$  на 0,1 с призводить до зміни динамічного габариту:

$$L_1 = 16,7 \cdot 1,1 + 20 = 38,37 \text{ м.}$$

Відповідно, для  $t_{np}$  рівне 1,2; 1,3; 1,4 і 1,5 с динамічний габарит автомобіля зміниться наступним чином:

$$L_2 = 16,7 \cdot 1,2 + 20 = 40,04 \text{ м;}$$

$$L_3 = 16,7 \cdot 1,3 + 20 = 41,71 \text{ м;}$$

$$L_4 = 16,7 \cdot 1,4 + 20 = 43,38 \text{ м;}$$

$$L_5 = 16,7 \cdot 1,5 + 20 = 45,05 \text{ м.}$$

З вищенаведених розрахунків видно, що збільшення  $t_{np}$  на: 0,1 с призводить до збільшення динамічного габариту автомобіля на 1,67 м; 0,2 с – на 3,34 м; 0,3 с – на 5,01 м, 0,4 с – на 6,68 м; 0,5 с – на 8,35 м. Якщо прийняти зазор безпеки  $l_0 = 5$  м, то збільшення  $t_{np}$  на 0,3 с і більше призводить до зіткнення з переднім автомобілем, оскільки зміна динамічного габариту автомобіля в цьому випадку перевищує 5 м. Це означає, що водій, вийшовши з транспортного затору і зберігаючи колишній динамічний габарит може допустити скоєння дорожньо-транспортної пригоди.

Крім того, численними дослідженнями наслідків ДТП встановлено, що в 70 % випадків після наїзду на пішохода, автомобіль проїжджав не більше 1 метра.

Звідси випливає, що стомлення і зміна функціонального стану водія та їх вплив на час його реакції впливають на безпеку дорожнього руху.

Характерним симптомом втоми и перевтоми є розлади сну: сонливість вдень і безсоння вночі. Сонливість и засинання водія за кермо – найбільш небезпечні прояви втоми, які нерідко призводять до ДТП. Так, наприклад, у США 3,8% всіх водіїв стали учасниками ДТП зі смертельним результатом, у момент Події спали або були в стані вираженості стомлення. Від 1,7% до 2,4% ДТП відбуваються від того, Що водії засинали на прямолінійних ділянках дороги.

Іноді під впливом монотонного руху у водіїв виникає стан, що характеризується апатією, млявістю, появою абстрактних думок і уявлень, що не мають ніякого відношення до управління автомобілем. Воно називається «загальмованим станом», «ступором» або дорожнім гіпнозом. Загальмований стан при управлінні автомобілем може наступити внаслідок нервового

виснаження, стомлення від тривалої їзди, а також через стомлення перед поїздкою. Причини 15 % ДТП, що відбуваються на прямих ділянках автомобільних доріг, залишаються нез'ясованими. Припускають, що вони пов'язані з загальмованим станом водіїв.

Правилами руху водієві забороняється керувати транспортним засобом при такій ступеня втоми, яка може вплинути на безпеку руху. Однак водієві важко визначити ступінь втоми, при якій не слід керувати автомобілем, тому що ступінь прояву втоми і втома можуть не збігатися. Іноді водій не відчуває втоми і стомлення може проявитися раптово в різкому зниженні працездатності або в сонливості за кермом.

Звичайно, втома як суб'єктивне переживання втоми може допомогти водієві оцінити свою працездатність, але постійним критерієм в оцінці працездатності тільки ступінь втоми бути не повинна. Крім почуття втоми ознакою наступаючого втоми може служити поява, здавалося б, незначних помилкових дій, бажання випрямитися, змінити позу, помітне зниження інтенсивності і стійкості уваги, мимовільне відволікання на думці, не пов'язані з керуванням автомобілем, і все більша волюве зусилля, необхідне для подолання цих негативних явищ. Разом з тим перші ознаки втоми, що з'явилися після декількох годин роботи за кермом, безпечні для водія і легко усуваються короткочасним відпочинком.

Найкращим способом боротьби з втомою і перевтомленням є раціональний режим праці і відпочинку з дотриманням гігієнічних норм. Раціональний режим праці та відпочинку – це така організація трудової діяльності працюючих, яка забезпечує протягом повної робочої зміни, доби, тижня, місяця, року збереження їх здоров'я та працездатності.

Графік роботи водія протягом однієї зміни необхідно скласти з урахуванням навантаження і особливостей виконуваної роботи: маршруту, часу перебування за кермом, можливості короткочасних перерв для відпочинку протягом робочого дня, умов для харчування, повноцінного нічного відпочинку і т.д.

При організації режиму праці та відпочинку водіїв слід виходити з норми робочого часу 7 годин і повноцінного нічного відпочинку (сну) не менше 7 годин. Встановлено, що якщо водій не отримає достатнього відпочинку перед роботою, то навіть скорочення робочого часу не позбавить його від швидкого розвитку втоми. При збільшенні робочого часу для відновлення працездатності необхідний більш тривалий відпочинок. Так, наприклад, якщо робочий день триває 12 годин, з яких 10 годині водій перебуває за кермом, нічний сон повинен бути не менше 10 годин, а наступний робочий день не більше 7 годин. Тому тривалість робочої зміни понад 10–12 годин має вводитися у виняткових випадках, наприклад, при міжміських перевезеннях, на екскурсійних маршрутах або при віддаленості транспортних підприємств, коли водії багато часу витрачають на проїзд до місця роботи і назад. Напряму у дальній рейс на автобусі двох водіїв доцільно лише при

наявності на автомобілі спального місця для відпочинку водіїв у лежачому положенні.

Важливо раціональне чергування праці і відпочинку водія і протягом робочого дня. При русі, триваючому більше 3–5 годин, водієві слід надавати щогодини 5-хвилинну перерву, а після 4 годин роботи – більш тривалий перерва з легким підкріпленням (солодкий чай, кава). Положенням передбачено, що на міжміських перевезеннях після трьох годин безперервного водіння слід зупинка для відпочинку тривалістю 10 хвилин, а надалі стоянка такою тривалістю передбачається через кожні 2 години.

Одним із заходів підвищення працездатності водіїв є усунення таких факторів, що сприяють швидшому розвитку втоми: неправильної посадки за кермом, високої або низької температури повітря в кабіні, попадання в кабіну відпрацьованих газів, джерел додаткового шуму і вібрації, брудних стекол, що погіршують видимість.

Велике значення для збереження працездатності водіїв має раціональне проектування доріг з урахуванням людського фактора. Одноманітні, прямі ділянки дороги сприяють виникненню загальмованого стану. Водієві не слід тривалий час нерухомо дивитися перед собою, фіксуючи погляд на одній точці. Так, наприклад, відблиски хромованого заднього бампера попереду автомобіля, що йде нерідко на тривалий час привертають погляд водія, що викликає, так званий, дорожній гіпноз.

Правильна організація режиму праці, створення умов для своєчасного та повноцінного відпочинку та харчування водіїв у дорозі, вдосконалення доріг та організація дорожнього руху – ось заходи, без комплексного вирішення яких неможливо попередження ДТП, пов'язаних зі зниженням працездатності водіїв у результаті їх втоми і перевтоми.

### **Заходи з підвищення безпеки руху**

Забезпечення безпеки дорожнього руху є найбільш важливою проблемою на автомобільному транспорті. Від правильного та своєчасного її вирішення залежать життя і здоров'я пасажирів, збереження матеріальних цінностей. Найбільша аварійність буває на автомобільному транспорті. Дані американської статистики свідчать про те, що кількість людей, загиблих на 1 млрд. пас.-км перевезень на автомобільному транспорті, майже вдвічі більше, ніж на повітряному, і майже в чотирнадцять разів – на залізничному. Щорічно на автомобільних дорогах світу гине в ДТП близько 200 тис. чоловік. У багатьох країнах збиток від аварійності на автомобільних дорогах становить близько 1 % національного доходу.

Посилення служб безпеки руху, обмеження швидкості руху обумовлюють деяке зниження відносної аварійності, зменшення тяжкості ДТП, в ряді випадків – скорочення абсолютної аварійності. І все ж загальна кількість ДТП та осіб, постраждалих від них, залишається великим, а проблема підвищення безпеки руху зберігає свою гостроту і актуальність.



Ефективне вирішення проблеми підвищення безпеки дорожнього руху потребує встановлення причин ДТП і розробки заходів щодо їх усунення. Види і причини ДТП встановлюються на підставі статистики аварійності. Всі ДТП підрозділяються на 10 видів: зіткнення, перекидання транспортних засобів, наїзди на перешкоди, наїзди на пішоходів, наїзди на велосипедистів, наїзди на варті транспортні засоби, наїзди на гужовий транспорт, наїзди на тварин, падіння пасажирів та інші події. Частіше за інших трапляються наїзди транспортних засобів на пішоходів, зіткнення та перекидання транспортних засобів, наїзди на перешкоди і на що стоять транспортні засоби. Разом узяті названі види ДТП складають більше 90 % від усіх зареєстрованих.

У містах і населених пунктах відбувається 70–75 % всіх ДТП, головним чином, на перетинах. Однак тяжкість ДТП вище на позаміських дорогах. Менш аварійними є автомобільні магістралі, які більшою мірою ізольовані від пішоходів і велосипедистів і які мають роздільні проїжджі частини для кожного напрямку руху, а перетину з іншими дорогами виконані в різних рівнях.

Аналіз даних, наведених в таблиці 9.1, приводить до висновку, що ДТП відбуваються, головним чином, через помилки, недбалості, неправильних дій водіїв. Саме до такого висновку найчастіше приходять офіційна статистика. Однак погодитися з ним беззастережно не можна – воно результат неповного аналізу конкретних умов виникнення ДТП. Зокрема, статистика аварійності ДТП часто недооцінює роль дорожніх і погодно-кліматичних умов. Багаторічні дослідження свідчать про те, що вплив несприятливих дорожніх умов є прямою або непрямою причиною 70 % ДТП. Несприятливі дорожні умови значною мірою посилюють тяжкість пригод, що виникають з інших причин.

Таблиця 9.1 – Розподіл ДТП за основними причинами

Характер порушень правил дорожнього руху	Розподіл ДТП, %
Неправильний (не відповідає обстановці) вибір швидкості водієм	27
Керування транспортними засобами у нетверезому стані	23,5
Виїзд на смугу зустрічного руху	8,2
Застосування неправильних прийомів управління, обумовлене недостатньою досвідченістю водія	4,7
Порушення правил обгону	4,3
Рух на несправному транспортному засобі	3,3
Недотримання безпечної дистанції	3,1
Непокора приписами дорожніх знаків	1,4
Раптовий виїзд із займаного ряду руху	0,8

Підвищення безпеки дорожнього руху – завдання комплексне, рішення якої можливе за умови чіткого функціонування всіх складових системи ВАДС. Найважливішою її складовою є транспортні засоби, сукупність яких на автомобільній дорозі утворює транспортний потік. Одним з факторів аварійності є технічна несправність транспортних засобів.

Як впливає з таблиці 9.2, цей фактор обумовлює 3,3 % ДТП.

Незважаючи на досить високу надійність сучасних транспортних засобів, подальше вдосконалення їх конструкції є одним з важливих напрямків скорочення ДТП. Поліпшення дії механізмів транспортного засобу представляє сферу його активної безпеки, під якою розуміють забезпеченість конструкціями і технічними засобами, що гарантують безаварійне рух в нормальних дорожніх умовах при дотриманні водієм Правил дорожнього руху. Це поняття включає в себе гарну оглядовість, ефективне і надійне гальмування, легке і надійне рульове управління, стійкість і керованість транспортних засобів на прямолінійних і криволінійних ділянках дороги, ефективна дія освітлювальних і сигнальних приладів, малу стомлюваність водіїв при довгих поїздках.

Щоб уникнути стомлюваності водія активна безпека висуває ряд вимог до конструкції та обладнанню кабіни. В цілому конструкція і висвітлення її повинні відповідати психофізіологічним можливостям людини. Така відповідність досягала за рахунок розмірів кабіни, не обмежувальних рухів водія, правильного розміщення контрольних сигнальних приладів, рульового колеса і педалей управління, конструкції і правильної установки сидіння.

На стомлюваність і увагу водіїв в значній мірі впливає зміна температури і відносної вологості повітря в кабіні. Найбільш сприятливі умови при температурі 19–22 °С і відносній вологості 50 %. Залежно від характеру роботи, пори року і погодних умов належну увагу має бути приділено одязі водія.

У таблиці 9.2 представлені показники, що характеризують різну ступінь зручності роботи водія в кабіні.

Дослідження стомлюваності водіїв з автоматичним і ручним управлінням коробкою передач показало, що у разі автоматичної коробки передач зменшується навантаження на певні групи м'язів, знижується нервова напруга, економляться фізичні зусилля, що покращує умови безпеки дорожнього руху.

До засобів активної безпеки слід також віднести пристрої, що попереджають водія про досягнення безпечної швидкості. Відомі пристрої, що включають в себе аналогову обчислювальну техніку і подають водієві звуковий або світловий сигнал з урахуванням коефіцієнта зчеплення, гальмівного шляху, прийнятих обмежень.

При русі, особливо в складних умовах, водій постійно знаходиться в стані підвищеної уваги та постійної готовності змінити напрям руху, щоб запобігти ДТП. Транспортний засіб має легко і швидко підкоритися водієві, змінити швидкість і напрямок руху, зберігши при цьому свою стійкість. Легкість і надійність цього маневру забезпечується рульовим управлінням, від стану якої багато в чому залежить безпека дорожнього руху.

Таблиця 9.2 – Фактори, що визначають рівень зручності роботи водія

Фактори зручності роботи водія	Зона повної зручності	Зона неповного зручності	Граничні величини
Подача повітря на 1 особу, м <sup>3</sup> /хв	0,4(0,56)	0,4(0,36)	0,1(0,14)
Температура повітря, °С: максимальна мінімальна	22(21) 19(18,5)	47(30) 15(15,5)	40(43) 0(0)
Швидкість руху повітря, м/с	0,15(0,1)	0,3(0,3)	2
Відносна вологість повітря, %: максимальна мінімальна	50(50) 50(30)	60(60) 40(20...3)	80(75) 20(20)
Випари бензину, мг/л повітря	0	0,1	0,3
Вуглекислий газ, мг/л повітря	0,56(0,17)	1,3	2(1)
Чадний газ, мг/л повітря	0(0)	0,01(0,01)	0,03(0,03)
Шум	(55 дБ) чутність мови на відстані 1 м	(65 дБ)	(більше 80дБ) межа досі не встановлено, до 100 дБ
Вібрація	(при 8 циклах в 1 с та амплітуді хвилі 0,2 мм)	(при 8 циклах в 1 с та амплітуді 1,3 мм)	(зона нестерпних вібрацій)
Прискорення, м/с <sup>2</sup>	(0)	(0,1)	(1)

Примітка: в дужках вказані американські дані.

Під пасивною безпекою транспортного засобу розуміють сукупність конструкцій і технічних засобів, що знижують тяжкість пригод, якщо аварія виявилася неминучою. Засоби пасивної безпеки знижують смертність і тяжкість тілесних ушкоджень водіїв та пасажирів.

Безпека водіїв і пасажирів в значній мірі залежать від деформативності кузовів автомобілів, від їхньої здатності демпфувати. Жорсткість кузова автомобіля повинна бути обмежена так, щоб в результаті зіткнення кузов в допустимих межах деформувався, пом'якшуючи тим самим удар від зіткнення.

Внутрішні поверхні кузова повинні бути оббиті енергопоглинаючим матеріалом. Бажано, щоб вони були обладнані пневматичними подушками. У

складеному стані такі подушки розміщуються збоку від сидінь, під панеллю приладів, на задній стороні передніх сидінь. Подушки з'єднуються з балонами, наповненими стиснутим газом. При зіткненні подушки протягом десятих часток секунди наповнюються газом, заповнюють простір попереду пасажирів і водія, істотно знижуючи ймовірність і тяжкість пошкоджень. Пасивна безпека автомобіля вимагає, щоб деталі, виступаючі всередину кузова, були еластичні і мали округлу форму.

Ефективним засобом пасивної безпеки автомобіля є прив'язні ремені (ремені безпеки). Їх застосування значно знижує вірогідність смертельного результату, особливо при перекиданні автомобіля. Більш ніж вдвічі знижується тяжкість поранень. Ремінь безпеки визнаний найбільш ефективним засобом для попередження особових травм. Ризик серйозного пошкодження або смертельного результату для попереду сидячих пасажирів знижується в 9 разів. Через наявність рульового колеса захист водія менш ефективна.

Призначення ременів безпеки полягає в тому, щоб утримувати на місці пасажирів і водія при зіткненні або різкому гальмуванні автомобіля. Прив'язний ремінь складається зі стрічки ремня з замком та пристрої для кріплення ремня до кузова й сидіння. Відома велика кількість конструкцій прив'язних ременів. Для більш повного та ефективного їх використання бажано враховувати різноманітність фігур тих, хто користується автомобілем.

Удосконалення системи пасивної безпеки вимагає ретельних наукових досліджень. Перевірка нових конструкцій і пристроїв здійснюється при випробуваннях на автодромах експериментальних автомобілів, обладнаних манекенами і відповідної вимірювальною апаратурою. Вивчається характер ДТП, встановлюються причини загибелі або важких поранень людей; всебічно досліджується біомеханіка ушкоджень людини; розробляються вимоги до конструкції, міцності окремих частин автомобіля і його внутрішнього обладнання.

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Які бувають форми втоми?
2. У чому полягає механізм виникнення втоми?
3. Як впливає час реакції водія на зміну динамічного габариту автомобіля?
4. Як розподіляються ДТП за основними причинами?
5. Що розуміється під активною і пасивною безпекою?
6. Які існують заходи з підвищення безпеки дорожнього руху?

## 10 ЕКОНОМІЧНА ТА СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ «ЛЮДИНА – ТЕХНІКА – СЕРЕДОВИЩЕ»

### **Чинники, що впливають на ефективність системи «людина – техніка – середовище»**

Визначення ефективності системи «людина – машина – середовище» важливе практичне завдання, яке доводиться вирішувати як на етапах розробки системи, так і її експлуатації. На основі результатів оцінки ефективності приймають рішення про виготовлення чи про модернізацію системи. Результати оцінки ефективності вирішальним чином визначають весь комплекс питань, пов'язаних із соціально-економічними програмами розвитку народного господарства в цілому.

Зараз нагромаджено вже немалий досвід системних досліджень. Не викликає сумнівів те, що пошук методів оцінки ефективності систем слід проводити відповідно до цілей і завдань системи. Такий підхід дозволяє перетворити оцінку ефективності в робочий інструмент проектування системи, тому що вона орієнтує розробників на конкретне урахування чинників, що впливають на ефективність системи. Треба мати на увазі, що на загальну ефективність системи впливає ряд чинників, які не належать безпосередньо до діяльності операторів. Із них можна виділити такі основні чинники втрати ефективності:

- організаційно-структурні чинники, які визначають оптимальність структури системи і вибраних режимів її функціонування (наприклад, централізований, децентралізований та змішаний режими; наявність необхідного зворотного зв'язку та ін.);

- неякісна вхідна інформація (недостатність або невпорядкованість показників, що характеризують об'єкт управління або зовнішнє середовище, випадкові або навмисні перешкоди та ін.);

- недосконалі машинні алгоритми розв'язування задач (надмірна складність і неекономічність, нераціональна організація обчислювальних процесів і процесів обробки інформації тощо);

- недостатня надійність технічних засобів (апаратури збирання, зберігання, обробки, відображення й передачі інформації);

- недостатній рівень організації та забезпечення діяльності операторів, керівного і обслуговуючого персоналу.

На практиці може мати місце кожний із названих чинників втрат, хоч ці втрати можуть бути невеликими. Втрати виникають неодноразово, і людина може коригувати або зовсім не допускати втрат ефективності, що викликані відмовою апаратури, неякісними машинними рішеннями, неякісною вхідною інформацією тощо.

Зараз ресурси, які можна виявити у зв'язку з урахуванням «людського чинника», тобто ресурси, спрямовані на зменшення втрат ефективності й оптимізацію діяльності операторів у системах «людина – техніка – середовище»,

є: досить значними. Виявлення і використання цих ресурсів у багатьох випадках є економічно доцільнішим, ніж спроби зменшити втрати ефективності за рахунок інших чинників.

Для того, щоб в'яснити природу і структуру згаданих чинників, необхідно вибрати основні, опорні показники ефективності діяльності операторів будь-якого профілю. До таких показників слід віднести точність, своєчасність (оперативність) і надійність виконання покладених на операторів функцій.

Сукупність цих трьох характеристик діяльності має бути основою оцінки ефективності не тільки діяльності людей, а й функціонування систем ЛМС у цілому.

На опорні показники – точність, оперативність і надійність вирішення завдання або окремих операцій, – які складають процес вирішення, впливають такі групи чинників:

а) структура (або алгоритм) операторської діяльності, у т.ч. тип і характер виконуваних функцій, характер розподілу функцій, ступінь напруженості, спосіб організації колективної роботи та ін.;

б) експлуатаційні якості обладнання, що забезпечує операторську діяльність (розміщення, конструкція і зручність користування апаратурою, засобами індикації й органів управління);

в) умови зовнішнього середовища (температура й інші параметри мікроклімату, шум, вібрація, освітлення тощо);

г) режим діяльності (тривалість змін, організація відпочинку та ін.);

д) рівень професійної підготовки оператора (його знання, навички, досвід тощо);

є) індивідуальні особливості людей (психофізіологічні й антропометричні характеристики, інтелектуальні особливості, емоційна й мотиваційна стійкість та інші риси психологічного складу особистості).

Очевидно, що проблема оцінки ефективності системи була б вирішена, якщо б вдалося пов'язати або навіть розрахувати сукупний вплив перелічених чинників.

Для аналізу вказаних чинників використовують методи фізичного моделювання. При можливості варіювання значеннями змінних ці методи можуть дати найкращі результати, тому моделі оцінки ефективності, на основі яких можуть бути одержані кількісні значення, розглядають як перспективні засоби аналізу.

Традиційні експериментальні методи обстеження також можуть дати багато для виявлення залежності опорних показників від чинників, що впливають на них.

При виборі змінних, відповідно до яких мають проводити аналіз чинників втрат ефективності, слід користуватися певною концептуальною схемою. За основу такої схеми беруть уявлення про засоби діяльності операторів.

Так, при врахуванні чинників, що впливають на ефективність роботи з інформаційними моделями, потрібно брати до уваги:

- відповідність інформаційної моделі методам розв'язування задачі операторами;
- раціональне сенсорне завантаження операторів;
- найкраще поєднання інтегральних і детальних інформаційних моделей, а також засобів відображення колективного й індивідуального користування;
- раціональний розподіл інформації за каналами сприйняття операторів;
- найкращі умови подання інформації;
- оптимальність темпу оновлення інформації.

При створенні робочих місць та органів управління таке врахування має включати:

- оптимальне розміщення (компонування) зон індикації та сигналізації й операційних полів на панелях і пультах робочих місць;
- оптимальний розподіл органів управління на операційному полі пульта;
- раціональне розміщення робочих місць у оперативних приміщеннях;
- дотримання всіх антропометричних, гігієнічних та інших ергономічних вимог із метою забезпечення комфортних умов роботи операторів;
- зручність тренажу і підготовки операторів на робочих місцях.

При підготовці операторів та організації їхньої діяльності мають бути передбачені:

- чітка класифікація професійного профілю операторів з уточненням специфічних вимог до знань, навичок та особистих якостей операторів;
- проведення спеціального психофізіологічного відбору і спеціальної підготовки операторів;
- раціональні режими діяльності.

Для широкого кола операторських функцій у системах «людина – техніка – середовище» важливий вплив на ефективність діяльності оператора мають чинники, що викликають стрес, порушення діяльності через надмірну психологічну або психофізіологічну напруженість.

До таких чинників-стресорів належать:

- дефіцит часу для розв'язування задачі;
- сенсорне перевантаження або недовантаження;
- психологічна несумісність у групі;
- екстремальний вплив чинників навколишнього середовища;
- недостатній рівень професійної підготовки;
- фальшива мотивація або установка і багато іншого.

Підвищення ефективності системи «людина – техніка – середовище» можна добиватися за такими основними напрямками:

- раціональний розподіл функцій між людиною і технічними засобами, а також між операторами;

- узгодження інформаційних і алгоритмічних можливостей машин із психофізіологічними й інтелектуальними можливостями людини;
- підвищення рівня професійної підготовки операторів;
- створення нормативів діяльності, що відповідали б найкращим комфортним умовам діяльності, на основі виконання комплексу ергономічних вимог і норм.

Глибоке проникнення в психологічні механізми операторської діяльності, визначення й аналіз їхніх кількісних характеристик і взаємозалежностей дозволять суттєво підвищити рівень ефективності систем та максимально наблизити його до потенційного.

### **Соціальне й економічне значення впровадження ергономіки в практику**

Упровадження досягнень ергономіки у практику має не тільки економічне, а й соціальне значення. Основними соціальними цілями ергономічних досліджень є всебічний розвиток людини; розвиток і удосконалення відносин, що виникають у процесі праці; охорона праці та здоров'я працюючих. Кардинальний шлях досягнення соціальних цілей – підвищення культури виробництва.

Поняття культури виробництва включає три складові:

- технічну культуру на підприємстві, яка визначається умовами розвитку техніки і технології виробництва, рівнем його механізації й автоматизації;
- якістю продукції;
- загальну культуру на виробництві, що складається з умов праці та культурно-побутового обслуговування працюючих;
- особисту культуру працюючого, яка визначається його відношенням до праці, професійною підготовкою, взаєминами у виробничому колективі.

Оцінка соціальної ефективності ергономічних досліджень проводиться за допомогою кількісних показників, які використовують для оцінки ефективності впровадження ергономічних заходів.

Вихідною передумовою для визначення економічного ефекту від упровадження ергономічних розробок є концепція запобігання втратам. Згідно з цією концепцією величина ефекту оцінюється як сума втрат для суспільства, які вдалося відвернути завдяки впровадженню ергономічних заходів. Але для вивчення впливу людського чинника на ефективність ергономічних заходів використовують два напрями:

1. Визначення втрат для суспільства, пов'язаних з дією на людину несприятливих чинників, що виникають при експлуатації техніки.
2. Визначення впливу людського чинника на продуктивність праці й ефективність експлуатації техніки.

Таким чином, важливим методологічним питанням є вибір показників і критеріїв для економічної оцінки ергономічних рекомендацій. При цьому можливі два підходи.



Перший підхід пов'язаний із розробкою принципово нових критеріїв і показників, наприклад, таких, як задоволення працею, час відновлення працездатності після роботи, використання фонду робочого часу, використання можливостей системи ЛТС. Другий ґрунтується на використанні існуючих критеріїв і показників визначення економічної ефективності науково-технічних розробок. Це річний економічний ефект, термін окупності та коефіцієнт економічної ефективності. Специфіка ергономічних розробок у даному випадку полягає у виявленні можливих джерел економії та методу її визначення для різних типів систем. Тут важливо враховувати дві обставини. По-перше, витрати, направлені на вирішення соціальних завдань, не завжди мають окупності у визначений термін. Тому при економічній оцінці слід, як правило, використовувати лише показник річного економічного ефекту. По-друге, якщо для розробок, пов'язаних з урахуванням людського чинника, все ж виникає необхідність визначити термін окупності, то за рекомендацією науково-дослідних інститутів він має встановлюватися тривалістю 12 років.

Економічна оцінка системи «людина – техніка – середовище» дозволяє: обґрунтувати доцільність упровадження ергономічних розробок:

- визначити вплив ергономічних та інженерно-психологічних заходів на загальну економічну ефективність цієї системи;
- порівняти конкуруючі варіанти побудови системи ЛМС за економічними показниками;
- обґрунтувати темпи зростання продуктивності праці;
- оцінити діяльність підрозділів і окремих спеціалістів, які займаються ергономічними дослідженнями й розробками;
- обґрунтувати форми морального та розміри матеріального заохочення за розробку і впровадження ергономічних заходів.

Комплексний підхід до нової техніки як системи «людина – техніка – середовище» дозволяє одержати суттєвий економічний ефект за рахунок повнішого врахування і використання діючих чинників виробництва.

Нагромаджені дані свідчать про високу економічну ефективність ергономічних та інженерно-психологічних розробок, що впроваджені в різних галузях народного господарства у колишньому СРСР. Використання рекомендацій авіаційної ергономіки при розробці кабіни одного з літаків у конструкторському бюро генерального конструктора О. К. Антонова дозволило збільшити час, який має екіпаж на пілотування, на 30-60 %, підвищити оперативну готовність літака на 15–20 %, зменшити ймовірність помилкових дій пілота, поліпшити умови роботи і різко підвищити безпеку польотів.

Значний економічний ефект був досягнутий при ергономічній оптимізації робочого місця оператора в промисловості. За даними промислових міністерств, упровадження типових проектів організації робочого місця для масових професій дозволило підвищити продуктивність праці на 1,2–1,3 %.

Статистика ергономічних досліджень показала, що 8–10 % працюючих на транспорті й у промисловості не відповідає за своїми психофізіологічними характеристиками вимогам професії. Цим зумовлено більше 40 % автомобільних пригод, 65 % виробничих травм і нещасних випадків, 80–90 % порушень режиму роботи.

За спрямованістю ергономічні рекомендації поділяють на такі класи, як: комплексна оптимізація, оптимізація навчання, врахування різних психологічних чинників, оптимізація темпу швидкісних операцій, оптимізація структури діяльності, оптимізація режиму праці та ін.

### **Розрахунок економічної ефективності ергономічних заходів**

Економічна оцінка ергономічних розробок включає кілька етапів:

- визначення видів систем ЛМС;
- визначення можливих джерел економії;
- вибір базового варіанта;
- уточнення вихідних даних;
- розрахунок річної економії;
- визначення економічного ефекту.

У практиці розрахунків економічної ефективності ергономічних розробок, заходів і рекомендацій використовують існуючу методику економічної оцінки капітальних вкладень і нової техніки. Ця методика допомагає визначити вплив ергономічних досліджень і розробок на технічні та соціально-економічні показники системи «людина – техніка – середовище».

Підвищення якості системи ЛМС можливе за рахунок проведення досліджень за такими основними напрямками:

а) поліпшення організації праці, куди входять розподіл функцій між людиною і технічними засобами, розподіл функцій у колективі, визначення чисельності персоналу;

б) організація діяльності людини-оператора шляхом проектування алгоритмів діяльності оператора, опису структури діяльності, розробки і створення інформаційної моделі, розробки методів навчання операторів, організації психофізіологічного відбору, організації режимів праці та відпочинку;

в) визначення вимог до технічних засобів діяльності, таких як елементи робочого місця, конструкція робочого місця, апаратура для навчання і тренувань;

г) визначення вимог до придатності для проживання в даному середовищі з урахуванням фізичних (освітленість, температура, вологість, вібрація, випромінювання), хімічних (загазованість атмосфери, забруднення води й ін.) і біологічних (концентрація різних мікроорганізмів) чинників.

Усі ці напрями досліджень характерні для різних видів систем «людина – техніка – середовище» і ведуть до поліпшення таких технічних і соціально-економічних показників, як підвищення продуктивності праці, зниження собівартості, зменшення чисельності персоналу, зниження

травматизму і захворювань, зменшення плинності кадрів, підвищення надійності системи, збільшення терміну її служби, підвищення кваліфікації персоналу, зниження втоми.

При проведенні ергономічних досліджень і розробок оцінка економічної ефективності базується на обґрунтуванні доцільності проведення досліджень і розробок, визначенні впливу впровадження результатів розробок на результуючу ефективність системи ЛТС і на порівняння економічних показників двох або більше варіантів системи.

Із комплексу економічних показників, що характеризують ефективність системи, найдоцільніше вибрати такі:

- умовно-річну економію впровадження результатів дослідження або розробок;
- річний економічний ефект впровадження;
- термін окупності капітальних витрат.

Визначення економічної ефективності проводять як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації системи. Економічну ефективність на стадії проектування називають очікуваною, а на стадії експлуатації – фактичною.

Умовно-річну економію, яку одержують за рахунок упровадження результатів ергономічних досліджень і розробок, визначають за формулою:

$$PE = E_n - E_0, \quad (10.1)$$

де  $PE$  – умовно-річна економія;

$E_n$  – річна економія від впровадження нової системи ЛТС;

$E_0$  – річна економія, яка визначається для базової системи.

Річний економічний ефект, зумовлений впровадженням ергономічних заходів, визначається з урахуванням затрат за формулою:

$$E = PE + Z, \quad (10.2)$$

де  $E$  – річний економічний ефект;

$PE$  – умовно-річна економія;

$Z$  – затрати, пов'язані з проведенням і впровадженням результатів ергономічних досліджень і розробок.

Визначаються таким чином:

$$Z = C + E_n \times K, \quad (10.3)$$

де  $C$  – постійні експлуатаційні затрати;

$K$  – одноразові капітальні затрати;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт капітальних вкладень (становить 0,15).

При визначенні економічної ефективності розробок, розрахованих на багаторічну реалізацію, чинник часу враховується шляхом приведення капітальних вкладень до одного моменту часу.

Для різних систем ЛТС залежно від спрямованості ергономічних та інженерно-психологічних досліджень і розробок умовно-річна економія  $PE$  визначається різними чинниками:

а) при проведенні дослідницьких робіт – скороченням розробки системи ЛТС, зменшенням вартості розробки, підвищенням ефективності системи;

б) при модифікації існуючих систем – збільшенням обсягу реалізації (зниженням собівартості продукції), зниженням експлуатаційних затрат (витратна освоєння, підготовку виробництва, заробітну плату та інших витрат).

Загальна річна економія від ергономічних й інженерно-психологічних досліджень і впровадження їх результатів, які призначені для розробника системи ЛТС і для користувача (експлуатаційника), може бути представлена формулою:

$$DE_{заг} = DE_p + DE_k, \quad (10.4)$$

де  $DE_{заг}$  – загальна річна економія;

$DE_p$  – річна економія розробника за рахунок зменшення затрат на проектування (розробку);

$DE_k$  – річна економія користувача при експлуатації системи ЛТС.

Більшість розрахунків економічної ефективності ергономічних досліджень пов'язана з етапами виготовлення і експлуатації техніки. Такий стан пояснюється тим, що в цьому випадку дані про вартість до і після впровадження розробок більш доступні ніж на етапі раннього проектування. Але є всі підстави вважати, що якраз на ранніх стадіях проектування і розробки систем «людина техніка» ергономічні дослідження можуть дати найбільший техніко-економічний ефект, тому що на цих стадіях можна не допустити багато неправильних проектувальних рішень і усунути необґрунтовані з ергономічної позиції вимоги на збільшення капіталовкладень.

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Охарактеризуйте показники ефективності діяльності операторів.
2. Які чинники впливають на ефективність діяльності операторів?
3. Розкрийте значення впровадження ергономіки в практику.
4. Які існують напрями визначення економічної оцінки ергономічних рекомендацій?
5. На які класи можна поділити ергономічні рекомендації?
6. Розкрийте етапи економічної ефективності ергономічних заходів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Системологія на транспорті / [Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін.] ; під заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. – Київ : Знання України, 2008. – кн. 5 : Ергономіка. – 256 с.
2. Ергономічні і логістичні аспекти моделювання транспортних систем міст / [В. К. Доля, Є. І. Куш, О. О. Лобашов та ін.]. – Харків : Видавництво «НТМТ», 2013.
3. Гюлев Н. У. Особливості ергономіки та психофізіології в діяльності водія : навч. посібник / Н. У. Гюлев. – Харків : ХНАМГ, 2012. – 185 с.
4. Ергономічне і логістичне забезпечення транспортних систем / [В. К. Доля, Ю. О. Давідіч, О. О. Лобашов та ін.]. – Харків : Видавництво «Лідер», 2014.
5. Ротенберг Р. В. Основы надежности системы водитель – автомобиль – дорога – среда / Р. В. Ротенберг. – Москва : Машиностроение, 1986. – 216 с.
6. Гюлев Н. У. Людський фактор і дорожні затори : монографія / Н. У. Гюлев; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 235 с.
7. Игнатов Н. А. Инженерная психология, психофизиология труда и подготовка водителя автомобиля / Н. А. Игнатов, В. А. Иларионов, В. М. Мишуринов. – Москва : МАДИ, 1979. – 96 с.
8. Мунипов В. М. Эргономика : человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды / В. М. Мунипов, В. П. Зинченко. – Москва : Логос, 2001. – 356 с.
9. Застосування моделей і методів ергономіки і логістики в транспортних системах : монографія / [В. К. Доля, Ю. О. Давідіч, О. О. Лобашов та ін.] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : Видавництво «Лідер», 2016. – 332 с.

*Навчальне видання*

**Гюлєв Нізамі Уруджевич**

## **ЕРГОТИЧНІСТЬ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ МІСТ**

### **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної і заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр»  
зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами))*

Відповідальний за випуск *О. О. Лобашов*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2019, поз. 96 Л.

---

Підп. до друку 22.03.2019. Формат 60×84/16  
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 5,0  
Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.