

## **УЧЕБНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ**

В современных электромеханических системах электропривод является ключевым элементом, определяющим энергетические и динамические характеристики оборудования. Для обучения и отработки алгоритмов управления необходимы лабораторные стенды, позволяющие безопасно проводить измерения, менять режимы работы и анализировать переходные процессы.

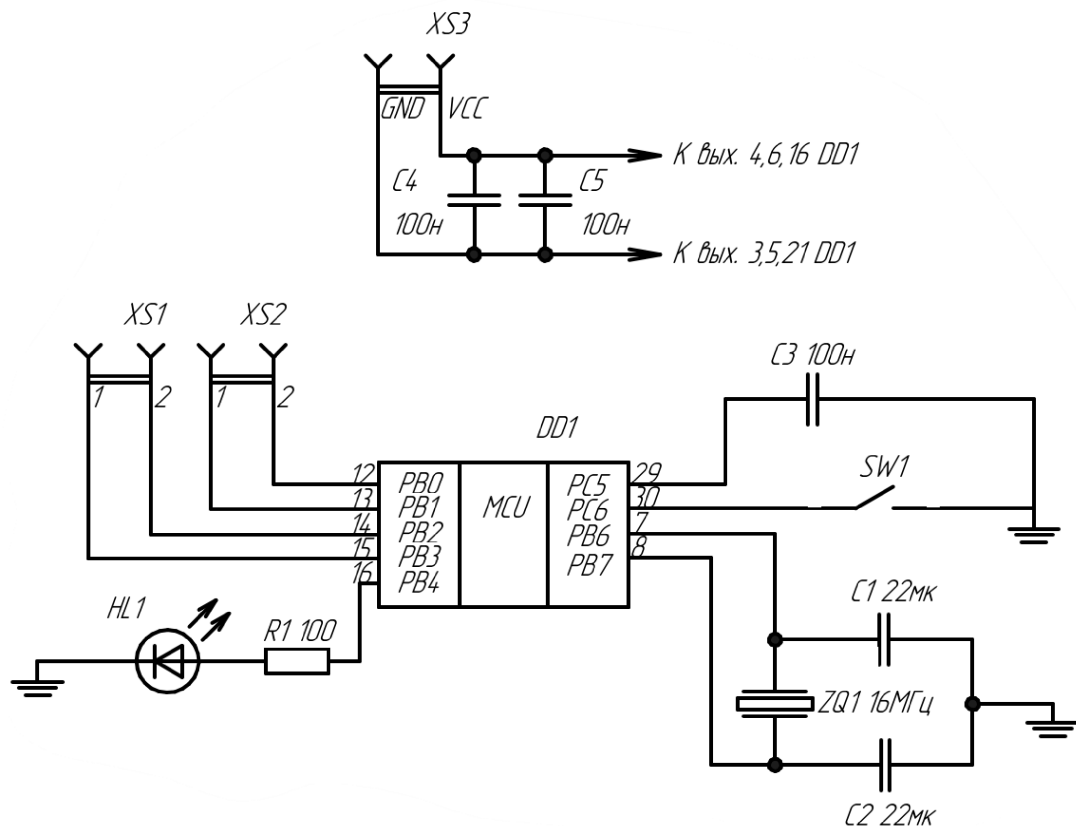
Целью работы является создание компактного лабораторного стенда по исследованию электроприводов, обеспечивающего измерение параметров и контроль работы приводов. В ходе разработки изучались принципы работы электродвигателей, анализировались существующие аналоги, а также подготавливалась документация по электронной и механической частям.

На основе анализа аналогов сделан вывод о целесообразности создания решения с меньшими габаритами и меньшей мощностью по сравнению с типовыми промышленными учебными установками. Предусмотрены режимы пуск/реверс/регулирование скорости, торможение и рекуперация, а также возможности подключения датчиков тока, напряжения, скорости и момента, и средств для исследования алгоритмов регулирования. Определены технические требования к стенду: поддержка использования шаговых и двигателей постоянного тока, обеспечение электробезопасности, удобного доступа к узлам, а также настройки основных параметров электропривода (напряжение питания, частота вращения, рабочие токи и т.д.).

Структура стенда реализована в виде четырёх функциональных блоков: «Устройство управления», «Исполнительный механизм», «Источник питания» и «Исследовательский модуль NI ELVIS». Устройство управления выполнено на базе микроконтроллера ATmega328P и имеет достаточный объём памяти для реализации нескольких режимов и работы подпрограмм.

Для точного формирования временных параметров применён внешний кварцевый резонатор 16 МГц, предусмотрены аппаратный сброс и индикация состояния (светодиод), а также развязка питания

блокировочными конденсаторами для снижения влияния импульсных помех, что показано на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная устройства управления**

Исполнительный механизм включает управление шаговым двигателем через драйвер A4988 (с поддержкой микрошагового режима), нагрузкой на двигатель в виде рейки с грузом и управление двигателем постоянного тока с использованием ШИМ-регулирования.

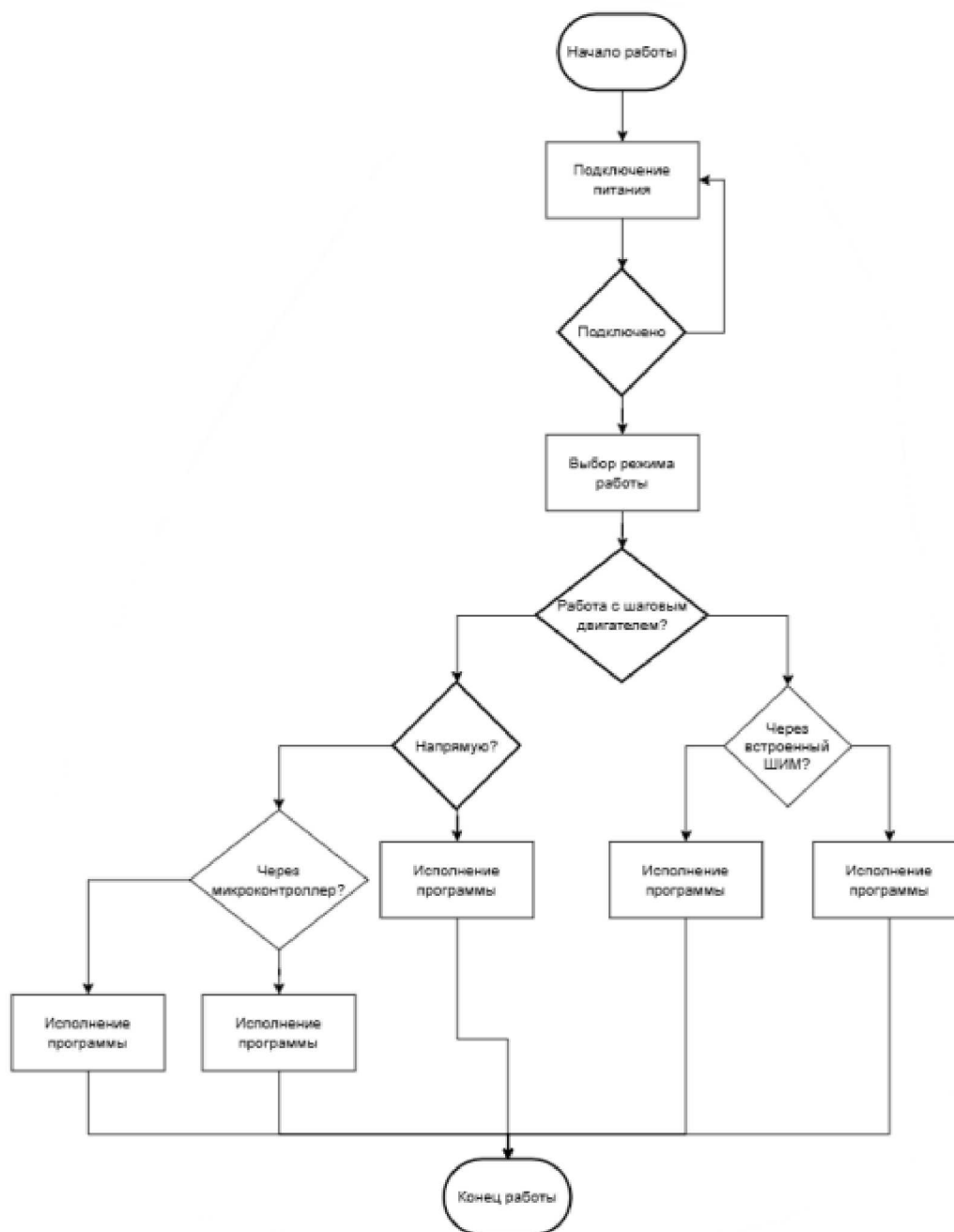
Для автономной регулировки скорости предусмотрен встроенный генератор ШИМ на базе NE555, а система коммутационных переключателей позволяет оперативно выбирать конфигурацию управления (напрямую, через встроенный ШИМ, через микроконтроллер/драйвер, либо с использованием внешнего источника).

Алгоритм работы микроконтроллера устройства, показанный на блок-схеме (рисунок 2) включает этапы подачи питания и проверки готовности, выбор режима работы и ветвление по типу двигателя и способу управления (напрямую/через драйвер/через встроенный ШИМ/ШИМ от контроллера), что обеспечивает воспроизводимость лабораторных экспериментов и удобство демонстрации режимов.

На рисунках 1 и 3 показаны схемы электрические функциональные устройства управления и исполнительного механизма.

Для защиты силовой части от индуктивных выбросов введены элементы подавления перенапряжений.

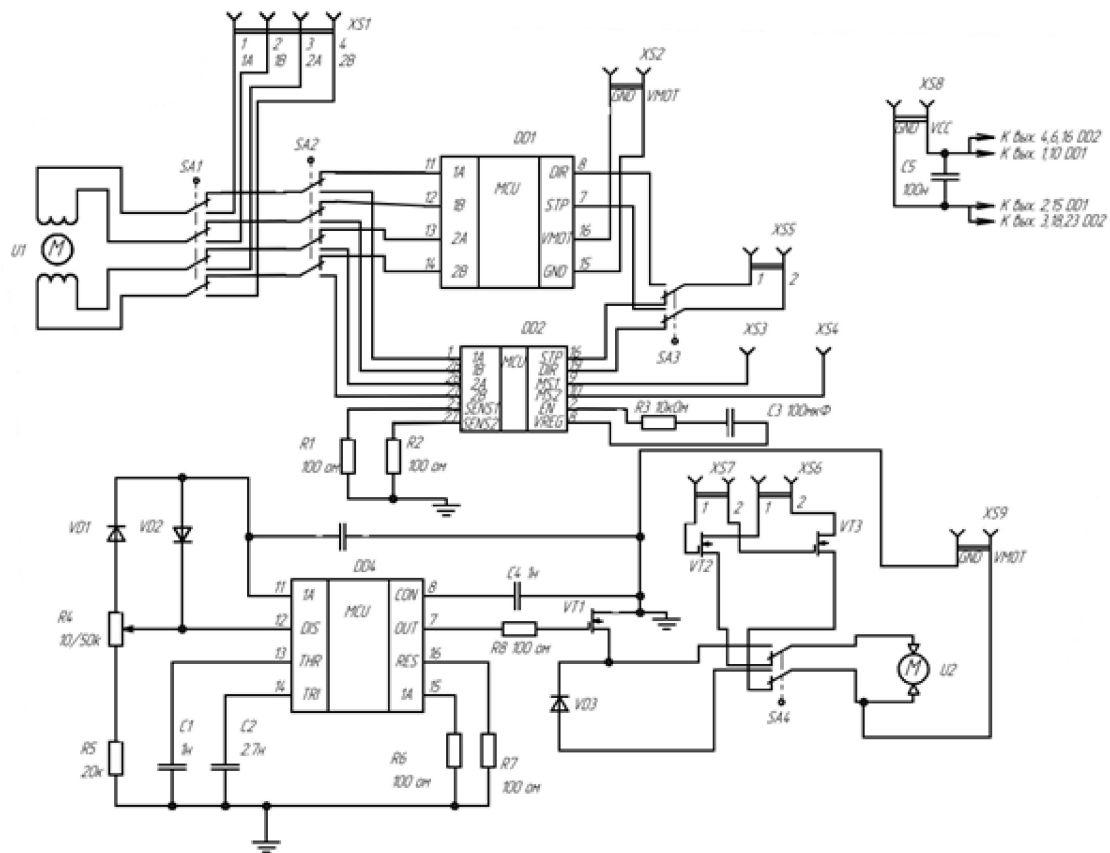
Интерфейсная часть выполнена на разъёмах, обеспечивающих удобное подключение двигателей, питания и внешних сигналов, что показано на рисунке 3.



**Рисунок 2 – Алгоритм работы**

Конструкция модуля выполнена в компактном корпусе (габариты не более 300×300×90 мм, масса до 5–7 кг) из прочного термостой-

кого материала, с возможностью визуального наблюдения вращающихся частей через защитную крышку.



**Рисунок 3 – Схема электрическая принципиальная исполнительного механизма**

**Закключение.** Разработанный лабораторный представляет собой универсальную программно-аппаратную платформу для лабораторного исследования электроприводов поддерживающую переключаемые режимы работы и расширяемую интерфейсную структуру, управления шаговыми двигателями и двигателями постоянного тока.

Компактность, электробезопасность и наличие разработанных электрических схем и алгоритма управления обеспечивают пригодность модуля для учебных и исследовательских задач, включающих прототипирование и отладку алгоритмов управления электроприводами.