

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.059.05

на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук
(ИМАШ РАН) по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25.04.2017г. № 10

О присуждении Скворцову Сергею Александровичу, гражданину РФ,
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему «Разработка и анализ механизмов параллельной структуры с круговой направляющей» по специальности 05.02.18 – теория механизмов и машин принята к защите 10.02.2017г. , протокол № 5 , диссертационным советом Д 002.059.05 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН), почтовый адрес: 101990, Москва, Малый Харитоньевский пер., д. 4, созданным приказом Минобрнауки России от 22.06.2016 г. № 743/нк.

Соискатель Скворцов Сергей Александрович, 1961 года рождения, в 1983 году окончил Брянский ордена «Знак Почета» институт транспортного машиностроения. С 01.02. 2013 по 31.01.2017 соискатель ученой степени Скворцов Сергей Александрович проходил обучение в заочной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН) по специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана ИМАШ РАН 28 сентября 2016 г. №378 (удостоверение №969).

Скворцов Сергей Александрович работает ведущим инженером в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте

машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН).

Диссертация выполнена в Лаборатории теории механизмов и структуры машин ИМАШ РАН.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Глазунов Виктор Аркадьевич, директор ИМАШ РАН.

Официальные оппоненты:

Горобцов Александр Сергеевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, декан факультета электроники и вычислительной техники ФГБОУ ВО «Волгоградский технический университет» (ФГБОУ ВО «ВолгГТУ»),

Хейло Сергей Валерьевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой теоретической и прикладной механики ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, в положительном заключении, подписанном доктором технических наук, профессором кафедры «Автоматизированные электротехнологические установки и системы» Рубцовым Виктором Петровичем и заведующим кафедрой «Автоматизированные электротехнологические установки и системы», к.т.н. Щербаковым Алексеем Владимировичем и утвержденном проректором по научной работе, доктором технических наук, профессором Драгуновым Виктором Карповичем, указала, что диссертационная работа Скворцова Сергея Александровича является актуальной законченной научно-квалификационной работой, материал которой изложен последовательно и логично, цели и задачи, определенные в работе, выполнены в полном объеме, библиографический список научно-технической литературы достаточен и свидетельствует о научном кругозоре диссертанта, публикации в достаточной мере отражают основные научные результаты соискателя, автореферат соответствует содержанию диссертации, а

прилагаемые к диссертации документы подтверждают ее практическую значимость. Отмечено, что представленная работа соответствует требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук (п. 9 Положения ВАК), и специальности 05.02.18– Теория механизмов и машин, а ее автор, Скворцов Сергей Александрович,- заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по данной специальности.

В качестве замечаний отмечено следующее: 1. Не рассмотрены вопросы выбора геометрических размеров звеньев из условий прочности, жесткости; 2. Не рассмотрены вопросы углов давления в предлагаемых механизмах; 3. Не рассмотрены динамические свойства механизмов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высоким профессиональным уровнем, специализацией и сферой научных интересов, соответствующих теме и профилю представленного на защиту диссертационного исследования, что подтверждается публикациями в высокорейтинговых научных журналах.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, из них 4 работы, опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки России. Другие публикации представлены в виде двух докладов, опубликованных в трудах международных симпозиума и конференции, одной статьи в журнале «РИТМ Машиностроения» и 5 патентов РФ (1 патент РФ на изобретение и 4 патента РФ на полезную модель). Общий объем опубликованных по теме диссертации работ – 5,55 п.л., авторский вклад – 2,45 п.л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Бюшгенс А. Г. Структурный анализ механизмов параллельной структуры с круговой направляющей и шестью степенями свободы / А. Г. Бюшгенс, В. А. Глазунов, Л. Е. Зайчик, С. А. Скворцов // Справочник. Инженерный журнал. –2014. –№ 2. –С. 13 –19. (0,65 п.л./0,16 п.л.);

2. **Скворцов С. А.** Кинематический анализ пространственных механизмов параллельной структуры с круговой направляющей и четырьмя кинематическими цепями / **С. А. Скворцов** // Справочник. Инженерный журнал. –2016. –№ 5. –С. 16 –21. (0,6 п.л./0,6 п.л.);

3. **Скворцов С. А.** Динамический анализ механизма параллельной структуры, выполняющего поступательные перемещения / **С. А. Скворцов, А. Е. Лысогорский, В. А. Глазунов** // Известия Юго-Западного государственного университета. –2015. –№ 2. –С.70 –79. (0,7 п.л./0,23 п.л.);

4. **Скворцов С. А.** К анализу особых положений и динамических свойств механизмов параллельной структуры / **С. А. Скворцов, С. М. Демидов, В. А. Глазунов, А. В. Календарев** // Справочник. Инженерный журнал. –2015. –№ 5. –С. 23 –29. (0,65 п.л./0,16 п.л.).

На автореферат поступило 11 (одиннадцать) положительных отзывов:

1. От начальника НТЦ научно-производственного комплекса, профессора МФТИ, д.т.н. Владимира Дмитриевича Вермея и начальника сектора НТЦ научно-производственного комплекса, к.т.н. Константина Александровича Деева, ФГУП «ЦАГИ», г. Москва. Без замечаний.

2. От заведующего кафедрой «Теория механизмов и машин», к.т.н. Евграфова Александра Николаевича и доцента кафедры «Теория механизмов и машин», к.т.н. Терешина Валерия Алексеевича, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург. Замечания: 1) На стр. 13 радиус окружности шарниров выходного звена $r=0,95$, координаты точек A_i записаны в формуле (1). Но корень из суммы квадратов пар проекций равен 0,88, а не 0,95. На стр. 13 определены q_i непонятно для каких $x, y, z, \alpha, \beta, \gamma$. На стр. 15 после подстановки $\Delta V=[0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0, 1]^T$ в матричное уравнение равенства не получается; 2) На стр. 10 и 11 необходимо пояснить из каких «конструктивных соображений» допустимые углы составляют $12^\circ, 120^\circ, 11^\circ$ и 22° . На стр. 15 не понятна конструкция кинематической цепи с поступательной парой, у которой $L_{min}=0,2$ м, $L_{max}=0,2$ м; 3) На стр. 12 ошибочно записано векторное произведение больше нуля. На стр.

19 дана весьма вольная запись векторного произведения без единичных ортов;

4) Необходимо указать на недостатки механизмов с малым количеством кинематических цепей; 5) На стр. 14 столбец V называется абсолютными скоростями центра выходного звена, но столбец V содержит шесть компонент.

Приведенные замечания в основном носят характер опечаток.

3. От заведующего кафедрой «Основы проектирования машин», д.т.н., профессора Чукарина Александра Николаевича, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», г. Ростов-на-Дону. Без замечаний. Высказано пожелание в части добавления параметров трибологических характеристик или оценки их роли.

4. От заведующего отделом Астрокосмического центра, к.т.н. Юрия Николаевича Артеменко, ФГБУН Физический институт им. П.Н. Лебедева, г. Москва. Замечание: «Из автореферата нет возможности получить полное представление о взаимном соотношении между параметрами механизмов и формой рабочей зоны».

5. От доцента кафедры «Техническая механика», к.т.н. Рябова Владимира Анатольевича, ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Москва. Замечание к автореферату: «судя по автореферату, в работе мало уделяется внимания вопросам точности разрабатываемых механизмов, хотя эта характеристика очень важна при работе таких механизмов».

6. От директора ООО Производственная фирма «Логос» (г. Москва), к.т.н. Ильинского Николая Ивановича. В качестве замечания к автореферату отмечено, что в работе не уделяется внимания вопросам определения углов давления в разрабатываемых механизмах.

7. От заведующего кафедрой «Автоматизация и робототехника», к.т.н. Гебель Елены Сергеевны, ФГБОУ ВО «Омский технический университет». Вопросы и замечания к автореферату: «...не поясняется, каким образом для рассматриваемого механизма автор решил задачу о положениях; возникает вопрос, чем обосновывается смена знака в формуле (3) для определения угла положения каретки на плоскости.»; имеющееся на стр. 11 указание на методику

проверки ограничения («векторное произведение меньше нуля») не раскрывает механизм расчета.».

8. От заведующего кафедрой механики и гидромеханики, д.т.н., профессора Юрия Владимировича Гурьева, ВМПИ ВУНЦ ВМФ ВМА «Военно-морская академия», г. Пушкин (г. Санкт-Петербург). Основные замечания в отзыве на автореферат: нет ссылок на современное состояние тренажеростроения в области транспорта; не представлены результаты определения рационального количества параллельных кинематических цепей, обеспечивающих более полную имитацию поведения транспортного средства; отмечено, что в диссертации разработаны «методики итерационного решения прямых задач о положениях механизмов параллельной структуры с круговой направляющей на основе дифференцирования уравнений связи», но дифференциальные уравнения связи и способы дифференцирования не приведены в автореферате; указано, что в работе выполнен кинематический анализ механизмов, но в автореферате не отмечено какими методами выполнялся этот анализ.

9. От заведующего кафедрой «Теория механизмов и машин, детали машин и проектирование технологических машин», д.т.н., профессора Корабельникова Андрея Ростиславовича, ФГБОУ ВО Костромской государственный университет», г. Кострома. Замечания к отзыву на автореферат: при формулировке цели работы, необходимо более четко формулировать требования к разрабатываемым механизмам и их возможностям; исходя из постановки задачи, разрабатываемый механизм должен работать в интенсивном динамическом режиме и автору следовало бы рассмотреть некоторые задачи, связанные с анализом его динамики.

10. От заведующего кафедрой «Теоретическая механика», д.т.н., профессора Смелягина Анатолия Игоревича, ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар. Замечания к отзыву на автореферат: в главе 2 автор проводит структурный анализ ряда механизмов параллельной структуры с круговой направляющей, в основу которых положено применение одной лишь структурной формулы Сомова-

Малышева, что, как известно, является необходимым, но не достаточным условием проверки корректности структуры механизма; в главе 3 автором определены наименьший угол между штангой и нормалью к плоскости XOY и угол между штангой и нормалью выходного звена, с которой связана подвижная система отсчета, однако не вполне понятно на основании каких критериев рассчитаны их предельные численные значения; в работе отсутствует динамический анализ исследуемого устройства.

11. От доцента ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», д.т.н. Петрешина Дмитрия Ивановича. Замечания: 1. В автореферате автор не раскрывает, как была решена задача разработки алгоритма и программы решения обратных задач. В чём оригинальность и новизна предложенного алгоритма решения обратной задачи и в чём оригинальность программы? 2. Как влияют размеры звеньев механизма с круговой направляющей на его динамические характеристики? 3. Какие значения максимальной угловой скорости и ускорения будут для реального механизма с круговой направляющей и от чего они зависят?

В Дискуссии приняли участие члены диссертационного совета; д.т.н., проф. Асташев В.К., д.т.н., проф. Пановко Г.Я., д.т.н., проф. Тимофеев Г.А.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

-разработаны: новая методика структурно-геометрического синтеза механизмов параллельной структуры с круговой направляющей, позволившая выявить геометрические особенности построения этих устройств при разном количестве и виде кинематических цепей; новые алгоритмы и программы решения обратных задач о положениях и построения рабочих зон механизмов параллельной структуры с круговой направляющей с учетом конструктивных ограничений при разном количестве и виде кинематических цепей;

-предложен оригинальный подход к решению обратной задачи о положениях механизмов параллельной структуры с круговой направляющей, в котором для определения рабочей зоны используются аналитически решаемые уравнения;

-доказана эффективность метода Анджелеса-Госслена при итерационном решении прямой задачи о положениях для механизмов параллельной структуры с круговой направляющей, который позволяет провести кинематический анализ, включающий задачу о скоростях;

-выявлены новые функциональные характеристики механизмов параллельной структуры с круговой направляющей и четырьмя кинематическими парами.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Разработаны основы структурного синтеза механизмов параллельной структуры с круговой направляющей, а также выявлены геометрические особенности построения этих устройств при разном количестве и виде кинематических цепей.

Разработаны методики решения обратных задач о положениях механизмов параллельной структуры с круговой направляющей и различными кинематическими цепями, а также найдены рабочие зоны этих устройств с учетом конструктивных параметров.

Разработаны методики итерационного решения прямых задач о положениях механизмов параллельной структуры с круговой направляющей на основе дифференцирования уравнений связей и решения задачи о скоростях этих устройств.

Проведено теоретическое обоснование расположения кинематических цепей механизма для исключения особых положений. Изготовлен натурный образец и определены его функциональные возможности.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что по результатам работы были получены 5 патентов (одно на изобретение и четыре на полезную модель).

1. Патент РФ на изобретение № 2525466. / Бюшгенс А. Г., Глазунов В. А., Григорьев Е. Н., Зайчик Л. Е., Попов Д. А., Скворцов С. А. Пространственный механизм с шестью степенями свободы. Заявка 2013112619/02, 21.03.2013. Оп. 20.08.2014. Бюл. № 23. – 4 с.

2. Патент РФ на полезную модель № 133044. / Бюшгенс А. Г., Глазунов В. А., Григорьев Е. Н., Зайчик Л. Е., Попов Д. А., Скворцов С. А. Пространственный механизм с шестью степенями свободы. Заявка 2013112620/02, 21.03.2013. Оп. 10.10.2013. Бюл. № 28. – 4 с.

3. Патент РФ на полезную модель № 160127. / Чунихин А. Ю., Глазунов В. А., Скворцов С. А., Духов А. В. Пространственный механизм с пятью степенями свободы. Заявка 2015106848/02, 27.02.2015. Оп. 10.03.2016. Бюл. № 7. – 4 с.

4. Патент РФ на полезную модель № 160612. / Глазунов В. А., Ласточкин А. Б., Рашоян Г. В., Скворцов С. А., Шевченко Е. Ф. Пространственный механизм с шестью степенями свободы. Заявка 2015145199/11, 21.10.2015. Оп. 27.03.2016. Бюл. № 9. – 4 с.

5. Патент РФ на полезную модель № 164757. / Глазунов В. А., Левин С. В., Шалюхин К. А., Скворцов С. А. Манипулятор параллельной структуры с шестью степенями свободы. Заявка 2015149475/02, 18.11.2015. Оп. 10.09.2016. Бюл. № 25. – 4 с.

Разработана методика исследования кинематических свойств механизмов параллельной структуры с круговой направляющей для тренажеров подготовки водителей наземных, пилотов воздушных и космических транспортных средств.

Разработана натурная модель тренажера, которая позволяет моделировать процесс движения автомобиля или самолета в различных режимах.

Результаты диссертационной работы приняты к разработке перспективных моделей тренажеров в ПФ «ЛОГОС», что подтверждено справкой о внедрении.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

-для экспериментальных работ: теоретические результаты подтверждены натурными и численными экспериментами, а также найдены размеры и форма рабочей зоны и выявлено отсутствие сингулярностей в рабочей зоне модели тренажера;

-теория построена на использовании общепринятых допущений, строгости математических выкладок, основанных на фундаментальных законах механики и теории механизмов;

-идея базируется на обобщении передового опыта, накопленного в отечественном и зарубежном тренажеростроении с применением пространственных механизмов параллельной структуры;

-использованы авторские экспериментальные данные для подтверждения теоретических результатов, а именно: области работоспособных состояний, предельных допустимых положений выходного звена относительно неподвижной платформы;

-использованы строгие математические выкладки, основанные на фундаментальных законах механики, теории машин и механизмов, методов винтового исчисления, аналитической геометрии и компьютерного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в разработке методики структурно-геометрического синтеза механизмов параллельной структуры с круговой направляющей; решении задачи о положениях выходного звена механизмов параллельной структуры с круговой направляющей с учетом конструктивных ограничений; выполнении кинематического анализа, включая решение задачи о скоростях; участии в разработке и исследовании натурного образца механизма для тренажера (испытательного стенда).

Основные результаты диссертационной работы докладывались лично соискателем на научных форумах: Международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию ИМАШ РАН (Москва, 2013, ИМАШ РАН), Международном семинаре по ТММ им. И.И. Артоболевского (Москва, 2015, ИМАШ РАН), на Международном симпозиуме по сильно-нелинейным системам (Москва, DYVIS-2015), на семинаре по автоматизации производственных процессов в Пензенском государственном университете (г. Пенза, 2015 г.), на семинаре кафедры робототехники в МГТУ «СТАНКИН» (г. Москва, 2016 г.). Личный вклад соискателя также состоит в подготовке публикаций и заявок на патенты по выполненной работе.


Диссертационный совет отмечает, что диссертация Скворцова Сергея Александровича является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научно-технической задачи, имеющей существенное значение для теории и практики разработки механизмов параллельной структуры, в т.ч. тренажеров с круговой направляющей, и соответствует паспорту специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин

Диссертация отвечает требованиям, установленным пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, в редакции с изменениями, утв. Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335).

На заседании 25 апреля 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Скворцову С.А. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 16 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 16, против присуждения учёной степени – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель
диссертационного совета,
д.т.н., профессор

 Асташев Владимир Константинович

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.т.н., доцент



 Бозров Виктор Маирович

Дата оформления Заключения 27 апреля 2017 г.