

П. А. Чемогинов, А. М. Макаров, В. И. Поцелуйко, В. Г. Барабанов

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА НА БАЗЕ МАКЕТА
ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА ТИПА «РУКА»**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: app@vstu.ru

Проводится экспериментальная разработка и изготовление прототипа роботизированной руки с пятью степенями подвижности для дальнейшего ее использования в качестве лабораторного стенда. Приведены описание экспериментального прототипа, принцип управления и анализ результатов.

Ключевые слова: роботизированная рука, учебные стенд, пять степеней подвижности, управление, прототип.

P. A. Chemogonov, A. M. Makarov, V. I. Potseluiiko, V. G. Barabanov

**DESIGN AND RESEARCH OF AN AUTOMATED LABORATORY STAND BASED
ON A PROTOTYPE OF THE "HAND" TYPE INDUSTRIAL ROBOT**

Volgograd State Technical University

Experimental development and production of a robotic arm prototype with five axis of motion is being carried out for further use as a laboratory bench. The description of the experimental prototype, the control principle, and the analysis of the results are given.

Keywords: Robotic arm, robotic hand, training simulator development, laboratory bench, five degree-of-freedom, five axis of motion, control, prototype.

В настоящее время мехатроника и роботизация набирает широкую популярность, роботы и роботизированные комплексы внедряются в технологический процесс, повышая качество производственного процесса [1]. Обучение студентов работе с современными роботами и робототехническими комплексами, способам их настройки, программирования и эксплуатации является важной и актуальной задачей, а создание недорогих работоспособных экспонатов

позволяет наглядно продемонстрировать на практике конструктивные особенности и принципы управления роботом [2–3].

Целью работы является проектирование и изготовление рабочего прототипа лабораторного стенда в виде роботизированной руки с приводами от шаговых двигателей и сервоприводов и с микропроцессорной системой управления. За основу использовался проект роботизированной руки с пятью степенями свободы

BCN3D Moveo [4] с последующей его модернизацией, так как он обладает простотой конструкции и сборки, а также низкой стоимостью комплектующих. При этом большую часть комплектующих можно изготовить с помощью аддитивных технологий.

Для реализации проекта модернизированы и изготовлены методом 3d-печати основные элементы устройства, закуплены метизы и другие элементы для сборки устройства, разработана схема подключения, выполнена сборка и наладка робота. В ходе печати используются PLAиPETпластики, поскольку они удовлетворяют условиям эксплуатации и не имеют склонность к изменению геометрии в процессе затвердевания.

Общий вид робота (3D модель) представлен на рис. 1. Он состоит из таких компонентов, как стол (база) 1, который служит платформой для крепления основания роботизированной руки 2, бокса для установки драйверов шаговых двигателей 3, а также привода 1-й оси вращения 4. На основание 2 крепятся четыре сегмента 5, 6, 7 и 8, которые взаимодействуют друг с другом посредством ременных передач и приводятся

в движение шаговыми двигателями. Это позволяет достичь в совокупности пяти степеней свободы движения роботизированной руки. На сегменте 8 установлен захват 9, приводимый в движение сервоприводом 10.

Управление осуществляется системой управления, включающей комбинацию плат ArduinoMega 2560 [5] и Ramps 1.4 [6], рис. 2, рис. 3. Питание подается на соответствующие клеммы платы Ramps 1.4, а связь с ПК осуществляется с помощью USB-кабеля, подключенного к плате ArduinoMega 2560. Однако во избежание перегрева и выхода из строя последней следует перекусить провод в USB-кабеле, отвечающий за подачу питания.

Шаговые двигатели получают питание и сигналы через драйверы шаговых двигателей TB6560[7-8], рис. 4. Данные драйверы позволяют настраивать ток обмоток двигателей индивидуально для каждого не меняя параметры источника питания, а также изменять величину шага для более плавной работы установки (рис. 5). Сигнальные контакты драйверов подключаются к соответствующим контактам на плате Ramps 1.4.

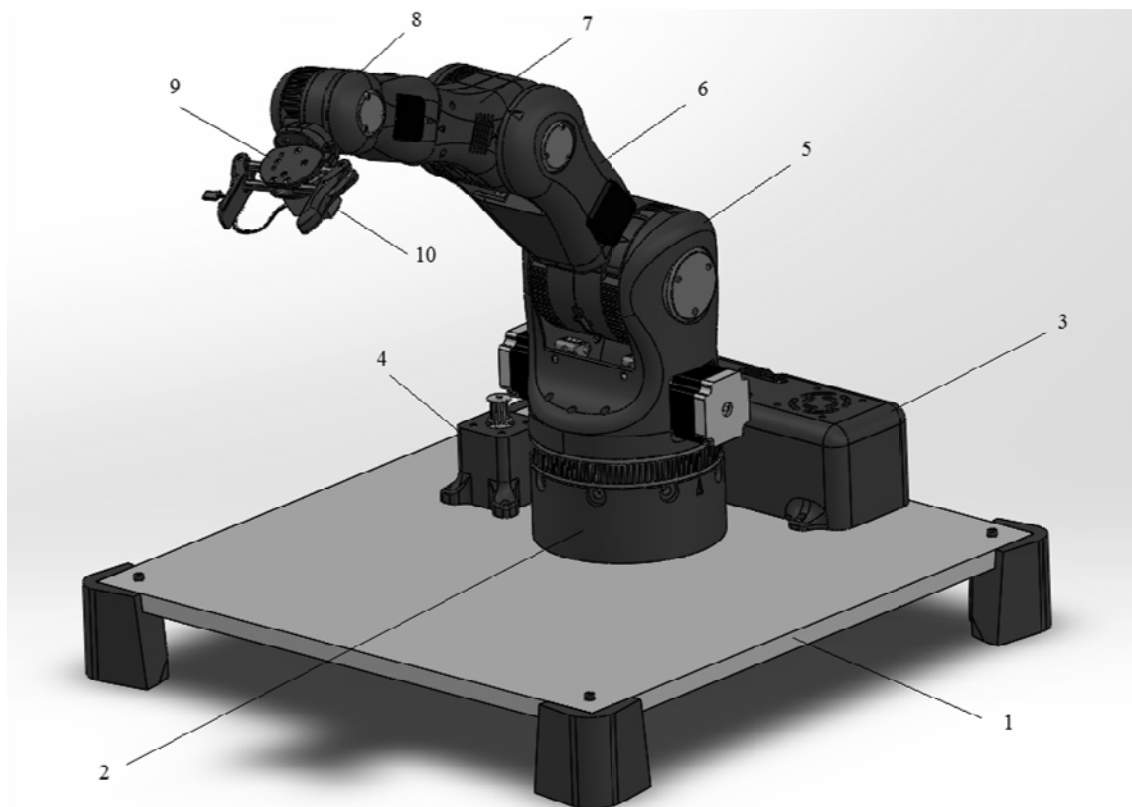
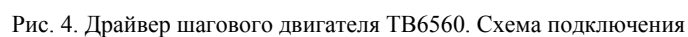


Рис. 1. Общий вид робота (3D модель)



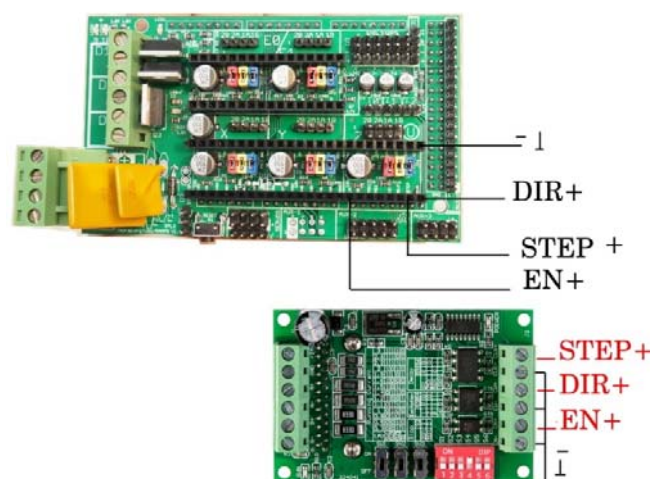


Рис. 5. Подключение драйвера TB6560 к плате Ramps 1.4 на примере оси Z

Назначение выводов драйвера TB6560 [7]:

- Step – Шаг
- Direction – Направление
- Enable – Включение
- GND – заземление (общий провод)

При подаче питания на плату Ramps 1.4 сигнал подается на все контакты Enable и в обмотках шаговых двигателей появляется ток удержания, который позволяет удерживать (фиксировать) все сегменты робота в устойчивых положениях. Для обеспечения перемещения того или иного сегмента необходимо подать импульсный сигнал амплитудой 5 В на контакт Step соответствующей оси, например, оси Z. Подача такого сигнала будет воспринята шаговым двигателем, как указание повернуться на 1, 1/2, 1/8 или 1/16 шага в зависимости от настройки драйвера.

Управление манипулятором можно осуществлять как с ПК, при помощи специальной программы, так и при помощи генератора импульсов, подключив его к соответствующим контактам драйверов - для тестирования работоспособности системы, т.к. генератор позволяет варьировать частоту и амплитуду импульсов, что является несомненным плюсом при пробном запуске.

В дальнейшем планируется изготовить пульт управления, что упростит управление роботом, поскольку исчезнет необходимость подключения каких-либо других периферических устройств, а значит возрастет надежность системы и ее функциональность. Также рассматривается возможность управления роботом со смартфона при помощи специального приложения.

В результате получен полноценный лабораторный стенд, позволяющий исследовать уст-

ройство и способы управления промышленным роботом. Разработаны методические указания для студентов, а стенд внедрен в учебный процесс на кафедре автоматизации производственных процессов и используется при проведении лабораторных и практических занятий по дисциплине «Промышленные роботы и РТК», направлении подготовки бакалавров «Автоматизация технологических процессов и производств».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иконников, А. В. Модернизация системы управления напольного промышленного робота «Универсал-5» / А. В. Иконников, А. М. Макаров, М. В. Фомиченко // Известия ВолГГТУ : научный журнал № 8 (231) / ВолГГТУ. – Волгоград, 2019. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 63–66.
2. Промышленные роботы и роботизированные технологические комплексы : учеб. пособие / А. С. Сергеев, А. М. Макаров, С. Г. Поступаева, Ж. С. Тихонова ; ВолГГТУ. – Волгоград, 2018. – 127 с.
3. Макаров, А. М. Промышленные роботы и РТК. Лабораторный практикум : учеб. пособие / А. М. Макаров, А. С. Сергеев, С. Г. Поступаева ; ВолГГТУ. – Волгоград, 2018. – 158 с.
4. BCN3D MOVEO-полностью открытая исходная 3D печатная рука робота. – Режим доступа : <https://www.bcn3d.com/bcn3d-moveo-the-future-of-learning>
5. Плата ArduinoMega 2560. – Режим доступа : <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-mega-2560/>
6. Ramps 1.4. Описание. Схемы. Подключение питания. – Режим доступа: https://3deshnik.ru/wiki/index.php/RAMPS_1.4
7. Ramps 1,4 + TB 6560. – Режим доступа: <https://3dtoday.ru/blogs/makhonya/ramps-14-tb-6560/>
8. Драйвер шагового двигателя TB6560-V2. Описание, характеристики, рекомендации по эксплуатации. – Режим доступа: <http://mypractic.ru/drajver-shagovogo-dvigatelya-tb6560-v2-opisanie-xarakteristiki-rekomendacii-po-ekspluatacii.html>