

Если говорить об экономической стороне вопроса, можно сравнить затраты на топливо с затратами на электрозаправку. Мы взяли средний расход газели на 100 километров в загруженном состоянии – 15 литров дизельного топлива. Стоимость на 02.06.2019 – 1 рубль 69 копеек. Путем несложных математических расчётов установили, что на 100 км мы тратим 25 рублей 35 копеек. Что же касается электрогрузовых автомобилей, то тариф на электроэнергию для зарядки электромобилей – 0,15693 рубля (без НДС) за 1 кВт ч на 48% ниже общего тарифа для организаций, работающих в сфере услуг. Это сравнимо с тарифом на электрическую энергию для населения, обеспечивающим полное возмещение экономически обоснованных затрат на ее выработку. Проехать на заряженной «до отказа» батарее можно до 300 километров. Величина может изменяться, поскольку зависит от таких факторов, как покрытие дороги, погодные условия, загруженность автомобиля. Учитывая всё это, можно заметить, что зарядка электроавтомобилей в десятки раз экономичнее.

Подводя итоги, хочется сказать, что внедрение электрогрузового транспорта и частичная замена уже существующего грузового транспорта неизбежна, так как масштаб экономии очень велик: экономия в добавленной стоимости перевозок, экономия земных ресурсов и другие. Однако если рассматривать вопрос времени, то тут говорить не о чем: время на зарядку грузового автомобиля до 5 минут, а электрогрузового – до 10 часов. Однако, если говорить о будущем в развитии электротранспорта, не исключено, что время зарядки может сократиться в разы.

#### **Список цитированных источников**

1. AUTO.TUT.BY информационный портал Беларуси. Электромобили в Беларуси. Евгений Дударев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://auto.tut.by/news/exclusive/548253.html?crnd=22761> – Дата доступа: 22.05.2019.
2. MOTOCARELLO портал об электротранспорте. Электрогрузовые автомобили Volvo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://motocarrello.ru/jelektromobili-volvo/1851-volvo-fl-electric.html> – Дата доступа: 22.05.2019.
3. RASHODTOPLIVA информационный портал об автотранспорте. Расход топлива у газели. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rasxodtopliva.ru/12-gazel.html> – Дата доступа: 22.05.2019.

УДК 681.5

**Пахомский П. В.**

**Научный руководитель: к. т. н., доцент Прокопеня О. Н.**

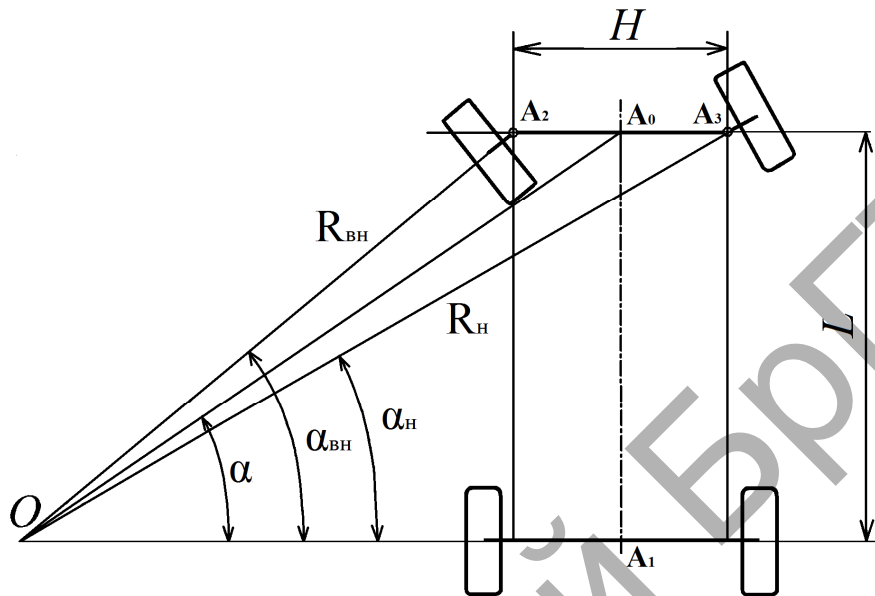
### **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДАМИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА**

Проблемы управления движением мобильных транспортных средств рассмотрены в [1, 2]. Однако в данных работах не рассматривались вопросы взаимодействия приводов поворота колес и их вращения, в то время как это оказывает существенное влияние на характер движения.

Целью данной работы является построение системы управления приводами поворота и вращения колес мобильного робота. Рассматривается конструкция робота с индивидуальными приводами поворота двух передних колес, которые имеют индивидуальные приводы вращения. Таким образом, система должна обеспечивать согласованное действие четырех приводов, обеспечивающее монотонный характер движения. Это достигается, с одной стороны, обеспечением заданного соотношения между углами поворота колес при движении по

криволинейной траектории и, с другой стороны, соответствующим изменением скорости вращения колес в зависимости от угла поворота. Задача состоит в синтезе регуляторов приводов, обеспечивающих поддержание указанных соотношений в динамике с заданной точностью.

Положение колес робота при движении по дуге окружности показано на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Схема мобильного робота**

Робот поворачивается относительно точки O, а вектор скорости точки A<sub>0</sub> повернут на угол  $\alpha$  относительно его продольной оси. При этом требуемые углы разворота колес (внутреннего и наружного)

$$\alpha_{BH} = \text{arctg}\left(\frac{L}{L/\text{tg}(\alpha) - 0,5H}\right), \quad (1)$$

$$\alpha_H = \text{arctg}\left(\frac{L}{L/\text{tg}(\alpha) + 0,5H}\right), \quad (2)$$

где  $L$  – расстояние между осями колес,  $H$  – расстояние между колесами одной оси.

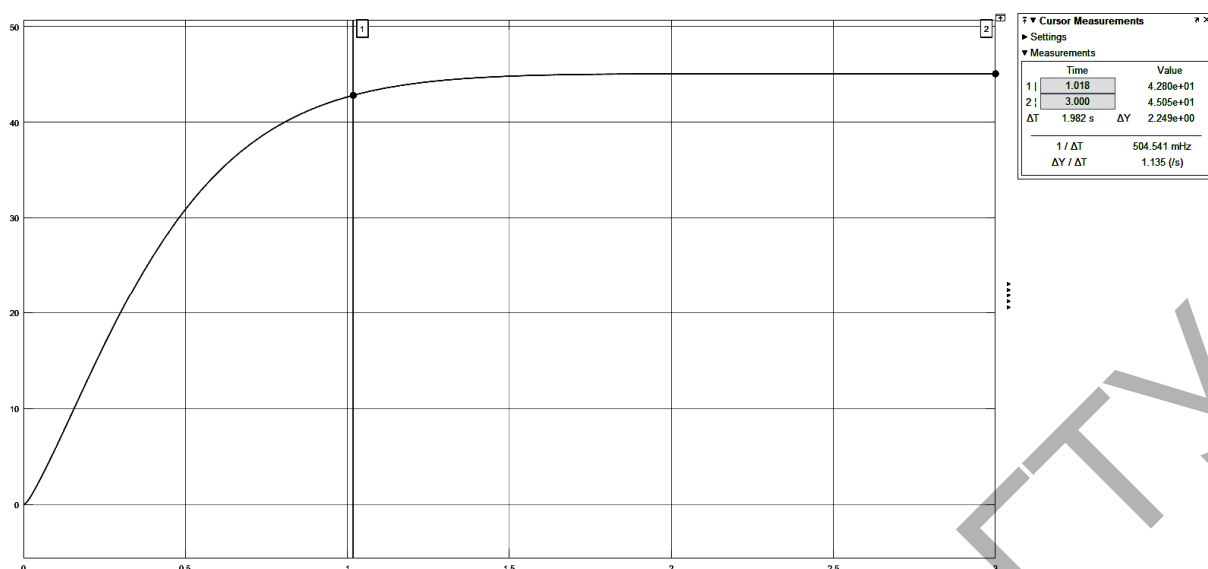
Соответственно, требуемые значения угловых скоростей колес для обеспечения отсутствия проскальзывания, учитывая, что внутреннее колесо обкатывается относительно точки O по радиусу  $R_{BH}$ , а наружное – по радиусу  $R_B$ ,

$$\omega_{BH} = \frac{V}{0,5d} \cdot \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\alpha_{BH})}, \quad (3)$$

$$\omega_B = \frac{V}{0,5d} \cdot \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\alpha_B)}, \quad (4)$$

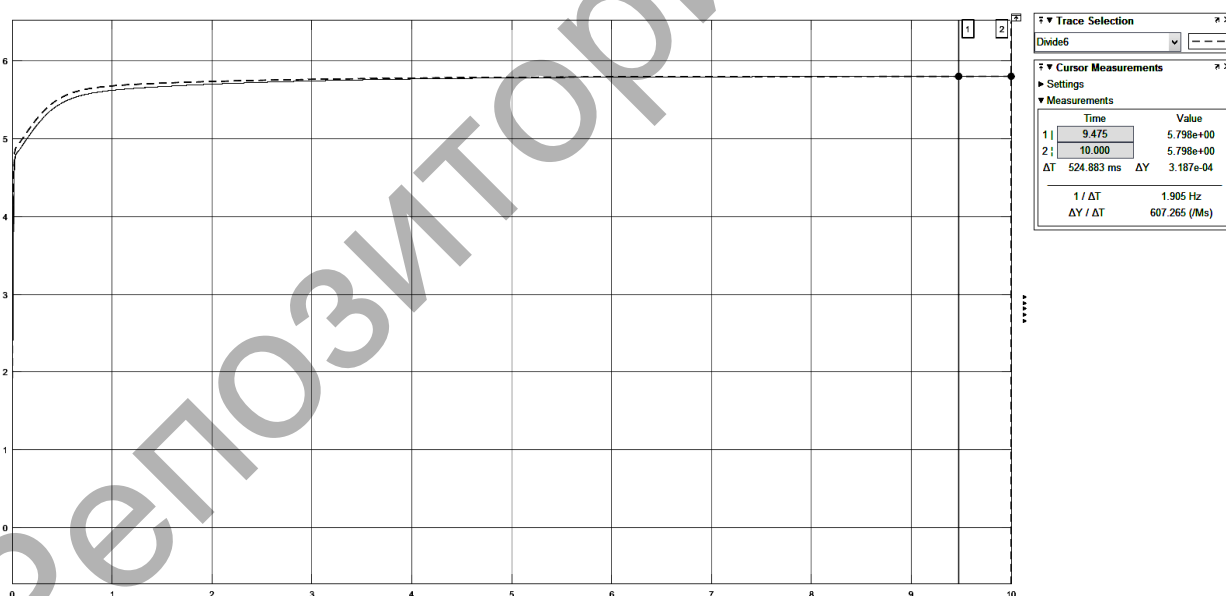
где  $V$  – скорость точки A<sub>0</sub>,  $d$  – диаметр колес.

Для приводов поворота колес был синтезирован ПД-регулятор, который обеспечивает переходную характеристику, приведенную на рисунке 2. Он обеспечивает требуемое качество и пропорциональную зависимость между углами поворота двух колес.



**Рисунок 2 – Переходная характеристика привода поворота колеса**

Для приводов вращения колес использован ПИД-регулятор, при котором система имеет астатизм первого порядка и нулевую установившуюся ошибку. Результаты моделирования в среде MATLAB работы привода в процессе поворота колеса приведены на рисунке 3. Пунктирной линией показано заданное значение скорости вращения колеса в соответствии с (3), где угол  $\alpha$  берется как выходная переменная привода поворота колеса. Сплошной линией показано реальное изменение скорости с учетом динамики привода.



**Рисунок 3 – Отработка заданного значения скорости в процессе поворота колеса**

Как следует из рисунка 3, привод обрабатывает заданную скорость с высокой точностью, что обеспечивает отсутствие проскальзывания ведущих колес в процессе движения по криволинейной траектории.

Таким образом, результаты моделирования подтверждают, что система управления приводами на основе регуляторов указанного типа может обеспечить качественное управление движением. Результаты расчета можно использовать для практической реализации приводов мобильных роботов.

### **Список цитированных источников**

1. Прокопеня О. Н. Управление движением мобильных роботов / О. Н. Прокопеня, В. В. Халитов, К. А. Козлович // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении : материалы II Международной научно-практической конференции, Минск, 13–14 марта 2013 г. – Минск : Бизнесофсет, 2013. – С. 29–30.

2. Штеттер, Р. The problem of mobile robots movement control / Р. Штеттер, О. Н. Прокопеня, К. А. Козлович // Новые технологии и материалы, автоматизация производства : материалы международной научно-технической конференции, Брест, 29–30 октября 2014 г. – Брест : БрГТУ, 2014. – С. 4–6.

УДК 637.513.02

**Сакович Ю. В. Попеня А. А.**

**Научный руководитель: Ляшук Н. У.**

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ УБОЯ И РАЗДЕЛКИ СКОТА ПО ТЕХНОЛОГИИ «ХАЛЯЛЬ»**

**Введение.** В рамках научно-исследовательской работы: «Разработка системы машин для мясожировых производств» (государственная регистрация №20164697 от 29.12.2016г.) разработана технологическая схема линии для убоя и разделки КРС (далее ТЛ) по технологии «Халяль».

«ХАЛЯЛЬ» – это общепринятый мусульманский термин дозволенности, разрешённости. Наиболее часто его используют для обозначения правильно приготовленной и дозволенной мусульманам пищи. Следовательно, продукты, полученные в результате убоя КРС по технологии «халяль» дозволены мусульманам в пищу. На сегодняшний день халяльная мясная продукция востребована не только всё возрастающим мусульманским населением, но и представителями других конфессий как полезная и безопасная пища. На текущий момент на Земле проживает примерно 7,1 млрд. человек, из которых 1,7 млрд мусульман, и численность мусульман растет высокими темпами. К 2020 г. их количество возрастет до 3 млрд, из-за чего появляется потребность в технологических линиях (ТЛ) убоя и разделки скота по технологии «халяль».

### **Требования к технологическому оборудованию, инвентарю, таре и работникам, занятым в процессе производства продукции «халяль»**

Технологическое оборудование, инвентарь, тара не должны быть изготовлены или содержать материалы «Харам». Технологическое оборудование, инвентарь и тара не должны использоваться одновременно и для производства продукции «Халяль» и для продукции «Харам». Перед началом работ технологическое оборудование, инвентарь и тара должны пройти санитарную обработку в соответствии с обязательной программой предварительных условий, действующей на предприятии и Санитарная обработка технологического оборудования, инвентаря и тары должна проводиться отдельно от санитарной обработки технологического оборудования, инвентаря и тары, которое контактировало с нехаляльной продукцией. Убой животных и птиц должен осуществлять практикующий мусульманин. Технологическое оборудование и инвентарь должны быть изготовлены из материалов, разрешенных для контакта с пищевыми продуктами, и использоваться только для убоя разрешенных животных. Нож (лезвие) для убоя должен соответствовать следующим требованиям: быть острым; должен быть изготовлен из материала, не содержащего когтей, зубов (клыков), костей и т. п.; длина лезвия ножа для убоя должна быть в два раза больше ширины шеи КРС.