

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комиссия диссертационного совета Д 002.059.05 в составе председателя комиссии *доктора техн. наук, профессора Глазунова В.А.* и членов комиссии *доктора физ.-мат. наук, член-корреспондента РАН Болотника Н.Н.*, *доктора техн. наук Саяпина С.Н.*, рассмотрев диссертационную работу кандидата техн. наук ***Несмиянова Ивана Алексеевича «Структурный и параметрический синтез и оптимизация программных движений манипуляторов на основе трипода»***, представленную на соискание ученой степени *доктора технических наук* по специальности 05.02.18 – *Теория механизмов и машин*, пришла к следующему заключению:

Представленная диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» и посвящена решению проблем структурного и параметрического синтеза, механики и управления движением манипуляторов параллельно–последовательной структуры на основе трипода с поворотным основанием, синтеза и реализации заданных траекторий выходного звена манипуляторов.

Диссертационная работа ***Несмиянова Ивана Алексеевича*** по теме и содержанию соответствует паспорту специальности 05.02.18 — теория механизмов и машин, а именно пунктам 1 и 2 в отрасли технических наук.

Соответствие содержания работы указанной специальности, по которой она представляется к защите, подтверждается публикациями в журналах, включенных в Перечень ВАК, трудах научных конференций, полученными патентами РФ на изобретения и полезные модели, а также свидетельством о гос. Регистрации программы для ЭВМ.

Диссертация ***Несмиянова Ивана Алексеевича*** представляет собой законченное и самостоятельное исследование, в котором разработаны методы структурного и параметрического синтеза кинематических схем манипуляторов параллельно-последовательной модульной структуры и синтеза их оптимальных программных движений и решены следующие актуальные задачи, имеющие научную новизну:

1. Анализ и классификация показателей качества погрузочных манипуляторов параллельно-последовательной структуры, характеризующих маневренность, манипулятивность, мобильность, приемистость. Количественная и качественная оценка технологических операций: объем обслуживаемой зоны; программные траектории рабочего органа; время цикла; точность воспроизведения траекторий и погрешность позиционирования; специальные требования.

2. Разработка методов и алгоритмов структурного и геометрического синтеза рациональных параметров манипуляторов параллельно-последовательной структуры на основе трипода на подвижном основании.

3. Постановка и решение оптимизационной задачи позиционирования захвата манипулятора при его перемещении из начального положения в заданное конечное.

Разработка методов формирования траекторий захвата манипуляторов параллельно-последовательной структуры. Вывод условий существования прямолинейной траектории в пределах зоны обслуживания и знакопостоянства относительных линейных скоростей штоков исполнительных звеньев при движении по прямолинейной траектории.

4. Разработка математических моделей динамики пространственного управляемого движения манипулятора как многомассовой электромеханической системы с голономными связями и приводом с самотормозящейся передачей с учетом упругости ее звеньев, анализ ее влияния на функциональные возможности манипулятора в зоне обслуживания.

5. Разработка аналитических методов динамического синтеза программных движений захвата манипулятора и линейных исполнительных звеньев из условия минимума критерия обобщенной энергии точки крепления подвеса. Вывод аналитических условий устойчивости оптимальных траекторий захвата.

6. Разработка аналитического метода идентификации параметров математической модели манипулятора. Построение системы управления с обратной связью по положению и скорости, решающую задачу контурного управления. Проведение экспериментальных исследований на полномасштабном образце манипулятора с целью проверки полученных теоретических результатов.

Результаты работы имеют теоретическую и практическую значимость, которая заключается в разработанных методах структурного и геометрического синтеза манипуляторов параллельно-последовательной структуры, позволяющих на этапе проектирования создавать рациональные конструкции без избыточных связей и лишних степеней подвижности. Предложенные способы задания траекторий выходного звена манипулятора параллельно-последовательной структуры по синтезированным законам позволяют осуществлять эффективное управление рабочим органом манипулятора по оптимальным траекториям и с минимальными инерционными нагрузками.

Основные результаты диссертации достаточно полно отражены 79 работах, опубликованных автором по теме диссертации, в том числе в 18 работах в журналах, включенных в Перечень ВАК. Список этих работ представлен ниже:

1. **Несмиянов, И.А.** Улучшение динамических характеристик гидропривода погрузчика / И.А. Несмиянов, Ю.Г. Лапынин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001. - №6. – с. 36-37.

2. **Несмиянов, И.А.** Совершенствование систем управления погрузочными манипуляторами / И.А. Несмиянов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. - №4. – С.21-22.

3. Герасун, В.М. Системы управления манипуляторами на основе пространственных исполнительных механизмов / В.М. Герасун, **И.А. Несмиянов** // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2010. - №2. - С.24-28.

4. Герасун, В.М. Синтез манипулятора для мобильного робота на гусеничном шасси / В.М. Герасун, А.Ф. Рогачёв, **И.А. Несмиянов**, В.Е. Павловский // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2011. - №5. – С.51-54.

5. Герасун, В.М. Рычажные механизмы в телескопических стрелах погрузочных манипуляторов / В.М. Герасун, **И.А. Несмиянов**, П.В. Турыгин // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. - №8. – с.32-35.

6. **Несмиянов, И.А.** Система управления погрузочным манипулятором параллельной структуры / И.А. Несмиянов, Н.С. Воробьева, В.И. Токарев // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. Агроинженерия. – 2012. - №3 (54). – с.42-44.

7. Герасун, В.М. Исследование устойчивости транспортного агрегата с манипулятором / В.М. Герасун, **И.А. Несмиянов**, С.Д. Фомин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. - №1(29) – с.204-211.

8. Герасун, В.М. Определение зоны обслуживания мобильного манипулятора-трипода / В.М. Герасун, В.В. Жога, **И.А. Несмиянов**, Н.С. Воробьева, В.В. Дяшкин-Титов// Машиностроение и инженерное образование. – 2013. - №3. – с.2-8.

9. Герасун, В.М. Исследование оптимальных конфигураций манипулятора-трипода с поворотным основанием / В.М. Герасун, В.В. Жога, **И.А. Несмиянов**, Н.С. Воробьева, В.В. Дяшкин-Титов // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2013. - №6. – с.21-26.

10. Герасун, В.М. Оценка массовых характеристик манипулятора с пространственным механизмом / В.М. Герасун, **И.А. Несмиянов**, В.В. Дяшкин-Титов, В.А. Серов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. - №3(31). – с.175-179.

11. **Несмиянов, И.А.** Система управления манипулятора сельскохозяйственного робота / И.А. Несмиянов, В.В. Жога, В.Е. Павловский, Н.С. Воробьева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. - №3(35). – с.226-231.

12. Nesmiyanov, I. THE CONTROL SYSTEM OF THE MANIPULATOR AGRICULTURAL ROBOT. / **I.A. Nesmianov** V.V. Zoga, V.E. Pavlovsky, N.S.Vorobieva //

Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014. №3(35), с.232-237.

13. Жога, В.В. Динамический синтез оптимальных программных движений манипулятора-трипода. / В.В. Жога, В.М. Герасун, **И.А. Несмиянов**, Н.С. Воробьева, В.В. Дяшкин-Титов // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2015, №2, с. 85-92.

14. **Несмиянов, И.А.** Программно-аппаратный комплекс мониторинга эксплуатационно-технологических параметров погрузочного агрегата. / Несмиянов И.А., Евдокимов А.П., Токарев В.И., Захаров Е.Н. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014, №4(36), с. 227-231.

15. Пындак, В.И. Расширение функциональных возможностей гидроманипуляционных систем. / В.И. Пындак, Н.С. Воробьева, **И.А. Несмиянов** // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 3 (39). С. 158-162.

16. Жога, В.В. Задача позиционирования манипулятора параллельно-последовательной структуры с управляемым захватным устройством / В.В. Жога, В.В. Дяшкин-Титов, И.А. Несмиянов, Н.С. Воробьева. // Мехатроника, автоматизация, управление. 2016. Т. 17, №8, с.525-530.

17. **Несмиянов, И.А.** Динамика манипулятора-трипода с упругой самотормозящейся передачей. / И.А. Несмиянов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 3 (43). С. 245-252.

18. Захаров, Е.Н. Синтез законов управления погрузочным манипулятором-триподом из условия минимизации ускорения поворотного основания / Е.Н. Захаров, **И.А. Несмиянов**, С.Д. Фомин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 4 (44). С. 278-285.

В диссертации не обнаружены заимствованные материалы без ссылки на автора и (или) источник заимствования, результаты научных работ, выполненных соискателем в соавторстве, без ссылок на соавторов.

С учетом вышеизложенного комиссия рекомендует принять к защите в диссертационном совете Д 002.059.05 диссертационную работу **И.А. Несмиянова**.

Комиссия рекомендует назначить по рассматриваемой диссертации:

- ведущую организацию - **Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (г. Санкт-Петербург);**

- официальных оппонентов:

- **Смелягина Анатолия Игоревича**, доктора техн. наук, профессора, заведующего кафедрой теоретической механики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»;
- **Хейло Сергея Валерьевича** – доктора техн. наук, доцента, заведующего кафедрой теоретической и прикладной механики ФГБОУ ВО «Московский государственный университет дизайна и технологии»;
- **Рыбак Ларису Александровну**, доктора техн. наук, профессора кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова».

**Председатель комиссии**  
диссертационного совета Д.002.059.05

*доктор техн. наук, профессор*



**Глазунов В.А.**

**Члены комиссии:**

*доктор физ.-мат. наук,  
член-корреспондент РАН*



**Болотник Н.Н.,**

*доктор техн. наук*



**Сяпин С.Н.**