

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ДЕЙСТВИЙ ВОДИТЕЛЯ И ОТВЕТНЫХ РЕАКЦИЙ АВТОМОБИЛЯ

С.А. Остапьевський, кандидат технических наук

Національна академія державної прикордонної служби України

В статье приведено описание состава, назначения и принципа действия комплекта приборов для исследования управляющих действий водителя и ответных реакций автомобиля, предлагаемого для проведения экспериментов, направленных на исследование эффективности функционирования системы «автомобиль-водитель-дорога»

Управляемость автомобиля, система «автомобиль-водитель-дорога», работоспособность водителя.

Основу надежности водителя составляет работоспособность, которая изучается в системе «автомобиль-водитель-дорога» (А-В-Д). О ней можно судить только после предварительного обучения на основе показателей качества деятельности: времени, точности, алгоритмичности действий и психофизиологических «усилий» водителя. На работоспособность водителя в режиме «слежения» наибольшим образом влияют характеристики управляемости автомобиля и дорожной геометрии. Регулируемые характеристики машины и регуляторные характеристики водителя должны быть совместимы. Поведение управляемого автомобиля и дорожная геометрия должны быть понятны водителю и не представлять неожиданности. Обучение вождению рассматривается как оптимизация системы А-В-Д на основе упомянутых показателей деятельности водителя и происходит за счет установления, укрепления и дублирования связей между элементами системы [1]. Успешность обучения зависит от того, насколько обучающийся в состоянии понять их. Предлагается факт возникновения ДТП с автомобилем

рассматривать как нарушение связей в системе А-В-Д. Для подтверждения данных теоретических предпосылок и получения количественной меры симбиоза человека с машиной и дорогой предлагается использование комплекта оборудования.

Цель исследования – обосновать состав, назначение и принцип действия комплекта приборов для исследования управляющих действий водителя и ответных реакций автомобиля.

Материал и методика исследования. Состав предлагаемого для проведения экспериментальных исследований комплекта приборов в качестве подвижной лаборатории, установленной на транспортном средстве, представлен на рис. 1. Из представленного состава к рассмотрению в данной статье относятся:

- приборы для исследования характеристик управляемости автомобиля, в том числе управляющих действий водителя и ответных реакций автомобиля (УДВРА);

- приборы для записи пути, времени, скорости движения машины;

- приборы для анализа частоты пользования органами управления;

Перечисленное оборудование комплектовалось для обеспечения всестороннего исследования определенных показателей мастерства водителей.

Комплект приборов легкоъемный, компактный, приспособлен для установки на автомобилях типа УАЗ-3151, ГАЗ-3307, ЗИЛ-4331, Урал-4320, КрАЗ-260. Управление приборами осуществлялось из кузова и кабины машины.

В качестве источников тока использовались аккумуляторные батареи и бензоэлектрический аппарат ($N=1$ кВт, $U_{\text{вых}} = 220 \text{ В}$). Силовой шкаф обеспечивал питание потребителей постоянного и переменного тока и оборудовался автоматом защиты сети марки и выпрямителями тока.

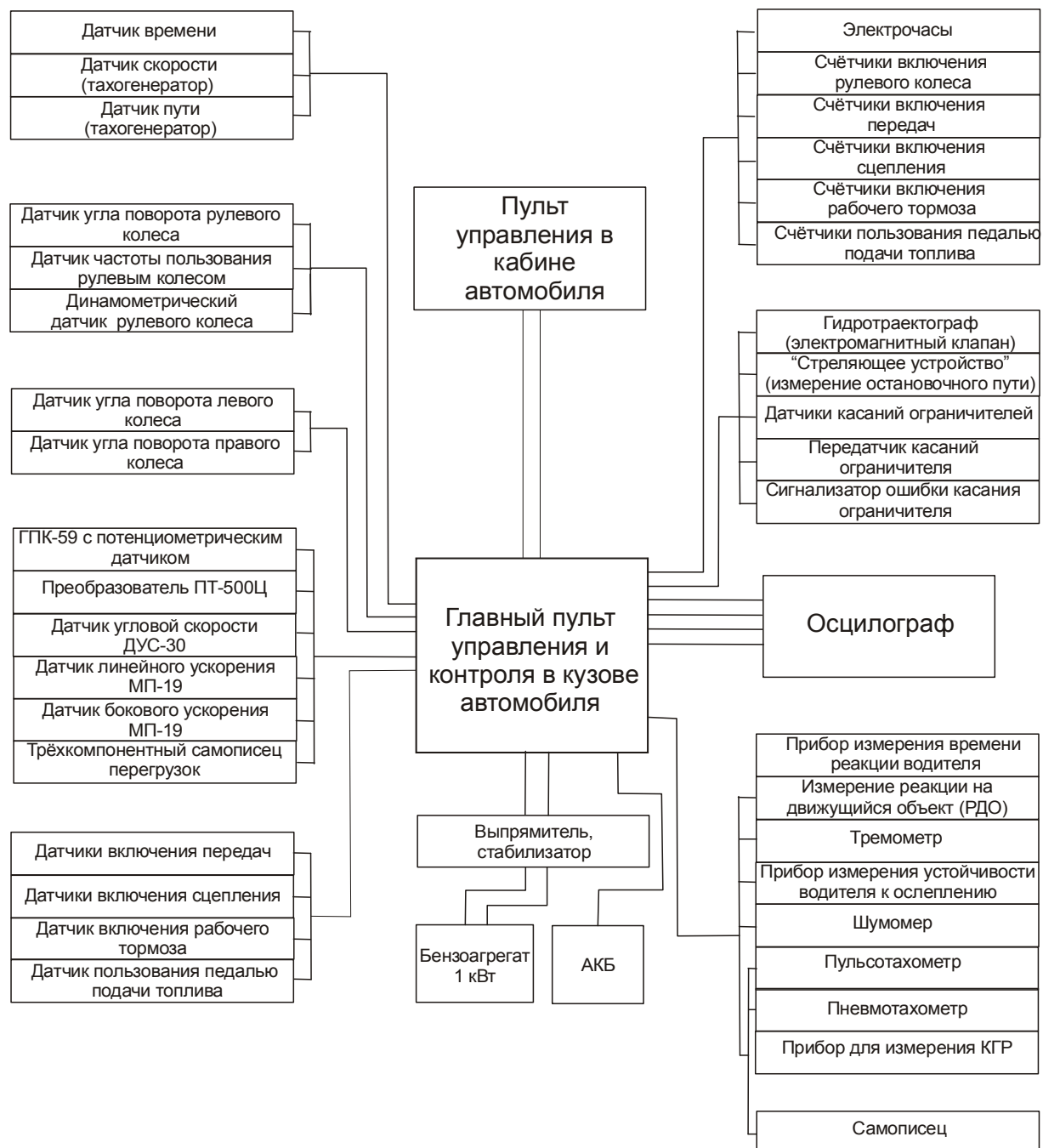


Рис. 1. Блок-схема оборудования подвижной лаборатории

В качестве регистрирующей аппаратуры использовались осциллограф с блоком самописцев, – таким образом, запись параметров частично дублировалась. Измерение времени производилось с помощью электроконтактных часов; отметка времени на осциллограмме производилась через 0.01, 0.1, 1.0 с.

Приборы для измерения пути, времени, скорости движения. Определение пути, скорости и времени движения производилось с помощью стандартного «пятого колеса» (рис. 2), прикрепляемого к раме автомобиля.

Колесо оборудовано бесконтактным тахогенератором переменного тока с приводом от ступицы колеса.

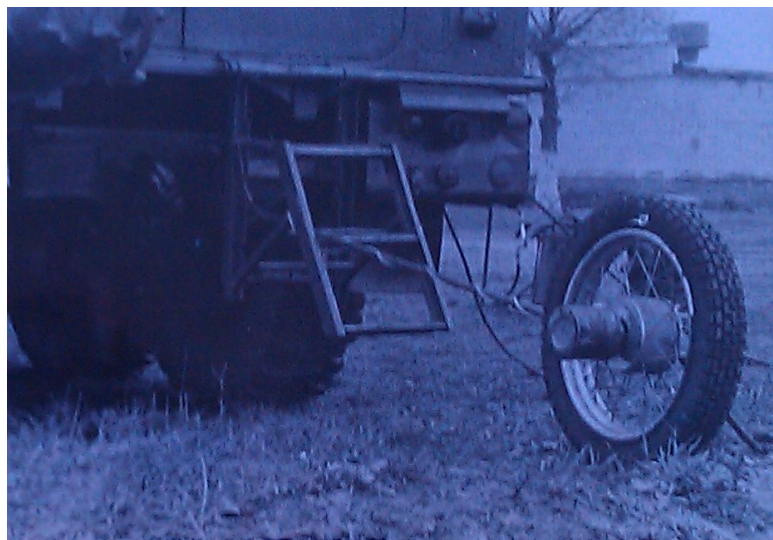


Рис. 2. Использование прибора путь-время-скорость для записи параметров движения автомобиля

При каждом обороте колеса с катушки тахогенератора снимается напряжение и подается через электроустройство (рис. 3) на шлейф осциллографа и к блоку электроимпульсных счетчиков СИ-1М/100. Для определения погрешности отсчета при градуировке прибора проводилось испытание на мерном участке длиной L (1) по предложенной И.А. Бухариным и В.К. Голяком методике [2].

$$L = \frac{1}{\delta_1} (2\vartheta t_1 + \frac{2\pi \cdot r_R}{a} \Delta_L). \quad (1)$$

Погрешность измерения пути составляли не более 2,7%, что удовлетворяло принятую точность измерения. Примерная схема записи пути на осциллографе приведена на рис. 4.

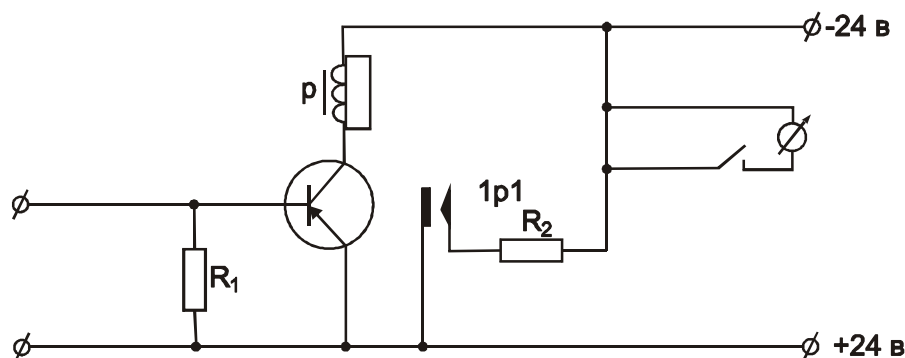


Рис. 3. Схема записи пройденного автомобилем пути

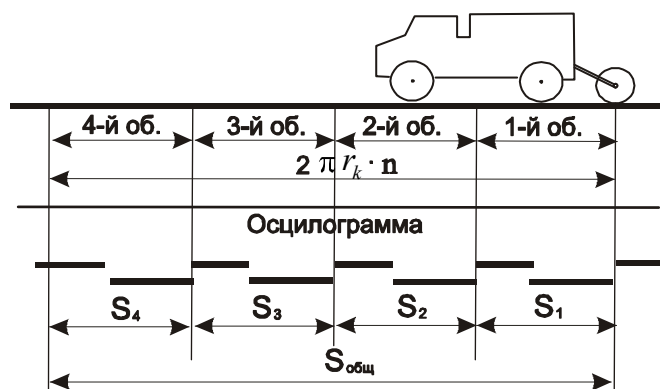


Рис. 4. Электрическая схема устройства записи пройденного пути

Приборы для измерения управляющих действий водителя и ответных реакций автомобиля (УДВРА). Для регистрации углов поворота рулевого колеса использовался линейный потенциометрический датчик ПЛ, установленный в ступице специально разработанного рулевого колеса – самописца (рис. 5).



Рис. 5. Динамометрическое рулевое колесо с самописцем записи углов поворота и приложенного усилия, с потенциометрическим датчиком угла поворота

Величина угла поворота движка реостата α_1 определялась по зависимости (2).

$$\alpha_1 = 2\pi n, \quad (2)$$

осевое перемещение рассчитывалось по зависимости (3).

$$s = t_1 \cdot n, \quad (3)$$

где n – число поворотов движка между крайними положениями; t_1 – шаг спирали реостата.

Датчик включен в мостовую схему с сопротивлением потенциометра 2,1 кОм. Изменение напряжения – линейны практически во всем диапазоне поворота рулевого колеса.

Для замера углов поворота управляемых колес принимались потенциометрические линейные датчики сопротивлением каждый 500 Ом, мощностью 2 Вт. Обмотки датчика включены в мостовую схему, диагональ которой проходит через гальванометр осциллографа. Датчики устанавливаются на шкворни на удлиненные шпильки. Для обеспечения возможности установки нуля корпус поворачивается относительно своей оси. Балансировка электрического моста осуществляется переменными сопротивлениями. Тарировка датчиков производилась с использованием делительной головки УДТ-250. Поворот оси датчиков осуществлялся через три градуса.

Угол поворота продольной оси автомобиля j определялся с помощью гиropolукомпаса ГПК-59 с преобразователем ПТ-500Ц и потенциометрическим датчиком для записи угла поворота на осциллограмме. С использованием значений углов поворота строился график изменения кривизны траектории движения (рис. 6) осуществлялся по методике, предложенной учёными МАДИ [3]:

$$R_{\text{ср}} = \frac{57,3 \cdot s}{j}, \quad (4)$$

где s – пройденный путь при угле направления j .

Угловая скорость поворота автомобиля ω_j измерялась датчиком угловой скорости ДУС-30 с характеристикой: $U_{\text{вх}} - 27 \pm 10\% \text{В}$, потребляемый на фазу ток – не более 0,14А, порог чувствительности – не более $\pm 0,5 \text{ град} \cdot \text{с}^{-1}$, диапазон измерения угловой скорости $\pm 30 \text{ град} \cdot \text{с}^{-1}$. Тарировка ДУС-30 производилась на установке для проверки и испытания гироскопических

приборов (УПГ-56). Оба прибора устанавливались в центре масс машины. Тарировка датчиков проводилась на машине в движении по рекомендованным в технических описаниях методикам.

Для обозначения на дороге траектории движения использовался пневмогидротраектограф (рис. 7).

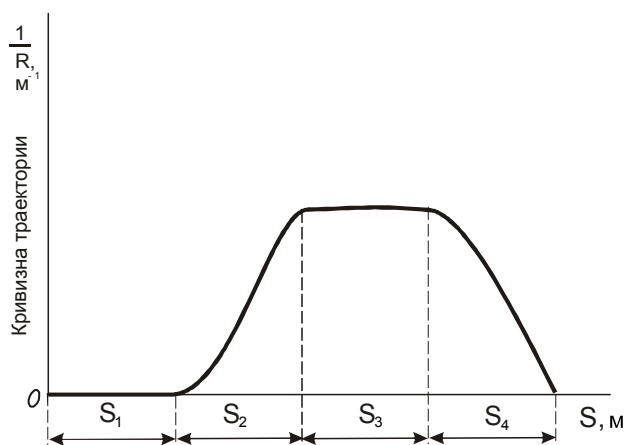


Рис. 6. Построение графика кривизны в функции пути

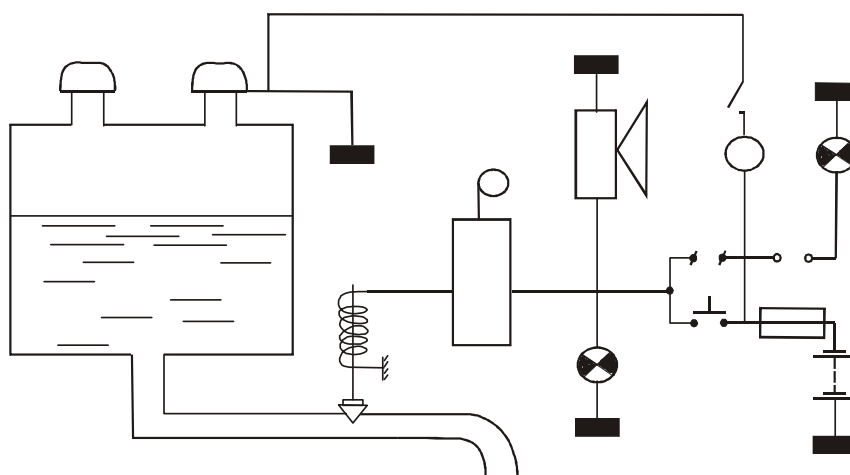


Рис. 7. Принципиальная схема пневмогидротраектографа

Приборы для измерения частоты пользования органами управления. Для учета числа использований рулевым колесом в его ступице устанавливался диск, выполненный из изоляционного материала с латунными секторами. Каждый сектор включен в цепь с импульсным счетчиком СБ-1М/100 (рис. 8) и источником тока.

К рулевому валу прикреплен ползун, соединенный с «массой» машины, который при повороте рулевого колеса замыкает соответствующую цепь

счетчиков. Диапазон регистрируемых углов поворота рулевого колеса – 3, 5, 7, 9, 12 градусов. Общее количество включений рулевого колеса на 1 км пути определялось:

$$n_s = \frac{n}{s}. \quad (5)$$

Частота поворота рулевого колеса рассчитывалась:

$$n_t = \frac{n}{t}. \quad (6)$$

Определение частоты пользования передачами, педалями сцепления, тормоза и подачи топлива производились с помощью счетчиков типа СБ-1М/100 (рис. 9). В качестве датчиков использовались концевые размыкатели, установленные на пути перемещения органов управления при их включении.

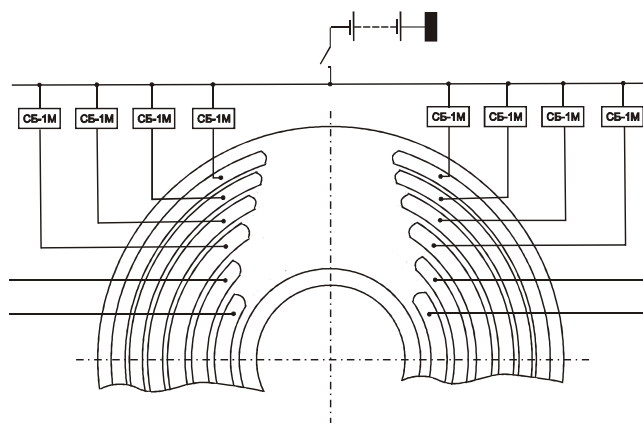


Рис. 8. Принципиальная схема счётчика числа поворотов рулевым колесом



Рис. 9. Счетчик числа поворотов рулевого колеса

Результаты исследований. Применение предлагаемого комплекта приборов позволяло производить измерение частоты поворотов рулевого колеса - через 3, 5, 12, 15°, педали подачи топлива - через каждый 1 см в одноминутный интервал времени, частоты изменения скорости движения -

через каждые 3 км/ч выше или ниже выбранной водителем или установленной обучающим постоянной скорости. Измерение точности вождения производилось с применением пневмогидротраектографа, путем определения величины средней эффективной ошибки $\varepsilon_{эф}$ отклонения от маршрута.

Выводы

Предложенный комплект приборов обеспечивает возможность оценивать способность водителя совершать грубое и тонкое регулирование поворота путём анализа степени преобразования управляющего сигнала от поворота рулевого колеса $\alpha_{рк}$ («входа») до поворота автомобиля («выхода»).

Использование комплекта с одновременным анализом частоты пользования органами управления и с учётом условий движения дало возможность строить предположение о наличии у каждого водителя своего «комфортабельного» ритма движения и управления на каждом этапе обучения. С изменением прочности умения (навыка) этот ритм изменяется; в различных дорожных условиях он сохраняется почти постоянным. Если условия движения усложняются, водитель стремится изменить скорость движения, а не число поворотов рулевого колеса – «ритм» движения и управления сохраняется. Это явление объясняется постоянством переработки осведомительной и управляющей информации.

Использование лаборатории позволило выдвинуть гипотезу о том, что на состав управляющих действий водителя большое влияние оказывают как способности, определяющие его индивидуальный «комфортабельный» ритм движения и управления, так и способности по приёму осведомительной информации о дороге, условиях движения, а также выработки командной и управляющей информации в системе А-В-Д.

Список литературы

1. Осташевський С. А. Экзоскелетальное представление содержания информационных «входов» в систему «водитель-автомобиль-дорога» / С. А. Осташевський // Збірник наукових праць Національної академії державної прикордонної служби України (Серія: Військові та технічні науки). – 2013. – № 1 (59). – С. 268 – 277.
2. Бухарин Н.А. Испытание автомобиля с использованием электрических методов измерения / Н.А. Бухарин, В.К. Голяк. – Л.: Машгиз, 1962. – 262 с.
3. Иванов В.Н. Влияние ширины проезжей части автомобильных дорог на безопасность и режим движения транспортных средств / Виктор Николаевич Иванов. – М.: Высшая школа, 1972. – 405 с.

В статті наведений опис складу, призначення та принципу дії комплексу приладів для дослідження керуючих дій водія та зворотних реакцій автомобіля, який пропонується для проведення експериментів, направлених на дослідження ефективності функціонування системи «автомобіль-водій-дорога».

Керованість автомобіля, система «автомобіль-водій-дорога», працездатність водія.

In article the description of structure, appointment and a principle of action of the complete set of devices for research of operating actions of the driver and responses of the car offered for carrying out of experiments, directed on research of efficiency of functioning of system "car-driver-road" is offered.

Controllability of the car, system "car-driver-road", working capacity of the driver.