

г. Кудрово. 2021

ПОЛНОПРИВОДНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАТФОРМА С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПОВОРОТА КОЛЕС И РЕГУЛИРУЕМОЙ КОЛЕЙ

Работу выполнил: Шмаров Владислав Алексеевич,
МОБУ «СОШ «Центр образования «Кудрово», 11 класс
Руководитель: Кадиев Сергей Магомедович,
руководитель Детского инжинирингового центра
Ленинградская область, г. Всеволожск

Цель исследования: Разработать блок колеса с дублированным электроприводом поворота колеса, обладающий повышенной эксплуатационной безопасностью.

Задачи:

1. Проанализировать текущее состояние проблемы использования блоков колес, использующих электроприводы поворота.
2. Предложить в качестве альтернативы блок колеса с дублированием электроприводов поворота колеса.
3. Проанализировать физико-математическую модель использования предложенного блока колеса в транспортной платформе.
4. Разработать и исследовать опытно-экспериментальный образец инновационного блока колеса с дублированием функции поворота колеса.

Объект исследования: Блоки колес с использованием электропривода поворота колёс.

Предмет исследования: Разработка и опробование опытно-экспериментального инновационного блока колеса с дублированием функции поворота колеса.

Методы исследования:

- Сравнение,
- Анализ,
- Интуитивное моделирование,
- Эксперимент

В известных блоках колес ось вращения электропривода поворота колеса расположена в плоскости вращения мотор-колеса. Поворот колеса осуществляется только электроприводом поворота колеса.

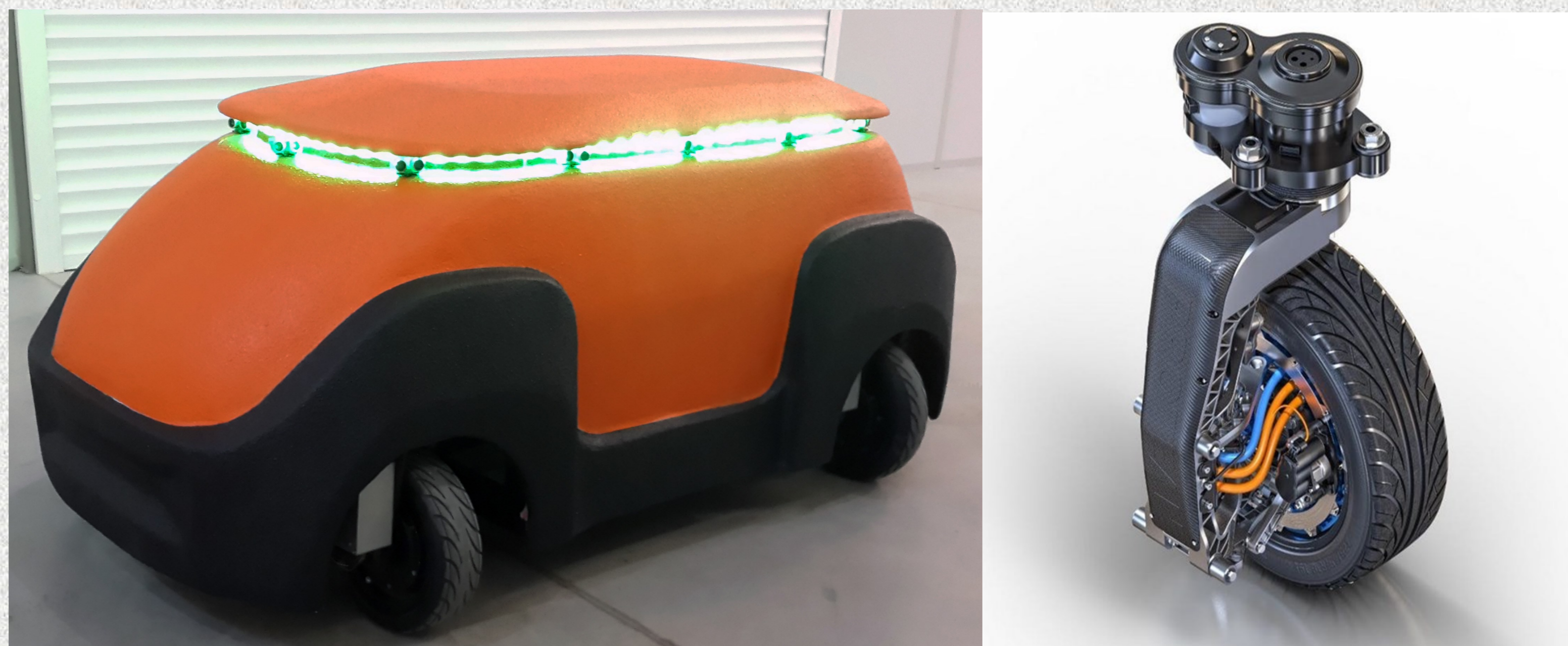


Рис. 2. Экспериментальный электромобиль «KudRover-1» с использованием известной конструкции блока колес



Рис. 1. Патента РФ на изобретение инновационного блока колеса

В инновационном блоке колёс ось вращения электропривода поворота колеса смещена относительно плоскости вращения мотор-колеса. Благодаря такому конструкционному решению поворот колеса осуществляется не только электроприводом поворота колеса, но и мотор-колесом, за счет изменения его угловой скорости вращения. Поворот колеса может быть осуществлен как комплексно двумя электроприводами, так и, в случае выхода из строя одного из них, можно продолжить управление транспортным средством с помощью исправного электропривода. Дублирование электроприводов поворота колеса повышает эксплуатационную безопасность блока колеса, позволит его использовать в перспективных электромобилях, в отличие от современных электромобилей, использующих механоузлы рулевого управления. В конструкцию блока колес введен также электропривод регулирования колеи электромобиля, позволяющий улучшить эксплуатационную безопасность высокоскоростных режимов транспортного средства.

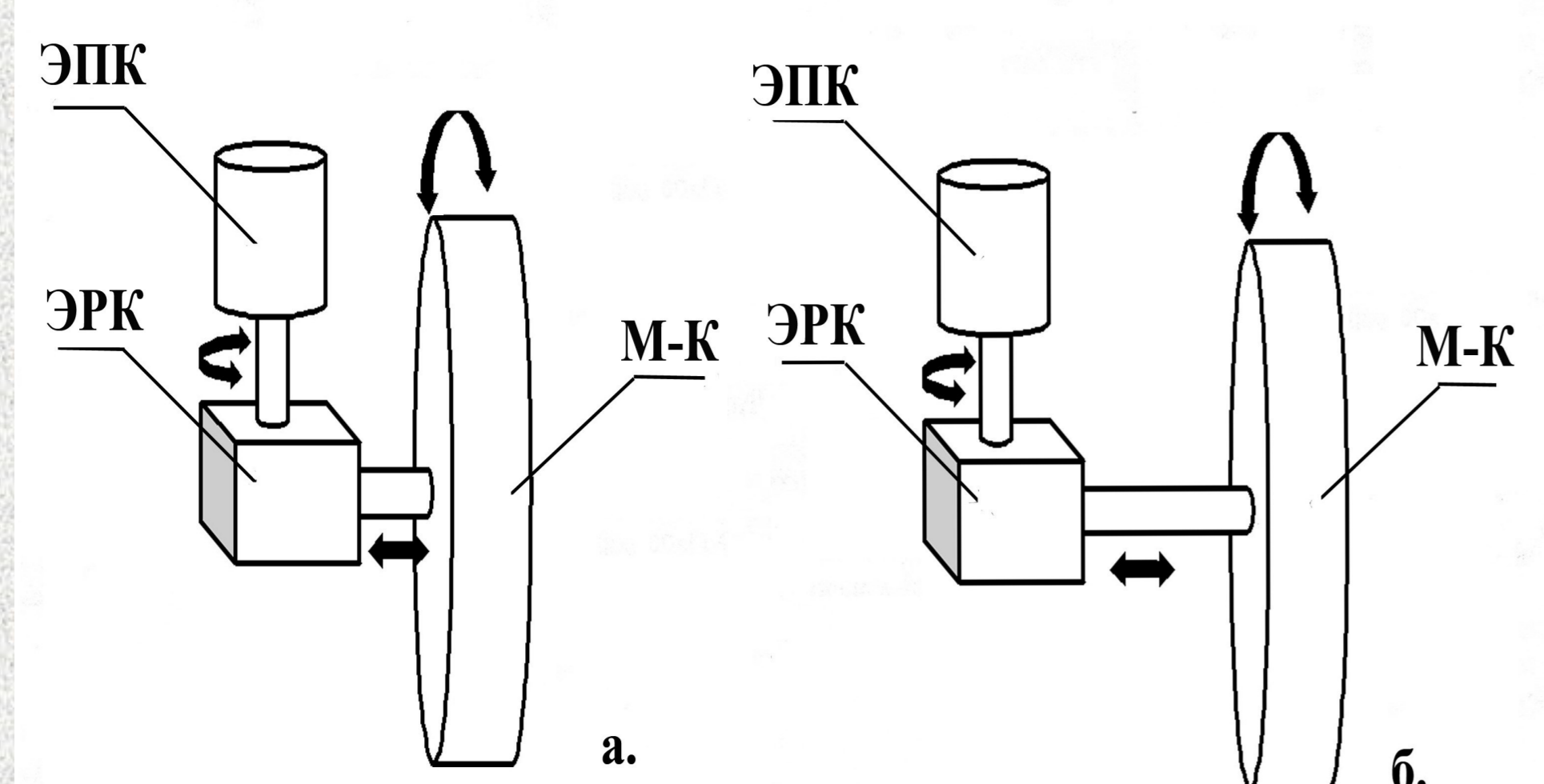


Рис. 3. Конструкционная схема инновационного блока колеса, где а) - минимальное значение колеи; б) - максимальное значение колеи.



Рис. 4. Конструкция инновационного блока колёс

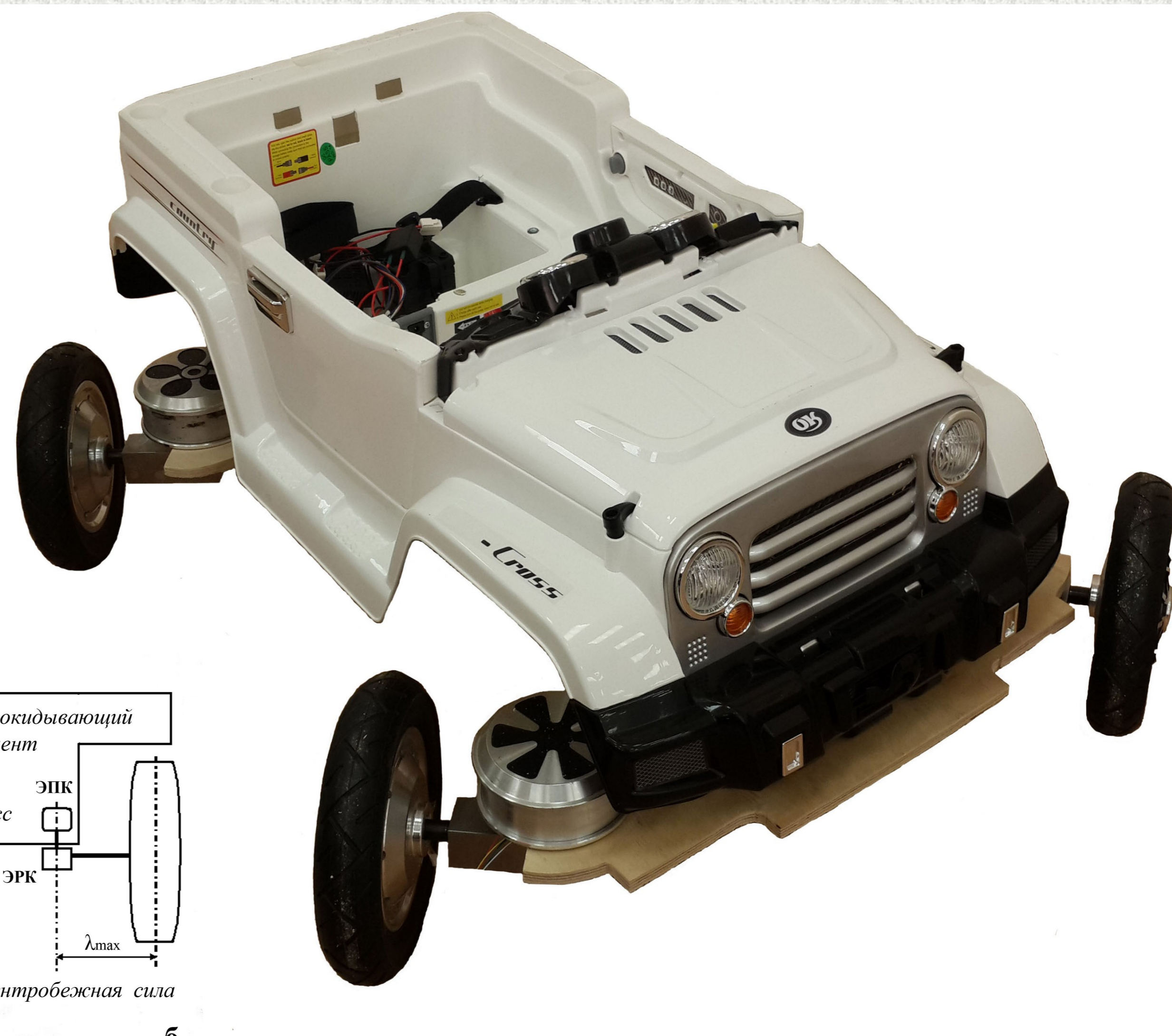


Рис. 7. Экспериментальный электромобиль «KudRover-2» с инновационными блоками колёс.

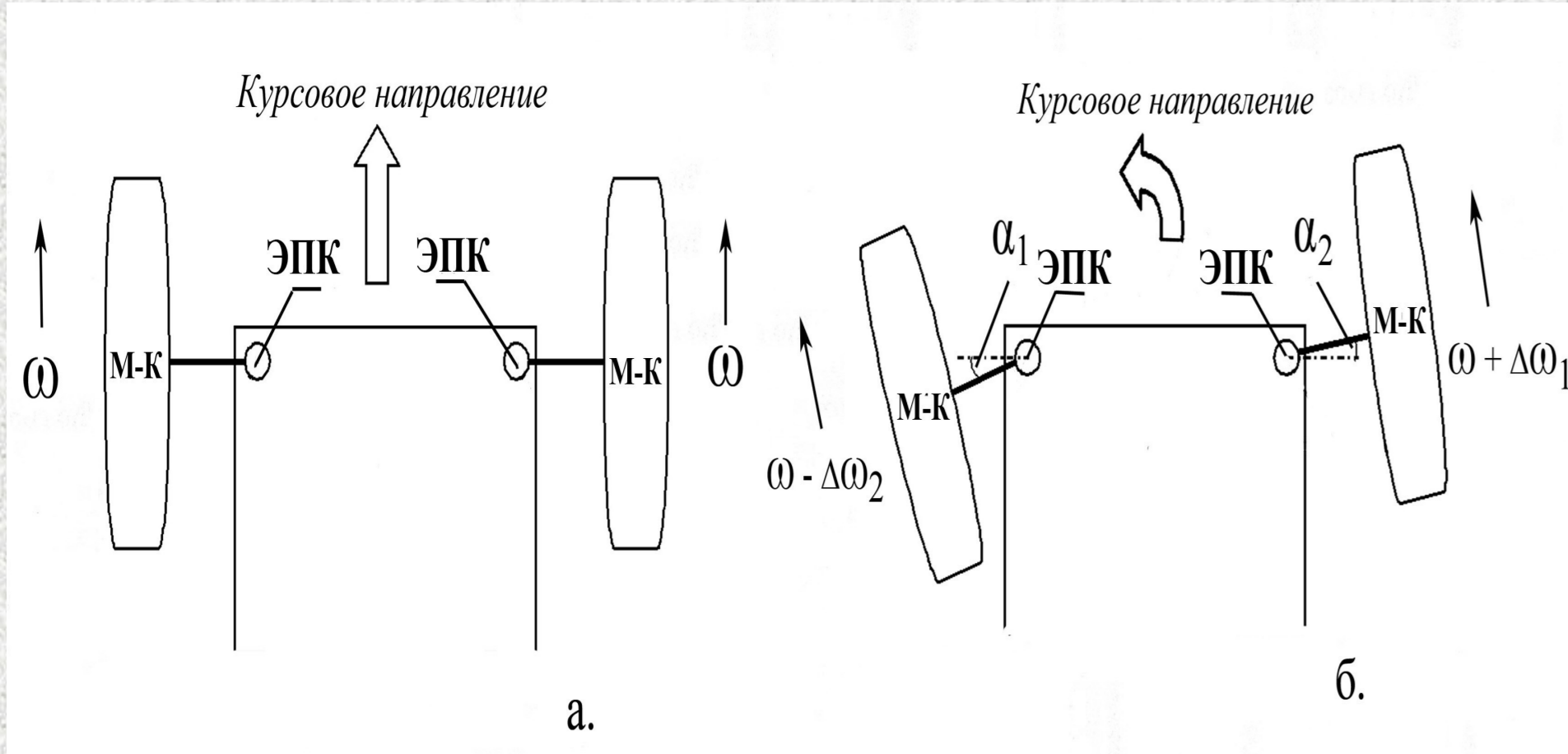


Рис. 5. Управление поворотом мотор-колес изменением их угловой скорости, где а) - прямолинейное движение; б) - поворот колёс за счет приращения угловой скорости.

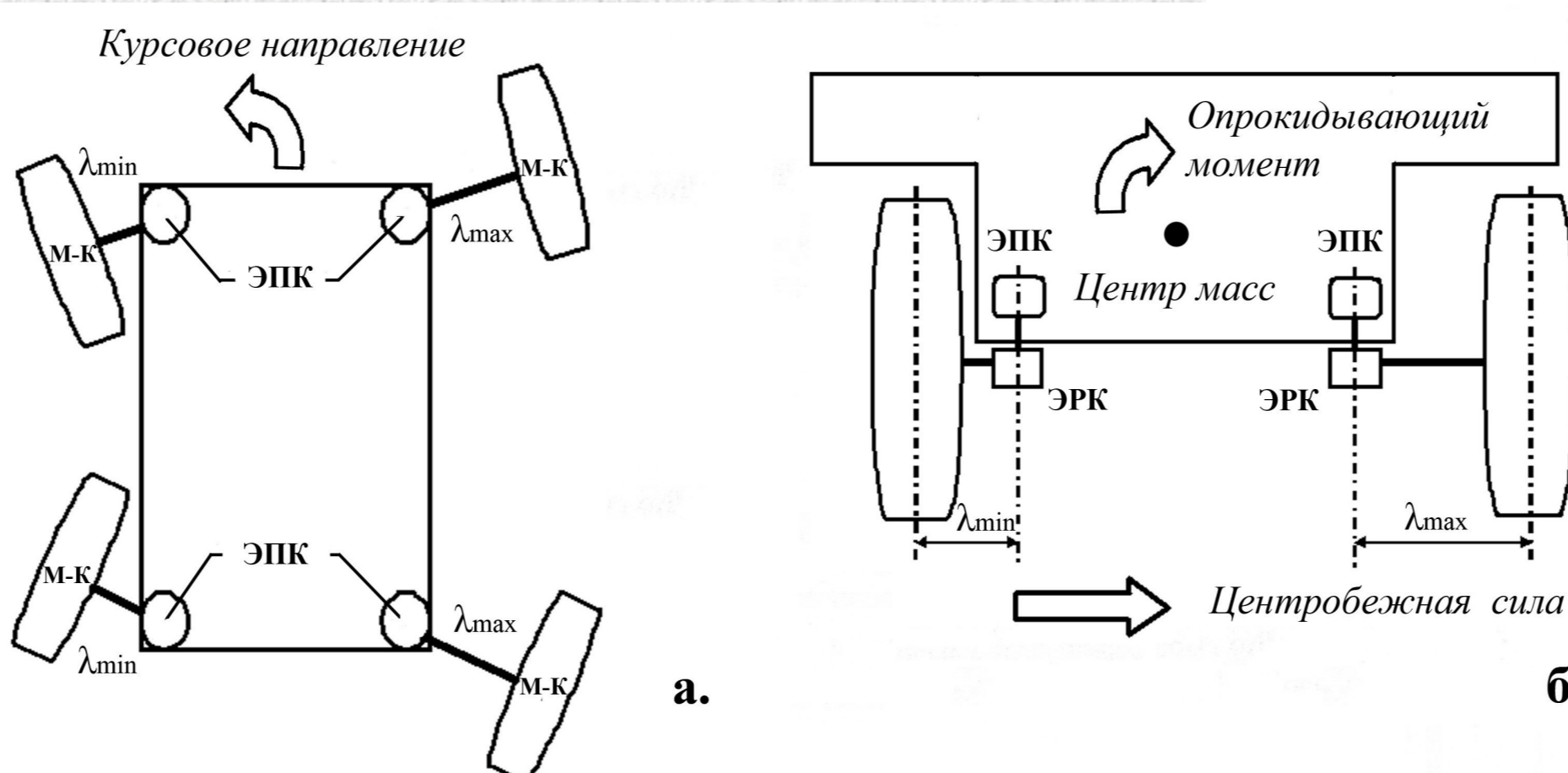


Рис. 6. Противдействие опрокидыванию электромобиля при прохождении виража, где а) - вид сверху; б) - вид сзади.

Таблица 1. Сравнительные характеристики блоков колес.

Наименование параметра	Опытный образец	Аналог
Время поворота колеса (на угол 90°, не в движении), мс	480	750
Время поворота колеса (на угол 15°, не в движении), мс	90	140
Время поворота колеса (на угол 15°, в движении при 10 см/сек), мс	80	110
Время поворота колеса (на угол 15°, в движении при 20 см/сек), мс	75	110
Потребляемая мощность при поворота колеса (на угол 90°, не в движении), Вт	33,2	28,8
Потребляемая мощность при поворота колеса (на угол 15°, не в движении), Вт	4,5	4,8
Потребляемая мощность при поворота колеса (на угол 15°, в движении при 10 см/сек), Вт	4,2	3,8
Потребляемая мощность при поворота колеса (на угол 15°, в движении при 20 см/сек), Вт	3,8	3,8
Потребляемая мощность при поворота колеса (на угол 15°, в движении при 30 см/сек), Вт	3,5	3,8
Усреднённая потребляемая мощность привода поворота колеса, Вт	1,8	2,5
Характеристики элементов блоков колес		
Электропривод поворота колеса - шаговый двигатель SUMTOR 57HS7630A6D8		
Колесо - мотор-колесо от гироскутера Smart Balance Pro 10, диаметр 10,5 дюймов		
Электропривод регулирования колеи - имитатор с ручной регулировкой, 10 см.		
Электропитание - аккумулятор Samsung UFINE 10S01 36V / 4.4Ah		
Бортовой компьютер - Arduino Due с микроконтроллером Atmel SAM3X8E		
Микроконтроллеры электроприводов - Brushless dc motor controller		

Недостатки аналогов:

1. Низкая эксплуатационная безопасность, т.к. выход из строя электропривода поворота приведёт к катастрофическим последствиям

Достоинства инновационного блока колеса:

1. Благодаря дублированию электроприводов повышается эксплуатационная безопасность электромобиля.
2. Дублированный поворот колеса с использованием изменения угловой скорости вращения колеса сокращает время выхода колеса на угол поворота.
3. Дублированный поворот колеса с использованием изменения угловой скорости вращения колеса разгружает электропривод поворота колеса.
4. Использование электропривода изменения колеи позволяет повысить курсовую устойчивость электромобиля при прохождении виражей.

Список литературы

1. Protean-360+ Fact Sheet. [Электронный ресурс]. // Веб-сайт фирмы «Protean Electric Automotive Technology» - Режим доступа: - <https://www.proteanelectric.com//2019/07/Protean-360-Fact-Sheet-ENG-160719.pdf> - (дата обращения 10.09.2021).
2. Protean Electric develops 360 degree steering wheel concept [Электронный ресурс]. // YouTube – Режим доступа: - <https://youtu.be/LWOFtbqJtZI> - (дата обращения 10.09.2021).
3. Патент США Patent Title: Modular robotic vehicle; Patent Number: 9,085,302; B60V 1/00, B60/30/18; Date of Patent: Jul. 21, 2015).
4. NASA JSC Engineering Modular Robotic Vehicle (MRV) [Электронный ресурс]. // YouTube – Режим доступа: - https://www.youtube.com/watch?v=_l_mJzVv_6o - (дата обращения 10.09.2021).
5. Положительное решение по заявке № 2021107556(016345) от 22.03.2020 на выдачу патента РФ на изобретение «Полноприводная транспортная платформа с электроприводом поворота колес и регулируемой колеёй».
6. Принцип Аккермана в рулевом управлении [Электронный ресурс]. // Веб-портал «RC-AUTO» - Режим доступа: - http://www.rc-auto.ru/articles_tuning/id/445/ - (дата обращения 10.09.2021).
7. Труды НГТУ им. П. Е. Алексеева №2 (125). Машиностроение и транспорт: теория, технология, производство. / Расчёт углов поворота управляемых колес автомобиля с учётом увода. / В.В. Беляков и др., - 156-162 с.
8. Кинематика поворота [Электронный ресурс]. // Веб-портал «Bstudy» - Режим доступа: - https://bstudy.net/644022/tehnika/kinematika_povorota - (дата обращения 10.09.2021).