УДК 681.5

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МОДЕЛИ ИДЕНТИФИКАТОРА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО АВТОМОБИЛЯ

А. Г. Долганов,
доц., канд. техн. наук
Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург

Приведены подходы к повышению точности общей модели идентификатора в интеллектуальной системе управления беспилотного автомобиля. Исследование этого вопроса позволяет повысить безопасность дорожного движения в области беспилотного транспорта.

Ключевые слова: *беспилотный автомобиль, интеллектуальная система управления, идентификация.*

INCREASING THE ACCURACY OF THE IDENTIFIER MODEL IN THE CONTROL SYSTEM OF AN UNMANNED VEHICLE

Approaches to increasing the accuracy of the general model reflecting the identifier in the intelligent control system used in an unmanned vehicle are presented. Research on this issue can improve road safety in the field of unmanned vehicles.

Keywords*: unmanned vehicle, intelligent control system, identification.*

В России компании «Сбер», «Яндекс», КамАЗ и StarLine начали активно внедрять в пассажирских и грузовых перевозках беспилотные автомобили (БПА) с интеллектуальными системами управления (ИСУ). В тоже время, по результатам исследования АО «АльфаСтрахования», около 50 % опрошенных россиян против установки ИСУ в свои автомобили и еще 33 % опасаются БПА [1]. Основная **проблема** недоверия населения – неприемлемый уровень безопасности дорожного движения (БДД) БПА из-за ошибок его системы управления. Действительно, доверие к водителю пилотируемого автомобиля выше, поскольку

© Долганов А. Г., 2024

«естественная система управления» (ЕСУ) человека более совершенна, чем искусственная ИСУ БПА, содержащая ошибки моделирования. Для решения этой проблемы необходимо повысить точность модели ИСУ БПА и ее структурных элементов до уровня ЕСУ. **Актуальность** данного исследования состоит в определении подходов к повышению точности модели идентификатора ИСУ БПА. **Цель** исследования – повышение точности модели идентификатора в общей структуре ИСУ БПА. **Практическая значимость** исследования состоит в повышении уровня БДД БПА.

Задачи исследования: 1) анализ общей структуры ИСУ, применяемой в современной математической теории управления, в частности представленной в публикациях директора Института проблем управления им. В. А. Трапезникова, члена-корреспондента РАН, д-ра техн. наук Д. А. Новикова [2]; 2) определение подходов к повышению точности общей модели идентификатора ИСУ БПА в дополнении к концепции ИСУ полностью автономного БПА [3–5].

Эти задачи могут быть решены на основе **системного и информационно-кибернетического подходов**, **методом структурного анализа** общей модели ИСУ и **методом аналогии** ИСУ и ЕСУ, применяемого в области кибернетики и искусственного интеллекта.

Анализ общей структуры ИСУ позволил определить следующие подходы к повышению точности общей модели идентификатора ИСУ БПА: 1) общая модель идентификатора ИСУ БПА рассматривается в рамках общей структуры ИСУ [2], в которой идентификатор – это структурный элемент управляющей системы (УщС), обеспечивающий моделирование воздействий УщС на управляемую систему (УмС) с целью обеспечения требуемого ее поведения; 2) повышение точности модели идентификатора повышает качество ИСУ и улучшает ее свойства, такие как управляемость, наблюдаемость, устойчивость и робастность; 3) идентификатор не осуществляет само управленческое воздействие, но является необходимым условием достижения цели управления в общем случае оптимизации поведения УмС; 4) УщС в системах автоматического управления рас-

сматривается как модель естественного субъекта управления. При этом естественный субъект управления, по определению понятия «субъект», не может быть объектом управления. Поэтому отождествление понятий субъект и объект в общей модели ИСУ создает гносеологическую ошибку, которая приводит к снижению точности модели идентификатора ИСУ. Для уменьшения негативного влияния этой ошибки на результат идентификации необходимо в модели идентификатора предусмотреть процедуру самоидентификации УщС растождествляющую субъект и объект управления и тем самым повышающую точность идентификации и качество ИСУ; 5) идентификатор (наблюдатель) состояния УмС по ее выходу (поведению) и входу (управляющим воздействиям УщС) принимает частичное (вместе с экспертом) или полное (без эксперта) участие в построении закона управления поведением УмС (задача синтеза). В законе управления отражается информация об УмС (выходу) и УщС (управляющим воздействиям). Точность модели идентификатора ИСУ определяется точностью идентификации выхода (поведения УмС) и точностью самоидентификации УщС в части ее управляющих воздействий. Таким образом, идентификатор ИСУ представляет собой центр идентификации и самоидентификации ИСУ; 6) самоидентификация УщС повышает наблюдаемость и качество ИСУ до уровня ЕСУ, так как в оценке ЕСУ водителя всегда присутствует самооценка его управленческих воздействий, которая является основой осознанного, ответственного и безопасного вождения автомобилем; 7) УщС при самоидентификации является объектом управления (УмС), т. е. характеризуется определенными состоянием и выходом. Выход (поведение) УщС – это ее управленческие воздействия, которые всегда полностью известны. Состояние УщС – это закон управления, который может быть не полностью известным (например, в нейросетевом регуляторе). При этом состояние и выход УщС могут изменяться во времени как характеристики динамической системы. Состояние УщС определяет ее выход, а выход коррелятивно (в простейшем случае, детерминировано) зависит от состояния УщС; 8) при взаимодействии с другими участниками дорожного движения (УДД) обеспечение БДД

БПА на уровне ЕСУ возможно при условии осуществления стратегического поведения ИСУ, которое также основано на самоидентификации ИСУ; 9) стратегическое поведение ИСУ выражается в таких ее способностях как самостоятельное целеполагание (исходя из главных целей обеспечения БДД и выполнения транспортной работы), сознательное противодействие искажению информации и невыполнению обязательств УДД при нарушении правил дорожного движения, рефлексия и дальновидность при учете собственных ошибок и прогнозировании поведения других УДД, использование нетривиальной взаимной информированности УДД, исполнение роли вежливого УДД, принятие решений в условиях ограниченной рациональности при дефиците информации и времени, кооперативное (коалиционное) взаимодействие при безопасном поведении и конкурентное противодействие при опасном и небезопасном поведении УДД.

Результат исследования: определены подходы к повышению точности общей модели идентификатора ИСУ БПА. **Выводы** исследования: 1) повышение точности модели идентификатора ИСУ обеспечивает повышение БДД БПА; 2) требуется детализация модели идентификатора ИСУ БПА на основе выработанных в данном исследовании подходов.

Список литературы

1. Искусный интеллект: почему автопилот водит машину лучше человека. URL: https://iz.ru/1533696/denis-savosin/iskusnyi-intellekt-pochemu-avtopilot-vodit-mashinu-luchshe-cheloveka (дата обращения: 27.11.2023).

2. Теория управления (дополнительные главы) : учеб. пособие / под ред. Д. А. Новикова. М. : ЛЕНАНД, 2019. 552 с.

3. *Долганов А. Г.* Основные положения концепции полной автономности беспилотного автомобиля / сб. ст. III Всерос. науч.-практ. конф. «Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта», 3 декабря 2021 г. Екатеринбург, 2022. С. 22–23.

4. *Долганов А. Г.* Концепция интеллектуальной системы управления полностью автономного беспилотного автомобиля / сб. ст. IV Всерос. науч.-практ. конф. «Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта», 16 декабря 2022 г. Екатеринбург, 2023. С. 65–68.

5. *Долганов А. Г.* Идентификация интеллектуальной системы управления полностью автономного беспилотного автомобиля / сб. ст. IV Всерос. науч.-практ. конф. «Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта 16 декабря 2022 г. Екатеринбург, 2023. С. 69–72.