

УДК. 656.052.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ «УПРАВЛЯЕМОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ» И «ВОЖДЕНИЕ МАШИНЫ» В СИСТЕМЕ «ВОДИТЕЛЬ–АВТОМОБИЛЬ–ДОРОГА»

С.А. Осташевский, доцент, к.т.н., Национальная академия государственной пограничной службы Украины, г. Хмельницкий

Аннотация. Предложено системное представление понятий «управляемость автомобилей» и «вождение машины» с точки зрения кибернетики, теории информации и автоматического управления.

Ключевые слова: управляемость автомобиля, вождение машины, система «водитель–автомобиль–дорога».

ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ «КЕРОВАНІСТЬ АВТОМОБІЛІВ» І «ВОДІННЯ МАШИНИ» В СИСТЕМІ «ВОДІЙ–АВТОМОБІЛЬ–ДОРОГА»

С.А. Осташевський, доцент, к.т.н., Національна академія державної прикордонної служби України, м. Хмельницький

Анотація. Запропоновано системне подання понять «керованість автомобілів» і «водіння машини» з точки зору кібернетики, теорії інформації й автоматичного керування.

Ключові слова: керованість автомобіля, водіння машини, система «водій–автомобіль–дорога».

DEFINITION OF CONCEPTS «CONTROLLABILITY OF CARS» AND «CAR DRIVING» IN SYSTEM «DRIVER–CAR–ROAD»

S. Ostashevskiy, Associate Professor, Candidate of Technical Science, National Academy of the State Boundary Service of Ukraine, Khmel'nitskiy

Abstract. System representation of concepts «controllability of cars» and «car driving» from the point of view of cybernetics as well as information and automatic control theory is offered.

Key words: controllability of the car, car driving, «driver–car–road» system.

Введение

В автомобильной технике, несмотря на стандарты и нормы, общепринятого понятия «управляемость» нет. Принято рассматривать управляемость автомобиля в системе «водитель–автомобиль–дорога» (В–А–Д). А так как водитель несет ответственность за управление автотранспортным средством (АТС), следует определять управляемость автомобиля относительно водителя. В практике использования автомобильной техники (АТ) установилось, в том числе, понятие управляемости как удобства управления. Это понятие управляемости иногда связывают с

величиной психофизиологических затрат и энергозатрат водителя на управление машиной, субъективно ощущаемых как «хорошая», «удовлетворительная», «плохая» управляемости. Под это определение разрабатывают пока весьма приближенные критерии, характеризующие это свойство автомобиля.

Анализ публикаций

Различные формулировки рассматриваемых понятий дают Е.А. Чудаков [1]: «способность автомобиля при движении точно следовать повороту управляемых колёс»; А.С. Литвинов

[2]: «совокупность свойств системы В–А–Д, характеризующих возможность изменять соответственно с желанием водителя параметры её направления движения и траекторию направляющей точки». Однако автор, с учетом заданных (или известных) данных водителя как управляющего звена, также предлагает рассматривать управляемость как совокупность свойств уже не системы в целом, а только автомобиля, при этом чётко разделяя понятия «управляемость системы В–А–Д» и «управляемость автомобиля». В работах [3, 4] управляемость рассматривают как эксплуатационное свойство автомобиля изменять траекторию движения во время действия водителя на рулевое колесо. Другие формулировки приводятся также и в публикациях М. Оллея, Л. Губера, О. Дитца.

Цель и постановка задачи

Уточнение понятий управляемости и вождения машин продолжает оставаться актуальным вопросом, требующим комплексного подхода с учётом существующих на сегодняшний день достижений в области проектирования и эксплуатации современных автомобилей. Отсутствие четких определений, как минимум, не наилучшим образом способствует решению задач по совершенствованию подготовки водителей и повышению их мастерства.

Определение понятий «управляемость автомобилей» и «вождение машины» в системе «водитель–автомобиль–дорога»

Рассмотрим управление автомобилем и управляемость автомобиля в системе В–А–Д с точки зрения теории информации, как в значительной мере принятый подход к управляемости машины. Управление автомобилем состоит из операций выявления информации, составляющей «входы» в систему

В–А–Д, переработки в воздействиях водителя на органы управления (декодирование и кодирование информации от человека к машине), затем восприятия «выходов» (рис. 1, 2) через обратную связь (о.с.), определения величины рассогласования ε показателей управления и движения и вновь корректирования «входов» в систему в прямой ветви контура В–А–Д (рис. 1).

С точки зрения кибернетики и теории автоматического управления (ТАУ), управление любым объектом управления (ОУ), в том числе и автомобилем, представляет собой процесс целенаправленного воздействия на него для обеспечения требуемого изменения состояния.

Любое построение ОУ характеризуется по выбранному признаку некоторой неупорядоченностью, которую водитель (оператор) воспринимает как неудобство (дискомфорт) или нарушение безопасного управления. Объект управления может находиться в $n > 1$ числе равновероятных состояний; в действительности, при хорошем управлении – в ($n=1$) числе состояний. Мерой неупорядоченности состояния системы служит, как известно, энтропия упорядоченности – информация J . Эту упорядоченность вносит водитель. Всякий процесс управления вносит в ОУ упорядоченность и повышает удобство управления. Если система управления получила информацию, это значит, что на её организацию наложили какие-то связи, закрепили какие-то состояния. Таким образом, с приращением знаний об ОУ представления водителя об автомобиле становятся более упорядоченными. То есть для оценки управляемости необходимо понять действия водителя на основе информации о дороге, реакции автомобиля на поворот рулевого колеса (в режиме «слежения»).

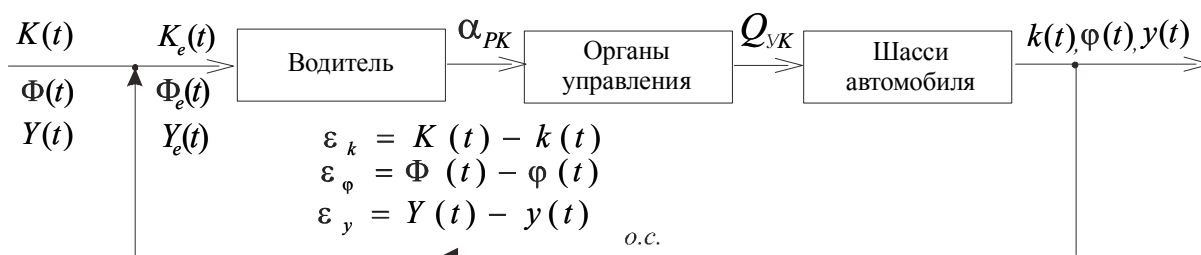


Рис. 1. Представление в системе В–А–Д при работе в замкнутом контуре регулирования с обратной связью (о.с.)

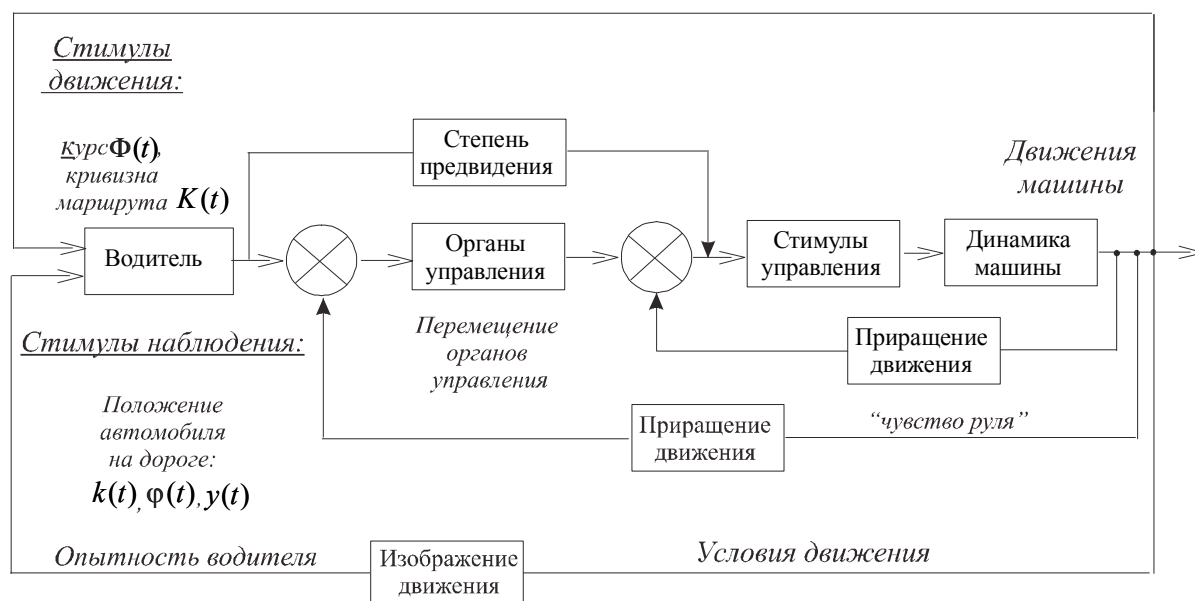


Рис. 2. Структурная схема системы В–А–Д в качестве сформированной концептуальной модели управления в системе В–А–Д

Согласно принципу дуальности, уверенное управление реализуется, когда реализуется принцип управляемости и наблюдаемости. Обучение вождению рассматривается как установление и поддержание связей в системе В–А–Д между ее составляющими: «дорога–водитель» (Д–В), «водитель–автомобиль» (В–А), «автомобиль–дорога» (А–Д).

В соответствии с современным определением и пониманием управляемости автомобиля и ее роли в процессе профессиональной деятельности водителя, а также при обучении вождению, важное значение приобретает правильная оценка показателей управляемо-

сти автомобиля водителем на основе преобразования входной информации в управляющие действия и восприятия водителем их результатов.

Принятие решения водителем по управлению АТС всегда связано с предвидением, с элементами прогнозирования положения автомобиля через определенный промежуток времени (рис. 3) на основе принятых решений типа замыкания в контуре управления автомобилем ранее выработанных, строго определенных логических связей «вход–выход».

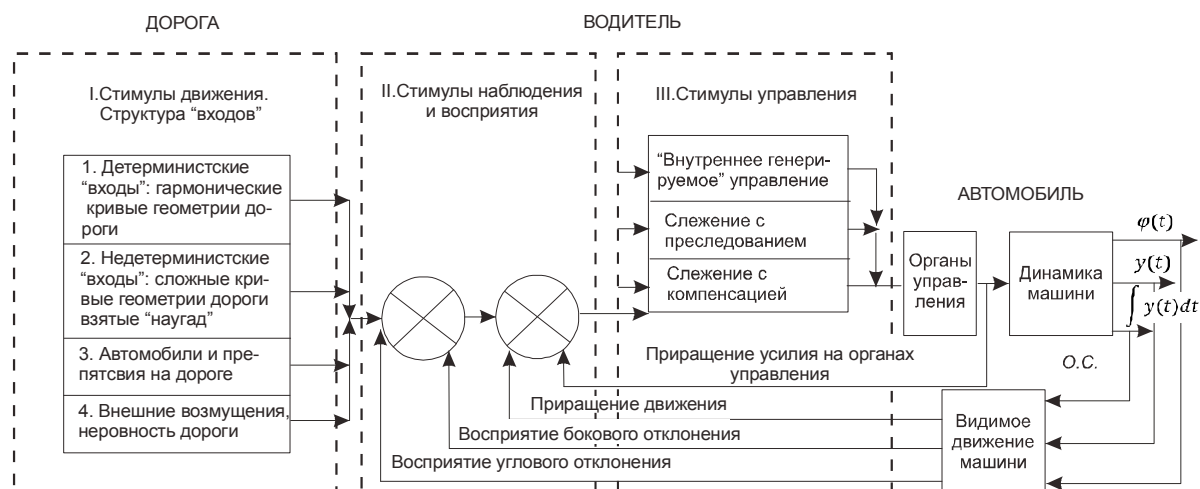


Рис. 3. Стимулы движения и стимулы управления с наблюдением в концептуальной модели управления в системе В–А–Д

Совершая маневр (рис. 4), водитель видит на изменяемом расстоянии S_B установленный маршрут движения кривизной $K(t)$, направление движения с углом $\Phi(t)$ и определяет на этой основе угол поворота рулевого колеса α_{PK} , преобразованный системой управления в боковое $Y(t)$ и угловое $\Phi(t)$ перемещение автомобиля.

В указанном смысле систему В–А можно рассматривать как систему автоматического регулирования (САР) маршрута движения, в которой характер регулирования определяется переходным процессом, зависящим от передаточных функций $W_{e(p)}$ водителя и $W_{a(p)}$ автомобиля (1, 2).

$$W_{e(p)} = \frac{\alpha_{PK}}{\Phi(t)}, \quad (1)$$

$$W_{a(p)} = \frac{Y(t)}{\alpha_{PK}}, \quad (2)$$

где α_{PK} – угол поворота рулевого колеса, град.; $\Phi(t), Y(t)$ – угловое и боковое перемещение автомобиля соответственно, град.

Считая $Y(t)$ произвольной переменной относительно воздействия α_{PK} , можно получить передаточную функцию системы В–А в виде преобразования Лапласа [7]. Если входную величину системы (кривизну дороги, направление движения) менять по детерминистскому гармоническому закону, в этом случае преобразование Лапласа можно заменить интегралом Фурье [7].

Как известно, большинство сигналов оператора при помощи разложения в ряд Фурье можно разделить на ряд синусоид [7]. Предполагается, что если известно, как водитель прослеживает синусоидальные сигналы различных частот и амплитуд, можно прогнозировать его способность к отслеживанию сложных «входов» (кривых дороги, например), взятых «наугад».

При синусоидальном детерминистском, гармоничном движении автомобиля изменяется направление и величина боковых сил P_σ , действующих на колеса автомобиля, изменяются характеристики управляемости авто-

мобиля. Это повышает требования к уровню сенсомоторной координации водителей.

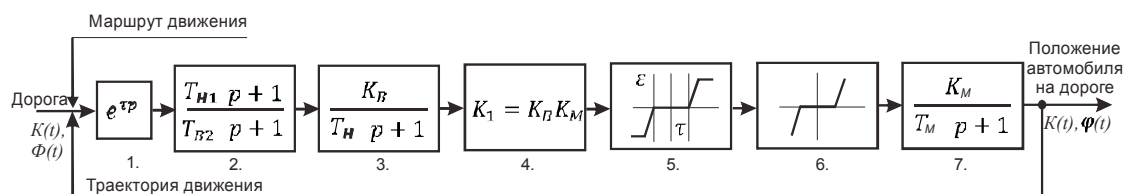
Способы, какими достигается это совпадение, показаны на рис. 2–4.

Как видно, эффективность характеристик машины может быть повышена или непосредственно конструктивными усовершенствованиями, или учетом особенностей управления машиной. Под последним подразумевается восприятие выходных характеристик движения машины и соответствующая корректировка управляющих действий. Предлагаемая теория управления машиной основывается на трех методах исследования:

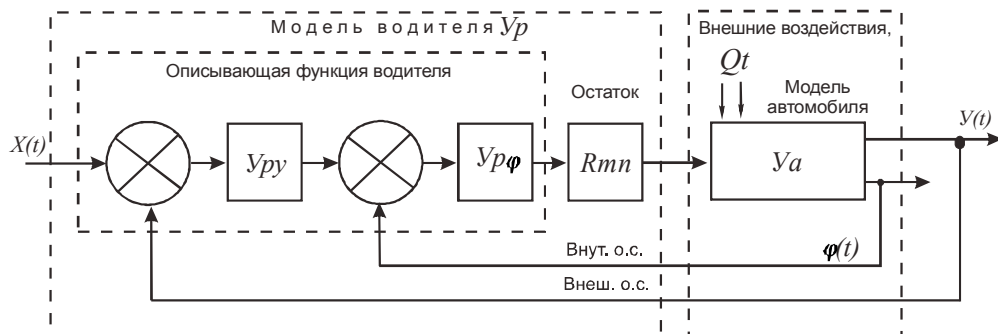
- экспериментальном определении водительских динамических характеристик поведения водителя для ряда ситуаций и дорожных условий;
- разработке математических моделей водителя и автомобиля, которые были бы сравнимы с экспериментальными данными;
- комбинации математических моделей водителя и машины в систему и оценки её эффективности.

Как показывают исследования, теория управления, основанная на современных достижениях кибернетики, теория автоматического регулирования и оптимального управления, а также эргономика и инженерная психология, способны обеспечить достаточно глубокий «взгляд» и оценить поведение водителя и системы В–А–Д, понимание и толкование водителем управления машиной, измерить предельные возможности управления и возможности конкретно ручного управления машиной.

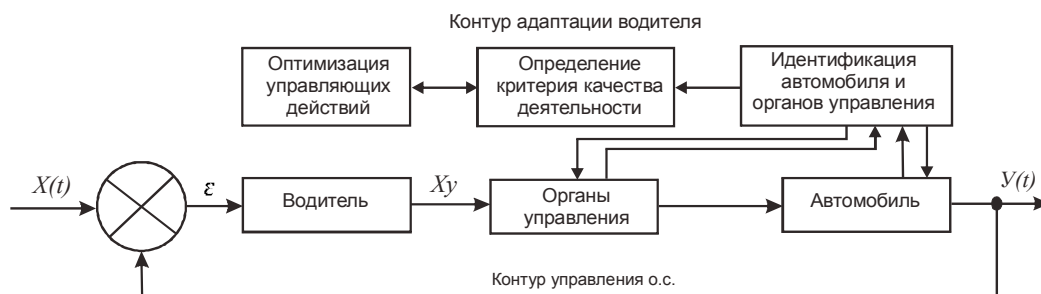
Наиболее трудной проблемой анализа замкнутой системы В–А является определение характера сенсорной обратной связи, используемой водителем. Пока существует два подхода: на основе теории управления машиной и теории информации с перцептуальной основой. Перцептуальная основа строится в основном на экспериментальном наблюдении за водителем во время вождения и предлагается к использованию с учётом экзоскелетального представления с последующей экспериментальной проверкой.



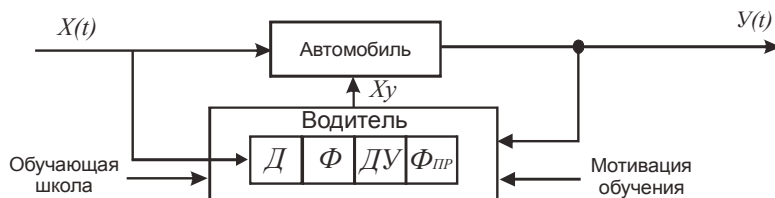
а



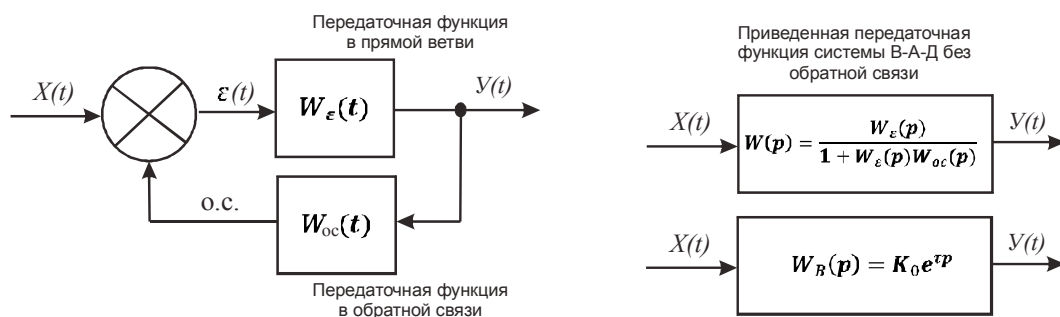
б



в



г



д

Рис. 4. Моделирование системы В–А–Д при управлении автомобилем методами, принятыми в кибернетике и ТАУ: а – блок-схема системы В–А; б – модель квазилинейного компенсаторного управления автомобилем; в, г – модели адаптивного управления автомобилем; д – преобразование передаточной функции системы В–А–Д из замкнутой в разомкнутую

Выводы

Таким образом, управление в системе В–А–Д, с точки зрения системного подхода, рассматривается как воздействие на внутренние и внешние связи системы. Исследуются типы и виды связи различным образом организованных технических систем – АТС. При этом понятие управления АТС расширяется: как управляющее воздействие не только водителя, но и, возможно, других технических систем, в том числе автоматов, действие которых основано на применении ЭВТ и микропроцессоров.

В целом сохраняется общепринятое понятие управляемости как реакции АТС (в качестве ОУ на управляющее воздействие). При этом в качестве объекта управляющих воздействий конкретизируются связи АТС и их динамика. Таким образом, при сохранившемся традиционном понимании управляемости расширяется его основное содержание – управление АТС, включающее все многообразие управлений, призванных обеспечить целостность АТС как технической системы.

Литература

1. Чудаков Е.А. Теория автомобиля / Е.А. Чудаков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машгиз, 1950. – 344 с.
2. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобилей / А.С. Литвинов. – М.: Машиностроение, 1971. – 416 с.
3. Эллис Д.Р. Управляемость автомобиля / Д.Р. Эллис; пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1975. – 215 с.
4. Сирота В.І. Автомобілі. Основи конструкції, теорія: навч. посіб. / В.І. Сирота, В.П. Сахно. – К.: Арістей, 2011. – 356 с.
5. Шадрин С.С. Методика расчетной оценки управляемости и устойчивости автомобиля на основе результатов полигонных испытаний: автореф. дис. на соискан. учён. степ. канд. техн. наук: 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины» / С.С. Шадрин. – М., 2009. – 24 с.
6. Попов Е.П. Автоматическое регулирование и управление / Е.П. Попов. – М.: Наука, 1966. – 388 с.

Рецензент: А.В. Сараев, доцент, к.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 11 апреля 2013 г.
