

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.075.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
МАШИНОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 28.09.2021 г., протокол № 16

О присуждении **Слободзяну Никите Сергеевичу**, гражданину
Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Прецизионное управление линейным приводом механизма с параллельной структурой космического применения» по специальности 05.11.16 – «Информационно-измерительные и управляющие системы (в машиностроении)» принята к защите 27 апреля 2021 года (протокол заседания № 15) диссертационным советом Д 002.075.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук (ИПМаш РАН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 199178, Санкт-Петербург, Большой пр. В.О., д. 61, в соответствии с приказом о создании диссертационного совета № 930/нк от 14 июля 2016 года Министерства образования и науки Российской Федерации.

Соискатель Слободзян Никита Сергеевич, «17» июля 1992 года рождения, в 2016 г. с красным дипломом окончил магистратуру по специальности 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова). В 2020 г. завершил обучение в очной аспирантуре при БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, работает старшим преподавателем каф. «Системы приводов, мехатроника и робототехника» и научным сотрудником научно-исследовательской лаборатории «Робототехнические и мехатронные системы» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Диссертация выполнена в научно-исследовательской лаборатории «Робототехнические и мехатронные системы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова».

Научный руководитель – кандидат технических наук Коротков Евгений Борисович, доцент, доцент кафедры «Системы приводов, мехатроника и робототехника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова».

Официальные оппоненты:

– Хейло Сергей Валерьевич, доктор технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой теоретической и прикладной механики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»;

– Белоножко Павел Петрович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры РК-6 «Системы автоматизированного проектирования» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана (национальный исследовательский университет)»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное научное учреждение «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК), г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном Даляевым Игорем Юрьевичем, кандидатом технических наук, заместителем главного конструктора; Шардыко Игорем Вячеславовичем, научным сотрудником; Спасским Борисом Андреевичем, кандидатом технических наук, ученым секретарем, указала, что

работа посвящена актуальной теме – разработке методов повышения точностных характеристик линейных приводов механизма с параллельной структурой (МПС) типа «гексапод» и самого МПС космического применения. Работа имеет высокую практическую и научную значимость и является завершенной научно-исследовательской работой. К достоинствам работы отнесены корректность использования математического аппарата, последовательность и тщательность при проведении аналитических, численных и экспериментальных исследований. Конкретное личное участие автора в получении результатов диссертации заключается в том, что автором разработаны методы, алгоритмы и системы управления линейным приводом и

гексаподом, разработаны конечно-элементные и компьютерные имитационные модели привода, выполнены моделирование и экспериментальные исследования работы линейного привода, разработаны программная и аппаратная составляющие исследовательского комплекса (стенда).

Отмечается, что диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ №842 от 24.09.2013, а ее автор, Н.С. Слободзян, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 – «Информационно-измерительные и управляющие системы (в машиностроении)».

Соискатель имеет 48 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 24 печатных работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ (5 работ входят в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, 1 работа входит в международную реферативную базу данных Scopus). Соискатель по теме диссертации имеет 4 свидетельства о государственной регистрации программ, а также статьи из сборников РИНЦ.

Основные результаты автором апробированы в полной мере и соответствуют содержанию диссертации. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, вида, авторского вклада и объема научных изданий.

Наиболее значительными работами Слободзяна Н.С. являются:

1. Слободзян Н.С. Позиционное управление линейным приводом мехатронного устройства с параллельной кинематикой // Вопросы радиоэлектроники. 2020. № 9. С. 6-13. **(ВАК)**

2. Джукич Д.Й., Жуков Ю.А., Коротков Е.Б., Мороз А.В., Слободзян Н.С. Цифровое управление гексаподом на основе обратной модели динамики с реализацией на радиац. стойком ARM-микроконтроллере // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 7. С. 103-110. **(ВАК)**

3. Жуков Ю. А., Коротков Е. Б., Слободзян Н. С. Система управления механизмом с параллельной кинематикой для перемещения бортовых приборов КЛА на базе современного отечественного радиационно-стойкого микроконтроллера с процессорным ядром Cortex-M4F // Вопросы радиоэлектроники. 2017. № 7. С. 48-53. **(ВАК)**

4. Горбунов А. В., Коротков Е. Б., Слободзян Н. С. Высокоточная система наведения и ориентации космических бортовых приборов на базе гексапода с пространственным датчиком положения // Вопросы радиоэлектроники. 2017.

№ 7. С. 42-48. (ВАК)

5. Горбунов А.В., Коротков Е.Б., Леканов А.В., Матвеев С.А., Слободзян Н.С., Яковенко Н.Г. Опыт разработки системы управления механизмами с параллельной структурой типа "гексапод" для позиционирования и наведения крупногабаритных объектов информационных космических платформ // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 7. С. 111-123. (ВАК)

6. Matveev S.A., Korotkov E.B., Slobodzyan N.S., Zhukov Yu.A., Kiselev A.A. Precision Control of the 6-DOF Parallel Kinematic Mechanism of Space Application Based on Compensation of Kinematic and Temperature Errors // Russian Aeronautics. 2020. Vol 63. P. 187-196. (Scopus)

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

7. Свидетельство РФ № 2020666080. Программное обеспечение системы управления вентильным приводом с наблюдателем состояния / Слободзян Н.С., Кузнецова З.А., Гончаров В.О., Киселев А.А. Заявка № 2020665368 от 26.11.2020. Оpubл. 04.12.2020.

8. Свидетельство РФ № 2018661587. Программное обеспечение системы управления гексаподом / Жуков Ю.А., Киселев А.А., Надежин М.И., Слободзян Н.С. Заявка № 2018618378 от 06.08.2018. Оpubл. 10.09.2018.

9. Свидетельство РФ № 2018660149. Программное обеспечение стенда для испытаний линейных приводов / Акулов О.И., Целищев И.А., Комаров С.А., Слободзян Н.С. Заявка № 2018618066 от 17.08.2018. Оpubл. 17.08.2018.

10. Свидетельство РФ № 2020663044. Программное обеспечение аппаратного комплекса для калибровки линейных приводов / Слободзян Н.С., Коротков Е.Б. Заявка № 2020618417 от 31.07.2020. Оpubл. 22.10.2020.

На диссертацию и автореферат поступило **7 положительных отзывов** от следующих специалистов.

1. Профессор кафедры технологии машиностроения, руководитель НИИ робототехники и систем управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова», д.т.н., профессор Рыбак Лариса Александровна.

Указаны замечания:

– Автор детально исследована динамика линейного привода рассматриваемой системы в одномерной постановке, однако, учитывая связанность приводов, характерную для механизмов параллельной структуры, следовало бы оценить динамику гексапода по всем шести координатам.

– Из автореферата не ясно, каким образом выбирались конкретные настроечные параметры ПИ и ПД-регуляторов в контурах управления приводом, от этого, как известно, зависит качество управления (точность,

быстродействие и т.д.).

– Следует отметить некоторые неточности в автореферате в плане принятой терминологии, например, «механизм параллельной структуры» (см., например, работы Крайнева А.Ф., Глазунова В.А. и т.д.).

2. Ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, д.т.н. Серков Николай Алексеевич.

– Из материалов автореферата не понятно, проводилось ли при выборе варианта структуры и конструкции линейного привода сравнение с другими типами исполнительной части или структура привода была установлена изначально?

– В материалах автореферата, касающихся точности позиционирования, приводятся данные только для прямого хода и нет данных при обратном ходе (рис. 10), по которым оценивается зазор (величина «обратного хода»).

– Из автореферата не вполне понятно, каким образом учитываются эксплуатационные ограничения на компонентную базу при разработке алгоритма и системы управления линейного привода.

3. Директор Отраслевого центра крупногабаритных трансформируемых механических систем – заместитель генерального конструктора по механическим системам АО «Информационные спутниковые системы им. ак. М. Ф. Решетнева», к. ф.-м. н., профессор Халиманович Владимир Иванович.

– В автореферате указано, что предельно высокая разрешающая способность радиотелескопов современных космических обсерваторий определяет высокие требования к точности работы устройства его наведения, однако численные значения точностных показателей не указаны. Следовало привести конкретные значения пределов разрешения существующих или разрабатываемых телескопов.

– Результаты конечно-элементного моделирования на рисунке 3б) представлены в чернобелом виде, что затрудняет оценку. Для наглядности следовало изменить представление результатов в виде шкалы с оттенками серого цвета.

– В автореферате не представлены численные значения параметров, при которых выполнено моделирование работы линейного привода.

4. Начальника сектора АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», к.т.н. Епифанов Олег Константинович.

– Не приводятся сведения о сопоставлении полученных результатов с результатами в опубликованных работах по созданию линейных электроприводов актуаторного типа микронной и субмикронной точности и их систем управления Владимирского государственного университета под

руководством д.т.н. В.В. Козырева, АО «КБСМ» под руководством В.Г. Гиммельмана, ФГБУ «ИПМаш» РАН и ФГБУ «ФИАН» РАН по РТ-70 под руководством А.Н. Артеменко и др.

- Отсутствуют теоретические и экспериментальные сведения (данные) о неизбежно возникающих погрешностях линейного электропривода актуаторного типа от переменных люфтов, нежесткости и ортогональных нагрузок при реверсивных движениях его выходного штока, в т.ч. при изменении окружающей температуры и наклона платформы гексапода.

- Исключение датчика (измерителя) положения выходного штока линейного электропривода влечет за собой исключение обратной связи по его возвратно-поступательному линейному перемещению и соответственно отсутствие информации о его фактическом местоположении — это больше недостаток, чем достоинство для системы управления гексаподом.

- Утверждение на стр. 14 касательно того, что основанием для применения наблюдателя в виде расширенного фильтра Калмана вместо датчика углового положения вала электродвигателя является его низкая точность для замыкания электропривода в вентильном режиме, никак не обосновано и по видимому ошибочно.

- Отсутствуют результаты исследований, вносимых в работу линейного электропривода погрешностей волнового редуктора при изменении нагрузки на него и температуры окружающей среды.

- Компенсация программно-алгоритмическими средствами системы управления линейным электроприводом его детерминированных инструментальных и технологических погрешностей, а также их изменений и возникающих дополнительных погрешностей в следствии воздействия внешних факторов условий эксплуатации, предполагает обеспечение высокой, в т.ч. временной, стабильности конструкции линейного электропривода для обеспечения повторяемости указанных погрешностей и детерминированности их изменений. В противном случае либо предложенные соискателем программно-алгоритмические средства компенсации будут неэффективны, либо для каждого образца линейного электропривода будет необходим свой набор параметров для такой компенсации. Соискателем эти проблемные вопросы не упомянуты.

- При исключении в линейном электроприводе датчика (измерителя) положения его выходного штока и управление его перемещением по функции времени предполагает за время его работы в составе бортовой аппаратуры космического аппарата накопление погрешности перемещения - в автореферате не приведена информация о методике (способе) ее уменьшения или исключения.

5. Начальник отдела АО «НИИ командных приборов», к.т.н. Якимовский Дмитрий Олегович.

- В автореферате не приведены достигнутые динамические характеристики линейного привода, не указан диапазон рабочих скоростей.

- Приведены результаты экспериментальных исследований работы привода только для диапазона температур от 15,1 °С до 33,8°С (рисунок 10).

- Отдельные места автореферата недостаточно отредактированы. Например, рисунки 8 и 9 нуждаются в пояснениях о изображенных на них зависимостях и соответствии их заданным требованиям.

- Не указана роль диссертанта в совместных публикациях

6. Руководитель направления Департамента систем управления надежностью ООО «Автоматика-сервис», к.т.н. Градовцев Алексей Андреевич.

- Из материалов автореферата не вполне понятно, почему позиционирование и наведение крупногабаритной нагрузки целесообразно выполнять именно по отдельности и поочередно для каждой координаты вектора положения и ориентации подвижной платформы механизма.

- В автореферате указано, что, применяя подчиненное регулирование координат, удастся обеспечить устойчивость системы управления. Следует охарактеризовать данный параметр численными значениями (запасами устойчивости по фазе и амплитуде), например, для линеаризованной возле рабочей точки модели линейного привода с системой управления.

- На рисунке 3 автореферата приведены результаты конечно-элементного моделирования температурных ошибок линейного привода, однако из рисунка непонятно, для равномерного или неравномерного температурного поля выполнено конечно-элементное моделирование.

7. Заместитель генерального конструктора по программно-целевому развитию АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс», д.т.н., профессор Балашов Виктор Михайлович.

- В автореферате дано утверждение: «существенные составляющие ошибок позиционирования и наведения подвижной платформы механизма сосредоточены в основном в его линейных приводах», что требует дополнительных пояснений и обоснования.

- Формулировка «расширенный фильтр Калмана достаточно точно оценивает переменные состояния», требует более ясного и конкретного определения. В автореферате не показано, какая точность оценки обеспечивается, в каких режимах, при каких неопределенностях и параметрах возмущений.

– Указанное в автореферате утверждение, что точность в десятки микрометров и десятков угловых секунд платформы механизма с параллельной структурой приводит к требованиям по погрешности привода не более 2 мкм, нуждается в расширенном пояснении.

Во всех отзывах указывается, что автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 – «Информационно-измерительные и управляющие системы (в машиностроении)».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты являются компетентными и авторитетными учёными в области исполнительных механизмов параллельной структуры, а ведущая организация является одним из крупнейших научных центров в области исследований и создания средств робототехники, технической кибернетики и мехатроники (в т.ч. космического применения), в котором работали и работают такие авторитетные в данной области учёные, как заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор Е.И. Юревич, член-корреспондент РАН В.А. Лопота, д.т.н. А.В. Лопота, к.т.н. И.Ю. Даляев, и многие другие.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработана** методика оценки погрешности линейного привода механизма с параллельной структурой космического применения, отличающаяся тем, что с целью повышения точностей работы привода без датчиков непосредственного (прямого) измерения линейного положения штока и механизма типа «гексапод» без датчиков пространственного положения платформы позволяет выделить доминирующие источники ошибок, проанализировать их влияние, осуществить выбор методов и разработку алгоритма прецизионного управления;

– **разработаны** алгоритм и система прецизионного управления линейным приводом, использующие в отличие от известных решений сочетание методов идентификации и компенсации влияния нескольких источников погрешности: систематической ошибки механической части линейного привода за счет априорного формирования таблицы поправок; температурных ошибок при однородном и неоднородном температурном поле привода за счет применения датчиков температуры в характерных точках; ошибок, связанных с действием статической и динамической нагрузки за счет идентификации упругой деформации с помощью наблюдателя состояния. Экспериментально продемонстрировано в ограниченном диапазоне температур преимущество применения алгоритма и системы прецизионного управления,

обеспечивающих снижение погрешности привода более, чем в 12 раз до $\pm 2,5$ мкм.

– **разработаны** алгоритм и система управления механизмом с параллельной кинематикой типа «гексапод», отличающиеся тем, что позволяет без использования датчиков положения подвижной платформы повысить динамическую точность наведения полезной нагрузки и ограничить динамические возмущения объекта управления и несущей платформы космического аппарата за счет применения метода планирования траектории движения платформы в пространстве декартовых координат и управления гексаподом в пространстве обобщенных координат линейных приводов путем объединения с системами прецизионного управления приводов. Методом имитационного компьютерного моделирования для различных траекторий движения и динамических ограничений продемонстрирована высокая динамическая точность движения платформы с погрешностями на уровне ± 30 угл. секунд по угловым координатам и ± 40 мкм по линейным координатам.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **выполнен** комплексный анализ основных источников погрешности работы механизмов с параллельной структурой и входящих в их состав линейных приводов космического применения; выделены наиболее существенные источники погрешности приводов, выполнена оценка величин соответствующих ошибок; представлены и обоснованы аналитические формулы для расчета тепловых деформаций при неравномерном и равномерном тепловом поле линейного привода, определения параметров аналитических выражений для вычисления компенсационных воздействий;

– **предложены** и обоснованы методы компенсации систематической погрешности шарико-винтовой передачи и упругой механической деформации привода; разработан алгоритм прецизионного управления линейным приводом, включающий методы компенсации основных источников погрешности: систематической ошибки механической части, температурных ошибок, упругих деформаций элементов привода;

– **предложена** структурная схема системы управления линейным приводом механизма с параллельной структурой, позволяющая: оценивать параметры шагового двигателя, величину вязкого трения привода, а также линейное положение, скорость и нагружающее осевое усилие; осуществлять подчиненное регулирование координат положения, скорости и тока (усилия) линейного привода без применения датчика углового положения; выполнять разработанный алгоритм прецизионного управления линейным приводом;

– **предложены** алгоритм и предложена структурная схема системы управления механизмом с параллельной структурой типа «гексапод» в

пространстве обобщенных координат линейных приводов, позволяющие: планировать траекторию движения платформы гексапода с учетом заданных ограничений на динамические возмущения, действующие на объект управления и несущую платформу космического аппарата; обеспечить высокую статическую и динамическую точности позиционирования и наведения подвижной платформы механизма.

Значение полученных соискателем результатов исследования для **практики** подтверждается тем, что предложены схемы линейного привода, его системы управления, системы управления гексапода, готовые к практической реализации с учетом особенностей воздействия факторов космического пространства и ограниченной элементной базы. Полученные результаты, предложенные методы управления могут быть использованы при создании точных и надежных механизмов параллельной структуры, систем позиционирования, наведения, стабилизации и виброизоляции на их основе в различных областях техники: испытательные стенды, мехатронные исполнительные устройства, робототехнические системы для медицины и атомной промышленности и т.п.

Полученные результаты (алгоритм прецизионного управления линейным приводом, алгоритм траекторного управления гексаподом в пространстве обобщенных координат) внедрены соискателем в ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова при выполнении ряда научно-исследовательских работ, в т.ч. базовой части государственного задания «Разработка фундаментальных основ создания и управления группировками высокоскоростных беспилотных аппаратов космического и воздушного базирования и группами робототехнических комплексов наземного базирования» (код научной темы FZWF-2020-0013) при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, доп. соглашение от 09.06.2020 № 075-03-2020-045/2.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что в ходе исследования использовались:

- общепризнанные фундаментальные положения и методы теоретической и аналитической механики, динамики и кинематики машин, дилатометрии;
- общепринятые современные средства и методы проведения в ходе имитационного компьютерного и экспериментальных исследований;
- адекватные конечно-элементные модели линейного привода, работоспособность которых подтверждается аналитическими и экспериментальными исследованиями.

В ходе экспериментальных исследований результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость

результатов исследования в различных температурных условиях.

Личный вклад соискателя состоит в:

- непосредственном участии в формулировке и постановке целей и задач диссертационного исследования;
- разработке методов, алгоритмов и структуры систем управления линейным приводом и гексаподом в пространстве координат ЛП;
- подготовке моделей и выполнении конечно-элементного и численного моделирования линейного привода;
- разработке программного обеспечения и макета электронного модуля системы управления линейным приводом; разработке методики и алгоритмов программной части комплекса для идентификации систематической погрешности линейного привода и его калибровки;
- подготовке и проведении экспериментальных исследований точности линейного привода в т.ч. с применением разработанных алгоритмов компенсации;
- непосредственном участии в подготовке всех публикаций по представленной работе и апробации результатов исследования на основных всероссийских и международных конференциях.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- в работе указан довольно широкий температурный диапазон работы гексапода и его линейных приводов, однако не даны пояснения, чем обусловлены такие температурные перепады при реальной работе гексапода в составе космической обсерватории;
- в работе соискатель не исследовал их наличие для рассматриваемого механизма типа «гексапод». При этом появляется дополнительная задача вывода механизма из особых положений;
- в работе не выполнены сравнительные экспериментальные исследования точности гексапода, включающего линейные приводы с прецизионным управлением и без такового;
- для разработанной системы управления гексаподом не приведены результаты натурных испытаний по верификации предложенного алгоритма траекторного управления;
- в работе целесообразно было бы привести технико-экономические расчеты, подкрепляющие обоснованность предложенных автором технических решений по структуре линейного привода, системы управления приводом и гексапода космического применения.

Соискатель согласился с замечаниями и ответил на задаваемые ему в

ходе заседания вопросы, привел собственную аргументацию и указал, что исследование особых положений, а также натурная верификация предложенного алгоритма траекторного управления не являлись задачами диссертации и являются предметом будущих исследований соискателя.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842.

На заседании 28 сентября 2021 г. диссертационный совет принял решение: за новые научно обоснованные технические решения и разработки, а именно за **разработку** методики оценки погрешности линейного привода механизма с параллельной структурой космического применения, за **разработку** алгоритма и системы прецизионного управления линейным приводом, за **разработку** алгоритма и системы траекторного управления механизмом с параллельной кинематикой типа «гексапод» в пространстве обобщенных координат **присудить** Слободзяну Никите Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.11.16 – «Информационно-измерительные и управляющие системы (в машиностроении)».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за присуждение учёной степени – 14, против присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета Д 002.075.02,
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор



Беляев
Александр Константинович

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 002.075.02,
к.т.н.

Кучмин
Андрей Юрьевич

28.09.2021 г.