

Кафедра автоматике НГТУ и научные исследования её аспирантов

Д. Мяхор¹, А.Ю. Ивойлов¹, В.А. Жмудь^{1,2,3,4}

¹ Новосибирский государственный технический университет, Россия

² Институт лазерной физики СО РАН, Россия

³ Сибирский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Геофизической службы СО РАН

⁴ АО «Новосибирский институт программных систем»

Аннотация: Статья приводит сведения о некоторых научных исследованиях кафедры Автоматики НГТУ, выполненных силами аспирантов. Актуальность этих сведений обоснована часто задаваемыми вопросами о научных направлениях, о тематике исследований и о возможностях кафедры. Эти вопросы задают родители студентов, поступающих на направление подготовки «Управление в технических системах», также задают сами студенты, поступающие в бакалавриат, выпускники бакалавриата по другим направлениям, которые обдумывают целесообразность поступления в магистратуру на направление с таким же названием, а также выпускники любой магистратуры и специалитета, относительно близкой по профилю, с целью принятия решения о поступлении в аспирантуру «Системный анализ и управление».

Ключевые слова: автоматика, электроника, робототехника, научные исследования, балансирующий робот

ВВЕДЕНИЕ

Понятие «научная работа» в последнее время зачастую сводится к понятию «публикационная активность», или, во всяком случае, оценивается этим показателем. Многие публикации получаются в результате того, что какой-то ученый (или научный писатель) сидит за компьютером и набирает текст, а также строит графики, включает в статью фрагменты материалов из других публикаций, которые, к несчастью, доступны через сеть интернет так, что достаточно просто их скопировать и вставить затем в своё «творчески обработанное» якобы научное произведение. О подобных публикациях, в частности, писала комиссия РАН [1], [2], [3]. Действительно, как ещё может возникать этот поток статей? Каким образом можно обеспечить столь повышение публикационной активности представителей науки? И это с учетом того, что финансирование, мягко говоря, съёжилось.

Естественно, что по ряду направлений ничего ученому не требуется, кроме компьютера, каких-то простеньких программ на нём и выхода в интернет, ну ещё каких-то источников жизнедеятельности, чтобы не прекратить досрочно свое существование. Это то, что К. Маркс называл «жизненные потребности работника», т.е. еда, чтобы не умереть с голоду, вода, чтобы не умереть от жажды, ночлег и одежда. Однако большая часть научных исследований должна опираться на материальные основы. Если студент только нажимает на клавиши компьютера и двигает манипулятор «мышь», он не становится специалистом по техническим наукам (если не считать программистов). Требуется освоение

навыков разработки реальных аппаратных и программно-аппаратных средств. Всё же в связи с распространением систем автоматизированного проектирования (САПР, т.е. *Computer Aided Design, CAD*) очень много видов работ можно выполнить только на компьютере. С помощью компьютера можно разработать и полностью нарисовать электронную схему, можно также развести печатную плату, можно разработать любую объёмную деталь и рассчитать её прочность при различных нагрузках. Много можно сделать с помощью только компьютера, но студенты должны чему-то обязательно обучаться не виртуально, а реально. В ещё большей степени это относится к обучению в аспирантуре.

По этой причине представляются наиболее ценными с позиции их вклада в образовательный процесс такие исследовательские работы аспирантов, которые содействуют созданию новых программно-аппаратных или хотя бы чисто аппаратных технических средств, на которых можно проводить дальнейшие исследования, например, путем их модификации, или путем разработки последующих версий на основе анализа и понимания их принципов действия.

Аспирантура кафедры Автоматики НГТУ [4] разнообразна по направлениям, в ней присутствуют исследования, связанные с применением и разработкой новых программных средств, в том числе нейронных сетей, сетей Петри. Также имеются разработки методов и средств управления сложными объектами, включая адаптивные, разработка и исследование методов численной оптимизации и т.п. Однако безусловным флагманом исследований является исследование, связанные с созданием

новых робототехнических изделий с самым деятельным (определяющим) участием аспирантов. Данная статья даёт краткий обзор самых новейших результатов в этой области.

Раздел научной деятельности представлен на странице [5], где имеются видео о работе роботов, созданных с 2013 года. Данный раздел давно не пополнялся, поскольку основное внимание уделено опубликованию результатов работ в журналах. Поэтому размещение оригинальной информации на сайте может препятствовать опубликованию в журналах, так как все журналы сейчас проверяют поданные на опубликование материалы на предмет совпадений с уже опубликованными материалами; если авторы разместят материалы до опубликования, это может быть причиной отклонения этих материалов журналами и конференциями.

1. ПРОСТЕЙШАЯ МОДЕЛЬ БТС

Модели беспилотных транспортных средств (БТС) выполнены в нескольких версиях, они направлены на отработку проблем перемещения в ограниченном пространстве при наличии препятствий и обрывов. Модели БТС собраны на основе конструктора *LEGO*, с использованием ультразвуковых датчиков препятствий, которые также выявляют край поверхности (на модели – край стола), что позволяет своевременно скорректировать маршрут и избежать падения. Робот, показанный на *Рис. 1*, снабжен гусеничной тягой для передвижения и соответствующим устройством управления. Оснастка текущей версии модели включает направленный вниз ультразвуковой датчик, размещенный на вынесенной вперед штанге, которая позволяет сканировать поверхность в угле 180° по ходу модели. В случае обнаружения края стола робот прекращает прямое движение и поворачивает, выбирая новое направление движения в соответствии с генеральной задачей. Также робот снабжен датчиком цвета для определения места складирования груза и захватами для взятия груза. Моделью груза в данном случае служили деревянные кубики.

При переходе к реальному устройству, решающему практические задачи, отдельные элементы устройства будут исполнены в соответствующей аппаратной версии и с заменой соответствующих подпрограмм управления ими. Макро-алгоритм управления при этом будет наследовать часть апробированных на модели решений. А именно: метод поиска цели (груза, породы, снега и т.п.), метод формирования команд на изменение пути следования, поиск места выгрузки по заданным признакам или меткам, метод принятия решения к выгрузке.

Апробированные алгоритмы разработаны для обнаружения малых деревянных кубиков, размещенных на столе и имитирующих груз. Сборка их в ковш и выгрузка в специально отведенное место – цель действий робота.

После обнаружения блоков с помощью ультразвукового датчика робот останавливается, приближается к грузу (для чего исправляет направление своего движения). Если расположение груза соответствует позиции для применения захвата, включается захват, робот захватывает груз. Если же блок расположен с большим отклонением от курса, робот корректирует свое положение по отношению к грузу. В итоге захват груза всегда успешно обеспечивается.



Рис. 1. Модель робота на основе конструктора *LEGO NXT* с ультразвуковым датчиком и датчиком цвета; блок «груз» (слева) и место складирования (вверху)

После захвата блока робот движется в направлении места складирования, отыскивая метку этого места. Место складирования размечено белым прямоугольником с черным периметром. Эта метка отыскивается датчиком цветности. После того, как полученные сигналы от датчика цветности гарантируют, что груз находится в месте выгрузки, робот выгружает этот груз. Расположения грузов и мест выгрузки случайным образом менялись для практического исследования успешности и эффективности разработанных алгоритмов. Действия робота по алгоритму близки к действиям насекомых, образующих колонии при поиске и сборе добычи. Впоследствии планируется снабдить роботы системой глобального определения положения на столе с использованием укрепленной сверху веб-камеры, цветных маркеров и алгоритмов обработки изображений. Это позволит снимать карту поверхности и прокладывать запланированный путь с целью более эффективного сбора грузов. Внутреннее устройство этого робота показано на *Рис. 2*.

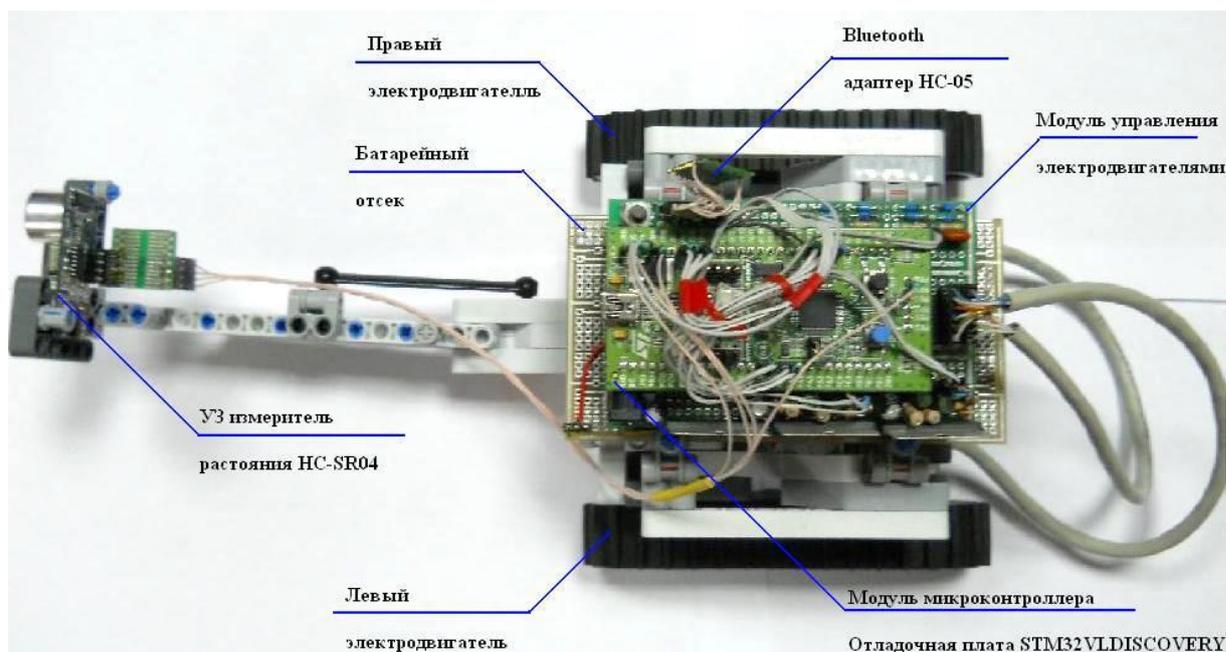


Рис. 2. Внутреннее устройство модели робота

2. БАЛАНСИРУЮЩИЙ РОБОТ

Одним из интересных направлений робототехники является создание устройств, обеспечивающих равновесие таких систем, которые без обратной связи это равновесие никак не поддерживали бы. Наиболее распространенным устройством этого вида является балансирующий робот, иначе называемый также перевернутым маятником или сигвеем. Внешний вид такого устройства, разработанного на кафедре Автоматики в НГТУ, показан на Рис. 3.

Это устройство представляет собой платформу, на которой размещены платы с управляющей и силовой электроникой. К платформе жестко крепятся статоры двигателей постоянного тока. Вал каждого двигателя соединен со своим колесом. Основной задачей системы стабилизации данного устройства является поддержание вертикального положения робота путем вращения колес.

Структурная схема этого робота приведена на Рис. 4. Исполнительными механизмами устройства являются два сервомотора *Lego NXT*. Данные устройства представляют собой двигатели постоянного тока со встроенными редуктором и квадратурным энкодером. Энкодеры имеют разрешение 180 импульсов на оборот, что позволяет оценивать относительный угол поворота вала двигателя с точностью не менее двух градусов. Управление каждым сервомотором осуществляется с помощью мостовой схемы, основанной на четырех полевых транзисторах и микросхемах драйверов транзисторов. Данная схема позволяет осуществлять управление вращением двигателя с возможностью реверса.

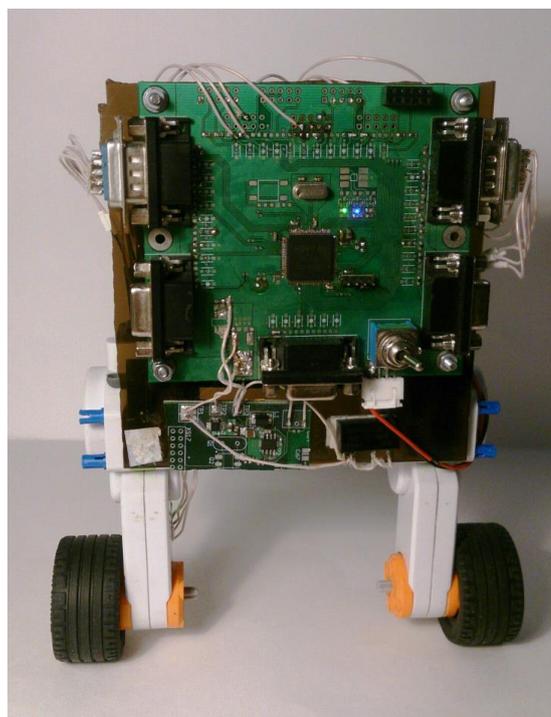


Рис. 3. Балансирующий робот, действующая модель, разработка кафедры Автоматики НГТУ

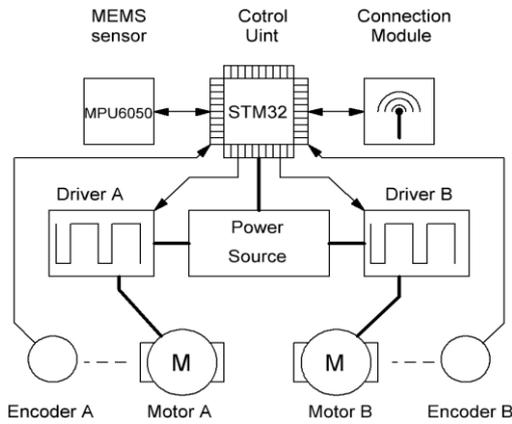


Рис. 4. Структурная схема робота

Для оценки угла отклонения робота от вертикали применяется измерительный модуль MPU6050, который содержит два трехосевых MEMS-датчика – акселерометр и гироскоп. На практике в системе стабилизации робота в настоящее время применяется только гироскоп. Ядром устройства является микроконтроллер STM32F205VET6 от STMicroelectronics. Управляющая программа микроконтроллера осуществляет сбор данных от датчиков системы и вычисляет управляющее воздействие системы стабилизации. Помимо описанных блоков, устройство включает так же блоки проводной и беспроводной передачи данных. Питание устройства осуществляется от двух Li-Ion-аккумуляторов. На Рис. 5 показана структурная схема системы управления этого робота.

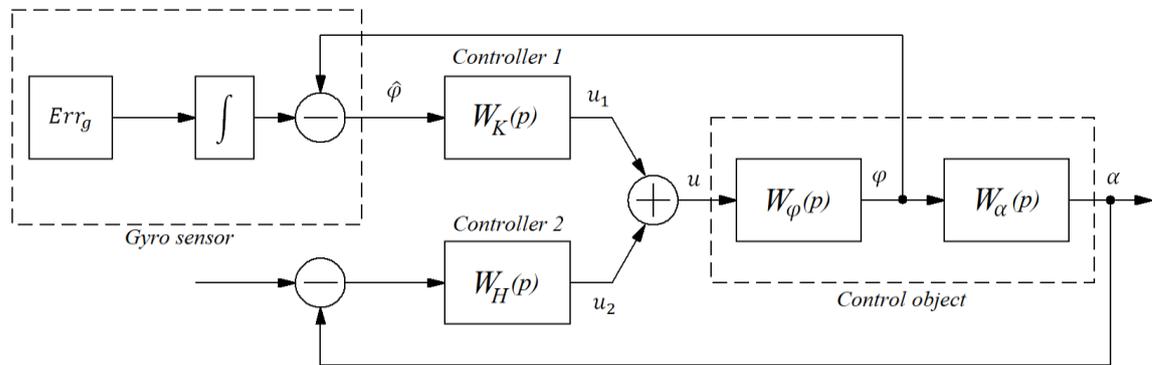


Рис. 5. Структурная схема системы управления

3. РОБОТ-ГЕКСАПОД «АНДРОМЕДА»

Шагающий робот с шестью конечностями (гекспаод) разработан с применением современных средств САПР. Эскизный проект показан на Рис. 6, а его реализация показана на Рис. 7. Этот робот полностью разработан аспирантом Дмитрием Мяхором.

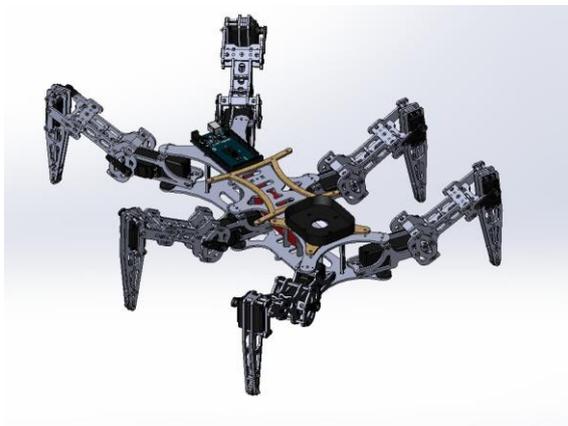


Рис. 6. Эскизный проект робота-гекспаода «Андромеда»

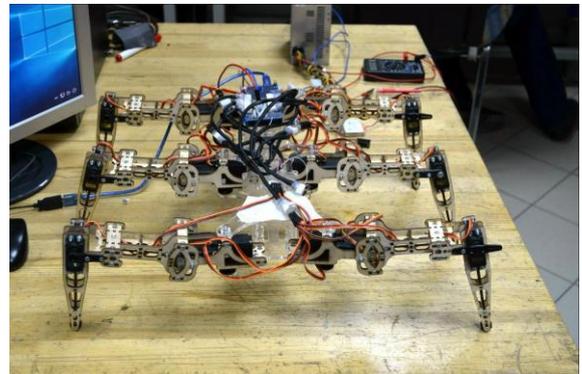


Рис. 7. Реализация проект Робота-гекспаода «Андромеда»

Видно, что реализация полностью соответствует эскизному проекту. Действующая модель содействует самостоятельной работе студентов, позволяет отработать программу управления таким роботом при движении его по разным видам поверхностей.

КОЛЕСНЫЙ РОБОТ ANDROBOT

Колесный робот также разработан полностью аспирантом Дмитрием Мяхором. Эскизный проект показан на Рис. 8, а его реализация показана на Рис. 9 и 10.

На Рис.11 показан пример электронных узлов для управления роботами, также разработанный аспирантом Дмитрием Мяхором.



Рис. 8. Эскизный проект колесного робота AndroBot

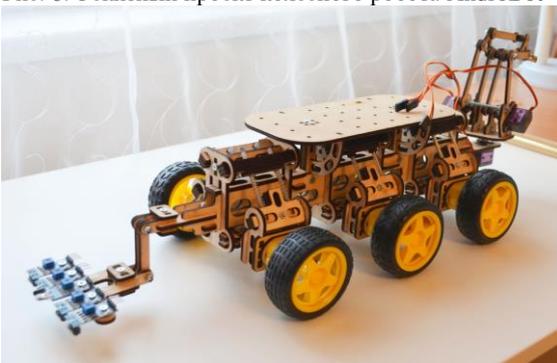


Рис. 9. Реализация проекта колесного робота AndroBot

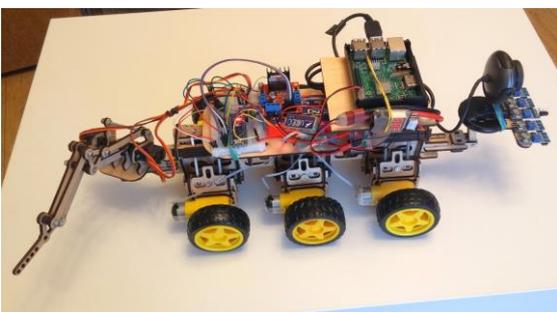


Рис. 10. Внутренняя структура колесного робота AndroBot

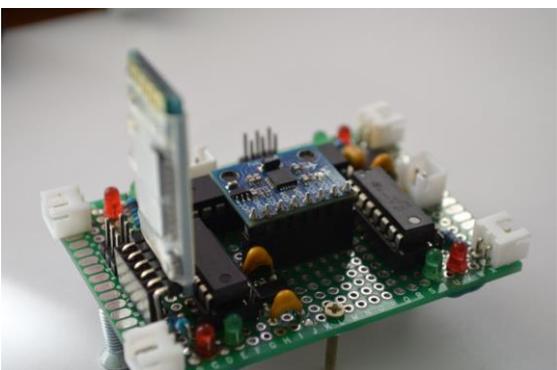


Рис. 11. Пример электронных узлов, разработанных аспирантами кафедры Автоматики

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программно-аппаратные разработки аспирантов кафедры демонстрируют высокую

квалификацию в различных смежных специальностях. Это относится и к механике, и к электронике, и к программированию, и к умению использовать различные САПР для проектирования, а также умение изготавливать спроектированные детали конструкции, например, методом трехмерной печати.

Все эти навыки получены на кафедре автоматики НГТУ или в аналогичных учебных заведениях такого же уровня, например, в частности, в ТПУ, в НГУ (поскольку выпускники этих университетов также поступают и успешно обучаются в аспирантуре на кафедре автоматики НГТУ).

Данная публикация не охватывает работы других аспирантов, такие, например, как программные и аппаратные средства для сейсмоисследований, выполненные аспирантом Терешкиным Д.О. (выпускник НГУ), а также исследования, выполненные, в основном, в области программного обеспечения и прикладной математики. Такие исследования также проводятся, и хотя они не формируют программно-аппаратной экспериментальной основы кафедры для дальнейших исследований, они являются работами в интересах экономики РФ, их результаты успешно используются научно-исследовательскими, высшими учебными и промышленными организациями.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сообщение Комиссии РАН по противодействию фальсификации научных исследований о результатах слушаний 1 октября 2019 г. <https://kpfran.ru/2020/01/06/soobshhenie-komissii-o-rezultatah-slushanij-1-oktyabrya-2019-g/>
- [2] Доклад Комиссии РАН по противодействию фальсификации научных исследований о хищных журналах и переводном плагиате. <http://www.sib-science.info/ru/ras/doklad-komissii-ran-12082020>
- [3] Иностранные хищные журналы в Scopus и WoS: переводной плагиат и российские недобросовестные авторы Комиссия РАН по противодействию фальсификации научных исследований, при участии А.А. Абалкиной, А.С. Касьяна, Л.Г. Мелиховой Москва 2020. <https://kpfran.ru/wp-content/uploads/plagiarism-by-translation-2.pdf>
- [4] Сайт кафедры Автоматики НГТУ. <http://ait.cs.nstu.ru/>
- [5] Сайт кафедры Автоматики НГТУ, раздел «Научная деятельность». <http://ait.cs.nstu.ru/content/nauchnaja-deyatelnost>



Дмитрий Александрович Мяхор – аспирант НГТУ, каф. Автоматики. Область научных интересов: шагающие роботы, роботы-балансировщики, колесные роботы, веб-разработка, 3D-дизайн в Solid Works, радиотехника.
E-mail: mydial2009@gmail.com



Андрей Юрьевич Ивойлов
– выпускник аспирантуры
кафедры Автоматики НГТУ.

E-mail: iau13hv@mail.ru

630073, Новосибирск,
просп. К.Маркса, д. 20



Вадим Жмудь - заведующий
кафедрой Автоматики
НГТУ, профессор, доктор
технических наук.
E-mail: oao_nips@bk.ru
630073, Новосибирск,
просп. К.Маркса, д. 20

Статья поступила 20.03.2021 г.

Department of Automation of NSTU and scientific research of its graduate students

D. Myahor¹, A. Ivoilov¹, V.A. Zhmud^{1, 2, 3, 4}

¹Novosibirsk State Technical University, Russia

²Institute of Laser Physics SB RAS, Russia

³Siberian Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Geophysical
Service of the SB RAS

⁴Novosibirsk Institute of Software Systems

Abstract: The article provides information about some scientific research of the Department of Automation of NSTU, carried out by the efforts of graduate students. The relevance of this information is justified by frequently asked questions about scientific directions, research topics and the capabilities of the department. These questions are asked by the parents of students entering the direction of training «Control in technical systems», also asked by the students themselves enrolling in the undergraduate program, graduates of the undergraduate program in other areas, who are considering the feasibility of entering the magistracy in the direction of the same name, as well as graduates of any magistracy and a specialist, relatively similar in profile, in order to make a decision on admission to graduate school «Systems Analysis and Control».

Key words: automation, electronics, robotics, scientific research, balancing robot

REFERENCES

- [1] Soobshcheniye Komissii RAN po protivodeystviyu fal'sifikatsii nauchnykh issledovaniy o rezul'tatakh slushaniy 1 oktyabrya 2019 g. <https://kpfran.ru/2020/01/06/soobshhenie-komissii-o-rezultatakh-slushaniy-1-oktyabrya-2019-g/>
- [2] Doklad Komissii RAN po protivodeystviyu fal'sifikatsii nauchnykh issledovaniy o khishchnykh zhurnalakh i perevodnom plagiate. <http://www.sib-science.info/ru/ras/doklad-komissii-ran-12082020>
- [3] Inostrannyye khishchnyye zhurnaly v Scopus i WoS: perevodnoy plagiat i rossiyskiye nedobrosovestnyye avtory Komissiya RAN po protivodeystviyu fal'sifikatsii nauchnykh issledovaniy, pri uchastii A.A. Abalkinoy, A.S. Kas'yana, L.G. Melikhovoy Moskva 2020. <https://kpfran.ru/wp-content/uploads/plagiarism-by-translation-2.pdf>
- [4] Sayt kafedry Avtomatiki NGTU. <http://ait.cs.nstu.ru/>
- [5] Sayt kafedry Avtomatiki NGTU, razdel «Nauchnaya deyatel'nost'». <http://ait.cs.nstu.ru/content/nauchnaya-deyatelnost>



Dmitry Myakhor is a post-graduate student of the 2nd year of study at Novosibirsk state technical University. Research interests: walking robots, balancing robots, wheeled robots, web development, 3D design in Solid Works, radio

engineering.

E-mail: mydial2009@gmail.com

630073, Novosibirsk,
str. Prosp. K. Marksa, h. 20



Andrey Ivoilov –
Former PhD-student of
Department of Automatics of
NSTU.
E-mail: iau13hv@mail.ru

630073, Novosibirsk,
srt. Prosp. K. Marksa, h. 20



Vadim Zhmud – Head of the
Department of Automation in
NSTU, Professor, Doctor of
Technical Sciences.
E-mail: oao_nips@bk.ru

630073, Novosibirsk,
str. Prosp. K. Marksa, h. 20

The paper has been received on 20/03/2021.