

## РЕАЛИЗАЦИЯ И АПРОБАЦИЯ ГОЛОСОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТАНКАМИ С ЧПУ

В этой статье описывается подход, направленный на повышение эффективности использования и наладки станков с ЧПУ. Возможность задавать одну и ту же команду для разного оборудования с ЧПУ при одинаковой схеме управления и полнота доступных для подобного управления команд позволяют снизить требования к обслуживающему персоналу.

**Введение.** При тех же входных данных станки с числовым программным управлением обеспечивают более надежный, безопасный и предсказуемый производственный процесс. Существенно изменилась система управления станком: от перфокарт и перфолент, контролирующих выполнение программ, до микроконтроллеров, позволяющих выполнять широкий спектр задач и обеспечивать более удобный интерфейс для управления станком. Сегодня современные станки позволяют написать достаточно сложную программу, состоящую из разных этапов, моделировать процесс обработки и решать другие подобные задачи, поэтому они широко используются в производственных процессах. Существуют определенные трудности при изучении и успешном освоении интерфейсов взаимодействия со станками с ЧПУ. Помимо стандарта G-кодов, существует проблема сложности и совместимости между различными системами ЧПУ и их интерфейсами. В качестве дополнительного интерфейса взаимодействия можно использовать голосовой интерфейс. Существенным преимуществом подобного подхода является унификация интерфейса: голосовой интерфейс позволяет управлять различным оборудованием с ЧПУ с помощью одинаковых команд на естественном языке, которые преобразовываются в специфические для конкретного станка команды. Таким образом, применение голосовых технологий для станков с ЧПУ, согласно нашей гипотезе, может привести к снижению временных затрат на наладку и упрощению интерфейса взаимодействия. Подобные усилия уже предпринимались разными группами исследователей и нашли свое отражение в различных научных работах и патентах, однако на сегодняшний день подобный интерфейс все еще не нашел широкого применения. В статье предлагаются способы организации подобного интерфейса и обоснование внедрения.

**Основная часть.** В системах, которые взаимодействуют с пользователем с помощью голосовых интерфейсов, есть несколько компонентов, которые укрупненно могут быть представлены как связка различных сервисов, таких как ASR (Automatic Speech Recognition) для распознавания речи, TTS (Text to Speech) для преобразования текста в голосовой ответ, NLU (Natural language understanding) для разных задач при работе с текстом и, наконец, бизнес-логика, то есть то, что требуется выполнить внутри системы, и то, какой ответ вернуть пользователю. Помимо этого, вводится еще один программный компонент, который называется Adapter и работает аналогично постобработке в САМ-системах: система использует внутреннее представление, преобразованное в команды для подключенного к программно-аппаратному комплексу оборудования. Однако для обеспечения эффективного и безопасного управления разнородными станками необходимо ввести классификацию команд и режимов работы:

исполняемые команды – это такие команды, выполнение которых приводит к перемещению инструмента для выполнения главного движения, либо собственно к главному движению;

информационные – это те команды, которые сообщают о состоянии станка;

служебные – это те команды, которые задействуют механизмы и датчики станка, при этом не направлены на обработку заготовки.

Для исполняемых команд можно использовать принцип явного подтверждения, когда система сообщает пользователю, что будет предпринято, а затем пользователь подтверждает команду. Таким образом, команда исполняется только в том случае, если имеется явное подтверждение. Для информационных или служебных команд не требуется явное подтверждение, но можно использовать неявное подтверждение, например, проверять уверенность классификатора в том, что запрашивается именно эта справочная информация.

Очевидно, что не весь набор команд должен быть доступен в различные моменты времени: например, команда по смене инструмента во время обработки станком поверхности не должна быть доступна из соображений безопасности. Предлагается ввести классификацию режимов работы оборудования: режим первоначальной калибровки, режим наладки станка, режим выполнения программы.

Прежде чем осуществлять внедрение в реальную стойку ЧПУ, был выстроен конвейер обработки данных, который получает на вход текст, и в ходе прохождения разных этапов преобразований в конечном виде трансформируется в G/M-команду для конкретного станка. Для ускорения прототипирования команды отправлялись в текстовом виде в управляющую программу, как если бы они уже были записаны устройством и правильно расшифровали голосовой ввод, а ответ от устройства был также представлен в текстовом виде. Позже код был доработан так, чтобы обеспечивать преобразование голоса в текст.

После локальной отладки была проведена серия экспериментов для отправки команд на ЧПУ плату с открытой архитектурой Smothieboard, в ходе которой были протестированы оба способа управления, как через USB, так и через Ethernet. После этого вместе с инженерами компании «БалтСистем» была проведена апробация разработанной схемы управления на стойке NC-310. Были опробованы разные команды, среди которых была, например, команда «референтная точка»: в стойке Smothieboard она соответствует коду G21, а в стойках NC – G79. Таким образом, пользователь произносил одну и ту же команду, и, в зависимости от типа оборудования, они преобразовывались в требуемую для конкретной стойки. Этот пример является иллюстрацией бесшовного перехода с управления одним станком на управление другим при наличии подобного протокола взаимодействия. Необходимо также отметить, что подобная команда относится к группе исполняемых команд, поэтому требует явного подтверждения. Например, для отправки на станок команды «G1 X20 Y35», требуется дополнительно произнести «да» в ответ на повторный запрос. Таким образом решается задача контроля случайных срабатываний и предохранения от нежелательных последствий в результате срабатывания станка.

**Выводы.** В эксперименте было показано, как внедрение голосового интерфейса позволяет получить одинаковый пользовательский опыт за счет использования нежестко формализованных фраз на естественном языке. При наличии интеграции с производителями предложенный способ организации взаимодействия позволяет получить высокую взаимозаменяемость оборудования и снизить требования к квалификации персонала.