

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЕ АЛГОРИТМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ АВТОТРАНСПОРТА

Проведён анализ проблем обеспечения контроля состояния водителя автотранспорта. Разработаны интеллектуальные человеко-машинные алгоритмы, отражающие общую структуру взаимосвязей оператора, объекта управления, окружающей среды и системы управления, а также двухступенчатый алгоритм идентификации и идентификационная таблица стиля вождения.

Ключевые слова: управление, интеллект, математические методы, алгоритмы, программно-аппаратное обеспечение, контроль состояния водителя.

N.V. Korneyev, A.V. Grebennikov

INTELLECTUAL HUMAN-MACHINE ALGORITHMS CONTROL OF THE STATE OF THE DRIVER OF MOTOR TRANSPORT

The analysis of problems of support of the control of a state of the driver of motor transport. The intellectual human-machine algorithms mirroring common structure of interrelation of the operator, management object, a surrounding medium and a management system and two-stage algorithm of identification and the identification table of style of driving is developed.

Key words: handle, intelligence, algorithms, monitoring of a state of the driver.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 22 марта 2013 г.

Аварийность на автомобильном транспорте – одна из острейших проблем, требующих разрешения. Общее число погибающих в **дорожно-транспортных происшествиях (ДТП)** за 2003-2013 гг. в России эквивалентно населению среднего районного центра страны (примерно 350 тыс. человек), что многократно превышает количество жертв стихийных бедствий и техногенных катастроф. Практически треть погибших в ДТП составляют люди в возрасте 26-40 лет [5, 9, 10].

Риск происшествий в дорожном движении зависит от целого ряда факторов:

- способа вождения или типа транспортного средства (технический фактор);
- дорожных условий;
- состояния окружающей среды (условий освещения, вождения);
- непредвиденные ситуации;
- поведения участников дорожного движения (человеческий фактор).

С технической стороны автомобиль постоянно продолжает совершенствоваться, делая поездку максимально комфортной и безопасной. Но если обратиться к статистике ДТП, то оказывается, что по техническим причинам слу-

чается около 5 % всех аварий и катастроф. Для сравнения: на долю непредвиденных ситуаций (внезапное появление животного на дороге и т.п.) приходится 11 %. На первое же место выходит пресловутый человеческий фактор (вина сидящих за рулем или пешеходов) – 84 %. Человеческий фактор тоже имеет свои составляющие. Например, 46 % инцидентов на проезжей части происходит из-за ошибочной оценки водителем дорожной ситуации. Почти 24 % происшествий – на совести тех, кто уснул, задремал или "на секундочку" отвлекся от управления автомобилем, а 14 % трагических случаев приходится на долю принявших алкоголь или употребивших наркотические вещества [5, 9, 10].

Учитывая изложенное, важным направлением снижения аварийности следует считать переложение функций обеспечения безопасности при управлении транспортным средством на технические средства, такие как активные и пассивные системы автомобильной безопасности, технические средства транспортной инфраструктуры.

В то же время, даже при наличии совершенной транспортной техники и развитой дорожной инфраструктуры, человек, управляющий автомобилем, остается той ключевой фигурой, от которой, в конечном итоге, зависит ситуация на дороге. На водителя ложится ответственность за жизни пассажиров и сохранность ценных, а порой и опасных, грузов. Именно поэтому повышение надежности управляющей деятельности человека является одним из основных направлений в работе по снижению количества дорожно-транспортных происшествий.

Система "человек-машина" – это взаимодействующая совокупность объектов в виде технических устройств и одного или группы операторов, осуществляющих совместную информационно-управляющую деятельность. Из принятых в инженерной психологии четырех классов таких систем в теории управления должен быть представлен один, а именно класс управляющих **человеко-машинных систем (ЧМС)**, в которых действия оператора ориентированы на целенаправленное изменение состояния объекта. Особенностью рассматриваемых ЧМС является участие в процессе управления ЭВМ, используемой с различным назначением, или **управляющей ЭВМ (УЭВМ)** [1-4].

Сравнительно общеизвестными являются ЧМС, состоящие из оператора и станка с программным управлением (ЧПУ); пилота и самолета; водителя и автомобиля.

Распространение **двигателей внутреннего сгорания (ДВС)** с управляемым впрыском топлива (**инжекторных – ИДВС**), **автоматических коробок перемены передач (АКПП)**, а также других локальных систем автоматизации, в том числе с микропроцессорными контроллерами создает основы построения ЧМС, причем имеется по меньшей мере **три направления развития**: полностью автоматическое управление с использованием УЭВМ; разделение функций управления между оператором и УЭВМ; использование ЭВМ в качестве "советующей" для оператора.

Первое направление достаточно известно (автопилот, беспилотные *транспортные средства (ТС)*, локомобионные роботы и другие ТС с "автовождением"). Второе и третье направления по ряду причин являются наиболее сложными, поскольку затрагивают вопросы учёта личных особенностей.

Создавая искусственные орудия труда – "машины" и получив в своё распоряжение запасы энергии, новую технику и технологии, человек не только неузнаваемо изменил свою жизнь, но и оказался перед сложнейшей задачей – обеспечить эффективное, устойчивое и безопасное управление этой техникой. В полной мере это относится к транспортным системам.

Основу классификации ЧМС составляют четыре группы признаков: целевое назначение системы; характеристики человеческого звена; тип машинного звена; тип взаимодействия компонентов системы.

Кроме управляющих, информационных и исследовательских – анализ проявления новых явлений, обычно выделяют: обслуживающие с задачей контроля за состоянием машины и обучающие – с целью выработки у человека определенных навыков.

К *типам операторской деятельности* относятся следующие: *технолог* – человек непосредственно включен в технологический процесс; *манипулятор* – основная деятельность человека – это сенсомоторная регуляция (управление манипуляторами, железнодорожным составом и т.д.); *наблюдатель* – получение и оценка текущей информации (диспетчер транспортной системы, оператор радиолокационной станции и т.д.); *исследователь* – получение и анализ новой информации; *руководитель* – лицо, принимающие решения.

По типу машинного звена условно можно выделить: управляющие; информационные – информация и решение задач духовного плана; материальные – обрабатывающие материальные потоки; транспортные – обеспечивающие пространственные взаимодействия.

Человек, как оператор, – это сложная информационно-энергетическая система, которая состоит из большого числа физических и информационно-энергетических подсистем. На уровне физиологии можно выделить: зрительный анализатор (ЗА), слуховой анализатор (СА), тактильный анализатор (ТА), коммутатор (К).

Выделим здесь особенности психики человека, которые существенно сказываются на его функциях во взаимодействии с машиной.

Запоминание. Это прежде всего память, которая включает процессы запоминания, сохранения и узнавания информации. В структуру памяти принято включать: двигательную (моторную) память – запоминание и воспроизведение движений, лежащих в основе формирования двигательных навыков; эмоциональную память – сохранение пережитых в прошлом чувств; образную память – сохранение образов объектов и явлений из прошлого; словесно-логическую память – запоминание фактов, сущностей, гипотез, логических связей, текста, речи.

Принятие решений. Это один из важнейших компонентов операторской деятельности. Любое решение является результатом приёма и переработки информации, однако, в зависимости от назначения системы и её конечной задачи, психологические механизмы, обеспечивающие выработку решения, существенно различаются.

По принятым представлениям, процесс принятия решения включает: выявление проблемы, мысленное выдвижение вариантов решения, оценку вариантов, выбор варианта решения, который обеспечивает достижение цели.

Психология выделяет в процессе принятия решения следующие процессы: мышление, анализ, синтез, обобщение, воображение.

Развитие локальных систем автоматизации *транспортных средств (ТС)* в конце XX-начале XXI века и расширяющееся использование микропроцессорных средств и систем создали предпосылки управления ТС с учётом личных особенностей оператора. При создании на этой основе новых алгоритмов управления целесообразно исходить из принципа "дуального" управления А.А. Фельдбаума. Имеется в виду использование возможностей системы управления для изучения характера управляющих действий, присущих данному оператору, и учёт их при согласовании с условиями среды в выбираемом алгоритме УЭВМ. Это становится возможным не только на тренажерах, но и в результате прямого измерения переменных, характеризующих действия оператора.

Тем не менее, оператор представляется моделью с не полностью измеримыми переменными состояниями в классе соответствующих наблюдателей состояний. Заметим, что, в соответствии с модальной теорией [4], основой для моделирования является использование доминирующих корней при учёте основных психофизиологических особенностей оператора и существенной нестационарности основных параметров оператора. Это становится возможным в результате процедур текущей динамической идентификации выходных переменных оператора в процессе управления.

Учитывая сложность внутренних процессов у оператора и используя возможности декомпозиции, первичные этапы описания можно свести к формированию в подсистеме оператора частных моделей: собственно личностной, внутренней модели объекта управления, внутренней модели окружающей среды и её состояния.

Представим общую структуру взаимосвязи оператора, объекта управления, окружающей среды и системы управления [4-8] в виде, показанном на рис. 1, где выделены соответственно независимые модели и внутренние отображения у оператора.

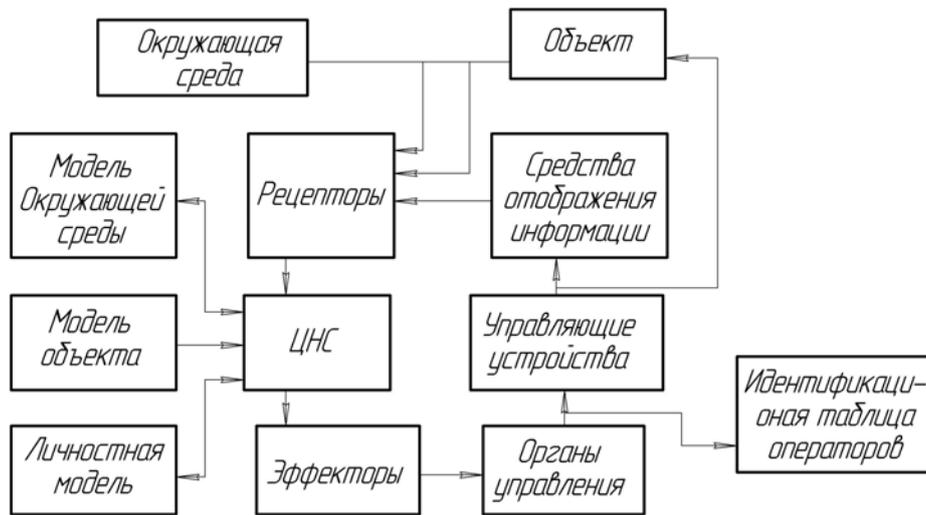


Рис. 1. Общая структура взаимосвязи оператора, объекта управления, окружающей среды и системы управления

Независимые уравнения состояния объекта управления и среды.

Для построения текущих алгоритмов оперативного управления ТС наиболее существенно локальное описание состояния объекта в целом и взаимосвязи его с окружающей средой. Однако из-за нестационарности его целесообразно записать уравнения состояния объекта и окружающей среды в форме общего уравнения переходов [4]:

$$X[k+1] = \Phi(X, U, F, t) X[k] + \Gamma(t) U[k] + G(t) F[k], \quad (1)$$

где $X[k+1]$, $X[k]$ – векторы состояния объекта и среды в соответственные дискретные моменты времени; эти векторы объединяют переменные объекта и той части окружающей среды, которая в какой-то мере связана с переменными состояния объекта (например, рельеф дороги);

$\Phi(X, U, F, t)$ – функция перехода, учитывающая изменения состояния;

$U[k]$ – вектор управляющих воздействий (осуществляемые оператором решения по управлению объектом);

$F[k]$ – вектор возмущающих воздействий окружающей среды (имеющих случайную природу);

$\Gamma(t)U[k]$ и $G(t)F[k]$ – векторные интегральные преобразования управляющих и возмущающих воздействий.

Введём вектор измеримых переменных состояния объекта и среды:

$$Y[k] = CX[k] + v[k], \quad (2)$$

где $Y[k]$ – вектор помех измерений;

C – матрица связи измеримых переменных с переменными состояния.

Уравнения внутреннего отображения объекта управления и среды у оператора. Действия оператора по управлению ТС определяются состоянием объекта в окружающей среде и целью управления в этих условиях. Представим внутреннее отображение состояния объекта и окружающей среды у оператора в общем виде:

$$\bar{X}[k+1] = \bar{\Phi}(\bar{X}, U, \bar{F}, t) \bar{X}[k] + \bar{\Gamma}(t) U[k] + \bar{G}(t) \bar{F}[k]. \quad (3)$$

В этом выражении одна черта над переменными означает первичную модель, формируемую относительно внешнего мира; $\bar{X}[k+1]$, $\bar{X}[k]$ – оценки оператором векторов состояния объекта и среды в соответственные моменты времени; $\bar{\Phi}(\bar{X}, U, \bar{F}, t)$ – функция перехода модели, учитывающая изменения состояния среды и объекта; $\bar{F}[k]$ – оценка вектора возмущающих воздействий; $\bar{\Gamma}(t)U[k]$, $\bar{G}(t)\bar{F}[k]$ – интегральные преобразования воздействий в модели; $\bar{Y}[k]$ – вектор оценок оператором измеримых переменных состояния, представляемый в виде:

$$\bar{Y}[k] = \bar{C} \bar{X}[k] + \bar{v}[k], \quad (4)$$

где $\bar{v}[k]$ – вектор помех при формировании оценок;

\bar{C} – матрица формирования оператором оценок измеримых переменных.

Уравнения личностной модели оператора. Эта модель рассматривается главным образом как функциональная, то есть отображающая действия водителя по управлению объектом, а также внешние проявления изменения его состояния в результате ряда внутренних процессов психофизиологического характера:

$$V[k+1] = \Psi(X, V, U, F, t)V[k] + \Gamma(t)(U[k] + U^*[k] + G(t)F[k]), \quad (5)$$

где $V[k+1]$, $V[k]$ – вектор состояния оператора в соответственные дискретные моменты времени;

$\Psi(\bar{X}, V, U, \bar{F}, t)$ – функция перехода, учитывающая изменения состояния оператора, в этой функции отображается зависимость состояния от внутренней оценки вектора состояния объекта и среды, а также оценки вектора возмущающих воздействий;

$U^*[k]$ – вектор тестовых идентификационных воздействий;

$\bar{\Gamma}(t)(U[k] + U^*[k])$ – отображение в состоянии оператора собственных управляющих и тестовых воздействий.

Функция перехода в (5) может допускать прямое выделение влияния оценок состояния объекта и среды на состояние оператора, в результате чего это уравнение примет вид:

$$V[k+1] = \Psi(X, V, U, F, t)V[k] + \Gamma(t)(U[k] + U^*[k] + G(t)F[k]), \quad (6)$$

где $\bar{\Psi}(\bar{X}, t)\bar{X}[k]$ – функция перехода, отображающая влияние оценки состояния объекта и среды на состояние и действия оператора.

Определение переменных личностной модели оператора. При создании сложных ЧМС представляется уместным использование принципа "дуального" управления А.А. Фельдбаума. Имеется в виду изучение системой управления характера, присущего данному оператору, и учёт его при согласовании с условиями среды в выбираемом алгоритме управления. Такого рода работы основаны на возможностях реализации, предоставляемых уже имеющимися устройствами автоматизации и с вычислительной техникой. Далее будут рассмотрены некоторые варианты построения таких систем, основанные на изуче-

нии обычного стиля управления, присущего данному оператору, а затем на контроле текущих отклонений от установленного "нормального" поведения. Это позволяет в ряде случаев исправлять приемлемым образом некоторые из действий оператора, способные привести к нежелательным последствиям. Расширение производства ТС на основе современных высокопроизводительных микропроцессоров создает техническую базу такого управления. Этому же способствует развитие органов управления движением при автоматизации ТС.

Алгоритмической основой для такого построения управления является измеримость переменных, используемых для решения задачи идентификации стиля оператора в реальном времени.

К используемым органам управления можно отнести следующие: величина и скорость нажатия, а также отпускания педали акселератора; величина и скорость нажатия, а также отпускания педали тормоза; направление, величина и скорость поворота руля; сопутствующее включение указателя поворота с учётом его направления.

Рассмотрим уже существующие автомобильные датчики ИДВС и АКПП. Функционально полная измерительная система содержит следующие датчики:

1. Датчик угла поворота/частоты вращения вала двигателя (коленвала) – $Y1/Y2$.
2. Датчик угла поворота/частоты вращения первичного вала КПП – $Y3/Y4$.
3. Датчик угла поворота/частоты вращения вторичного вала КПП – $Y5/Y6$.
4. Датчик педали акселератора (угла/скорости поворота её оси) – $U1 = \xi_1$
5. Датчик педали тормоза (угла/скорости поворота её оси) – $U2 = \xi_2$.
6. Датчик угла/скорости поворота рулевого колеса – $U3 = \xi_3$.

Здесь через знак тире указано обозначение датчиков, как измеримых координат: Y – измеримые (выходные) переменные состояния; U – управляющие воздействия оператора $U_i = \xi_i$.

Из этого набора датчиков следует значительно большее число идентификационных переменных: для датчиков по п. 4-6 действия водителя характеризуются ещё направлением (знаком) воздействия, что для данного класса систем имеет существенное значение. Для других объектов (транспортных средств) могут быть аналогичным образом выделены измеримые переменные состояния и управляющие воздействия оператора.

Это позволяет составить табл. 1.

Таблица 1

Номер датчика	Направление воздействия	Обозначение направления воздействия	Обозначение скорости изменения воздействия
4	нажатие отпускание	$\xi_{11} = \xi_{1+}$ $\xi_{12} = \xi_{1-}$	$d\xi_{11}/dt = \xi_{121}$ $d\xi_{12}/dt = \xi_{122}$
5	нажатие отпускание	$\xi_{21} = \xi_{2+}$ $\xi_{22} = \xi_{2-}$	$d\xi_{21}/dt = \xi_{221}$ $d\xi_{22}/dt = \xi_{222}$
6	вправо влево	$\xi_{31} = \xi_{3+}$ $\xi_{32} = \xi_{3-}$	$d\xi_{31}/dt = \xi_{321}$ $d\xi_{32}/dt = \xi_{322}$

Кроме того, имеется ещё логическая переменная, которая может быть использована для идентификации стиля оператора: включение указателя поворотов ξ_4 (вправо – ξ_{41} , влево – ξ_{42}). Таким образом $\xi[k]$ – вектор выходных (измеримых в системе управления) переменных состояния, которые можно представить в следующем виде: $\xi[k] = \Lambda(V, U, t)V[k] + v[k]$, где $\Lambda(V, U, t)$ – вектор-функция, выявляющая состояние оператора; $v[k]$ – вектор помех, сопровождающих действия оператора.

На основании выделенной системы измеримых переменных может быть построена процедура идентификации стиля вождения с использованием теории нечетких множеств.

Из локальных моделей, входящих в структуру ЧМС рассматриваемого вида, наибольшей нестационарностью обладает личностная модель оператора. Именно о текущей идентификации параметров этой модели идет речь.

Выделенные переменные $\xi[k]$ имеют высокую частоту повторения в реальных условиях управления объектом. Поэтому в запоминающих устройствах контроллера управления можно достаточно быстро накопить и статистически обработать их значения. Это обстоятельство создает разнообразные возможности построения идентификационных алгоритмов. Рассмотрим в качестве примера следующий алгоритм, который назовем двухступенчатым.

Двухступенчатый алгоритм идентификации. Из накапливаемых данных будем формировать две базовые выборки значений вышеуказанных переменных с периодом накопления 100 и 10000 тактов, то есть $n_{ijk} = 100$ и $N_{ijk} = 10000$, что определяет стохастические характеристики действий водителя (оператора) на "коротком" и "длинном" интервале. Можно считать, что первая из этих выборок отображает текущее состояние водителя, а вторая – интегральные (типовые) его качества. Следует сразу обратить внимание на то, что эти характеристики являются многомерными, то есть отображающими идентификационные переменные в их совокупности.

Используем **аппарат многомерного шкалирования**. Построим для каждой идентификационной переменной шкалу оценивания следующим образом: примем максимальное значение каждой переменной за 1,0 и будем считать текущим значением относительную величину переменной: $\xi_{jk} = \xi_{jk} / \xi_{jk \max}$, где $\xi_{jk \max}$ – максимальное значение соответствующей переменной.

Выделим s дискретных интервалов ξ_{ik}^s – например, 0,1; 0,2; 0,3; ... 1,0. Для каждого оператора по его идентификационному ID -коду в памяти контроллера накапливается относительная частота v_{ik}^s двух базовых значений идентификационной переменной из общего числа накопленных значений для этой переменной n_{ik} , то есть: $v_{jk}^s = n_{jk}^s / n_{jk}$, где n_{ik}^s означает номер интервала попадания идентификационной переменной.

Таким образом, для ряда значений данной переменной зависимость представляет одномерную характеристику данного оператора на некотором интервале времени – соответственно коротком и длинном. Первая отображает текущее состояние, вторая – интегральные качества данного оператора. Для 14 идентификационных переменных это дает комплексную (многомерную) характеристику данного оператора.

Идентификационная таблица стиля вождения. На основании выделенной системы идентификационных переменных может быть построена **процедура идентификации стиля вождения** с использованием теории нечетких множеств. Отметим, что поставленная задача определяет необходимость рассмотрения динамических оценок (изменяющихся в зависимости от ряда условий, и прежде всего – состояния водителя). Поэтому рассмотрим вначале динамическое оценивание для индивидуального оператора в индивидуальных условиях. Будем фиксировать комплексные характеристики для водителей при некоторых строго фиксированных условиях вождения и в определенном проконтролированном психо-физическом состоянии в соответствии с вышерассмотренной процедурой многомерного шкалирования.

При этом группы водителей формируются по возможности близкими по технике вождения, опыту, возрасту и некоторым другим данным и для однотипных ТС. Это позволяет сформировать затем **кластеры (нечеткие множества) операторов близкого уровня.**

Так может быть получен, например, **кластер мастеров спорта международного класса** – водители, имеющие соответствующие сертификаты и примерно одинаковые идентификационные показатели. Следующий кластер может быть составлен из **водителей-профессионалов одного уровня** показателей, далее могут формироваться и обследоваться группы **любителей одного стажа вождения, новичков** и так далее.

Кроме этого, типовые группы водителей могут проходить такое многомерное шкалирование при психофизическом состоянии, отличающемся от исходного, в частности, после малого (2-3) или большого (4-6) часов непрерывного вождения АТС, употребления определенных доз алкоголя и так далее. Можно назвать их "идентификационными таблицами отклонений" от нормальных для каждого кластера. Таблицы отклонений могут пересекаться с нормальными идентификационными таблицами более низкого класса.

Для отнесения характеристик данного водителя в данном текущем психофизическом состоянии к одному из кластеров целесообразно использовать алгоритм близости по одному из 3 методов: обычное отклонение "в среднеквадратичном"; отклонение, вычисленное по методу "центра тяжести"; более сложно определяемое – "взвешенное", то есть с учётом значимости каждой данной переменной для безопасности процесса вождения.

Выводы

1. Указанные выше особенности позволяют сделать вывод, что оценка стиля вождения, таким образом, является интегральной – по всем идентификационным переменным. Статистическая обработка для каждой группы в каждом состоянии дает классификационные кластеры, сводимые в идентификационную таблицу с размерностью S (где S – есть число идентификационных переменных ξ_{ik}), которая может непосредственно использоваться для определения текущего состояния оператора.

2. Получаемая (и постоянно обновляемая) идентификационная характеристика класса оператора позволяет установить (без отвлечения его внимания) оптимальные для его кластера алгоритмы управления, соответствующие его желаниям в данный момент времени, если их использование не выводит ТС за безопасные пределы. Формирование таких алгоритмов представляет отдельную проблему, которая имеет достаточно много вариантов решений.

3. Еще более серьезным обстоятельством, требующим учёта при построении безопасных и приемлемых для водителя алгоритмов управления, является обратная связь между автомобилем и водителем. Известно, что существует достаточно сильное "привыкание" водителя к особенностям автомобиля, который он эксплуатирует. При разработке и использовании оптимальных алгоритмов управления движением для каждого из кластеров указанная обратная связь никоим образом не должна нарушаться. Это означает первичность стиля вождения при адаптации системы управления и постоянство набора алгоритмов для данного водителя на текущем интервале для идентифицированного его нормального состояния (то есть по результатам "длинной" выборки). Иначе для водителя автомобиль будет выглядеть "необъезженной лошадью". Чем выше квалификация водителя, тем сильнее эта обратная связь проявляется.

4. Важную роль играет достаточно точное определение границ (в пространстве состояний водителя и окружающей среды), выход за которые может создавать угрозу безопасности. Можно утверждать, что именно многомерное оценивание краткосрочных особенностей поведения водителя создает предпосылки для изменений семейства разрешенных алгоритмов.

Литература

1. **Корнеев Н.В.** Система автоматического управления скоростью автомобиля с дискретным ПИД-регулятором // Наука-производству. 2005. № 5. С. 9-11.
2. **Корнеев Н.В.** Принципы построения современных технических систем с элементами искусственного интеллекта // Техника машиностроения. 2008. № 2. С. 2-7.
3. **Корнеев Н.В.** Микропроцессорный блок управления и контроля движения автомобиля. // Журнал "Автомобильная промышленность", 2008, № 8. С. 19-21 .
4. **Корнеев Н.В., Кустарев Ю.С., Морговский Ю.Я.** Теория автоматического управления с практикумом: учебное пособие с грифом УМО. М.: ИЦ Академия, 2008. 224 с.
5. **Корнеев Н.В.** Принципы разработки и создания интеллектуальных систем управления на транспорте с учётом алгоритмизации взаимодействия оператора, объекта, окружающей среды и системы управления на базе современных высокопроизводительных микропроцессоров // Учёные записки РГСУ. 2011. № 9. С. 211-215.
6. **Корнеев Н.В., Минитаева А.М.** Задачи организации человеко-машинного интерфейса с учётом интеллектуализации взаимодействия человека и вычислительного комплекса // Учёные записки РГСУ. № 3. 2012. С. 157-162.
7. **Корнеев Н.В.** Принципы разработки современных бесконтактных средств идентификации. // Техника машиностроения. № 2 (82). 2012. С. 26-33.
8. **Корнеев Н.В., Минитаева А.М.** Человеко-машинный интерфейс, как важнейший компонент архитектуры перспективных эргатических систем управления // Учёные записки РГСУ. № 7, 2012. С. 41-93.
9. **Государственная инспекция безопасности дорожного движения.** Статистика ДТП // Официальный сайт ГИБДД. <http://www.gibdd.ru/news>.
10. **Дорожные аварии – экономический ущерб.** <http://www.rg.ru/2009/03/18/dtp.html>.