

П. Ф. Бжицких^{1}, В. П. Цыплаков¹, А. А. Шрамков¹, Т. В. Ларина¹*

Роботизированная сборочная линия

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
*e-mail: pavel.bzhiczkih@mail.ru

Аннотация. Актуальность исследования заключается в непосредственном, более визуальном восприимчивом обучении студентов на примере работы модели гибкого производственного модуля (ГПМ), которая обеспечивает возможность изучать компоновку, программирование, наладку, систему управления, электроавтоматику и функционирование ГПМ; изучать конструкцию, программирование и наладку станка и робота; получать умения и навыки в программировании и наладке. Целью исследований является изучение модулей, позволяющих работать с ГПМ, способов взаимодействия со станком и оптимизации процесса работы с ним. Задачами исследований является анализ каждого модуля, изучение программного обеспечения и программирование кода станка, оптимизация взаимодействия между ними. ГПМ предназначен для подготовки профессиональных кадров, а также для проведения различных исследовательских работ в области обработки деталей на станках с ЧПУ.

Ключевые слова: роботизированная сборочная линия, гибкий производственный модуль

P. F. Brzickih^{1}, V. P. Tsyplakov¹, A. A. Shramkov¹, T. V. Larina¹*

Robotic Assembly Line

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
*e-mail: pavel.bzhiczkih@mail.ru

Abstract. The relevance lies in the direct, more visually receptive teaching of students on the example of the flexible production module (FPM) model, which provides an opportunity to study the layout, programming, adjustment, control system, electrical automation and operation of the GPM; to study the design, programming and adjustment of the machine and robot, to gain skills in programming and adjustment. The purpose of the research is to study modules that allow working with GPM working units, ways of interacting with the machine and optimizing the process of working with it. The research objectives are to analyze each module, study the software and program the machine code, optimize the interaction between them. GPM is intended for training professional personnel, as well as for conducting various research works in the field of machining parts on CNC machines.

Keywords: robotic assembly line, flexible production module

Введение

Актуальность исследования заключается в непосредственном, более визуальном восприимчивом обучении обучающихся на примере работы модели гибкого производственного модуля (ГПМ), которая обеспечивает возможность изучать компоновку, программирование, наладку, систему управления, электроавтоматику и функционирование ГПМ; изучать конструкцию, программирование и наладку станка и робота; получать умения и навыки в программировании и наладке [1–4].

Методы и материалы

Цель исследований: изучение модулей, позволяющих работать с рабочими единицами гибких производственных модулей, способы взаимодействия со станком и оптимизация процесса работы с ним.

Задачи: исследовать работу каждого модуля, изучить программное обеспечение и программирование кода станка, оптимизировать взаимодействие между ними.

Сборочная линия обеспечивает возможность изучать компоновку, программирование, наладку, систему управления, электроавтоматику и функционирование ГПМ; изучать конструкцию, программирование и наладку станка и робота; получать умения и навыки в программировании и наладке.

Сборочная линия с компьютерным управлением предназначена для подготовки кадров и развития технического творчества как при индивидуальном, так и при групповом использовании (рис. 1).

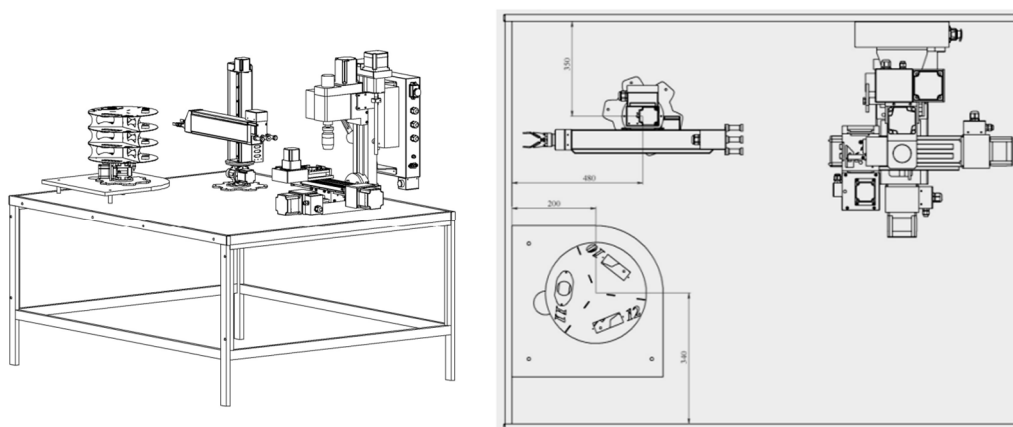


Рис. 1. Учебная роботизированная сборочная линия с компьютерным управлением транспортно-накопительной системой и техническим зрением

Сборочная линия состоит из:

- ортогонального робота-манипулятора (РОБИН-1Ц USB/ШВП или Робин РСС-1 Сфера USB) с компьютерным управлением, оснащенного техническим зрением;
- линейного ленточного транспортера деталей;
- склад-питателя гравитационный для деталей разного размера;
- компьютерных имитаторов роботов и сборочной линии;
- ноутбука.

Алгоритм работы сборочной линии предполагает следующую последовательность операций.

1) На транспортер поступают детали из склада-питателя в произвольном порядке, вне зависимости от материала детали.

2) Датчик, расположенный на транспортере, определяет род материала детали (металл/не металл).

3) Робот сортирует детали по металлическому признаку и раскладывает их в произвольном порядке на двух сборочных подиумах.

4) После сортировки робот по очереди перемещается к каждому из подиумов и осуществляет сборку деталей в единый узел с помощью технического зрения.

Манипулятор – это многофункциональная четырех осевая роботизированная рука, способная брать и перемещать заготовки для дальнейшей обработки (рис. 2). Он выполняет одновременное перемещение по указанным координатам в системе X, Y, Z, в заданную точку.



Рис. 2. Манипулятор

Линейный ленточный транспортер – предназначен для транспортировки деталей. Линейный транспортер состоит из металлического каркаса с направляющими, барабанов и внутренних опорных роликов. Поверх конструкции натянута полиуретановая лента шириной не менее 90 мм.

Склад – это вращающийся модуль, имеющий отсеки для хранения заготовок. Его возможности: хранение заготовок, выбор определенной ячейки, точная работа в координатах XYZ (рис. 3).



Рис. 3. Склад

В качестве привода используется шаговый мотор 56 типоразмера. Шаговый мотор управляется от системы ЧПУ класса PCNC. На боковой части транспортера установлено два датчика:

– датчик распознавания металлических деталей с характеристиками (время срабатывания, не более 0,1 сек.; предельная частота срабатываний, не менее 10 кГц; максимальное расстояние срабатывания, не менее 1,5мм);

– датчик наличия детали с характеристиками (время срабатывания, не более 0,1 сек.; предельная частота срабатываний, не менее 5 кГц; максимальное расстояние срабатывания, не менее 100мм).

Порт подключения имеет 15 пинов в защитной пластиковой рубашке. Скорость перемещения ленты не менее 600 мм/мин. Максимальная грузоподъемность, не менее 1 кг. Габариты транспортера (Д*Ш*В): 100x50x450 мм.

Оптимизировать взаимодействие между ними можно с помощью кода программы, который позволяет работать с каждым модулем ГПМ. Возможности станка: принимать заготовки, зажимать заготовку в тиски, точная работа в координатах XYZ.

Управление складом осуществляется автоматизированной системой, которая выполняет все сортирующие операции: приемку, размещение и перемещение, комплектацию, инвентаризацию, отгрузку и она позволяет подавать деталь на конвейерную ленту.

Программное обеспечение позволяет работать с каждым модулем по отдельности, находить в координатах точное расположение модулей для взаимодействия между ними (рис. 4).

Применение робота, транспортных и складских элементов, дает знания и навыки в области робототехники, автоматизации, технологии, электроприводов, систем управления и современных информационных технологий, способствует развитию креативных способностей личности и профориентации. На стенде можно выполнять сборочные и сортировочные операции в “ручном” или автоматическом режимах в соответствии с управляющей программой.

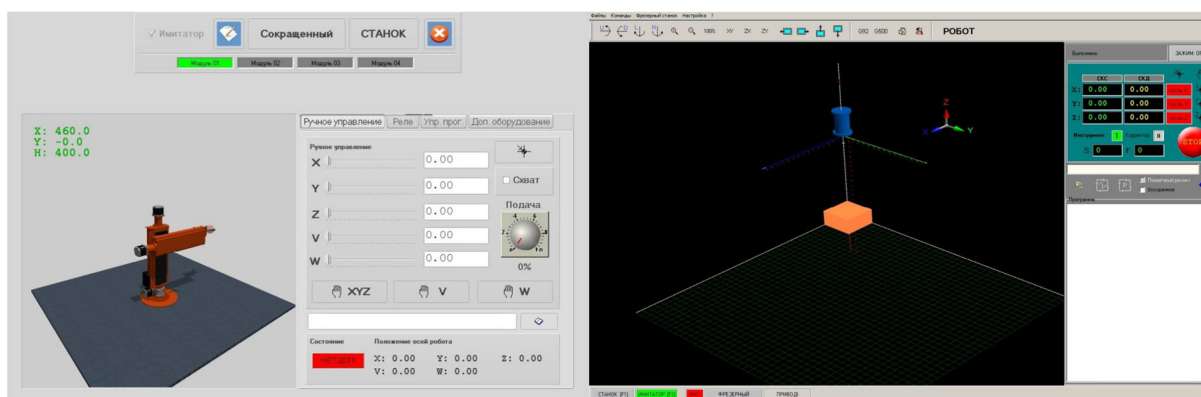


Рис 4. Программное обеспечение

Управление роботом осуществляется от персонального компьютера в системе Windows. Управляющие программы для сборки деталей составляются с использованием простой системы команд.

Компьютерный имитатор сборочной линии позволяет имитировать работу (осуществлять виртуальную сборку, по созданной управляющей программе), а затем запускать линию на реальную сборку. Робот и все элементы линии безопасны и надежны в эксплуатации, не требуют специального обслуживания.

Возможность проведения сборочных операций в автоматическом режиме с применением технического зрения, сортировочных операций, выполнения операций по жестко заданной траектории.

Алгоритм работы технического зрения предполагает распознавание геометрически правильных объектов (окружности, квадраты, прямоугольники, треугольники, многогранники).

Каждому из распознанных объектов присваивается порядковый номер по габаритному признаку, а также обрисовывается «идеальный» контур геометрического объекта, с точностью не менее 0,5мм. У программы есть возможность одновременной обработки 5 объектов.

Заключение

Таким образом, ГПМ позволяет осуществить визуальное восприимчивое обучение обучающихся, обеспечивает возможность изучать компоновку, программирование, наладку, систему управления, электроавтоматику и функционирование ГПМ; изучать конструкцию, программирование робота и наладку станка, получать умения и навыки в программировании и наладке [5–12].

Данные навыки можно использовать в учебном процессе при изучении таких дисциплин, как технология сборки оптических приборов, механизация и автоматизация технологических процессов, компьютерные технологии в приборостроении и машины и технологическое оборудование при выполнении практических и лабораторных работ:

1. Изучение режимов работы робота-манипулятора.
2. Изучение интерпретатора языка программирования робота-манипулятора.
3. Изучение команд перемещения робота-манипулятора. Изучение работы в цилиндрической и декартовой системах координат.
4. Синтез программы сортировки и сборки объектов.
5. Синтез программы оптимизированного складирования объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов, А. А. Гибкие сборочные линии модульного типа на единой структурной основе : учебное пособие / А.А. Иванов. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 265 с. — (Высшее образование : Бакалавриат). — DOI 10.12737/1196558. - ISBN 978-5-16-016615-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1196558> (дата обращения: 02.06.2023). — Режим доступа: по подписке.

2. Иванов, А. А. Автоматизированные сборочные системы : учебник / А.А. Иванов. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. — 336 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN

978-5-00091-537-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/960089> (дата обращения: 02.06.2023). – Режим доступа: по подписке.

3. Волкоморов, В. И. Технология роботизированного производства : учебное пособие / В. И. Волкоморов, А. В. Марков. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2012. — 113 с. — ISBN 978-5-85546-671-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63676> (дата обращения: 02.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.» (Волкоморов, В. И. Технология роботизированного производства : учебное пособие / В. И. Волкоморов, А. В. Марков. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2012. — ISBN 978-5-85546-671-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63676> (дата обращения: 02.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 9.).

4. Зубарев, Ю. М. Технология автоматизированного производства / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 216 с. — ISBN 978-5-507-46188-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/327350> (дата обращения: 02.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.» (Зубарев, Ю. М. Технология автоматизированного производства / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — ISBN 978-5-507-46188-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/327350> (дата обращения: 02.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 13.).

5. Участие обучающихся в научно-исследовательской работе как элемент практико-ориентированного подхода / Е. Ю. Кутенкова [и др.]. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы образования. Роль университетов в формировании информационного общества : Междунар. научно-метод. конф., 29 янв.-2 февр. 2018 г. : сб. материалов в 2 ч. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – Ч. 1. – С. 147–150.

6. Кутенкова, Е. Ю., Ларина, Т. В. Возможные перспективы внедрения проектной деятельности в образовательный процесс. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы образования. Модель проблемно-ориентированного проектного обучения в современном университете : сборник материалов Международной научно-методической конференции, Новосибирск, 24-26 февр. 2021 года в 3 ч. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – Ч. 2. – С. 137–139

7. Кутенкова, Е. Ю., Ларина, Т. В. Проблемы использования цифровых платформ при проведении мероприятий НИРС и участия в них - Текст : непосредственный // Актуальные вопросы образования. Современный университет как пространство цифрового мышления : Междунар. научно-метод. конф. : сб. материалов в 3 ч., Новосибирск, 28-30 янв. 2020 г. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – Ч. 2. – С. 22–24.

8. Планирование и отчетность по НИРС в рамках ИОиТЗИ и кафедр на базе цифровых платформ / Е. Ю. Кутенкова, Т. В. Ларина, Д. М. Никулин. — Текст : непосредственный // Актуальные вопросы образования. Современный университет как пространство цифрового мышления : Междунар. научно-метод. конф. : сб. материалов в 3 ч., Новосибирск, 28-30 янв. 2020 г. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – Ч. 2. – С. 28–30.

9. Некоторые проблемы методического обеспечения технических курсов в современных условиях дистанционного обучения / П. В. Петров, О. К. Ушаков, Е. Ю. Кутенкова. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы образования. Модель проблемно-ориентированного проектного обучения в современном университете : сборник материалов Международной научно-методической конференции, Новосибирск, 24-26 февр. 2021 года в 3 ч. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – Ч. 2. – С. 140–142.

10. Кутенкова, Е. Ю., Ларина, Т. В. Проблемы проектного обучения как элемент организации научно-исследовательской работы обучающихся по направлениям кафедры ФИП. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы образования. Модель проблемно-ориентированного проектного обучения в современном университете : сборник материалов Междуна-

родной научно-методической конференции, Новосибирск, 24-26 февр. 2021 года в 3 ч. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – Ч. 2. – С. 230–233.

11. Образовательные технологии для подготовки специалистов-технологов в рамках практико-ориентированной профессиональной подготовки кадров / Е. Ю. Кутенкова, Т. В. Ларина, О. Ю. Савельева. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы образования. Ведущая роль современного университета в технологической и кадровой модернизации российской экономики : сб. материалов Междунар. научно-метод. конф., 16-20 февр. 2015 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – С. 281–284.

12. Об особенностях практико-ориентированного учебного процесса с участием иностранных обучающихся на кафедре Фотоники и приборостроения / П. В. Петров, О. К. Ушаков, Д. М. Никулин. - Текст : непосредственный // Актуальные вопросы образования. Модель проблемно-ориентированного проектного обучения в современном университете : сборник материалов Международной научно-методической конференции, Новосибирск, 24-26 февр. 2021 года в 3 ч. – 2021. – Ч. 2. – С. 152–156. 9.

© П. Ф. Бжицких, В. П. Цыплаков, А. А. Шрамков, Т. В. Ларина, 2023