

МЯГКИЙ МАГНИТОРЕОСКЕЛЕТ МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ С НЕЧЕТКО-НЕЙРОННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ И ОБУЧЕНИЯ

Чигарев А.В., Ботогова М.Г., Замжицкая-Чигарева Ю.А.

Белорусский государственный университет, Минск

Предлагается новая концепция проектирования, изготовления, эксплуатации экзоскелета многофункционального назначения: восстановления и поддержания нервномышечных функций организма [1]. Опорно-двигательная система организма базируется на создании экзоскелета с регулируемой жесткостью модулей: нижних и верхних конечностей, стоп и кистей, туловища. В качестве формирующих материалов с жесткостью, изменяющейся под действием магнитного поля, используются полимеры, наполненные железным порошком [2]. Опорно-двигательная система экзоскелета состоит из эластичного совместимого комбинезона, армированного полыми жесткими нитями, заполненными магнито-реологическими полимерами так, что мягкий в отсутствии магнитного поля комбинезон становится жестким экзоскелетом при включении магнитного поля [3].

Второй особенностью мягкого экзоскелета является модульный принцип его конструкции, позволяющий проводить тренировку отдельных частей организма, независимо от других [1]. В докладе рассмотрены вопросы конструирования модуля нижних конечностей, предназначенного для тренировки нижних конечностей. Задача моделирования движения приближенной к человеку антропоморфной модели (определение управляющих моментов в суставах, усилий в конечностях робота с 11 (22) степенями свободы, определение траектории центра масс робота при ходьбе с использованием СКМ «МАТЕМАТИКА») включена в учебный процесс при проведении лабораторных занятий по предмету «Биомеханика ОДА человека», «Общая биомеханика».

Третьей составляющей мягкого экзоскелета является применение в различных системах управления и обучения нечетко-нейронных алгоритмов [4]. Нейронные искусственные сети являются эффективным инструментом для взаимного обучения естественных и искусственных мотонейронов для реабилитации и тренировок. Благодаря обратным связям управление является адаптивным и самообучаемым. Синтез алгоритмов нечетких систем искусственных и нейронных позволяет более адекватно обрабатывать информацию и вырабатывать управляющее воздействие в динамике и статике экзоскелета.

Литература

1. Borisov A.V., Chigarev A.V. Mathematical models of exoskeleton. Dynamics, strength, control. Springer, 2022. 271 p.
2. Mikhasev G., Botogova M., Korobko E. Theory of thin adaptive laminated shells based on magnetorheological materials and its application in problems on vibration suppression. Shell-like Structures: Non-classical Theories and Applications. Springer, 2013, pp. 727-750.
3. Bira N., Davidson J. R. A review of Magnetic Elastomers and Their Role in Soft Robotics. Front Robot. AI., 2020, vol.7, 588391. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.588391>.
4. Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. М: Финансы и статистика, 2009. 320 с.