



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ  
РОБОТОТЕХНИКИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ»  
(ЦНИИ РТК)

Тихорецкий пр., 21, Санкт-Петербург, Россия, 194064

Телефон: +7(812)552-7405, 552-0110, Факс: 8(812)556-3692

e-mail: rtc@rtc.ru http://www.rtc.ru

ОКПО 02070097, ОГРН 1027802484852, ИНН 7804023410, КПП 780401001

от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Волгоградский государственный  
технический университет  
Диссертационный совет  
24.2.282.07

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
А.В. Попову

Проспект им. В.И. Ленина, д. 28  
г. Волгоград, 400005

### **Отзыв**

**на автореферат диссертационной работы**

**Нелюбовой Анны Васильевны**

**на тему «Управление движением манипулятора параллельно-последовательной структуры на основе трипода с дополнительной геометрической связью», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности**

**2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы**

#### **Актуальность работы**

Как известно, манипуляторы на основе механизмов параллельной структуры за счет замкнутой кинематической цепи обеспечивают повышенную жесткость механической системы, что позволяет достичь высоких показателей точности позиционирования выходного звена манипулятора, однако при этом их рабочая зона существенно меньше, чем у манипуляторов последовательной структуры. Отсюда вытекает актуальность диссертационного исследования, заключающаяся в разработке новой кинематической схемы механизма манипулятора параллельно-последовательной структуры с дополнительной геометрической связью, которая при сохранении преимуществ манипуляторов на основе механизмов параллельной структуры позволяет увеличить зону обслуживания и упростить передачу энергии к рабочему органу, а также в разработке алгоритма формирования программных перемещений исполнительных приводов такого

манипулятора на основе кинематического и динамического анализа его механизма.

**Научная новизна диссертационного исследования,** судя по автореферату, заключается в разработке новой кинематической схемы манипулятора параллельно-последовательной структуры с дополнительной геометрической связью, которая позволяет исключить нагружение изгибающими моментами линейные приводы манипулятора и увеличить число возможных выполняемых технологических операций, а также в разработке методов расчета кинематических параметров манипулятора-трипода с дополнительной связью, в решении прямой и обратной задачи кинематики для двух видов обобщенных координат и в разработке новых алгоритмов программного управления перемещением исполнительных приводов манипулятора.

**Теоретическая значимость** работы заключается в развитии теории аналитических методов синтеза программных перемещений исполнительных приводов и методов кинематического и динамического анализа механизма манипулятора на основе трипода с дополнительной геометрической связью.

**Практическая значимость** работы заключается в возможности использования полученных результатов при проектировании новых манипуляторов и расчете их кинематических и динамических характеристик.

**Достоверность полученных в диссертации результатов** подтверждается применяемым корректным математическим аппаратом, результатами компьютерного моделирования и натурных испытаний, а также практической апробацией на всероссийских и международных научно-технических конференциях.

Исходя из автореферата, содержание работы достаточно полно отражено в 21 научной работе, включая 8 публикаций в рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК и 1 публикации в изданиях, индексируемых в WoS/Scopus. Кроме того, результаты работы защищены двумя патентами на полезные модели и одним свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**В качестве замечаний**, исходя из автореферата, можно отметить следующее:

1. Определение законов изменения кинематических параметров исполнительных приводов основывается на дискретизации траектории, при этом значения обобщенных координат аппроксимируются полиномом степени  $n$ , которая зависит от требуемой точности аппроксимации. Значения параметра  $n$  не указаны. На практике чаще применяется стек линейных, квадратичных и кубических (сплайнов) полиномов. Применение полиномов высокой степени для определения единой траектории движения не всегда обосновано. В автореферате и диссертации предлагаемый алгоритм не используется. При этом для нахождения программных законов изменения обобщенных координат с учётом граничных условий следует решать задачу условной минимизации.

2. Что означают «действительные виды движения звеньев механизма манипулятора как твердых тел» (п. 5 научной новизны).

3. На стр. 17 автореферата указано, что «максимальное расхождение теоретических и экспериментальных результатов» не превышает 10%, а в п.6 основных результатов работы указано: «Экспериментально установлено, что разработанные математические модели кинематики и динамики описывают движения звеньев манипулятора с достаточной для практического применения точностью (ошибка позиционирования не превышает 10%)». «Расхождение теоретических и экспериментальных результатов» и «Ошибка позиционирования» – это разные понятия.

4. В автореферате отсутствуют доказательства выдвигаемого в качестве новизны утверждения о том, что введение дополнительной геометрической связи позволяет «исключить нагружение изгибающими моментами линейные приводы манипулятора и увеличить число возможных выполняемых технологических операций».

5. Модель динамики манипулятора формулируется в допущении «Механизм манипулятора состоит из четырёх твёрдых тел – цилиндра и штока линейного привода AD, поворотного основания ABC и звена L – отрезок KM трубы переменной длины». В диссертации показано, что вклад актуатора в кинетическую энергию системы существенен и должен быть учтён.

Из рисунка 5 автореферата видно, что для трипода используются такие же актуаторы, однако их вклад в динамику не анализируется.

### Выводы

Несмотря на представленные замечания, считаем, что диссертационная работа Нелюбовой Анны Васильевны «Управление движением манипулятора параллельно-последовательной структуры на основе трипода с дополнительной геометрической связью» является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в текущей редакции, а ее автор Нелюбова Анна Васильевна заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

Ученый секретарь ЦНИИ РТК,  
к.т.н. по специальности 05.11.16  
(новый шифр 2.2.11),  
доцент по специальности 2.5.4.

Спасский Борис Андреевич

«21» 05 2026 г.

Заместитель директора  
ЦНИИ РТК по научной работе,  
к.т.н. по специальности 05.02.05  
(новый шифр 2.5.4.)  
Роботы, мехатроника  
и робототехнические системы



Попов Александр Владимирович

Полное название организации: Федеральное государственное автономное научное учреждение «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики»

Адрес: Россия, 194064, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., д. 21.

Телефон: +7 (812) 552-01-10

E-mail: rtc@rtc.ru

Против включения персональных данных, содержащихся в отзыве, в документы, связанные с рассмотрением диссертации Нелюбовой А.В., не возражаем.

С отзывом ознакомлен  
29.05.2026

« 04 » ЛИСТОВ	Вх. № 0.5-65-49 « 29 » 05 2026 г. ВолгГТУ
------------------	---