УДК 004.896

РАЗРАБОТКА МИШЕНИ ПЕШЕХОДА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ADAS

Кашников Д.А. – аспирант, Голичников Д.А. – аспирант,
Шакин Д.А. – аспирант, Манцеров С.А. – д.т.н., доцент,
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
Россия, г. Нижний Новгород

Обеспечение безопасности дорожного движения является одной из ключевых задач современной автомобильной отрасли. С каждым годом парк автомобилей в мире неуклонно растет, а вместе с ним и количество дорожно-транспортных происшествий, в том числе с участием пешеходов. По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно в результате ДТП на дорогах гибнет более 1,3 миллиона человек, и еще до 50 миллионов получают различные травмы. Безопасность пешеходов является критически важным аспектом, требующим постоянного внимания и совершенствования систем автомобильной безопасности [1-3].

В этой связи разработка эффективных средств и методик тестирования систем безопасности, в том числе систем экстренного торможения, приобретает особую актуальность. Автоматизированные макеты пешеходов, применяемые в краш-тестах, позволяют объективно оценивать возможности современных автомобилей по своевременному обнаружению и предотвращению наезда на пешехода. Кроме того, развитие технологий беспилотного вождения и систем автономного экстренного торможения выводит проблему обеспечения безопасности пешеходов на новый уровень. Тестирование таких систем с использованием автоматизированных макетов пешеходов позволяет оценивать их функциональность, надежность и готовность к работе в реальных дорожных условиях [4].

Разработка инновационных решений в области автоматизированных макетов пешеходов является важной задачей, поскольку они должны обладать высокой степенью реалистичности, повторяемости движений, универсальности и удобства применения. Создание таких макетов требует комплексного подхода, включающего проектирование механической конструкции, разработку систем управления, а также программного обеспечения, обеспечивающего воспроизведение разнообразных сценариев поведения пешехода.

Тестирование систем обнаружения пешеходов в рамках ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) требует тщательного подхода для обеспечения их надежности и безопасности [5-6]. Одним из методов, применяемых для проверки эффективности таких систем, является использование макетов пешеходов. Эти макеты представляют собой статичные или движущиеся модели, которые имитируют реальные сценарии перехода пешеходов через дорогу.

Основные тесты, для которых можно использовать подвижную мишень макета пешехода, включают: автоматическое экстренное торможение (AEB - Autonomous Emergency Braking) [7], системы предупреждения о столкновении (FCW - Forward Collision Warning) [8].

Мишень для имитации пешеходов на проезжей части, разработанная специально для тестирования систем активной помощи водителю и беспилотных транспортных средств, представляет собой автоматическую систему, имитирующее движение человека на улице.

Основные особенности мишени включают артикуляцию ног: ноги мишени сконструированы так, чтобы имитировать естественное движение человека. Они могут воспроизводить как ходьбу, так и бег, благодаря регулируемым механизмам, которые изменяют скорость и амплитуду движения. Это позволяет создавать различные сценарии поведения пешехода, включая быстрый переход через дорогу или медленную прогулку.

Макет пешехода предназначен для тестирования систем помощи водителю. Общий вид и цветовая раскраска макета представлена на рисунке 1. Габаритные размеры созданного макета выполнены согласно стандарту - ISO 19206-2:2018(E).



a) b)

Рисунок 1 - Общий вид макета пешехода.
a) вид спреди b) вид сбоку

Одежда для макета выполнена из прочной, обработанной синтетической пропиткой ткани плотностью 600 den, что придает ей высокую износоустойчивость и долговечность. Данный материал синего, черного и бежевого цветов позволяет разнообразить внешний вид макета и придать ему реалистичный вид. Для создания структуры макета был применён специальный материал – влагостойкий пенополиэтилен, который способен поглощать ударные нагрузки. Данный материал обеспечивает прочность и жёсткость изделия, а также его безопасность при использовании, ведь макет может подвергаться достаточно интенсивным физическим нагрузкам при контакте с автомобилем.

Регулировка угла положения рук осуществляется за счет поворота предплечий. Однако, для того чтобы зафиксировать руку в нужном положении, предусмотрена дополнительная система натяжения и фиксации. Она включает в себя тросы, натягивающие руку в требуемую сторону, и специальные стопперы, расположенные на противоположной стороне оси вращения. Благодаря этому, пользователь может с легкостью установить нужный угол наклона руки

и надежно зафиксировать ее в этом положении.

Одной из важнейших особенностей макета пешехода является наличие механизма вращения ног. Данная функция позволяет существенно расширить возможности моделирования реалистичных сценариев поведения пешехода на дороге. Перед изготовлением прототипа изначально была создана 3D модель механизма, выполненная в отечественной среде разработки Компас 3D. Механизм вращения ног манекена основан на использовании системы приводов, расположенных внутри основного корпуса. К ответным частям этих приводов прикреплены магниты. Аналогичные магниты закреплены на кронштейнах, соединенных с ногами макета в области бедер. Благодаря этому, ноги манекена могут свободно вращаться вокруг своей оси под воздействием приводов. Общий вид механизма изображен на рисунке 2.

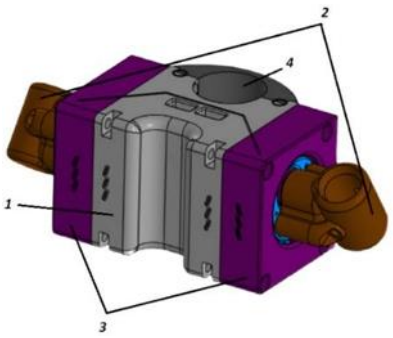
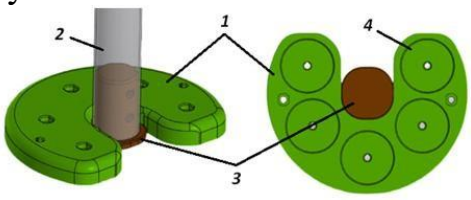


Рисунок 2 – 3D модель сборки механизма привода ног 1 – основной корпус, 2 – ответные кронштейны ног, 3 – торцевые крышки корпуса, 4 –крышка

Такая конструкция дает возможность моделировать различные варианты движения пешехода - от простой ходьбы до более сложных маневров. Это позволяет более точно воссоздавать реальные сценарии поведения человека на проезжей части, что крайне важно для эффективной проверки систем экстренного торможения и других автомобильных технологий.

Помимо механизма вращения ног для крепления мишени к основанию платформы была разработана втулка и магнитный кронштейн (рис. 3). Втулка запрессовывается в нижнюю часть стержня макета пешехода и прижимается к основанию благодаря магнитам, расположенным в нижней части пластины, прижимающей буртик втулки.



a) b)

Рисунок 3 – Узел крепления макета
a) общий вид сборки узла крепления b) вид снизу
1 – пластина с магнитами, 2 – стержень мишени пешехода, 3 – втулка,
4 – углубления в пластине для магнитов

Управление вращением ног манекена пешехода осуществляется за счет встроенной электронной системы, расположенной внутри основного корпуса изделия. Ключевым элементом этой системы является микроконтроллер, который отвечает за управление приводами, отвечающими за движение ног.

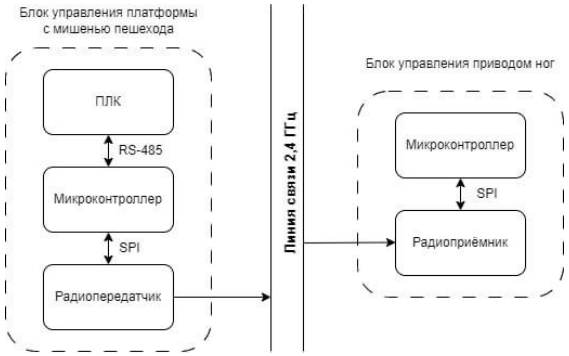


Рис. 4 – Схема передачи данных между блоками управления платформой и приводом ног

Помимо этого, в состав электронной системы управления входит радиопередатчик.

Этот блок позволяет осуществлять управление движением ног манекена с помощью дистанционной передачи данных от основного блока управления. Функциональная схема работы системы для передачи данных изображена на рисунке 4.

В качестве контроллера для управления платформой выступает программируемый логический контроллер (ПЛК). При запуске платформы, по интерфейсу RS-485 и протоколу связи Modbus RTU на микроконтроллер поступает информация о текущей скорости платформы. С помощью приёмопередатчиков информация передаётся на блок управления приводом ног. Обмен данными между микроконтроллерами и модулями связи производится по интерфейсу SPI.

В заключении стоит отметить, что в настоящее время подвижная мишень пешехода представляет собой уникальное оборудование для проведения испытаний. Следующим этапом развития системы будет создание модельного ряда макетов пешеходов для тестирования систем помощи водителю при различных сценариях испытаний. Модельный ряд будет включать в себя аналогичные автоматизированные макеты: макет велосипедиста, мотоциклист, а также мишень взрослого пешехода. Планируется дооснастить существующую модель мишени пешехода механизмом поворота головы и устройством, позволяющим двигать руками в процессе движения.

Список литературы:

1. Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения. –Текст:

электронный. – URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries (дата обращения: 05.09.2024).

2. Saykin A M et al. Development of unmanned ground vehicles, driver assistance systems and components according to patent publications // International Automobile Scientific Forum MANF-2017 «Intelligent transport systems ». – M., 2017.

3. SAE J3016 2018, Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles), SAE, 2018, 35 p.

4. A.A. Tumanov, A. V Zolotov, A Y Sizov. Conceptual model of the automated pedestrian simulation system for unmanned vehicles and ADAS systems testing // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2021. – Vol. 1086. – P. 012010. – doi:10.1088/1757- 899X/1086/1/012010.

5. Pandey P., Aghav J.V. (2020) Pedestrian–Autonomous Vehicles Interaction Challenges: A Survey and a Solution to Pedestrian Intent Identification. In: Kolhe M., Tiwari S., Trivedi M., Mishra K. (eds) Advances in Data and Information Sciences. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 94.

6. Seeck A., Shi E., Wiggerich A. (2019) Automated Driving – Misunderstandings About Level 3 and Euro NCAP's Activities in this Field. In: Bertram T. (eds) Fahrerassistenzsysteme 2018. Proceedings.

7. European New Car Assessment Program. Test Protocol — AEB VRU systems. Version

3.0.2 July 2019 [S.O.L.] // Euro NCAP. — URL: https://www.euroncap.com/en/.

8. Lobatskaya, O. V. Materials science : a textbook for students of speciality. "Design and technology of sewing products" of institutions providing higher education / O. V. Lobatskaya, E.

M. Lobatskaya : Educational institution "VSTU". - Vitebsk, 2012. - 323 p.