

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 681.513.3.015

ДИЯБ АБДАЛЛАХ САИД АЛИ ОМАР

**ПОВЕДЕНЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление
и обработка информации»

Минск, 2013

Работа выполнена в Белорусском национальном техническом университете

Научный руководитель:

Ганэ Вадим Арведович,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Информационные
системы и технологии» Белорусского
национального технического
университета

Официальные оппоненты:

Грабауров Владимир Александрович,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Организация
автомобильных перевозок и дорожного
движения» Белорусского национального
технического университета;

Посудевский Александр Андреевич,
кандидат технических наук, доцент,
главный научный сотрудник (Научно-
производственное общество с
ограниченной ответственностью «ОКБ
ТСП»)

Оппонирующая организация:

Учреждение образования «Белорусский
аграрный технический университет»

Защита состоится « 23 » мая 2013 г. в 14⁰⁰ на заседании совета по защите диссертаций К 02.05.01 при учреждении образования «Белорусский национальный технический университет» по адресу: 220013, г. Минск, пр-т Независимости 65, тел. (017) 293-96-64, E-mail: gurski2010@gmail.com.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский национальный технический университет».

Автореферат разослан « 3 » апреля 2013 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций,
кандидат технических наук, доцент

Н.Н. Гурский

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение безопасности вождения различных по функциональному назначению автотранспортных средств является актуальной научно – технической задачей. В частности, управление автомобильными транспортными средствами комплексов техники специального назначения предъявляет особые требования к водителям по критерию безопасности движения, обусловленные следующими факторами: движение в колонне, рассредоточенное движение, занятие топографически привязанной позиции, дорожное движение или по пересеченному рельефу местности и т.д. Обеспечение безопасности движения в указанных условиях требует соответствующего профессионального отбора водителей, их специализированное обучение и интенсивные тренировки «на марше».

В большинстве литературных источников по безопасности движения отражены результаты исследования по безопасности дорожного движения, регулируемого соответствующими правилами. При этом особое внимание уделяется вопросам безопасности движения в населенных пунктах, транспортной логистике, вопросам организации управления движением автомобилей, моделированию регулируемых дорожных условий и тренажерному обучению, естественным рисковому факторам, статистике дорожных происшествий и ее анализу. В этой связи поведенческое моделирование эффективности управления автотранспортными средствами, в частности, комплексов техники специального назначения в дорожных и специфических условиях, является актуальной задачей.

Системный подход к ее решению предполагает: структуризацию поведенческих моделей водителей как операторов управления, структуризацию каналов управления по направлению и скорости движения, формализацию целевых функций и условий движения с учетом рисков случайных возмущений, моделирование управления и выработку рекомендаций по эффективному профессиональному отбору, специализированному обучению и тренировкам.

Поведенческое моделирование операторов-водителей, с целью исследования свойств и показателей эффективности управления, целесообразно провести в классификации по степени восприятия «дорожной» обстановки: низкая, средняя, высокая.

Сформулированная тематика исследований предполагает привлечение методов системного анализа, управления и обработки информации в системе «водитель – автомобиль – дорога (местность) – среда»; моделей каналов управления направлением и скоростью движения автотранспортного средства.

Принято описание условий вождения динамическими информационными потоками с низкими, средними и высокими интенсивностями в классе детерминированных и случайных процессов и критерий точности отслеживания целевой функции как характеристика эффективности управления автомобилем.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами

Согласно Перечню приоритетных направлений научных исследований Республики Беларусь на 2011 – 2015 годы, утвержденному 19 апреля 2010 г. Советом Министров Республики Беларусь (Постановление № 585), диссертационная работа относится к направлению «Механика, надежность, безопасность и экологичность машин, трение и износ в машинах, методы расчета, моделирования, проектирования, конструирования и испытаний машин, агрегатов и узлов», предусмотренному формулой специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации в области исследований «Разработка критериев, моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации».

Основой диссертационной работы являются исследования, проведенные автором в 2008 – 2012 гг. в Белорусском национальном техническом университете на кафедре «Информационные системы и технологии» по теме «Программное и информационное обеспечение технологии дистанционного обучения ГБ 06 – 211, раздел Анализ эффективности и повышение качества систем управления».

Цель и задачи исследования

Целью диссертационной работы является структуризация поведенческих моделей каналов управления автотранспортным средством и оценка эффективности вождения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Обосновать и структурировать поведенческие математические модели операторов – водителей с учетом различных степеней мотивационного восприятия дорожной и средовой обстановки.

2. Структурировать математические модели каналов управления направлением и скоростью движения автотранспортного средства с учетом поведенческих факторов операторов – водителей.

3. Провести моделирование каналов управления автотранспортным средством в различных ситуационных условиях с оценкой эффективности вождения.

4. Сформулировать рекомендации по повышению эффективности управления в системе «автомобиль – водитель – дорога (местность) – среда».

Объект исследования – система управления автотранспортным средством.

Предмет исследования – поведенческие математические модели системы управления автотранспортным средством и оценки эффективности вождения. Выбор данных объекта и предмета исследований обусловлен

необходимостью выявления факторов, влияющих на эффективность ситуационного управления автотранспортными средствами комплексов техники специального назначения, с целью выработки рекомендаций по отбору и обучению водительского состава.

Положения, выносимые на защиту

1. Структурированные поведенческие математические модели операторов – водителей автотранспортных средств с низкой, средней и высокой степенями мотивационного восприятия условий вождения, построенные в классе дискретных следящих систем с учетом средовых рисков факторов.

2. Структурированные математические модели канала управления направлением движения автотранспортного средства, учитывающие поведенческие модели операторов – водителей с низкой, средней и высокой степенями мотивационного восприятия условий вождения.

3. Структурированные математические модели канала управления скоростью движения автотранспортного средства, учитывающие поведенческие модели операторов – водителей с низкой, средней и высокой степенями восприятия условий вождения.

4. Сравнительные результаты моделирования эффективности управления автотранспортным средством по каналам направления и скорости движения для различных информационных условий вождения по динамике целевых функций и интенсивности рисков, а также технического состояния автомобиля.

Личный вклад соискателя

Основные результаты и положения, выносимые на защиту, получены лично автором. Структурированные поведенческие математические модели операторов – водителей с различными степенями мотивационного восприятия условий вождения, каналов управления направлением и скоростью движения автотранспортного средства, результаты ситуационного моделирования, приведенные в работе, получены автором самостоятельно. Научный руководитель и соавторы совместных работ принимали участие в постановке цели и задач исследования, их предварительном анализе, а также в обсуждении полученных результатов.

Апробация результатов диссертации

Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на международных научно-технических конференциях: VIII и X Международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике» (Минск, 2010, 2012 г.); IV Международной научно-практической конференции «Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси» (Пинск, 2010 г.); VIII Белорусско-российской научно-технической конференции «Технические средства защиты информации» (Минск, Беларусь, 2010 г.).

Опубликованность результатов диссертации

По материалам диссертации опубликовано 12 работ: 6 статей в научных журналах, 6 тезисов докладов на международных и республиканских научных конференциях.

Общий объем публикаций по теме диссертации, соответствующих пункту 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоения ученых званий в Республике Беларусь, составляет 1,4 авторских листа.

Структура и объем диссертации

Объем диссертационной работы составляет 132 страницы. Она состоит из введения (1 с.), общей характеристики работы (3 с.), трех глав (103 с.), заключения (2 с.), библиографического списка (13 с.) и приложения (5 с.). Работа содержит: 69 рисунков (23 с.); список использованных источников, состоящий из 135 наименований (11 с.), список публикаций автора по теме диссертации (12 наименований).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, формулируется цель работы, ее научная новизна, степень достоверности результатов, изложенных в диссертации, а также отмечаются основные теоретические и практические результаты диссертационной работы.

В первой главе по результатам обзора и анализа литературы по теме диссертации сформулированы основные направления моделирования в системе «водитель – автомобиль – местность (дорога) – среда»: технические каналы управления направлением и скоростью движения; дорожные и средовые условия; автомобильные потоки и эффективность управления ими. Актуализирована постановка задачи по структурному моделированию эффективности управления по каналам направления и скорости движения с учетом разнообразных условий и человеческого фактора. Математически описаны свойства и получены передаточные функции для каналов управления направлением и скоростью движения. Показано, что канал управления направлением движения является астатическим первого порядка, а скоростью движения – статическим. Предложен точностной критерий эффективности управления автотранспортным средством в форме суперпозиции динамических ошибок вождения по выбранной целевой функции и ошибок по возмущениям, обусловленным случайными рисковыми факторами.

Во второй главе приведены структуры поведенческих математических моделей операторов-водителей автотранспортных средств в виде замкнутых следящих систем управления, состоящие из последовательного соединения передаточных функций измерителя рассогласований и формирующего звена, классифицируемые в зависимости от мотивационных восприятий целевых функций, дорожных и средовых условий, по низкой, средней и высокой степеням.

Информационно-поведенческие модели операторов-водителей автотранспортных средств с низкой, средней и высокой степенью мотивационных восприятий представлены в виде структурных схем, передаточных функций прямых цепей $K(z)$ и передаточных функций замкнутых моделей $K_{yx}(z)$, определяемых как

$$K_{yx}(z) = P(z)/D(z), \quad (1)$$

$$D(z) = P(z) + Q(z), \quad (2)$$

где $P(z)$ – полином числителя передаточной функции прямой цепи;

$Q(z)$ – полином знаменателя передаточной функции прямой цепи.

Структурно эффективность поведенческих моделей по отношению к ошибкам управления отражается порядком астатизма и соответствующими корректирующими обратными связями. Форма представления поведенческих моделей согласована с выбранной структурной средой моделирования MATLAB.

Информационная поведенческая модель оператора-водителя автотранспортного средства с низкой степенью мотивационного восприятия представлена в виде структурной схемы (рисунок 1), передаточных функций прямой цепи $K(z)$ и замкнутой модели $K_{yx}(z)$.

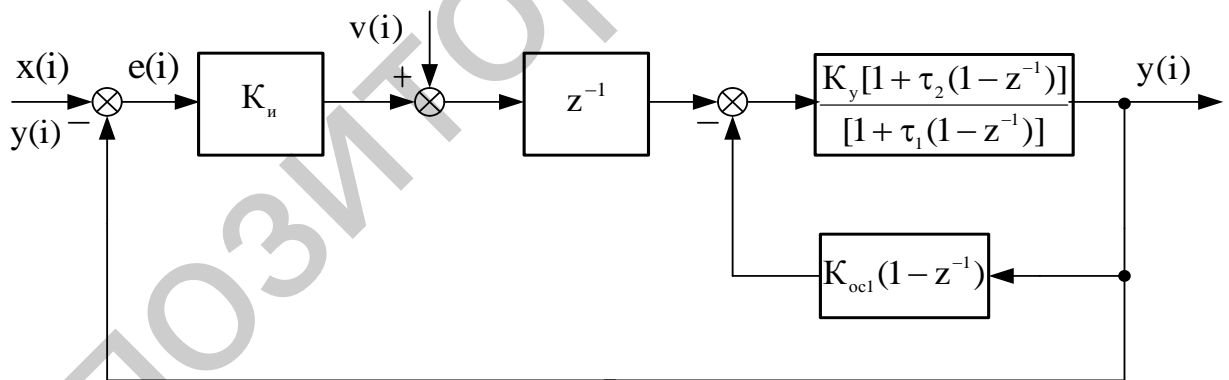


Рисунок 1 – Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя автотранспортного средства с низкой степенью мотивационного восприятия

$$K(z) = \frac{K_n K_y z^{-1} [1 + \tau_2 (1 - z^{-1})]}{[1 + \tau_1 (1 - z^{-1})] + K_y [1 + \tau_2 (1 - z^{-1})] K_{ocl} (1 - z^{-1})}, \quad (3)$$

где $K = K_n K_y$ – коэффициент преобразования прямой цепи информационной поведенческой модели оператора-водителя с низкой степенью мотивационного восприятия;

K_n – коэффициент преобразования измерителя рассогласований;

K_y – коэффициент преобразования формирующего звена;

z^{-1} – звено запаздывания на один период повторения T_n , связанный с измерением поведенческого рассогласования и принятием решения;

$1 + \tau_2(1 - z^{-1})$ – разностное звено 1-го порядка, характеризующее формирование выходной переменной формирующим звеном (динамику поведения) с учетом поведенческого рассогласования и скорости его изменения, а также обеспечивающее устойчивость – работоспособность поведенческой модели;

$1/(1 + \tau_1(1 - z^{-1}))$ – дискретное аperiodическое звено, учитывающее инерционность оператора – водителя с низкой степенью восприятия при выполнении поведенческих управляющих функций по формированию выходной переменной в соответствии с измеренным рассогласованием;

τ_1, τ_2 – постоянные времени дискретных аperiodического и разностного первого порядка звеньев;

K_{oc1} – коэффициент преобразования отрицательной обратной связи “по скорости”;

$(1 - z^{-1})$ – дискретное разностное звено (аналог дифференцирующего звена непрерывных систем).

Информационная поведенческая математическая модель оператора-водителя автотранспортного средства со средней степенью мотивационного восприятия представлена в виде структурной схемы (рисунок 2), передаточных функций прямой цепи $K(z)$ и замкнутой модели $K_{yx}(z)$.

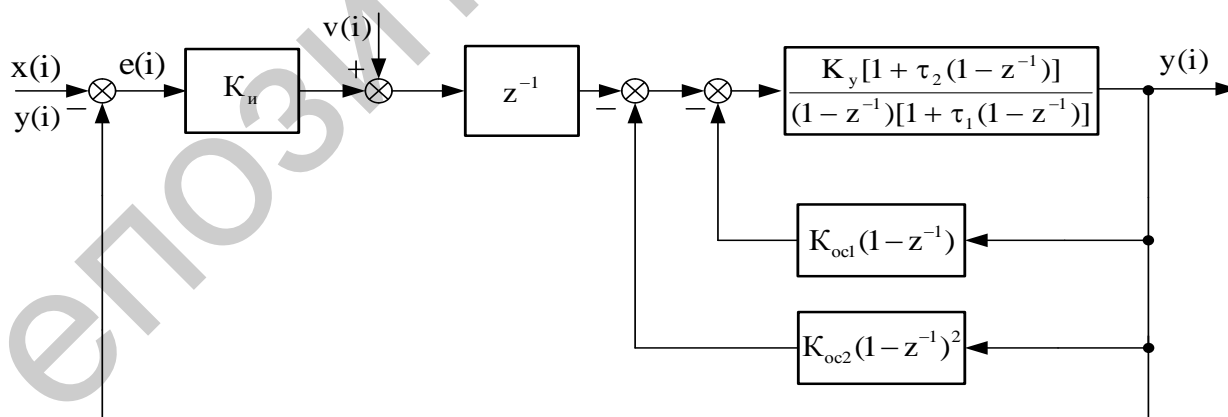


Рисунок 2 – Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя со средней степенью мотивационного восприятия

$$K(z) = \frac{K_n K_y z^{-1} [1 + \tau_2 (1 - z^{-1})]}{(1 - z^{-1}) ([1 + \tau_1 (1 - z^{-1})] + K_y [1 + \tau_2 (1 - z^{-1})] [K_{oc1} + K_{oc2} (1 - z^{-1})])}, \quad (4)$$

где K_{oc2} – коэффициент преобразования отрицательной обратной связи “по ускорению”.

Информационная поведенческая математическая модель оператора-водителя автотранспортного средства с высокой степенью мотивационного восприятия представлена в виде структурной схемы (рисунок 3), с учетом прогнозирования динамики изменения целевой функции и передаточных функций прямой цепи $K(z)$ и замкнутой модели $K_{xy}(z)$.

$$K(z) = \frac{K_n K_y z^{-1} [1 + \tau_2 (1 - z^{-1})]}{(1 - z^{-1})^2 ([1 + \tau_1 (1 - z^{-1})] + K_y [1 + \tau_2 (1 - z^{-1})]) [K_{oc1} + K_{oc2} (1 - z^{-1})]}, \quad (5)$$

где K_{oc1} – коэффициент преобразования отрицательной обратной связи “по второй” производной от выходной переменной;

K_{oc2} – коэффициент преобразования отрицательной обратной связи “по третьей” производной от выходной переменной;

$K_{цк} (1 - z^{-1})^2$ – передаточная функция цепи компенсации динамической ошибки установившегося режима;

$K_{цк}$ – коэффициент преобразования цепи компенсации.

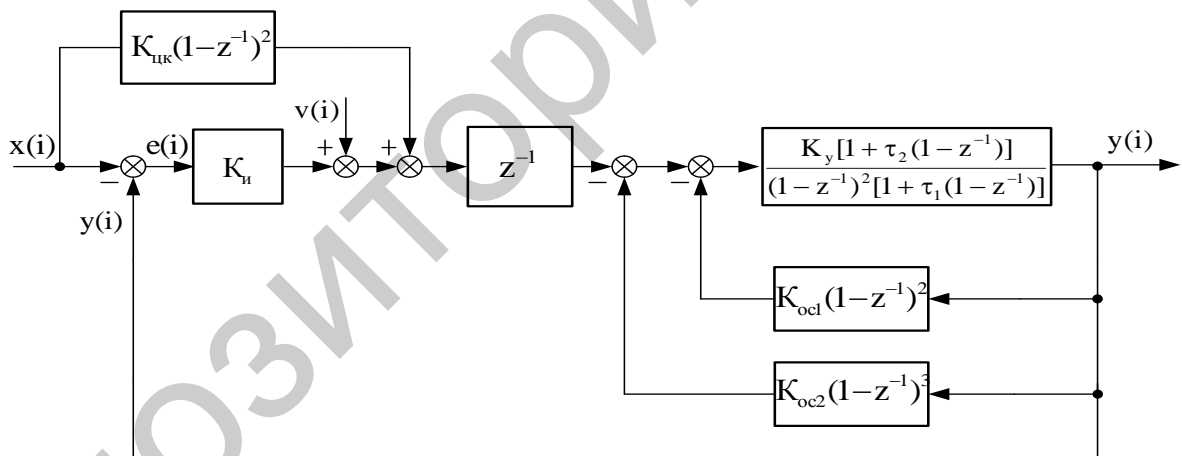


Рисунок 3 – Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя автотранспортного средства с высокой степенью мотивационного восприятия в случае прогнозирования динамики изменения целевой функции

Поведенческая модель оператора-водителя с низкой степенью мотивационного восприятия является статической с локальной обратной связью по «скорости» управления выходной переменной. Для этой модели характерны: постоянное значение динамической ошибки в простейших условиях движения при постоянной целевой функции; нарастание ошибки управления по линейному закону при изменении во времени с постоянной скоростью целевой

функции; нарастание ошибки управления по квадратичному закону при изменении во времени целевой функции с постоянным ускорением.

Поведенческая модель оператора-водителя со средней степенью мотивационного восприятия обладает астатизмом первого порядка и дополнительной обратной связью управления по «ускорению» изменения выходной переменной. Эффективность обработки информации и управления определяется следующими свойствами установившегося режима работы: безошибочное управление в простейших условиях вождения; отличное от нуля постоянное значение динамической ошибки при нарастающей с постоянной скоростью целевой функции; нарастающая по линейному закону динамическая ошибка при изменении во времени с постоянным ускорением целевой функции.

Поведенческая модель оператора-водителя с высокой степенью мотивационного восприятия имеет астатизм второго порядка и дополнительную обратную связь управления по третьей «производной» от выходной переменной модели, интерпретирующей «интуитивный» уровень принятия решений, возможность прогнозирования целевой динамики; постоянное, отличное от нуля, значение динамической ошибки управления при изменении во времени целевой функции с постоянным ускорением.

В третьей главе структурированы математические модели каналов управления направлением и скоростью движения, включающие в свой состав поведенческие модели операторов-водителей с низкой, средней и высокой степенями мотивационного восприятия.

Передаточная функция колесного автотранспортного средства при управлении направлением движения описывается выражением:

$$K_n(p) = \frac{k_0}{p(1 + T_1 \cdot p)^2} \quad (6)$$

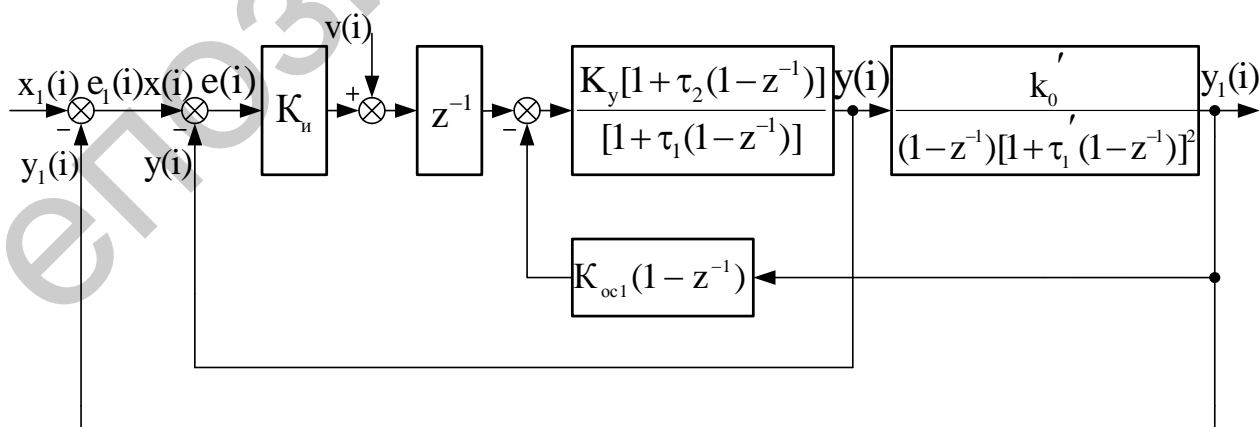


Рисунок 4 – Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя автотранспортного средства с низкой степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления направлением движения

Структурные схемы информационных поведенческих моделей операторов-водителей автотранспортного средства с низкой, средней и высокой степенями мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления направлением движения представлены на рисунках 4, 6 и 8 соответственно.

Зависимости динамической ошибки установившегося режима e_{1x} и дисперсии ошибки установившегося режима De_{1v} от коэффициента преобразования k_0' для структурной схемы с низкой степенью мотивационного восприятия представлены на рисунке 5.

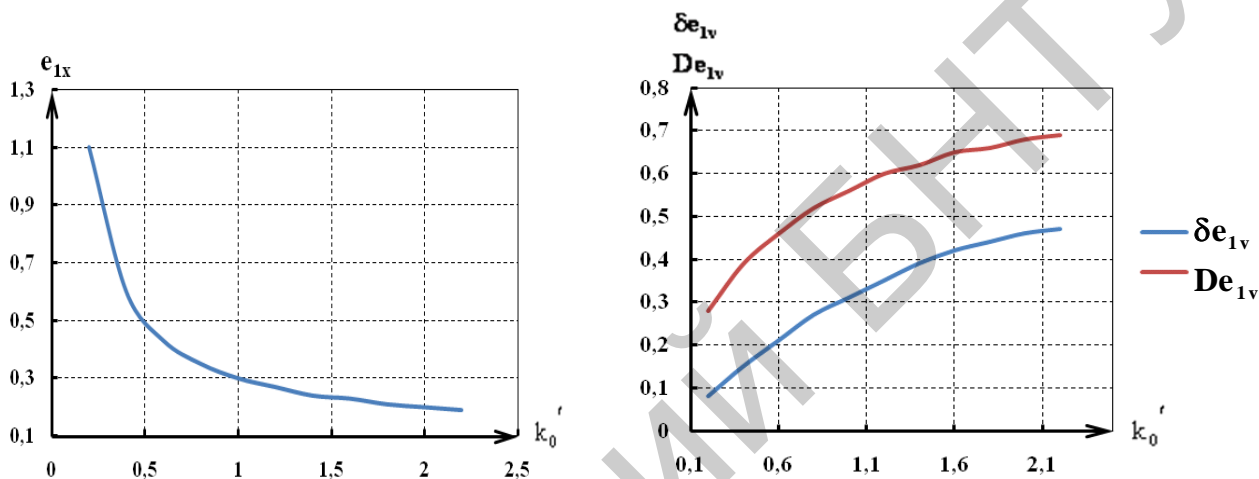


Рисунок 5 – Зависимости динамической ошибки установившегося режима e_{1x} и дисперсии ошибки установившегося режима De_{1v} от коэффициента преобразования k_0' (рисунок 4)

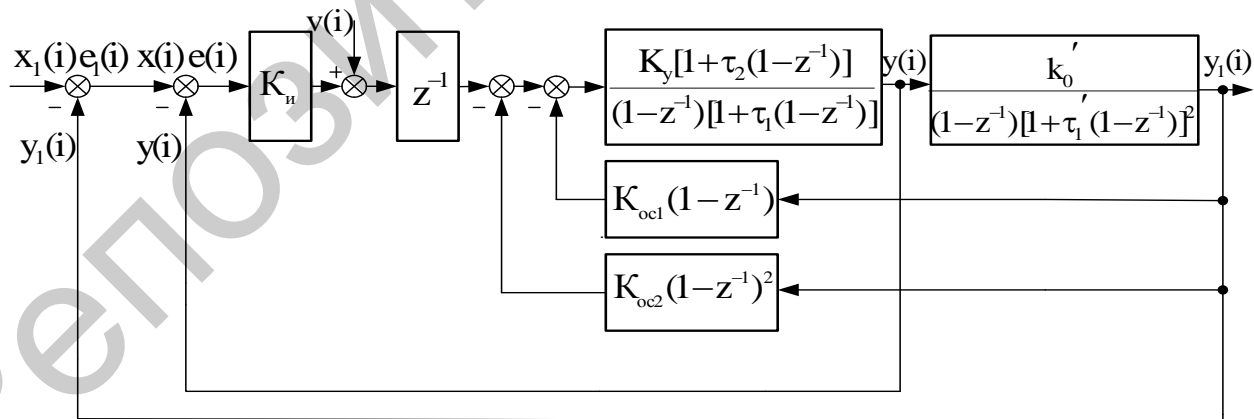


Рисунок 6 – Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя автотранспортного средства со средней степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления направлением движения

Зависимости динамической ошибки установившегося режима e_{1x} и дисперсии ошибки установившегося режима De_{1v} от коэффициента преобразования k'_0 для структурной схемы со средней степенью мотивационного восприятия представлены на рисунке 7.

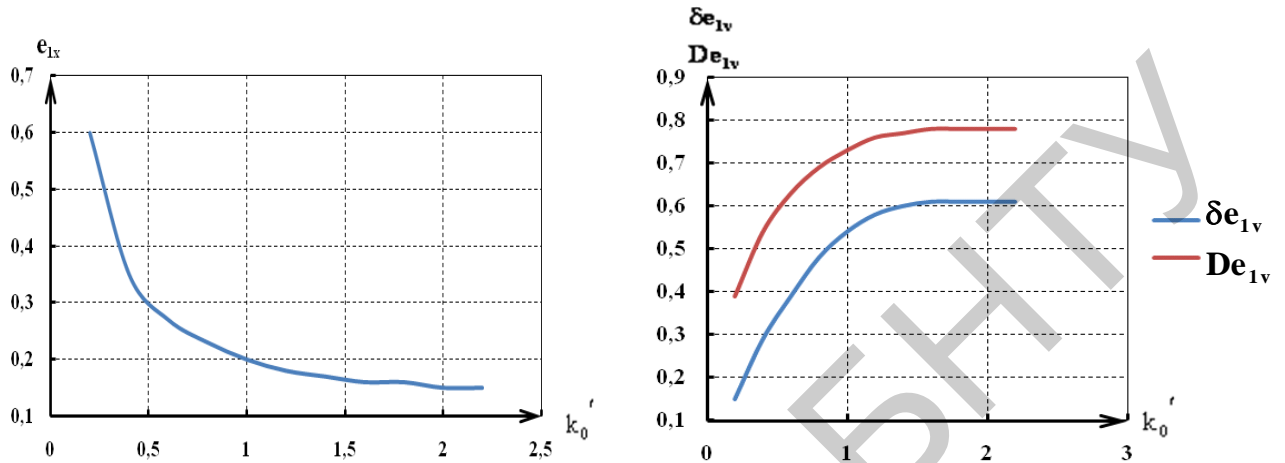


Рисунок 7 - Зависимости динамической ошибки установившегося режима e_{1x} и дисперсии ошибки установившегося режима De_{1v} от коэффициента преобразования k'_0 (рисунок 6)

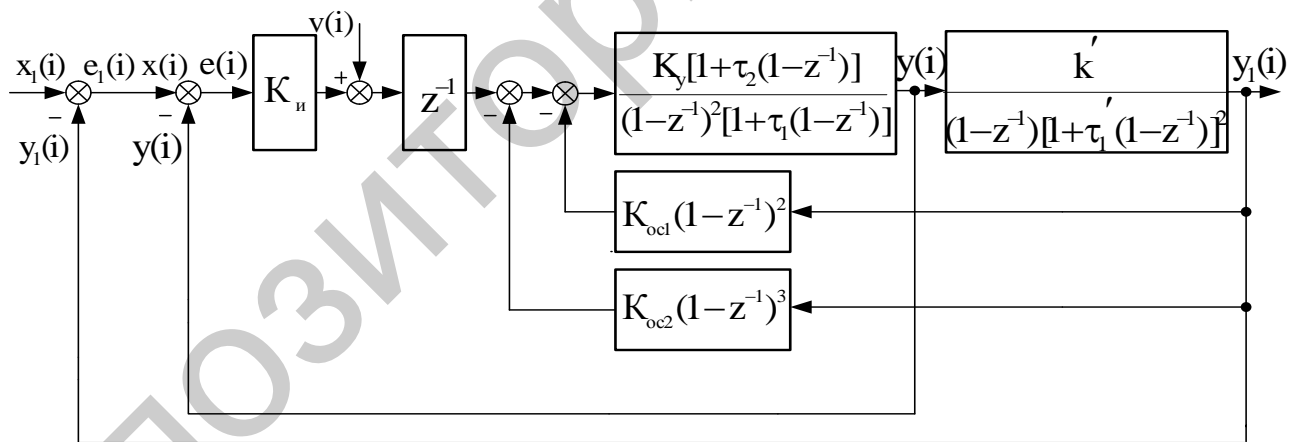


Рисунок 8 – Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя автотранспортного средства с высокой степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления направлением движения

Зависимости динамической ошибки установившегося режима e_{1x} и дисперсии ошибки установившегося режима De_{1v} от коэффициента преобразования k'_0 для структурной схемы с высокой степенью мотивационного восприятия представлены на рисунке 9.

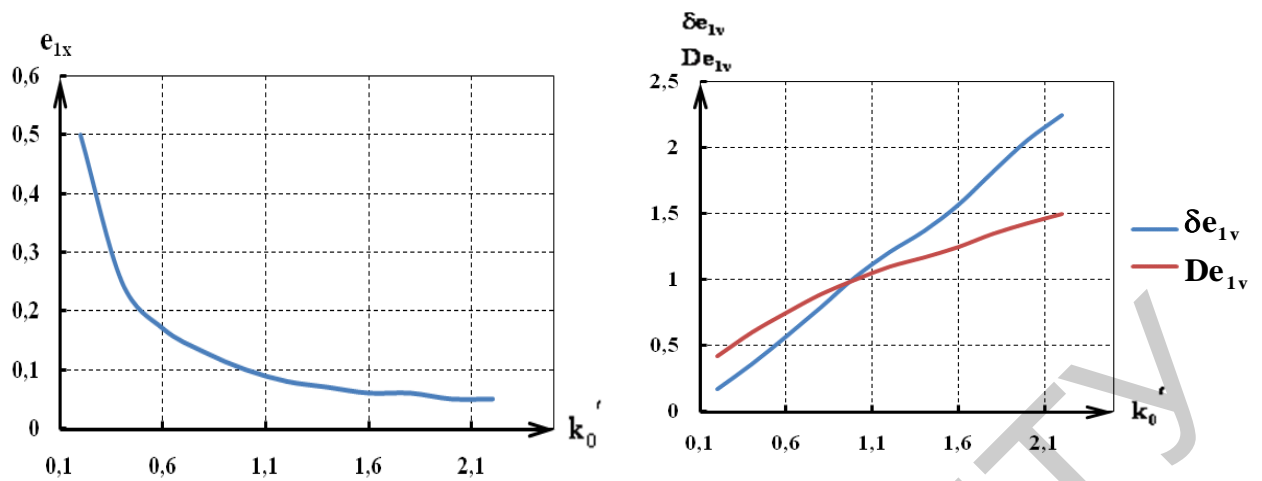


Рисунок 9 - Зависимости динамической ошибки установившегося режима e_{1x} и дисперсии ошибки установившегося режима De_{1v} от коэффициента преобразования k'_0 (рисунок 8)

Передаточная функция колесного автотранспортного средства при управлении скоростью движения механизмом топливоподачи описывается выражением:

$$K_c(p) = \frac{v(p)}{\eta(p)} = \frac{k}{1 + Tr \cdot p} \quad (8)$$

Структурные схемы информационных поведенческих моделей операторов-водителей автотранспортного средства с низкой, средней и высокой степенями мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления скоростью движения представлены на рисунках 10, 12 и 14 соответственно.

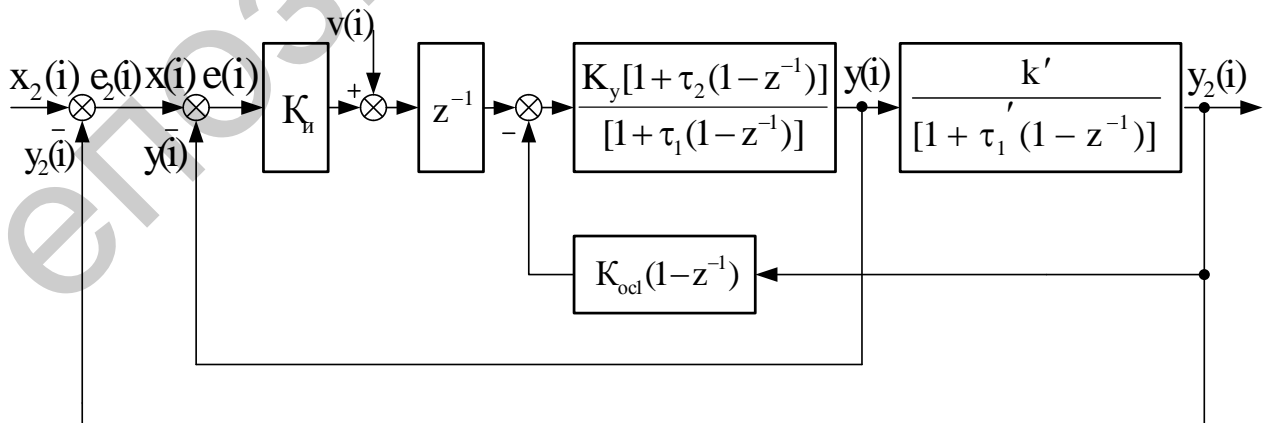


Рисунок 10 – Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя автотранспортного средства с низкой степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления скоростью движения

Зависимости динамической ошибки установившегося режима e_{2x} и дисперсии ошибки установившегося режима De_{2x} от коэффициента преобразования k' для структурной схемы с низкой степенью мотивационного восприятия представлены на рисунке 11.

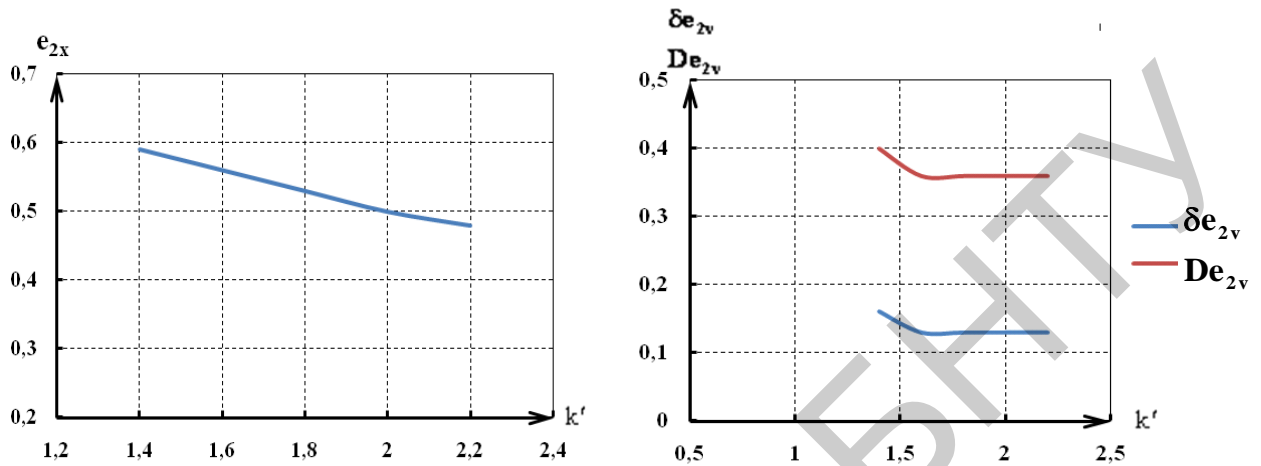


Рисунок 11 – Зависимости динамической ошибки установившегося режима e_{2x} и дисперсии ошибки установившегося режима De_{2v} в модели от коэффициента преобразования k' (рисунок 10)

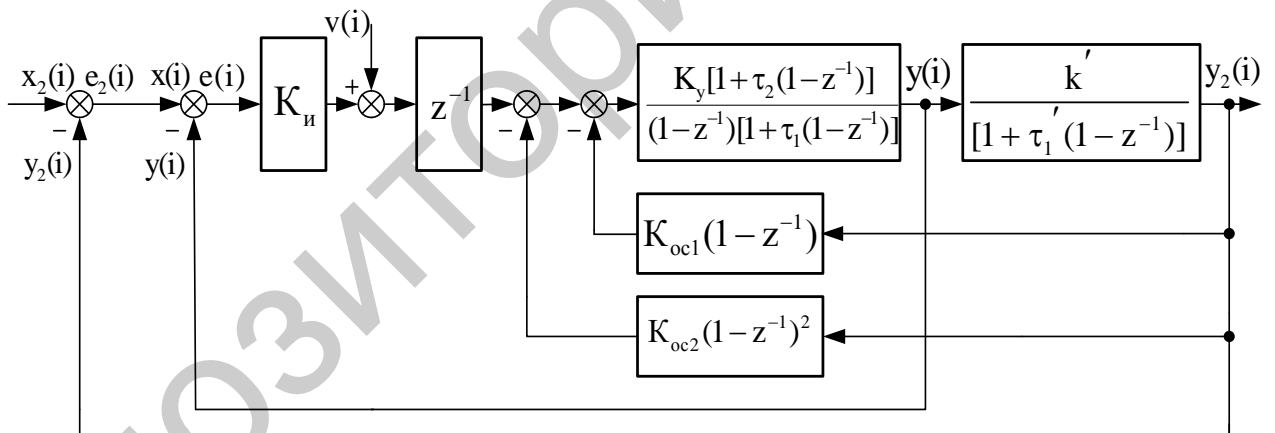


Рисунок 12 – Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя автотранспортного средства со средней степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления скоростью движения

Зависимости динамической ошибки установившегося режима e_{2x} и дисперсии ошибки установившегося режима De_{2v} от коэффициента преобразования k' для структурной схемы со средней степенью мотивационного восприятия представлены на рисунке 13.

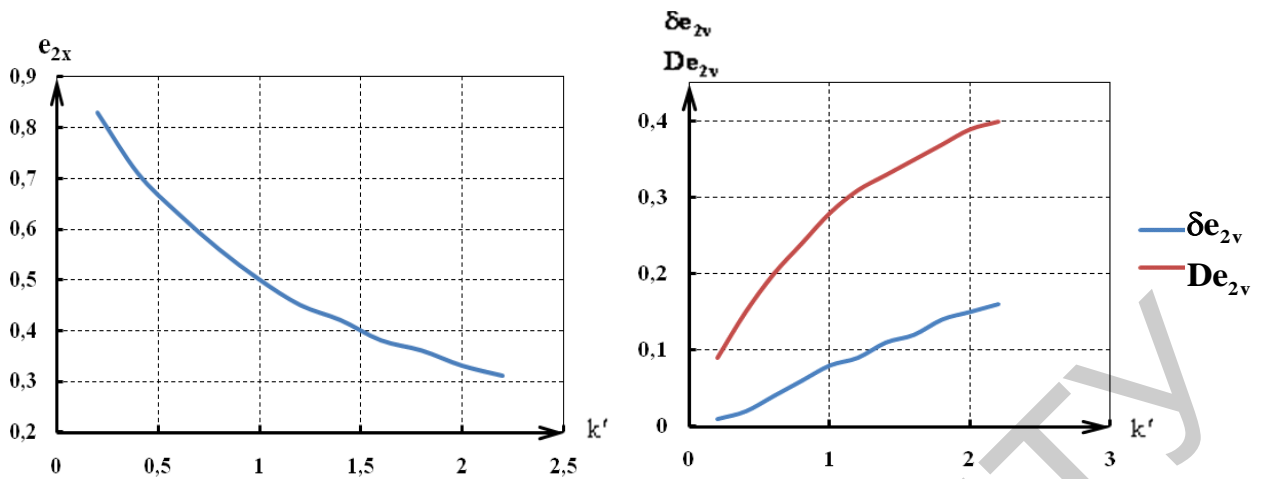


Рисунок 13 – Зависимости динамической ошибки установившегося режима e_{2x} и дисперсии ошибки установившегося режима De_{2v} от коэффициента преобразования k' (рисунок 12)

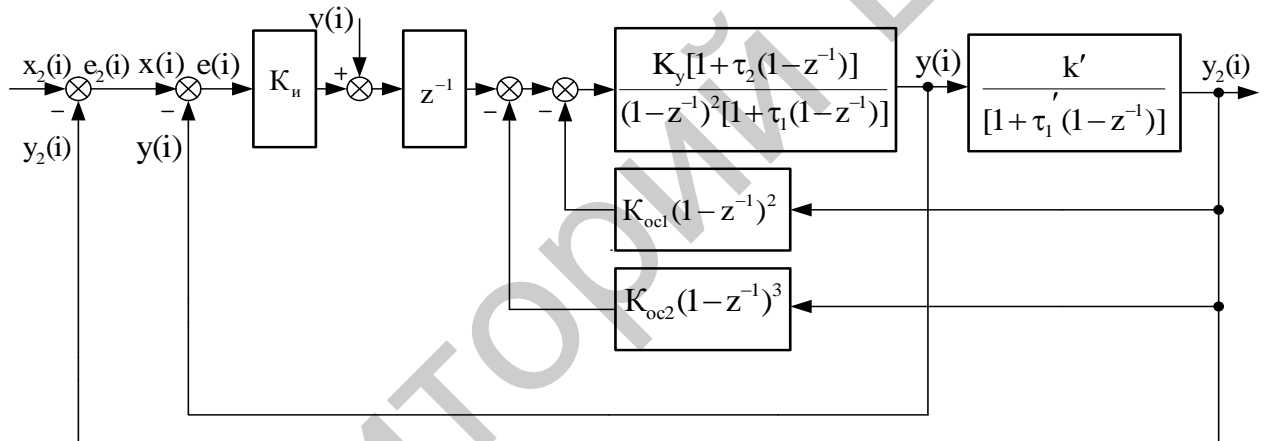


Рисунок 14 – Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя автотранспортного средства с высокой степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления скоростью движения

Зависимости динамической ошибки установившегося режима e_{2x} и дисперсии ошибки установившегося режима De_{2v} от коэффициента преобразования k' для схемы с высокой степенью мотивационного восприятия представлены на рисунке 15.

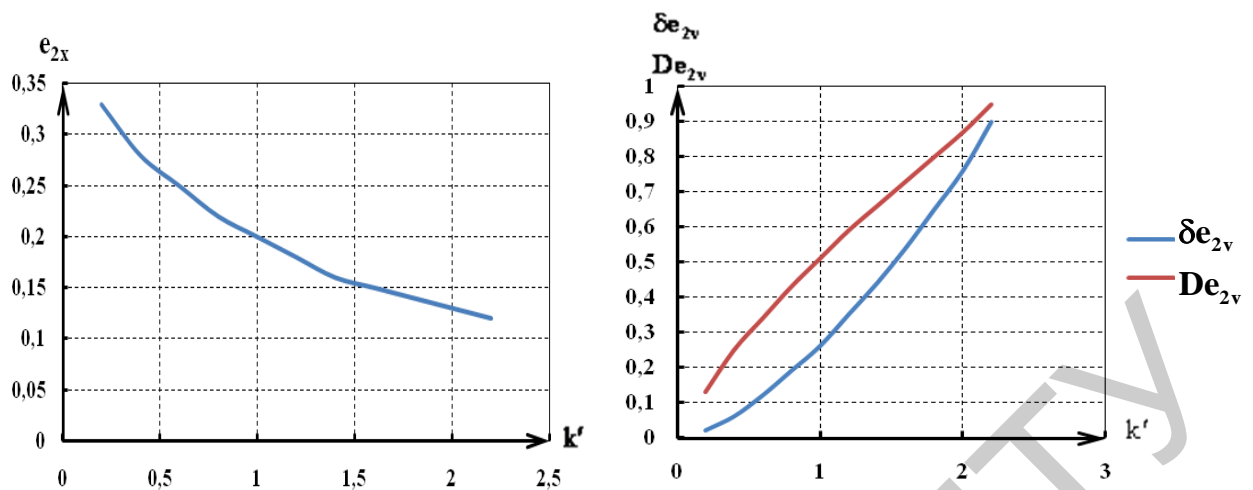


Рисунок 15 – Зависимости динамической ошибки установившегося режима e_{2x} и дисперсии ошибки установившегося режима De_{2v} от коэффициента преобразования k' (рисунок 14)

Структуры моделей удовлетворяют принятому требованию сохранения астатизма первого порядка для канала управления направлением движения и нулевого порядка (статичности) для канала управления скоростью движения.

Представлены результаты моделирования динамической ошибки от коэффициентов преобразования и постоянных времени в каналах управления направлением и скоростью движения при детерминированном описании целевых функций и с учетом случайных составляющих по множеству ситуаций их изменения для низкоинтенсивной (постоянной), среднеинтенсивной (нарастает с постоянной скоростью) и высокоинтенсивной (нарастает с постоянным ускорением) аппроксимаций. Для случайных составляющих целевых функций принята аппроксимация в классе экспоненциально – коррелированных процессов. Показано, что наименьшие ошибки вождения по множеству целевых функций и параметров каналов управления характерны для операторов-водителей с высокой степенью мотивационного восприятия.

Приведены результаты моделирования ошибок по возмущению от параметров каналов управления при аппроксимации совокупных рисков факторов, влияющих на точность управления, экспоненциально – коррелированным процессом. Сравнительный анализ результатов моделирования по каналам управления направлением и скоростью движения показывает, что наибольшими ошибками по возмущениям и чувствительностью к ним обладают водители с высокой степенью мотивационного восприятия. Этот вывод характерен для водителей с низким уровнем подготовки к управлению автомобилем в экстремальных поведенческих ситуациях, обусловленных случайным проявлением разнообразных рисков факторов (помех). В моделях операторов-водителей с высокой степенью мотивационного восприятия высокая чувствительность эффективности управления к поведенческим рискам структурно отражается отсутствием обратных связей и элементов робастности.

Сформулированы рекомендации по повышению безопасности дорожного движения и управления автомобилем на пересеченном рельефе местности, приведена методика предварительного отбора кандидатов для вождения автомобилей мобильных комплексов техники специального назначения, которая базируется на результатах анализа информационного поведенческого моделирования. В мониторинге кандидатов в водители с учетом проявления рисков факторов предлагается исследование акцентуационных типов индивидов по соответствующей классификации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Актуализированы задачи информационного поведенческого моделирования эффективности управления автотранспортными средствами с учетом случайных рисков факторов. Структурированы математические модели каналов управления направлением и скоростью движения, включающие локальным контуром управления поведенческие модели операторов-водителей. Поведенческие модели операторов-водителей классифицированы по степеням мотивационных восприятий целевых функций, дорожных и средовых условий: низкая, средняя, высокая. Структурные отличия поведенческих моделей проявляются в порядках астатизма: статическая, астатизма первого порядка и второго соответственно, а также в корректирующих обратных связях: по «скорости», «ускорению» и «третьей производной» от выходной переменной – результата управления под выбранную целевую функцию. Комплексные модели построены в классе дискретных следящих систем, что адекватно учитывает дискретный характер принятия решений на канальное управление оператором-водителем по измеренному целевому рассогласованию [1, 2, 3, 7, 11].

2. Приведены результаты моделирования в структурно-ориентированной среде MATLAB и анализ динамических ошибок от параметров канальных по управлению моделей для детерминированной и случайной аппроксимаций целевых функций низкой, средней и высокой информационной интенсивностей. Результаты анализа показывают, что наименьшие ошибки вождения характерны для операторов-водителей с высокой степенью мотивационного восприятия. По каналу управления направлением движения динамическая ошибка водителя со средней степенью мотивационного восприятия в 1,5 раза, с высокой степенью - в 3 раза меньше, чем у водителя с низкой степенью мотивационного восприятия условий движения. По каналу скорости движения в 1,4 и в 3,2 раза соответственно меньше при среднем значении коэффициента преобразования исполнительской части канала управления. Это объясняется их отличительной способностью управления автомобилем с учетом прогнозирования целевой ситуации и интуитивным принятием эффективных решений по результатам наиболее полной и качественной обработки целевой информации [3, 4, 6].

3. Моделированием оценено качество канального управления при проявлении рисков факторов. Совокупное действие «помех» модельно отражается возмущением, искажающим измеренное целевое рассогласование в локальном контуре модели оператора-водителя. Оценивалось влияние параметров канала управления автомобилем и интенсивности рисков возмущения на ошибки по возмущению. Показано, что наибольшая чувствительность к возмущениям и, соответственно, наибольшие значения ошибок по возмущениям характерны для категории водителей с высокой степенью мотивационного восприятия при отсутствии навыков и опыта вождения в рискованных ситуациях. Эта категория водителей не обладает «робастными» свойствами по отношению к случайным образом проявляющимся «помехам» [7, 8, 9, 10].

4. Приведены рекомендации по индивидуальной «настройке» параметров канальных поведенческих моделей с учетом степени мотивационного восприятия, навыков и опыта вождения, ситуации дорожных и средовых условий, технического состояния автомобиля. Сформулированы рекомендации по индивидуализированному отбору кандидатов в водители автомобилей мобильных технических комплексов специального назначения. А также рекомендации по эффективной подготовке операторов-водителей по критерию безопасности дорожного движения и в условиях естественного рельефа местности [2, 5].

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных журналах

1. Ганэ, В.А., Дияб, Абдаллах Саид. Информационное обеспечение поведенческого моделирования водителей автотранспортных средств / Абдаллах Саид Дияб, В. А. Ганэ // Вестник БНТУ. - 2010 - №5 - С. 40 - 43.

2. Ганэ, В.А., Дияб, Абдаллах Саид. Ситуационное прогнозирование эффективности управления автотранспортным средством / Абдаллах Саид Дияб, В. А. Ганэ // Инженерный вестник. - 2010 - №2 - С. 56 - 59.

3. Дияб, Абдаллах Саид. Моделирование эффективности управления автотранспортным средством по каналу управления скоростью движения / Абдаллах Саид Дияб // Доклады БГУИР. - 2010. - №3. - С. 77 - 80.

4. Ганэ, В.А., Дияб, Абдаллах Саид. Моделирование эффективности управления автотранспортным средством по каналу направления движения / Абдаллах Саид Дияб, В. А. Ганэ // Вестник БНТУ. - 2011 - №1. - С. 31 - 35.

5. Дияб, Абдаллах Саид. Разработка рекомендаций для повышения безопасности дорожного движения на основе анализа поведенческого информационного моделирования / Абдаллах Саид Дияб // Доклады БГУИР. - 2011. - №5. - С. 107 - 110.

6. Дияб, Абдаллах Саид. Параметрическое моделирование эффективности управления автотранспортным средством по каналу скорости движения / Абдаллах Саид Дияб // Доклады БГУИР. - 2012. - №5. - С. 99 - 102.

Материалы конференций и тезисы докладов

7. Дияб, Абдаллах Саид. Операторные модели прогнозирования эффективности управления автотранспортным средством / Абдаллах Саид Дияб, В. А. Ганэ // Наука - образованию, производству, экономике: сб. науч. ст. м-лов восьмой межд. науч.-тех. конф., Минск, 2010 г.: в 4 т. / БНТУ; редкол.: Б.М. Хрусталеv [и др.] – Минск, 2010 г. - Т. 1. - С. 235.

8. Дияб, Абдаллах Саид. Информационное обеспечение поведенческого моделирования водителей автотранспортных средств / В. А. Ганэ, Абдаллах Саид Дияб // Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях: сб. науч. ст. мат. XIII Республ. науч. конф. студ. и аспирантов, Гомель, 15 - 17 марта 2010 г. // ГГУ им. Ф. Скорины; редкол.: О. М. Демиденко [и др.]. - Гомель 2010 г. - С. 73-74.

9. Дияб, Абдаллах Саид. Моделирование эффективности управления автотранспортным средством по каналу направления движения / В.А. Ганэ, Абдаллах Саид Дияб // Научный потенциал молодежи - будущему Беларуси: сб. науч. ст. м-лов IV Межд. науч.-практ. конф., Пинск, 9 апреля 2010 г. / ПолесГУ; редкол.: К.К. Шебеко [и др.]. – Пинск, 2010 г. Ч.4 - С. 42.

10. Дияб, Абдаллах Саид. Моделирование эффективности управления автотранспортным средством по каналу скорости движения / Абдаллах Саид, В. А. Ганэ // Технические средства защиты информации: м-лы VIII Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск, 24-28 мая 2010 г. / БГУИР; редкол.: В.Ф. Голиков [и др.]. – Минск, 2010 г. - С. 152.

11. Дияб, Абдаллах Саид. Ситуационное прогнозирование эффективности управления автотранспортным средством / Абдаллах Саид Дияб, В.А. Ганэ // XVIII Туполевские чтения: м-лы Межд. молод. науч. конф., Казань, 26-28 мая 2010 г. / КГТУ им. А.Н. Туполева; редкол.: Л.М. Шарнин [и др.]. – Казань, 2010 г. Т.4 - С. 580 - 582.

12. Дияб, Абдаллах Саид. Оценки эффективности управления автотранспортным средством по каналу скорости движения / Абдаллах Саид Дияб // Наука - образованию, производству, экономике: сб. науч. ст. м-лов десятой межд. науч.-техн. конф., Минск, 2012г.: в 4 т. / БНТУ; редкол.: Б.М. Хрусталеv [и др.]. - Минск, 2010 г- Т. 1. - С. 300 - 301.

РЭЗІЮМЭ

Дзіяб Абдалах Саід Алі Амар

ПАВОДНІЦКАЕ МАДЭЛЯВАННЕ ЭФЕКТЫУНАГА КІРАВАННЯ АУТАТРАНСПАРТНЫМ СРОДКАМ

Ключавыя словы: дыскрэтныя працэсы, паводніцкія мадэлі і мадэляванне, каналы кіравання аўтатранспартным сродкам, памылкі кіравання.

Мэтай дысертацыйнай працы з'яўляецца структурызацыя паводніцкіх мадэляў каналаў кіравання аўтатранспартным сродкам і ацэнка эфектыўнасці кіравання.

У працы паказаны:

1) структуры паводніцкіх мадэляў аператараў-вадзіцеляў, якія складаюцца з паслядоўнага злучэння перадатковых функцый вымяральніка разузгаднення і фарміруючага звяна, якія класіфікуюцца ў залежнасці ад матывацыйных успрыманняў мэтавых функцый, дарожных і асяроддзя, па нізкай, сярэдняй і высокай ступеням;

2) структуры матэматычных мадэляў каналаў кіравання напрамкам і хуткасцю руху, якія ўключаюць у свой склад паводніцкія мадэлі аператараў-вадзіцеляў з нізкай, сярэдняй і высокай ступенямі матывацыйнага ўспрымання;

3) вынікі мадэлявання ў структурна - арыентаваным асяроддзі MATLAB і аналіз дынамічных памылак ад параметраў канальных па кіраванні мадэляў для дэтэрмінаваных і выпадковых апраксімацый мэтавых функцый нізкай, сярэдняй і высокай інфармацыйнай інтэнсіўнасцей з ацэнкай якасці канального кіравання пры праяве рызыковых фактараў;

4) прыведзены рэкамендацыі па індывідуальнай «наладзе» параметраў канальных паводніцкіх мадэляў з улікам ступені матывацыйнага ўспрымання, навыкаў і вопыту кіравання, сітуацыі дарожных і асяроддзях умоў, тэхнічнага стану аўтамабіля;

5) сфармуляваны рэкамендацыі па індывідуалізаванаму адбору кандыдатаў у вадзіцеляў аўтамабіляў мабільных тэхнічных комплексаў і эфектыўнай падрыхтоўцы аператараў-вадзіцеляў па крытэрыю бяспекі дарожнага руху і ва ўмовах натуральнага рэльефу мясцовасці.

РЕЗЮМЕ

Диаб Абдаллах Саид Али Омар

ПОВЕДЕНЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ

Ключевые слова: дискретные процессы, поведенческие модели и моделирование, каналы управления автотранспортным средством, ошибки вождения.

Целью диссертационной работы является структуризация поведенческих моделей каналов управления автотранспортным средством и оценка эффективности вождения.

В работе показаны:

1) структуры поведенческих моделей операторов водителей, состоящие из последовательного соединения передаточных функций измерителя рассогласований и формирующего звена, классифицируемые в зависимости от мотивационных восприятий целевых функций, дорожных и средовых условий, по низкой, средней и высокой степеням;

2) структуры математических моделей каналов управления направлением и скоростью движения, включающие в свой состав поведенческие модели операторов-водителей с низкой, средней и высокой степенями мотивационного восприятия;

3) результаты моделирования в структурно - ориентированной среде MATLAB и анализ динамических ошибок от параметров канальных по управлению моделей для детерминированной и случайной аппроксимаций целевых функций низкой, средней и высокой информационной интенсивностей с оценкой качества канального управления при проявлении рисков факторов;

4) приведены рекомендации по индивидуальной «настройке» параметров канальных поведенческих моделей с учетом степени мотивационного восприятия, навыков и опыта вождения, ситуации дорожных и средовых условий, технического состояния автомобиля;

5) сформулированы рекомендации по индивидуализированному отбору кандидатов в водители автомобилей мобильных технических специальных комплексов и эффективной подготовке операторов-водителей по критерию безопасности дорожного движения и в условиях естественного рельефа местности.

SUMMARY

Diab Abdullah Said Ali Omar

BEHAVIORAL MODELING EFFICIENCY MANAGEMENT AUTOMOTIVE VEHICLE

Keywords: regular processes, models and simulations, closed tracking system, errors of tracking.

The aim of the thesis is the structuring of behavioral models of channels of driving motor vehicle and performance evaluation of driving.

In work are shown:

1) The structure of the model tracking system consisting of a series connection of the transfer functions measuring mismatch and formative level, classified depending on perceptions of motivational aim functions, road and environmental, for low, medium and high;

2) the structure of mathematical models channels of the control the direction and speed of movement, that include in its composition behavioral models of operators-drivers with low, medium and high degrees of motivation perception; simulation results in the structural - oriented environment MATLAB and analysis of the dynamic errors of the parameters of channel on management models for deterministic and random approximation of the objective function of low, medium and high intensity of information quality assessment control channel for the manifestation of risk factors;

3) provides recommendations for individual "setting" of the parameters of channel behaviors according with the degree motivational perceptions, skills and experience of driving, traffic situations and environmental conditions, the technical condition of the car;

4) formulated recommendations for individualized selection of candidates for car drivers of mobile technical complexes and effective training of operators, drivers by road safety and under conditions of natural terrain.

Научное издание

ДИЯБ АБДАЛЛАХ САИД АЛИ ОМАР

**ПОВЕДЕНЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление
и обработка информации»

Подписано в печать 28.03.2013. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 1,22. Уч.-изд. л. 0,95. Тираж 60. Заказ 306.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.