

Е. А. Дьяченко, М. Ю. Козенко, А. М. Макаров

**РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА 3D-ПРИНТЕРА
НА БАЗЕ ПРОМЫШЛЕННОГО SCARA-РОБОТА**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: zhenya.dyachenko.1999@gmail.com

Разработана 3D-модель, изготовлен и собран прототип 3D-принтера с кинематикой SCARA-робота. Устройство оснащено автоматизированной системой управления. Оно может использоваться для проведения исследований характеристик 3D-печати и в учебных целях.

Ключевые слова: 3D принтер, SCARA-робот, учебные стенд, автоматизированное управление, прототип.

Е. А. Dyachenko, M. Yu. Kozenko, A. M. Makarov

**DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE 3D PRINTER BASED
ON THE INDUSTRIAL SCARA-ROBOT**

Volgograd State Technical University

A 3D model has been developed, a prototype of a 3D printer with the kinematics of a SCARA robot has been manufactured and assembled. The device is equipped with an automated control system. It can be used to conduct research on the characteristics of 3D printing and for educational purposes.

Keywords: 3D printer, SCARA robot, training stand, automated control, prototype.

В последние годы становится очевидным быстрое развитие аддитивных технологий и роботизированных промышленных систем. Они активно внедряются в технологические процессы на предприятиях [1]. Обучение студентов работе с современными роботами, мехатронными и робототехническими комплексами, способам их настройки, программирования и эксплуатации является важной и актуальной задачей. Также важной задачей является поиск новых решений в области аддитивного производства, позволяющих повысить производительность или качество процесса в целом. Создание недорогих работоспособных прототипов таких устройств позволяет наглядно продемонстрировать на практике их конструктивные особенности и обучить принципам управления [2–3].

Целью работы является проектирование и изготовление рабочего прототипа лабораторного стенда в виде роботизированной руки с приводами от шаговых двигателей с микро-

процессорной системой управления. За основу использовался проект робота-сортировщика с кинематической схемой SCARA. При этом большая часть комплектующих была изготовлена с помощью аддитивных технологий.

Общий вид (3D модель)стенда представлен на рис. 1. Данный лабораторный стенд разработан для практической апробации полученного решения [4]. Он представляет собой прототип устройства для объемной печати, созданный на основе *Morgan Scara*-робота.

Основанием для всего стенда служит пластина 1 из листового металла толщиной 6 мм, на нее крепятся остальные компоненты. На колонне 2 крепиться механизм *Morgan Scara*-робота 3. Именно этот механизм реализует перемещение рабочего органа в плоскости *XY*. Для передвижения по оси *Z* используется механизм ременной передачи 4, состоящей из привода 5 с шаговым двигателем типа *17HS4401*, ремня типа *GT2-6*, ответного шкива, собранного из двух подшипников *F694 ZZ*, и распечатанной кареткой.

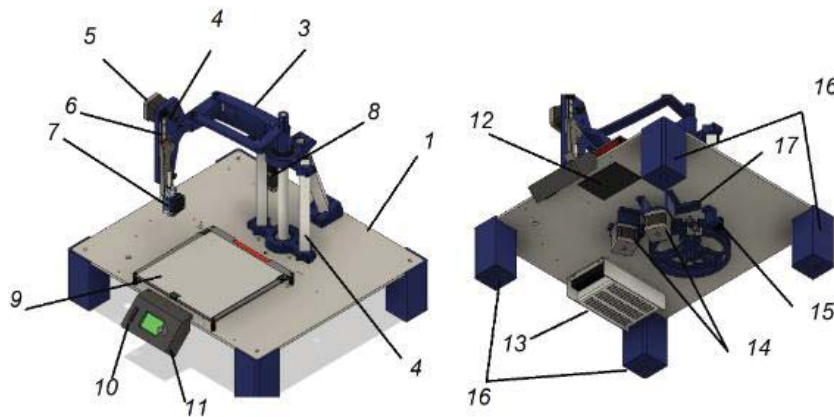


Рис. 1. Общий вид (3D модель)стенда

Каретка Z передвигается по линейной направляющей 6 типа MGN9. На каретке Z закреплен рабочий орган, для устройств объемной печати его принято называть экструдером. В данном случае используется экструдер типа Bowden, его отличие от типа Direct в том, что *hotend*7 нагревательная головка отделена от фидера 8 механизма подачи филамента.

Нагревательный стол 9 – платформа, на поверхности которой формируется изделие, закреплен на основании 1. Он установлен на пружинах с возможностью подстройки для обеспечения перпендикулярности между поверхностью стола и соплом *hotenda*.

Для автономной работы стенда без подключения его к компьютеру на основании 1 установлена накладка монитора 10 с монитором 11 типа *mini 12864*. Он способен воспроизводить управляющие программы в виде *G-code*, записанные на SD карту. Для управления всем стен-

дом выбрана управляющая плата 12 *SKR Mini E3*. Для питания всех систем был выбран блок питания 13 *Irs-200-12*.

В качестве приводов механизма *Morgan Scara*-робота 14 выступают шаговые двигатели типа *17HS4401*. В качестве датчиков обратной связи 15 выступают механические конечные выключатели *MSW-13*. Для общей устойчивости лабораторного стенда он расположен на ножках 16, изготовленных методом аддитивных технологий. Для натяжения ремней используется специальные натяжители 17 в виде дополнительного шкива.

Управление стендом осуществляется системой управления, включающей комбинацию плат *BIGTREE TECH SKR MINI E3 V3* [5], (рис. 2). Питание подается на соответствующие клеммы платы *BIGTREE TECH SKR MINI E3 V3*, а связь с ПК осуществляется с помощью USB-кабеля.

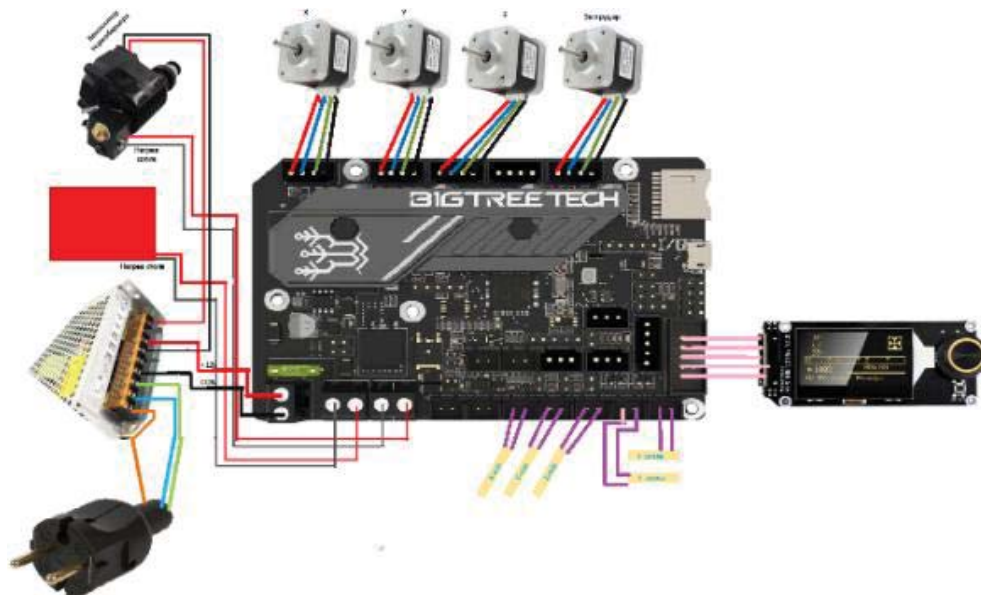


Рис. 2. Схема подключения всех электронных компонентов

В результате был получен прототип устройства для аддитивного производства, работающий по кинематике *Scara*-робота, который представляет полноценный лабораторный стенд, позволяющий проводить исследование режимов работы подобных систем, а также обучать основам конструирования, изготовления, обслуживания, наладки и программирования роботизированных устройств.

Разработаны методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов, а стенд внедрен в учебный процесс и используется на кафедре автоматизации производственных процессов при проведении лабораторных и практических занятий по дисциплине «Промышленные роботы» в рамках подготовки бакалавров по направлениям 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств и 27.03.04 Управление в технических системах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 3D-принтеры с разной кинематикой: сравнение, плюсы и минусы // top3dshop.ru URL: <https://top3dshop.ru/blog/types-of-fdm-3d-printer.html?ysclid=lix04oqcjo98646681>.
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. Исследование роботизированной ячейки на базе промышленного робота KUKA : учеб. пособие / А. М. Макаров, А. К. Иванюк, С. Г. Поступаева ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2021. – 128 с.
4. Разработка и исследование автоматизированного лабораторного стенда на базе макета промышленного робота “SCARA” / Е. А. Дьяченко, М. Ю. Козенко, Р. М. Сальников, А. М. Макаров // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 3 (250) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2021. – С. 56–59.
5. Плата управления Bigtreotech SKR Mini E3 V.3.0// 3drob.ru: Технические характеристики. – 2023. – Режим доступа: https://3drob.ru/elektronika_dlya_3d_printerov/platy_upravleniya/plata_upravleniya_bigtreotech_skr_mini_e3_v30.