



• © С.А. Осташевский, докторант (НАГПСУ имени Богдана Хмельницкого)

ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ЭКЗОСКЕЛЕТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

Аннотация. Предложены результаты исследования процессов, которые происходят в системе “водитель-автомобиль-дорога”. На их основе представлены схемы управления в данной системе при замкнутом контуре регулирования с обратной связью, схемы управляемого движения автомобиля, сложных внешних и внутренних связей в системе “водитель-автомобиль-дорога”. Обосновывается целесообразность разработки экзоскелетальной модели управления автомобилем.

Ключевые слова: система “водитель-автомобиль-дорога”, экзоскелетальные модели управления автомобилем, управляемое движение автомобиля.

Анотація. Запропоновані результати дослідження процесів, що відбуваються в системі “водій-автомобіль-дорога”. На їх основі представлені схеми керування в такій системі при замкнутому контурі регулювання зі зворотнім зв'язком, схеми керованого руху автомобіля, складних зовнішніх та внутрішніх зв'язків в системі “водій-автомобіль-дорога”. Обґрунтовується доцільність розробки екзоскелетальної моделі керування автомобілем.

Ключові слова: система “водій-автомобіль-дорога”, екзоскелетальні моделі управління автомобілем, керований рух автомобіля.

Annotation. In the article they offered results of research which occur in the system “driver-car-road”. Were presented the management schemes in such system with the closed contour of regulation with a feedback, the schemes of operated car movement, the difficult external and internal communications in the system “driver-car-road”. Were described the expediency of working out the exoskeleton driving car models.

Keywords: the system “driver-car-road”, the exoskeleton driving car models, operated car movement.

Введение

Управление автомобилем возлагает на водителя большую моральную и юридическую ответственность. Он постоянно должен реагировать на быстро изменяющуюся окружающую обстановку и выполнять необходимые действия в максимально быстром темпе из-за тенденции повышения скоростей движения. При высокой скорости движения каждая лишняя десятая доля секунды увеличивает остановочный путь автомобиля на несколько метров. Статистика показывает, что около 40 % наездов происходит при просроченной десятой доле секунды и является “трагедией нескольких метров”, которые проехало автотранспортное средство (далее – АТС) за это ничтожно малое время. Отсюда вытекает важность водителю видеть дорогу, прогнозировать дорожные обстоятельства, быстро и точно реагировать, – все это

характеризует подготовленность и работоспособность водителя, важность быть наученным формировать концептуальную, так называемую “образно-понятийную”, модель деятельности.

Основная часть

Постоянно формируемая концептуальная модель включается в действие в соответствующее время. Этому практически не обучают кандидатов в водители. Поэтому понятие “подготовленность” должно включать умение водителя управлять на больших скоростях, так как при этом снижается поле зрения. Так при скорости $V = 50$ км/ч поле сужается с 120° до 105° , при $V = 100$ км/ч – до 50° , при $V = 160$ км/ч – всего до 5° (рис. 1). Увеличивается и дальность сосредоточения внимания: при $V = 50$ км/ч – до 150 м, при $V = 150$ км/ч – до 700 м.

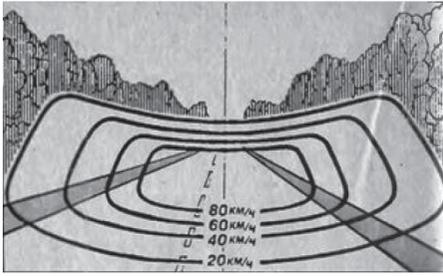


Рис. 1. Изменение поле зрения водителя с увеличением скорости движения

При скоростном вождении необходима перестройка многих навыков управления АТС. На большой скорости водитель не успевает усвоить все что есть на дороге из-за дефицита времени. Проявляет себя при этом и заторможенное состояние. Таким образом, исследование надежности водителя следует начинать с изучения его информационного поля на дороге – “входов” в систему “водитель-автомобиль-дорога” (далее – В-А-Д).

С этим связано основное направление исследования – формирование экзоскелетальной модели вождения в системе В-А-Д в качестве основы концептуальной и информационной моделей управления АТС.

Основой исследования в информационной системе В-А-Д принята известная концепция управления основателя кибернетики Н. Винера: “Водитель управляет не столько автомобилем, сколько его информационной моделью” [1, 2].

Действительно, водитель воспринимает управление как ответное движение машины посредством изменения параметров окружающей среды, в первую очередь дороги, а также местных предметов. Относительно их он направляет вектор скорости V и курс движения Φ (рис. 2).

Информация о координатах автомобиля в пространстве и скорости движения через обратную связь поступает на сенсорные входы, и водитель, сравнивая заданный и реальный курсы, корректирует их (рис. 3-5). Таким образом, проявляет себя необходимость готовить водителя для функционирования в окружающей среде (ОС) в системе В-А-Д – ОС [3], то есть учить образно “видеть дорогу”.

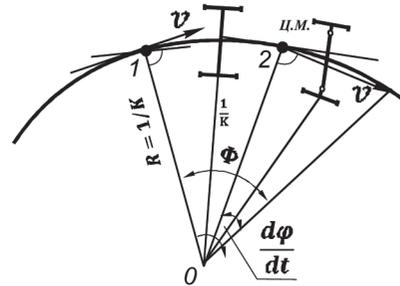
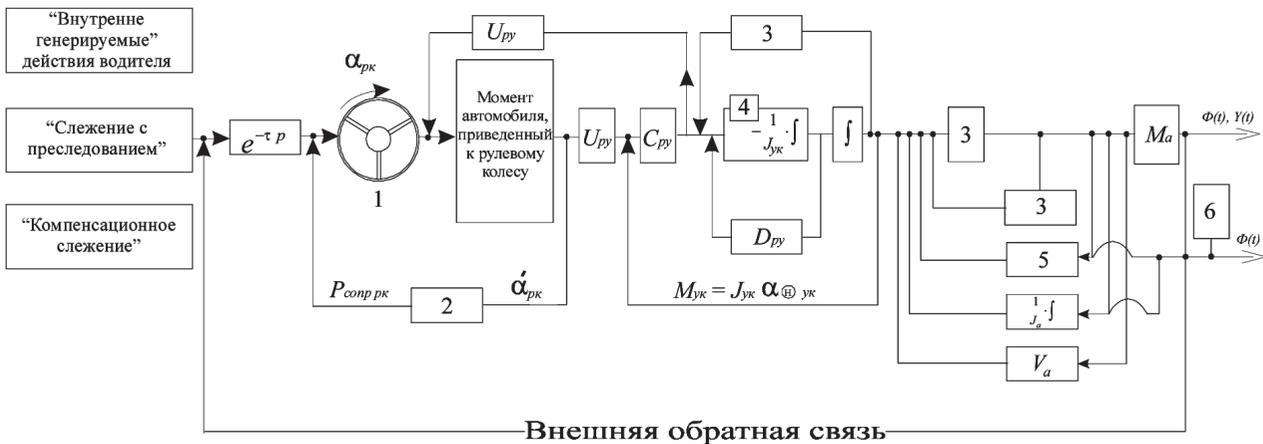


Рис. 2. Схема управляемого движения автомобиля

Исходя из этого, предлагается разработка так называемой экзоскелетальной модели управления автомобилем (рис. 3-6), при которой управление автомобилем рассматривается как управление



1 – передача команды на поворот рулевого колеса; 2 – восприятие водителем сопротивления и скорости поворота рулевого колеса; 3 – влияние стабилизации управляемых колес; 4 – момент инерции управляемых колес, $M_{ук}$ – восприятие водителем момента сопротивления повороту управляемых колес; 5 – база и продольные координаты центра масс автомобиля; 6 – влияние особенностей размещения водителя в кабине (салоне); $e^{-\tau p}$ – временная задержка действий водителя

Рис. 3. Схема, демонстрирующая сложные внешние и внутренние связи в системе В-А-Д



$K(t)$ – маршрут движения; $\Phi(t)$ – курс; $Y(t)$ – отклонение от маршрута в бок; $\varepsilon_{k,\varphi,y}$ – углы рассогласования (ошибка) между: заданным $K(t)$ и реальным $k(t)$ маршрутом движения, между заданным $\Phi(t)$ и реальным $\varphi(t)$ курсом, ошибка бокового смещения Y от маршрута; α_{PK} – угол поворота рулевого колеса; $Q_{УК}$ – угол поворота управляемых колёс; *о.с.* – обратная связь (восприятие водителем реакции автомобиля на управляющие действия и их корректировка)

Рис. 4. Представление управления в системе В-А-Д при работе в замкнутом контуре регулирования с обратной связью (о.с.)

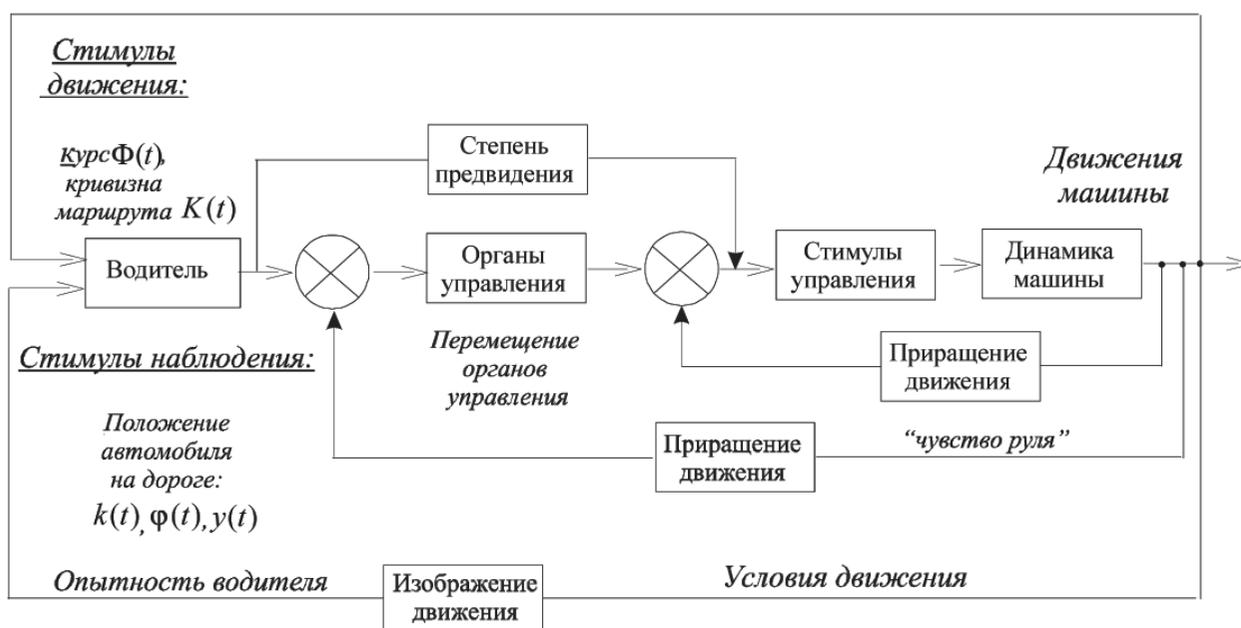


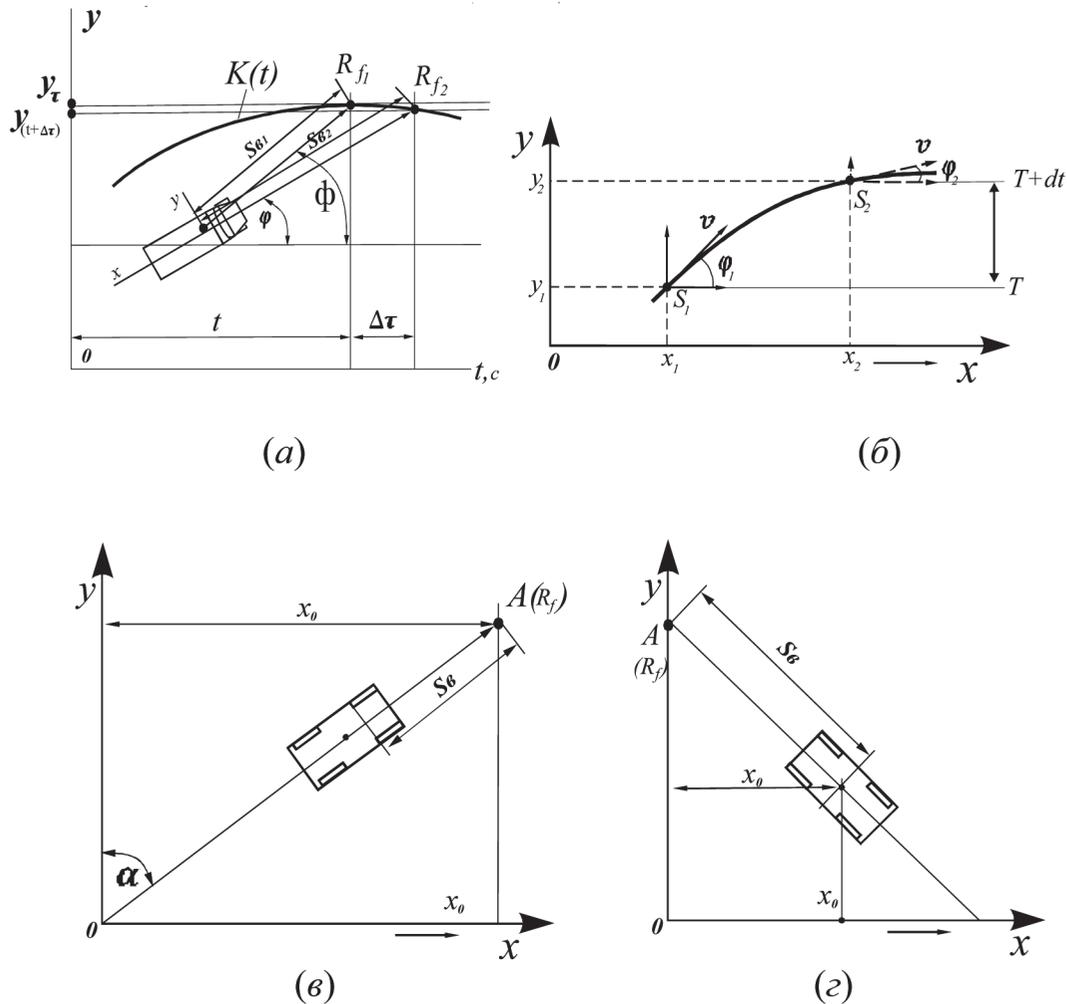
Рис. 5. Структурная схема системы В-А-Д, в качестве сформированной концептуальной модели управления в системе В-А-Д

водителем туловища, доведенного до размеров автомобиля и наведения АТС в точку R_f (с англ. “reference point” – ориентир), как в цель на расстоянии S_B (рис. 6). Когда угловое и относительное смещение этой точки равно нулю, водитель фронтально ориентирует на неё продольные оси машины и туловища. Относительно данной точки производится измерение углового и бокового смещений машины от заданного маршрута. Для этого водитель должен ощущать габариты автомобиля, особенно на повороте, а ответные реакции автомобиля на поворот рулевого колеса и нажатие на педаль подачи топлива ему должны быть известны

и ожидаемы. Таким образом, для уверенного управления АТС необходимо знание и правильное восприятие характерных реакций автомобиля, то есть её динамических качеств. Это требует особых методов подготовки.

Выводы

При большой энергетической насыщенности органов управления необходимо решить какие параметры и показатели работы необходимо представлять водителю через информационную модель и в каком виде, в каком минимальном количестве,



a – приближение автомобиля к заданному маршруту; *b* – зависимость между угловым и боковым отклонениями автомобиля от маршрута движения; *c, d* – определение водителем углового отклонения автомобиля от заданного маршрута

Рис. 6. Модели восприятия водителем угла отклонения от заданного маршрута

чтобы помочь ему воспринимать динамическую модель АТС, оценить возможные коррекции со стороны водителя при управлении – какими органами и в каких пределах. Разрабатываемая модель должна стимулировать работу водителя, иметь эффективный и легко различимый код, позволять легко декодировать поступающую информацию и обеспечивать реализацию управления.

Экзоскелетальные модели управления операторами “слежения” известны в авиации, у операторов наведения оружия [4, 5] и предлагаются автором к разработке в автомобильной науке.

ЛІТЕРАТУРА

1. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. / Пер. с англ.

И.В. Соловьева и Г.Н. Поварова; Под ред. Г.Н. Поварова. – 2-е издание. – М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. – 344 с.

2. Hoffman E.R. The interaction between the driver, vehicle, and road. Australian Road Res. 1967, Vol. 3., No. 2., pp.4-26.

3. Мишурич В.М., Романов А.Н. Надёжность водителя и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1990. – 167 с.

4. Доброленский Ю.П. Методы инженерно-психологических исследований в авиации. – М.: Машиностроение, 1975 – 133 с.

5. Адрианов В.Е. Деятельность человека в системах управления. – Л.: Издательство Ленинградского Университета, 1974. – 165 с.