

УДК 331.101.1+656.053

І.Е. Линник, к.т.н., доц.
Харківська національна академія міського господарства
Т.В. Волобуєва, ст. викл.
Донецький інститут автомобільного транспорту

КОНСТРУКЦІЯ АВТОТРЕНАЖЕРА ДЛЯ НАВЧАННЯ ВОДІЯ ВОДІННЮ В СТРЕСОВИХ СИТУАЦІЯХ

В роботі запропоновано конструкцію автомобільного тренажера для проведення навчання управління автомобілем в умовах виникнення стресових ситуацій, наведено функціональну схему тренажера та окремих його найважливіших елементів.

Вступ. У сучасних умовах формування безпеки дорожнього руху визначальну роль відіграє рівень підготовки водія з урахуванням загальносвітових тенденцій зміни аварійності, у рамках яких спостерігається близько 80 % ДТП із вини водія. Зазначений відсоток розкриває безсумнівну актуальність рішення науково-практичних завдань з пошуку шляхів удосконалювання підготовки водіїв. Сучасні дослідження щодо підготовки водіїв автомобілів сконцентровані в рамках інженерної психології й ергономіки. Основною науковою проблемою в дослідженні процесу навчання водіїв є розкриття процесу формування навичок водіння автомобіля в умовах різних дорожньо-транспортних ситуацій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні дослідження [1, 2] указують на те, що виникненню дорожньо-транспортної пригоди з вини водія передують специфічна дорожньо-транспортна ситуація, яка найчастіше зв'язана з виникненням у водія стресу, що перешкоджає адекватній оцінці зазначеної ситуації, швидкому і правильному ухваленню рішення із запобігання зіткнення. У зазначених умовах аварійні й аварійно-небезпечні ситуації неминуче переростають у дорожньо-транспортні пригоди.

Розглянуті вище аспекти розкривають необхідність розробки відповідних методик і апаратних засобів для навчання водіїв поведінню в стресових ситуаціях.

Мета даної роботи – удосконалення конструкції автомобільного тренажера, що дозволяє проводити підготовку водіїв водінню автомобіля в стресових ситуаціях.

Викладення основного матеріалу. Функціональна схема автомобільного тренажера для підготовки водіїв водінню у стресових ситуаціях наведена на рис. 1.

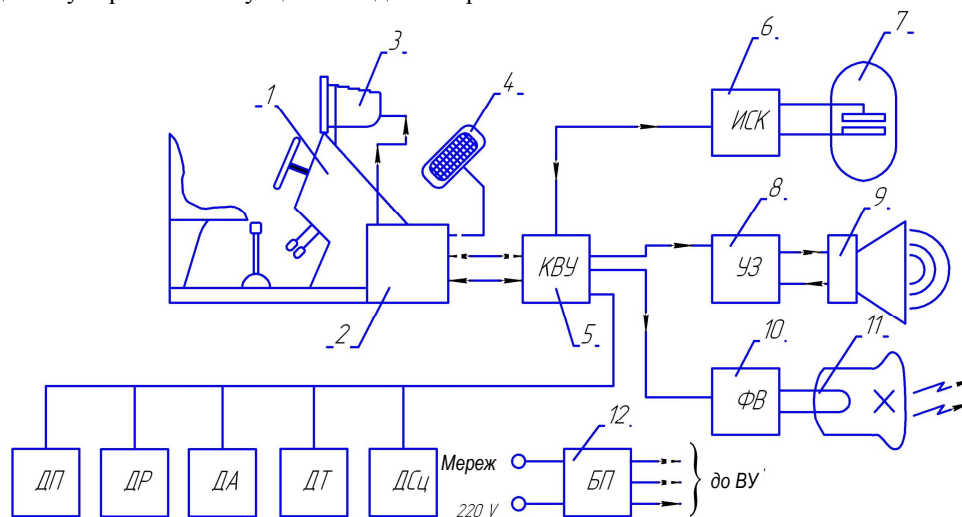


Рис. 1. Функціональна схема автомобільного тренажера для підготовки водіїв водінню у стресових ситуаціях: 1 – робоче місце водія (імітатор кабіни); 2 – системний блок комп'ютера; 3 – монітор; 4 – клавіатура; 5 – контролер зовнішніх пристроїв (КВУ);

6 – вимірник опору шкіри; 7 – датчик (ДСК); 8 – підсилювач звукової частоти (УЗЧ);

9 – звукова колонка; 10 – генератор коротких імпульсів (фотоспалах);

11 – лампа-спалах; 12 – блок живлення зовнішніх пристроїв; ДП – датчик коробки передач; ДР – датчик положення рульового колеса; ДА – датчик положення педалі газу; ДТ – датчик положення педалі гальма; ДСц – датчик положення педалі зчеплення

Автомобільний тренажер складається із таких структурних елементів:

- імітатор кабіни з органами керування, оснащених датчиками;
- система психофізіологічних подразників і вимірник рівня емоційної стійкості водія;

- в) контролер датчиків органів керування і зовнішніх пристроїв;
- г) аналого-цифровий перетворювач на основі мікроконтролера;
- д) комп'ютерна система РС АТ з бібліотекою програм і методик з виконання задач і тестування.

Основні технічні дані автомобільного тренажера:

- тип стаціонарний;
- кількість місць для навчання – 1;
- кут нахилу рульового вала, град. – $(20-78) \pm 2$;
- амплітуда поворотів рульового колеса – фіксація залежно від автомобіля, що імітується;
- зусилля на рульове колесо, Н – згідно з нормативами;
- споживана потужність, кВт – 0,3;
- напруги живлення – $220\text{В} \pm 10\%$, 50 Гц;
- габаритні розміри, мм:
 - довжина – 1800;
 - ширина – 1200;
 - висота – 1100;
- маса, кг – 200.

Будова тренажера.

1. Імітатор кабіни водія.

Імітатор кабіни (рис. 1) містить сидіння водія, рульове колесо, коробку передач, важелі керування, що приводяться до дії ногами (зчеплення, гальмо, газ), панель індикації з ключем «запалювання», а також вимірник рівня емоційної стійкості, обладнаний рядом подразників: звуковими, світловими.

Сидіння водія і рульовий вал мають можливість зміщатися і фіксуватися, як з метою вибору зручної посадки різних на зріст курсантів, так і імітації робочого місця визначеної моделі автомобіля.

При цьому кут кермового вала може фіксуватися в положеннях, що імітують модель автомобіля. Нижня частина кермового стовпчика обладнана електромагнітною муфтою тертя (ЕМТ). При пропусканні через обмотку ЕМТ струму створюється момент тертя, чим моделюється навантаження на рульовий механізм.

Рульове колесо (рис. 2) оснащено двома фотоелектричними датчиками у вигляді оптоелектронних пар і перфорований непрозорий диск. При обертанні рульового колеса датчики виробляють дві імпульсні послідовності, що надходять на входи контролера, які зрушені по фазі на $\frac{\pi}{2}$

за рахунок просторового розміщення датчиків уздовж перфорації диска (рис. 2).

Після обробки і перетворення інформація в аналоговій формі надходить на вхід АЦП РСІ – 1713.

Важелі керування, що приводяться до дії ногами.

Кожний з важелів керування (рис. 2) має педаль 5 і привід до перфорованого диска своїх датчиків кута повороту. Привід складається з важеля 5, шківів 2, струни 3, що охоплює шків декількома витками, і поворотної пружини 4 для кожної педалі.

При натисканні на педаль диск датчиків повертається і перетинає перфорацією світлові промені кожної оптоелектронної пари HL1, VD1, HL2, VD2 фотоелектричних датчиків. Виходи датчиків з'єднані з відповідними виходами контролера, аналогічно датчикам рульового колеса.

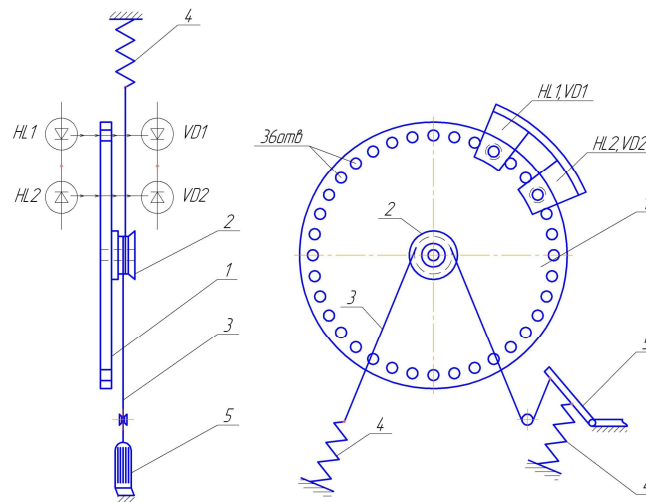


Рис. 2. Схема фотоелектричного датчика для автомобільного тренажера:
 HL1, HL2 – світлодіоди; VD1, VD2 – фотодіоди;
 1 – непрозорий перфорований диск; 2 – шків;
 3 – струна; 4 – поворотні пружини; 5 – педаль

Коробки швидкостей мають чотири фіксованих ступіні (I–II–III–IV) і обладнані датчиками у вигляді мікро вимикачів, по одному на кожен ступінь. Схема з'єднань мікрореле (рис. 3) включає подільник напруги $R1 \div R6$, при роботі якого величина напруги на виході, підключеному до одного з входів АЦП, східчато зростає при переключенні ступіней пропорційно їх номеру.

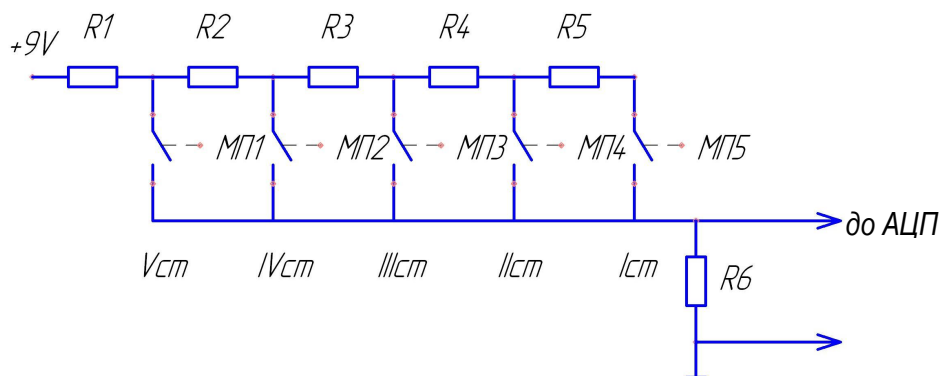


Рис. 3. Схема з'єднань мікрореле у коробці швидкостей автомобільного тренажера

Система психофізіологічних подразників і вимірювач рівня емоційної стійкості (СПФР) використовує відому залежність електричного опору шкіри людини від його емоційної напруги.

Для тренажера використовується широкий набір психофізіологічних подразників: звукові, світлові, вібраційні із широкою смугою впливу, а також впливу на другу сигнальну систему – екстремальні ситуації на екрані, мовні коментарі тощо.

Для їхньої реалізації за звуковим каналом обрана звуковідтворююча апаратура – магнітофон, підсилювач НЧ і звуковий стовпчик.

Для одержання яскравого миготливого світла для світлових подразників застосований фотоспалах фотографа, що доповнює екстремальні ситуації на екрані дисплея.

Передбачене як ручне, так і програмне керування обраними подразниками.

Для визначення рівня емоційної стійкості використовується залежність електричного опору шкіри людини від його емоційної напруги. Порівнюючи опір шкіри в розслабленому стані людини з опором шкіри в емоційній напрузі й час його фіксації, можна визначити відносний рівень емоційної стійкості.

Прилад включає датчик опору шкіри (рис. 3, а) ДСК і вимірювач опору шкіри ИСК.

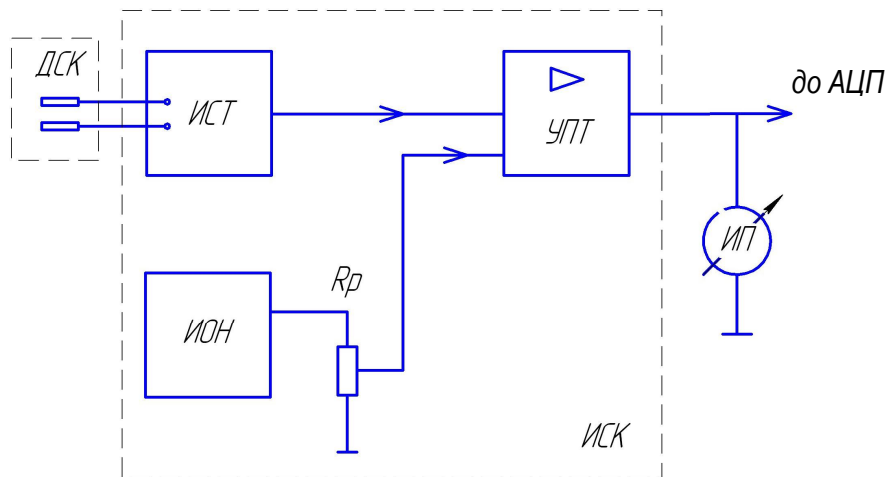


Рис. 3, а. Вимірювач рівня емоційної стійкості нервової системи:

ИСК – вимірювач опору шкіри;
 ДСК – датчик опору шкіри;
 ИСТ – джерело стабільного струму;
 ИОН – джерело опорної напруги;
 УПТ – підсилювач постійного струму;
 Rp – потенціометр ручного керування

Вимірювач опору шкіри, у свою чергу, містить джерело стабільного струму ИСТ, джерело опорної напруги ИОН і диференціальний підсилювач напруги (УПТ) з контрольним мілівольтметром на виході (ИП) (рис. 3, а).

Датчиком опору шкіри (ДСК) служать спеціальні електроди у формі диска з цинку або срібла, діаметром 15–20 мм. Їх обертають чистою марлею, змоченої у фізрозчині і закріплюють лейкопластиром на тильній частині долонь рук.

За допомогою сполучних проводів електроди підключають до вхідних клем приладу.

Вихід приладу підключений до одного з входів АЦП.

Робота приладу полягає в наступному: джерело стабільного струму ИСТ через вхідні клеми генерує в датчику опору (ДСК) стабільний струм величиною 10–20 мка, що не залежить від опору шкіри. Спадання напруги на ділянці ДСК прямо пропорційне його опору, тобто представляє інформаційний сигнал датчика ДСК. Сигнал з датчика ДСК надходить на один із входів диференціального підсилювача УПТ (рис. 3, а). На другий вхід цього підсилювача за допомогою потенціометра Rp подається від ИОН напруга зсуву, що устанавлює вихідний сигнал підсилювача в «0» при розслабленому стані нервової системи випробуваного.

Тоді при напруженому стані на виході приладу з'явиться напруга, величина якої служить мірою зміни опору шкіри. Вихід приладу підключений до одного з входів АЦП. Опитуючи цей вхід через задані проміжки часу, програма визначає рівень емоційної стійкості випробуваного.

Аналого-цифровий перетворювач.

Як аналого-цифровий перетворювач обрана плата на основі мікроконтролера РСІ–1713, встановлювана в системному блоці комп'ютера РС АТ. АЦП дозволяє комп'ютерові програмно обробляти отриману інформацію.

Технічна характеристика АЦП:

- тип – РСІ–1713;
- число каналів:
диференційованих – 16;
уніполярних – 32;
- максимальна швидкість – 100 Кб/с;
- розрядність – 12 біт;
- вхідна напруга:
диференціальне – ± 10 В;
уніполярне – 10 В;
- напруга живлення – + 5 В, 850 м;
- точність перетворення – 0,01.

Критерії вибору:

- мала вартість;

– задовільні параметри, точність перетворення.

Контролер зовнішніх пристроїв.

Усі датчики органів керування тренажера, а також виконавчі органи психофізіологічних подразників підключені до контролера, що електричним шляхом зв'язаний з АЦП рознімним кабельним з'єднанням.

У процесі роботи контролера інформація з датчиків органів керування з дискретної форми перетворюється в аналогову і надходить на входи АЦП.

Крім цифроаналогового перетворення контролер видає на входи АЦП інформацію про напрямок руху органів керування, положення рульового колеса щодо нейтрала, формує рівні сигналів ступіней передач коробки швидкостей. У конструкції тренажера застосовуються фотоелектричні датчики положення органів керування. Функціональна схема перетворювачів для всіх датчиків, установлених на органах керування ідентична (рис. 4).

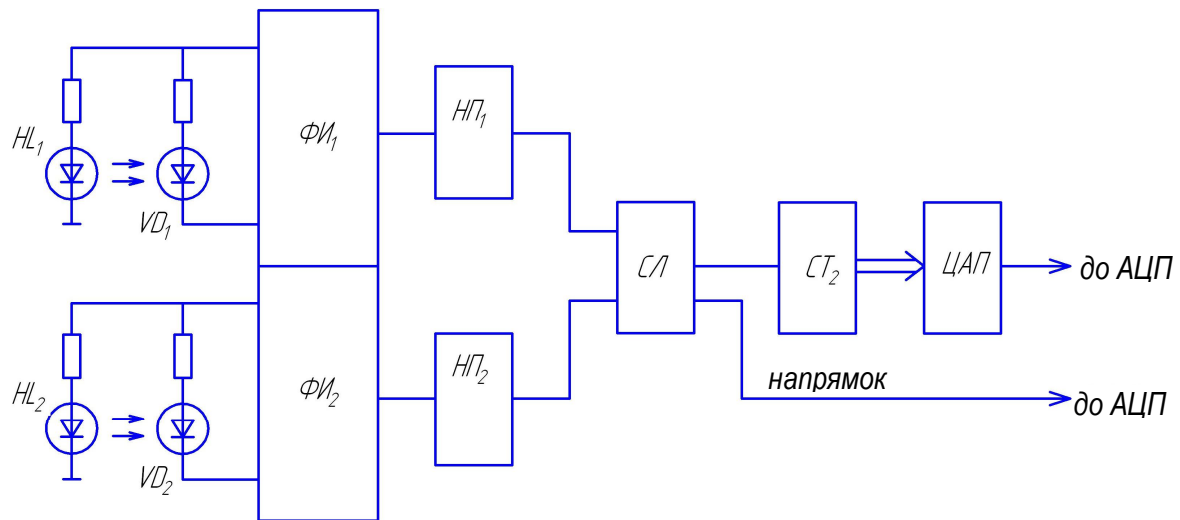


Рис. 4. Фотоелектричний датчик для рульового колеса і важелів управління:

HL_1, HL_2 – світлодіоди датчика; VD_1, VD_2 – фотодіоди датчика;

$\Phi И_1, \Phi И_2$ – формувач імпульсів; $НП_1, НП_2$ – перетворювачі, що нормують;

$СЛ$ – схема логіки; $СТ_2$ – реверсивний лічильник;

$ЦАП$ – цифро-аналоговий перетворювач

При перетинанні світлових променів від джерел HL_1 і HL_2 до фотоприймачів VD_1 і VD_2 перфорованим непрозорим диском фотоприймачі генерують (рис. 5) імпульсні послідовності, зрушені по фазі відносно один одного на $\frac{\pi}{2}$.

Формувачі $\Phi И_1$ і $\Phi И_2$ видають імпульсам прямокутну форму з тривалістю назад пропорційної швидкості переміщення органа керування (рис. 5). Перетворювачі, що нормують, $НП_1$ і $НП_2$, з кожного надходять на їхні входи імпульсу, формують короткий, однаковий для всіх імпульс, придатний для правильної роботи реверсивного лічильника $СТ_2$.

Схема логіки $СЛ$ направляє потік імпульсів або на вхід збільшення рахунка (+1), або на вхід зменшення (-1) лічильника $СТ_2$ при обертанні диска в протилежну сторону.

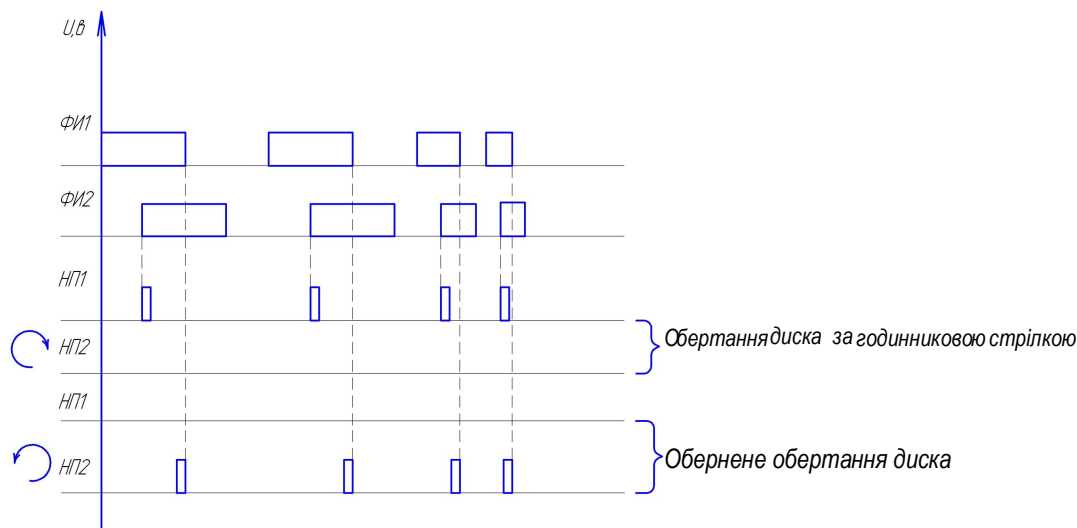


Рис. 5. Графіки результату формування імпульсів з фотоелектричним датчиком рульового колеса і важелів керування

Цифроаналоговий перетворювач переводить числовий код з інформаційних виходів лічильника Ст2 у вихідну напругу відповідної величини, що надходить на один з 32 входів АЦП. Крім інформації про величину кута повороту, контролер формує сигнал про напрямок обертання диска. При обертанні диска за годинниковою стрілкою на вхід АЦП надходить напруга +5V, при зворотному обертанні диска – 0V, що спрощує програму керування і дозволяє складати більш складні програми.

З метою більш ефективної експлуатації тренажера складена бібліотека програм і методик з виконання задач і тестування.

Висновки. Таким чином, у роботі запропоновано конструкцію автомобільного тренажера, що забезпечує можливість підготовки водіїв з водіння автомобіля в стресових ситуаціях з необхідними засобами реєстрування стану водія. У подальших розробках необхідно сформувати відповідні методики проведення навчання водіїв з необхідними процедурами реєстрації стану водія.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Цыганков Э.С.* Высшая школа водительского мастерства. – М.: ИКЦ "Академкнига". – 2002. – 432 с.
2. *Гаврилов Э.В.* Теоретические основы проектирования и организации условий дорожного движения с учетом закономерностей поведения водителей: Дисс...докт. техн. наук. – Харьков, 1990. – 450 с.

ЛИННИК Ірина Едуардівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва доріг Харківської національної академії міського господарства.

Наукові інтереси:

– безпека руху.

Тел.: 8(050)9356892.

ВОЛОБУЄВА Тетяна В'ячеславівна – старший викладач Донецького інституту автомобільного транспорту.

Наукові інтереси:

– безпека руху.

Тел.: (062) 345-37-23; (050) 2211308.

E-mail: Alex747@cable.netlux.org

Подано 07.07.2008

Линник І.Е., Волобуєва Т.В. Конструкція автотренажера для навчання водія водінню в стресових ситуаціях

Линник И.Э., Волобуева Т.В. Конструкция автотренажера для обучения водителя вождению в стрессовых ситуациях

Linnik I.E., Volobuyeva T.V. Konstruktsija of an autosimulator for training the driver to driving in stressful situations

УДК 331.101.1+656.053

Конструкция автотренажера для обучения водителя вождению в стрессовых ситуациях /И.Э. Линник, Т.В. Волобуева

В работе предложена конструкция автомобильного тренажера для проведения обучения управлению автомобилем в условиях возникновения стрессовых ситуаций, приведена функциональная схема тренажера и отдельных его важнейших элементов.

Konstruktsija of an autosimulator for training the driver to driving in stressful situations / I.E. Linnik, T.V. Volobuyeva

In work the design of an automobile simulator for carrying out of training is offered to management of the automobile in conditions of occurrence of stressful situations, the function chart of a simulator and its separate major elements is resulted.