

## **ОТЗЫВ**

официального рецензента на диссертационную работу  
**Ешмухаметова Азамата Нурлановича**  
**«Разработка и проектирование континуум робота на базе кабельного привода с дисками смещения; кинематика и дизайн»,**  
представленную на соискание степени доктора философии (PhD)  
по специальности 6D071600 - «Приборостроение»

### **1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами.**

Тема диссертационной работы соответствует приоритетным направлениям развития науки и техники и посвящена разработке и созданию робота с гибкой структурой для работы в тесных помещениях и труднодоступных местах, таких как ядерный реактор и в турбинных двигателях.

На данный момент традиционные роботы с жесткой конструкцией не справляются должным образом для работы в тесных и неструктуризованных местах для технических и инспекционных работ. Поэтому для таких целей имеет смысл разработка роботов континуум. Более того континуум робота основном работают с кабельным приводом что позволяет использовать робота в суровых условиях таких как под водой или в местах с высокой радиацией.

### **2. Степень новизны каждого научного результата (положения) и выводов соискателя, сформулированных в диссертации.**

Разработан новый дизайн континуум робота с подвижными дисками для распределений нагрузок повсему позвоночнику равномерно. Более того такая новая конструкция позволяет снизить трение между кабелем и корпусом робота.

Разработан новый механизм для компенсаций упругости кабеля во время сгиба и работы. Было разработано два прототипа пассивный и гибридный. Пассивный механизм основывается чисто на механике что улучшает надежность прибора. Гибридный прототип имеет и пассивное свойство компенсаций упругости кабеля и активное свойство через линейный потенциометр. Благодаря линейным потенциометрам можно получить обратную связь и активировать двигатели исходя из сенсорных данных.

Разработан математическое моделирование робота, в том числе прямая и обратная кинематика, кинетика и вычисления упругости кабеля. Более того было проведено математическая симуляция для проверки теорий смещения дисков.

Разработан основная плата и электроника робота.

Разработан новый метод алгоритма управления робота при сборке помидоров и распознавания.

Разработан захват для конечного эффектора робота для сборки помидоров черри.

Новизна полученных результатов стала основанием для публикации результатов работы в рейтинговых журналах, включая международные научные издания, имеющие импакт-фактор и включенные в информационную базу данных Scopus.

### **3. Соблюдение в диссертации принципа самостоятельности.**

Анализируя представленную работу, опубликованные автором научные работы можно сделать вывод о том, что диссертация в основной мере написана самостоятельно.

Соискателем разработан прототип предложенного робота и проектировано электроника и программная часть робота. Более того было разработано математическое моделирование и прямая и обратная кинематика робота. Представленная кинематика и кинетика робота имеет новый подход в решении кинематики робота. Новый подход является модифицированным методом решения кинематики Денавита –Хартенберга, такт называемый гомогенная трансформация.

Были приведены эмпирические эксперименты доказывающий рациональности использование робота в тесной среде. И разработано 3D модель робота в среде CAD программное обеспечение на языке C++.

В ходе разработки были представлены новые механизмы для решения технических проблем такие как компенсация упругости кабеля робота и управления формой робота.

Кроме того, в совместных публикациях ему принадлежит не менее 50-70 % от общего объема статей. Практический во всех статьях он является первым автором и корреспондент автором. Совершенно самостоятельно было разработана программа управления робота в пространстве и полная конструкция робота.

### **4. Степень обоснованности и достоверности каждого результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации.**

Разработанная кинематика проверялась на базе программы Mathematica и механика робота на анализ конечного эффекта. Пассивный механизм компенсатора тоже был протестирован экспериментально и было зафиксировано траектория робота с трэкером что позволяет получить более достоверную информацию робота. Все эксперименты и были зафиксированы на камере что является более убедительным анализом работы.

### **5. Соблюдение в диссертации принципа внутреннего единства.**

Диссертация обладает внутренним единством, все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны. Полученные результаты соответствуют поставленным в диссертации целью и задачам. Автором представлены научно-обоснованный решения по созданию робота для работы и инспекций в тесной среде. Более того были представлены убедительные экспериментальные видео записи.

### **6. Практическая и теоретическая значимость научных результатов.**

Разработанный робот был протестирован в реальных условиях в теплицах для распознавания помидоров. В будущем можно будет использовать и для сборки и для инспекций в тесных помещениях. Кроме того, результаты исследований были

включены в образовательную программу в дисциплину биоморфная и антропоморфная робототехника специальности 6B071600- Мехатроника и Робототехника.

#### **7. Соблюдение в диссертации принципа академической честности.**

По всему тексту диссертации присутствуют ссылки на цитируемые литературные и патентные источники, которые позволяют утверждать о соблюдении соискательницей принципа академической честности.

#### **8. Замечания и предложения по диссертации.**

Диссертация Ешмухаметова А.Н. является серьезным вкладом в область приборостроения и робототехники. Но есть недостаток касательно математического моделирование робота. Желательно упростить кинематический модель робота, что позволила бы роботу выполнять вычисления быстрее.

Однако указанные недостатки не имеют принципиального характера и не умаляют достоинства диссертационной работы

#### **9. Соответствие содержания диссертации в рамках требований Правил присуждения ученых степеней.**

Диссертационная работа «**Разработка и проектирование континуум робота на базе кабельного привода с дисками смещения; кинематика и дизайн**» по своей актуальности, научной новизне, важности для теории и практики, объёму экспериментальных исследований полностью соответствует предъявляемым требованиям раздела 2 «Правил присуждения учёных степеней» к содержанию и оформлению диссертаций PhD, а его автор Ешмухаметов Азамат Нурланович заслуживает присуждения учёной степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071600 - «Приборостроение».

**Официальный рецензент, профессор,  
докт.техн.наук, член-корр. НАН РК**



**Гулешов А.К.**