

Сирота В.М., к.т.н., Дудников А.Н., к.т.н., Арванов Р.В.

АДИ ГВУЗ «ДонНТУ», г. Горловка

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ В КРИТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯХ

Предложено конструктивное решение технических средств для проведения исследований по изучению поведения водителя в критических дорожно-транспортных ситуациях, приведена функциональная схема тренажерного комплекса, его отдельных элементов и приборов.

Введение

Система подготовки водителей автотранспортных средств [1] не в полной мере отвечает растущим требованиям организации дорожного движения, повышению его безопасности. Статистические данные по дорожно-транспортным происшествиям (ДТП) говорят об их нарастающем количестве и выдвигают задачу борьбы с ними в ряд важнейших проблем современности. Материалы исследований указывают на значительное влияние водителя на дорожную безопасность. Так, некоторые авторы считают, что дорожно-транспортные происшествия по вине водителей составляют большую часть всех ДТП страны. Между тем водитель является недостаточно изученным звеном системы «автомобиль–водитель–среда движения», что объясняется многообразием свойств человека. Способность водителя предотвратить ДТП зависит от его психофизиологических особенностей, состояния здоровья, степени подготовленности, работоспособности и других факторов. В связи со сказанным особое значение приобретают вопросы подготовки водителя, получения им первоначальных профессиональных навыков и последующего совершенствования мастерства. Водитель должен уметь управлять автомобилем в различных дорожных и метеорологических условиях, находить правильный выход из сложной дорожной обстановки и возникших стрессовых ситуаций.

Анализ исследований [2, 3] показывает, что перед возникновением дорожно-транспортного происшествия у водителя возникает опасная дорожно-транспортная ситуация (ОДС), вызывающая у водителя стрессовое состояние, которое и препятствует быстрому и правильному принятию решения по выходу из ОДС. В таких случаях опасные и критические дорожно-транспортные ситуации неизбежно перерастают в дорожно-транспортные происшествия, зависящие от личного фактора — психофизиологических особенностей водителя, его личностных качеств. К ним могут быть отнесены: степень готовности выполнять задание в любое время, степень концентрации внимания, время принятия решений в критических ситуациях, степень физической и психологической подготовки, степень выносливости, быстрота и точность реакций и ряд других.

В процессе вождения необходимо учитывать возможную потерю или снижение у водителя необходимых качеств, обеспечивающих безопасность движения, особенно в условиях возникновения критических дорожно-транспортных ситуаций. Поэтому возможность оперативного получения объективной оценки психофизиологических характеристик водителя непосредственно перед поездкой и их оценка, на случай возникновения стрессовых дорожно-транспортных ситуаций в сложных условиях движения, позволяют качественно проводить отбор водителей и, как следствие, снизить вероятность возникновения ДТП.

Цель работы

Рассмотренные выше аспекты раскрывают необходимость разработки соответствующих инструментальных методик и технических средств для обучения водителей поведению в критических ситуациях.

Основная часть

Для оценки психофизиологических параметров водителя и его качеств, необходимых для обеспечения безопасности движения, и оценки уровня подготовки водителя к стрессовым дорожно-транспортным ситуациям предлагается использовать одну из следующих методик: методика оценки кожно-гальванической реакции водителя на внешние раздражения по Тарханову, методика оценки частоты сердцебиений водителя как реакции на внешние раздражения.

При выборе методов и методик обучения необходимо учитывать следующие требования:

- выполнение непрерывной регистрации результатов применения водителем экстремальных приемов вождения в имитированной стрессовой дорожно-транспортной ситуации;
- выполнение специфичных заданий по приемам вождения для профессиональной деятельности водителя.

В соответствии с поставленными целями в работе предлагается конструкция тренажерного комплекса, позволяющая проводить подготовку водителей к вождению автомобиля в критических дорожно-транспортных ситуациях.

Функциональная схема тренажерного комплекса для подготовки водителей в стрессовых ситуациях приведена на рис. 1.

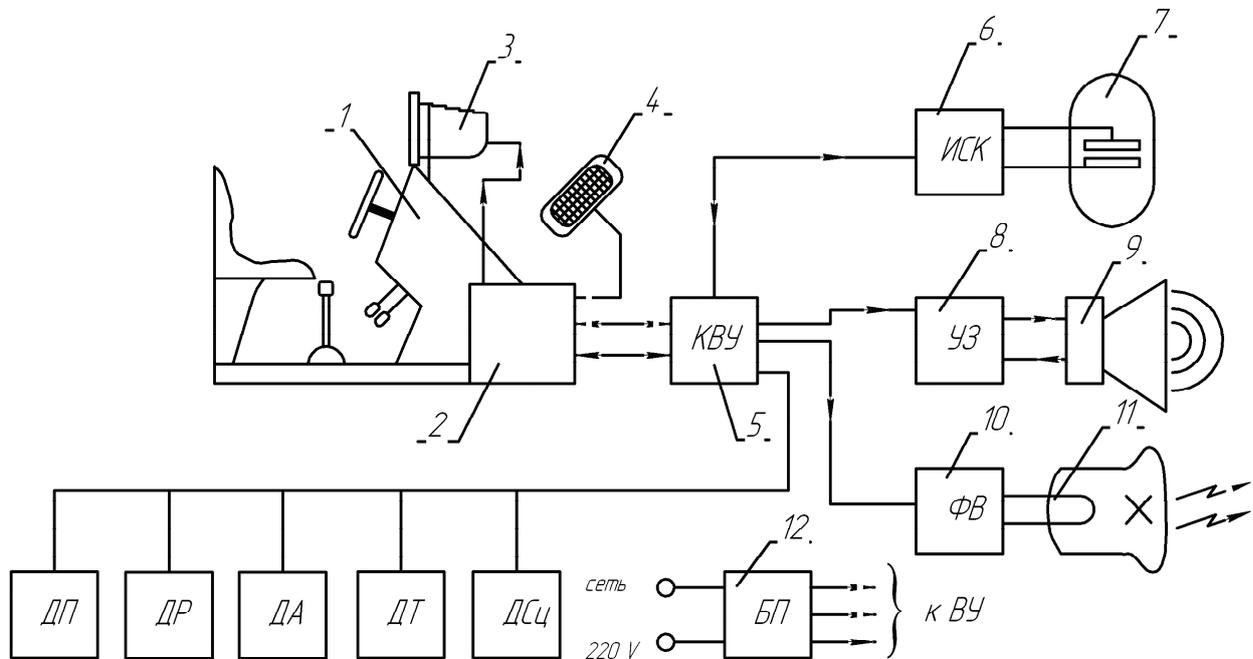


Рис. 1. Функциональная схема тренажерного комплекса для подготовки водителей в критических ситуациях:

- 1 — рабочее место водителя (имитатор кабины); 2 — системный блок компьютера; 3 — монитор; 4 — клавиатура; 5 — контроллер внешних устройств (КВУ); 6 — измеритель электрического сопротивления кожи; 7 — датчик (ДСК); 8 — усилитель звуковой частоты (УЗЧ); 9 — звуковая колонка; 10 — генератор коротких импульсов (фотовспышка); 11 — лампа вспышка; 12 — блок питания внешних устройств; ДП — датчик коробки передач; ДР — датчик положения рулевого колеса; ДА — датчик положения педали газа; ДТ — датчик положения педали тормоза; ДСц — датчик положения педали сцепления

Автомобильный тренажёр состоит из следующих структурных элементов:

- а) имитатор кабины с органами управления, оснащёнными датчиками;
- б) система психофизиологических раздражителей и измеритель уровня эмоциональной устойчивости водителя;

- в) контроллер датчиков органов управления и внешних устройств;
- г) аналого-цифровой преобразователь на основе микроконтроллера;
- д) компьютерная система РС АТ с библиотекой программ и методик по выполнению задач и тестированию.

Основные технические данные автомобильного тренажера:

- количество мест для обучения — 1;
- угол наклона рулевой колонки, *град* — $(20-78) \pm 2$;
- амплитуда поворотов руля — фиксация в зависимости от марки имитируемого автомобиля;
- усилие на рулевом колесе, *H* — согласно марки имитируемого автомобиля;
- потребляемая мощность, *кВт* — 0,3;
- напряжение питания — $220 В \pm 10 \%$, 50 Гц;
- габаритные размеры, *мм*:
 - длина — 1800 мм;
 - ширина — 1200 мм;
 - высота — 1100 мм;
- масса, *кг* — 200.

Устройство тренажера

Имитатор кабины водителя (рис. 1) содержит сиденье водителя, рулевое колесо, коробку передач, рычаги ножного управления (сцепление, тормоз, газ), панель индикации с ключом «зажигания», а также измеритель уровня эмоциональной устойчивости, снабженный рядом раздражителей: звуковыми и световыми.

Сиденье водителя и рулевая колонка имеют возможность трансформироваться и фиксироваться как с целью выбора удобной посадки различных по росту курсантов, так и для имитации рабочего места определенной модели автомобиля.

При этом угол рулевой колонки может фиксироваться в положениях, имитирующих модель автомобиля. Нижняя часть рулевой колонки снабжена электромагнитной муфтой трения (ЭМТ). При пропускании через обмотку ЭМТ тока создается момент трения, чем моделируется нагрузка на рулевой механизм.

Рулевое колесо оснащено двумя фотоэлектрическими датчиками (рис. 2) в виде оптоэлектронных пар и перфорированным непрозрачным диском. При вращении рулевого колеса датчики вырабатывают две импульсные последовательности, поступающие на входы контроллера, которые сдвинуты по фазе на $\frac{\pi}{2}$ за счет пространственного размещения датчиков вдоль перфорации диска.

После обработки и преобразования информация в аналоговой форме поступает на вход АЦП РСІ-1713.

Рычаги ножного управления (рис. 2) имеют педаль 5 и привод к перфорированному диску своих датчиков угла поворота. Привод состоит из педали 5, шкива 2, струны 3, охватывающей шкив несколькими витками, и возвратной пружины 4 для каждой педали. При нажатии на педаль диск датчиков поворачивается и пересекает перфорацией световые лучи каждой оптоэлектронной пары HL1, VD1, HL2, VD2 фотоэлектрических датчиков. Выходы датчиков соединены с соответствующими выходами контроллера.

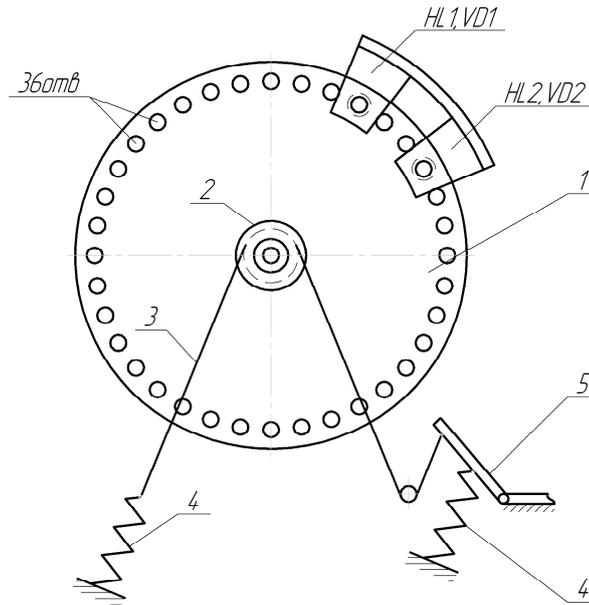


Рис. 2. Схема фотоэлектрического датчика для автомобильного тренажера:
 HL1, HL2 — светодиоды; VD1, VD2 — фотодиоды; 1 — непрозрачный перфорированный диск; 2 — шкив; 3 — струна; 4 — возвратные пружины; 5 — педаль

Для тренажера используется набор различных психофизиологических раздражителей с широкой полосой воздействия: звуковые, световые, вибрационные. Для их реализации по звуковому каналу выбрана звуковоспроизводящая аппаратура — магнитофон, усилитель НЧ и звуковая колонка. Для получения яркого мигающего света в качестве световых раздражителей применена фотовспышка, что дополняет экстремальные ситуации на экране дисплея.

Для определения уровня эмоциональной устойчивости нервной системы используется зависимость электрического сопротивления кожи человека от его эмоционального напряжения. Сравнивая сопротивление кожи человека в расслабленном состоянии с сопротивлением кожи в эмоциональном напряжении и время его фиксации, можно определить относительный уровень эмоциональной устойчивости.

Прибор включает датчик электрического сопротивления кожи (рис. 3) ДСК и измеритель сопротивления кожи ИСК.

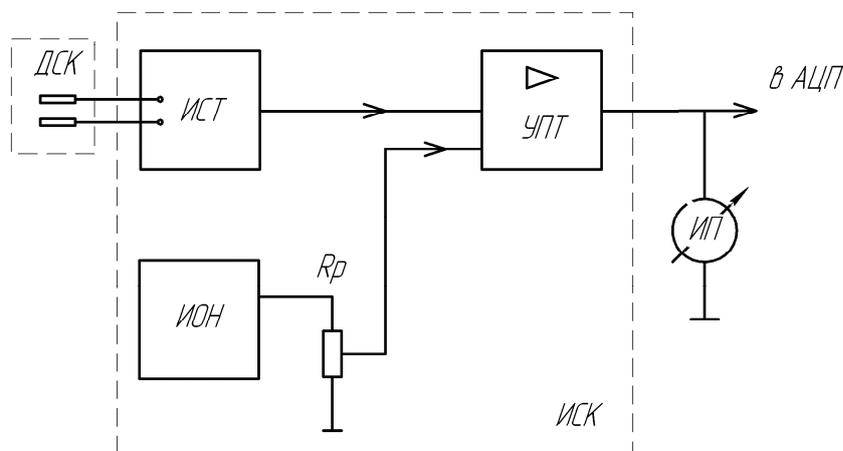


Рис. 3. Измеритель уровня эмоциональной устойчивости нервной системы:
 ИСК — измеритель электрического сопротивления кожи; ДСК — датчик электрического сопротивления кожи; ИСТ — источник стабильного тока;
 ИОН — источник опорного напряжения; УПТ — усилитель постоянного тока;
 Rp — потенциометр ручного управления

Измеритель электрического сопротивления кожи, в свою очередь, содержит источник стабильного тока ИСТ, источник опорного напряжения ИОН и дифференциальный усилитель напряжения (УПТ) с контрольным милливольтметром на выходе (ИП) (рис. 3).

Датчиком электрического сопротивления кожи (ДСК) служат специальные электроды в форме диска из цинка или серебра диаметром 15-20 мм. Их обворачивают чистой марлей, смоченной в физрастворе, и закрепляют с помощью упругого держателя на височной части головы человека. Посредством соединительных проводов электроды подключают к входным клеммам прибора.

Выход прибора подключен к одному из входов АЦП.

Работа прибора заключается в следующем: источник стабильного тока ИСТ через входные клеммы генерирует в датчике сопротивления (ДСК) стабильный ток величиной 10-20 мкА, который не зависит от электрического сопротивления кожи. Падение напряжения на участке ДСК прямо пропорционально его сопротивлению, т. е. представляет собой информационный сигнал датчика ДСК. Сигнал с датчика ДСК поступает на один из входов дифференциального усилителя УПТ (рис. 3). На второй вход этого усилителя с помощью потенциометра R_p подается от ИОН напряжение смещения, устанавливающее выходной сигнал усилителя в «0» при расслабленном состоянии нервной системы испытуемого.

Тогда при напряженном состоянии на выходе прибора появится напряжение, величина которого служит мерой изменения электрического сопротивления кожи. Выход прибора подключен к одному из входов АЦП. Опрашивая этот вход через заданные промежутки времени, программа определяет уровень эмоциональной устойчивости испытуемого.

Все датчики органов управления тренажера, а также исполнительные органы психофизиологических раздражителей подключены к контроллеру, который электрически связан с АЦП разъемным кабельным соединением.

В процессе работы контролера информация с датчиков органов управления из дискретной формы преобразуется в аналоговую и поступает на входы АЦП.

Кроме цифроаналогового преобразования контроллер выдает на входы АЦП информацию о направлении движения органов управления положения руля относительно нейтральной, формирует уровни сигналов ступеней передач коробки скоростей.

Выводы

Таким образом, в работе предложена конструкция тренажерного комплекса, обеспечивающего возможность исследования поведения водителей при вождении автомобиля в критических ситуациях, с необходимыми техническими средствами регистрации состояния водителя.

Список литературы

1. Типовий навчальний план і програми підготовки водіїв на право керування автотранспортними засобами категорій «В» і «С»/ М-во освіти України. — К.: Виробничо-видавниче підприємство «КОМПАС», 1995. — 64 с.
2. Цыганков Э.С. Высшая школа водительского мастерства / Э.С. Цыганков. — М.: ИКЦ «Академкнига». — 2002. — 432 с.
3. Гаврилов Э.В. Теоретические основы проектирования и организации условий дорожного движения с учетом закономерностей поведения водителей: дис.... доктора техн. наук / Э.В. Гаврилов. — Харьков, 1990. — 450 с.

Стаття надійшла до редакції 16.10.09

© Сирота В.М., Дудніков О.М., Арванов Р.В., 2010