

РОЛЬ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ РОБОТОТЕХНИКА И МЕХАТРОНИКА

¹Исабеков Ж.Н., ¹Матаев У.М., ²Мороз К.А., ³Ермаханова Ф.Р.

¹Евразийский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан

²Донецкий государственный технический университет, Ростов, РФ

³Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Республика Казахстан

Аннотация. В данной статье авторы отразили использование научных достижений ученых Казахстана в учебном процессе Образовательной Программы «Робототехника и мехатроника». В статье рассматриваются основные характеристики следящего электро-гидропривода, полученные с помощью расчетных формул и построенные на mat lab. При исследовании характеристик не учитывались утечки в полостях гидроцилиндра суставов нижних конечностей экзоскелета, влияние соединительных проводов и потери энергии.

Ключевые слова. Внешняя характеристика, момент, mat lab, привод, экзоскелет.

THE ROLE OF SCIENTIFIC RESEARCH IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE SPECIALTY ROBOTICS AND MECHATRONICS

¹Issabekov Zh.N., ¹Matayev Y.M., ²Moroz K.A., ³Yermakhanova F.R.

¹Eurasian technological university, Almaty, Republic of Kazakhstan

²Don State Technical University, Rostov-on-Don, RF

³L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

Abstract. In this article, the authors reflected the use of scientific achievements of scientists of Kazakhstan in the educational process of the Educational Program "Robotics and mechatronics". The article discusses the main characteristics of the tracking electric hydraulic drive, obtained using calculation formulas and built on mat lab. When studying the characteristics, leaks in the cavities of the hydraulic cylinder of the joints of the lower extremities of the exoskeleton, the influence of connecting wires and energy losses were not taken into account.

Keywords. External characteristic, torque, matlab, drive, exoskeleton.

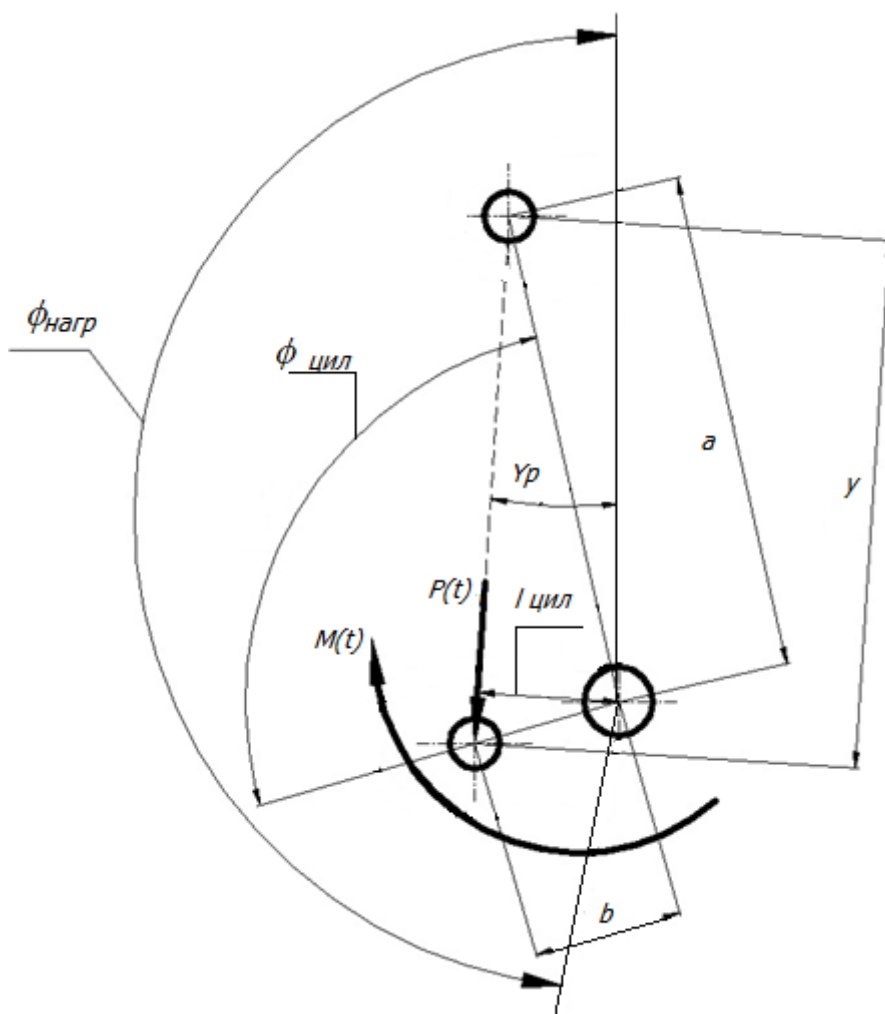
Введение. Подготовка молодых кадров имеет огромное значение для нашей республики. В настоящее время в свете последних решений руководства необходимо обращать внимание на межпредметную связь. Ранее многие ППС при чтении лекций и проведении практических занятий старались связывать материал с текущими предметами. Однако, жизнь требует от молодого специалиста при написании научной статьи рассматривать материал не только в предметном аспекте, а уметь увязать с проблемами сопутствующих предметов: где мы находимся, какую нишу занимаем, какова история развития науки отрасли, по которой бакалавр, магистрант получает образование.

В Казахстане современная робототехника получила успешное развитие. Строятся современные заводы, где роботы выполняют монотонную работу. С каждым годом увеличивается рост инвестиций в робототехнику. В настоящее время казахстанским предприятиям предоставляется шанс сократить отставание от мировых лидеров. Большая гибкость и интеллект роботов позволяют применять их в разных отраслях промышленности, где они традиционно не использовались, включая производство продуктов питания и напитков, потребительских товаров и фармацевтических препаратов. Производство потребительских товаров, автомобильная промышленность, медицинская и аэрокосмическая отрасли являются приоритетными в РК. Из всех видов робототехники автор выделяют медицинскую сферу, занимается разработкой экзоскелетов двуногих шагающих роботов ДШР [1-4].

Основная часть. Для двуногих шагающих роботов, в основном, принято выделять два вида ходьбы: статическую и динамическую. При статической ходьбе движения робота настолько медленные, что можно пренебречь силами инерции. Это позволяет использовать алгоритм управления, построенный на основе лишь уравнений, описывающих кинематику робота. Однако скорость движения аппарата зависит от его размеров, динамических параметров, кинематической схемы. Для многих

шагающих машин — это основной способ управления. Для управления экзоскелетом прежде всего необходимо создать 3D модель исполнительного механизма [5-8].

На начальном этапе авторы получили 3D модель в виде стержней, чтобы получить расчет значений масс, координат центров масс, тензоров инерции и поэтапно анализирует переходные процессы в щиколоточном сочленении экзоскелета с электрогидравлическим следящим приводом (рисунок 1) [8-10].



a и b – расстояния от центров крепления гидроцилиндра до центра щиколоточного шарнира;
 y – расстояние между центрами креплений гидроцилиндра; $l_{цил}$ – плечо силы P относительно щиколоточного шарнира

Рисунок 1 -Макет сочленения в щиколотке

В основном рассматриваются внешняя, механическая и нагрузочная характеристики для привода.

Для построения внешней механической характеристики были использованы известные формулы для расчета зависимости момента и скорости, отработанные на mat lab [7-8]. При этом сделаны следующие допущения:

- пренебрегаем утечками, сжимаемостью рабочей жидкости в полостях гидроцилиндра;
- влияние соединительных проводов между ЭГУ и гидроцилиндром не учитывается, т.к. они расположены близко друг от друга;
- золотник имеет нулевые перекрытие и радиальный зазор;
- не учитываются внутренние потери энергии в гидроцилиндре.

Мощность, развиваемая гидроцилиндром определяется по формуле:

$$N_{цил}(t) = P(t)dy_{цил}(t)$$

Формула для определения расчетных точек механической характеристик:

$$\omega(t) = \omega_{xx} \sqrt{1 - \frac{M(t)}{M_T}} \text{ рад/с}, \quad (1)$$

где ω_{xx} – скорость холостого хода выходного звена исполнительного механизма;

$M(t)$ – момент в сочленении в момент времени t ;

M_T – тормозной момент в сочленении.

Подставляя в формулу (1) значения ключевых точек, получаем данные характеристик (таблицы 1 и 2).

Таблица 1 – Варианты расчетных точек внешней характеристики [8]

№ вариантов	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант
ω , рад/с	5	4,1	4,4	4,8	4,4
M_T , Нм	900	1000	950	900	980
N , Вт	6,504	5,53	5,836	6,244	5,897

Определяем мощность N в сочленении, взяв интеграл по площади под графиком:

$$N_{\text{цил}} = \int_0^T \omega_{xx} \sqrt{1 - \frac{M(t)}{M_T}} d(t) = 5.897, \quad (2)$$

Таблица 2 – Данные расчетов механической характеристики в сочленении [8]

Варианты	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант
Площадь под графиком Механической характеристики	6.504	5.53	5.836	6.244	5.897

$$\varphi_{\text{цил}}(t) = \varphi_{\text{нагр}}(t) - 120^\circ,$$

где $\varphi_{\text{цил}}$ – угол между центрами креплений цилиндра и щиколоточного шарнира (рисунок 1).

Угол изменяется по закону синуса, тогда расстояние между центрами креплений $y(t)$ определяется по теореме косинусов.

Выводы. Сравнивая таблицы 1 и 2, делаем вывод, что наиболее приемлемый вариант 5 (рисунок 2).

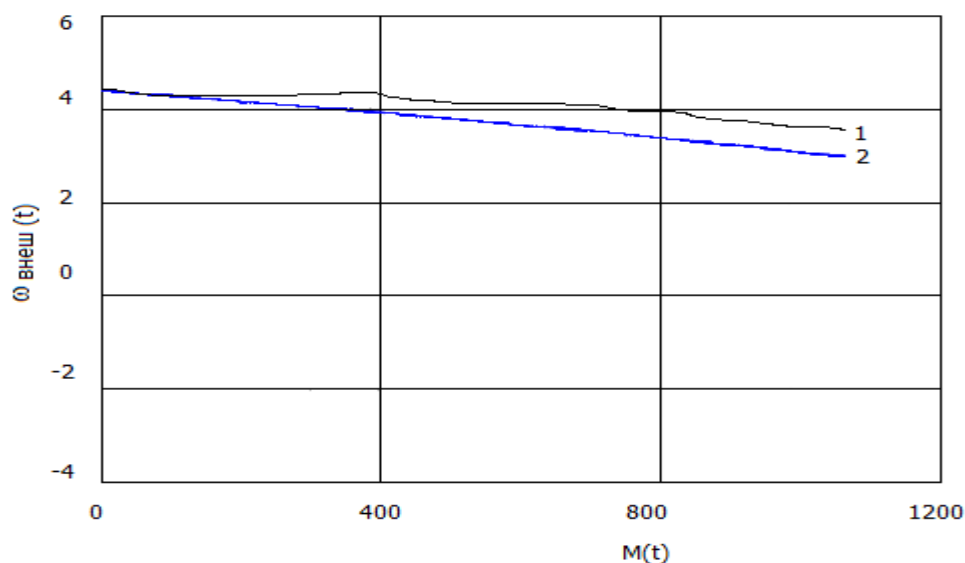


Рисунок 2 – Внешняя 1 и механическая 2 характеристики [8].

Оптимальный вариант – площади под графиком механической характеристики, определенная по формуле (2) (таблица 2).

Исследование характеристик студентами проводилось на занятиях по электротехнике на универсальных стендах, на которых предусмотрено использование matlab. С помощью данной программы были получены внешняя и механическая характеристики экзоскелета.

Список использованных источников

1. Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020-2025 годы. ПП РК от 30 декабря 2019 г., №1050. План мероприятий по реализации ГПИИР РК на 2020 – 2025 годы. Задача 4. Технологическое развитие и цифровизация. Пункты 90 и 91 Плана мероприятий по реализации ГПИИР на 2020-2025 годы.

2. Послание Президента страны К.К. Токаева народу Казахстана «Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны» от 1 сентября 2021 года. «Экономическое развитие в постпандемический период». – Алматы: Время, 2021. – №137. –С.2-3.

3. Тулеков А.Д. Исследование истории развития электроснабжения от альтернативных источников// Материалы 9 МНПК: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики –пути их инновационного решения» - Нур-Султан: ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, 2021.–С.446-449.

4. Асжан Ш.Н. Разработка автоматизированной системы управления исполнительным механизмом робота-манипулятора// Материалы НПК: «Инновационные технологии в инженерии» - Алматы: ЕТУ, 5.04.2021 –С.175-177.

5. Асжан Ш.Н. Требования к точности управления нижними конечностями экзоскелета вблизи объекта//Материалы НМПК, посвященной 30-летию независимости РК: «Современный Казахстан: реформы образования и науки» -Алматы: ЕТУ, 2021. –С.248.

6. Лавровский Э.К., Письменная Е.В., Комаров П.А. О задаче организации ходьбы экзоскелетона нижних конечностей при помощи управления в коленных шарнирах. Российский журнал биомеханики. №2, 2015, стр. 158-176.

7. Issabekov Zh.N., Moroz K.A., Kerimzhanova M.F. Study of the dynamics of the exoskeleton actuating unit. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2021. No. 11. Pp. 99–105. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-11-00-00

8. Issabekov Z.N., Tsybrii I.K., Moroz K.A. Organization of walking of the lower-extremity exoskeleton using the control of the supporting foot. Advanced Engineering Research. 2021;21(3):247-252.

9. Ковальчук А.К., Кулаков Д.Б., Семенов С.Е. Управление исполнительными системами двуногих шагающих роботов. –М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 160 с.

10. Исабеков Ж. Н. Управление движением робота с древовидной кинематической структурой: дисс. PhD -Алматы, 2022. -100 с.