



Сервоконтроллер асинхронного двигателя с векторным управлением NeoMaxAD. Руководство пользователя.

1. Назначение и техническое описание.

Сервоконтроллер асинхронного двигателя с векторным управлением NeoMaxAD (далее Контроллер) предназначен для применения в приводах подач гравировально-фрезерных станков с ЧПУ и призван заменить распространенные в этой области шаговые двигатели. Отличительной особенностью Контроллера является полное замещение распространенных контроллеров шаговых двигателей с минимальной переделкой схем управления.

Основные технические характеристики Контроллера приведены в Таблице 1.

Параметр	Значение
1. Тип двигателя	Асинхронный с короткозамкнутым ротором.
2. Количество полюсов:	2,4,6,8 (конфигурируется)
3. Максимальная мощность двигателя:	750 Вт
4. Максимальный ток двигателя	7А
5. Диапазон регулирования скорости	не менее 1:500
6. Напряжение питания котроллера, постоянного тока	310В нестаб, 15В нестаб, 5В стабил.
7. Количество импульсов энкодера на оборот (PPR)	до 4000
8. Тип энкодера (преобразователя угловых перемещений, устанавливается на валу двигателя)	Инкрементальный, с дифференциальными выходами
9. Максимальная частота импульсов ШАГ, кГц	100
10. Минимальная длительность импульса ШАГ от фронта до среза, мкс	5

Таблица 1

Особенности контроллера:

- Интерфейс управления Шаг/Направление для прямой замены контроллера шагового двигателя;
- Возможность подключения пульта ручного управления с конфигурируемыми параметрами разгона/торможения;
- Возможность непосредственного подключения концевых выключателей для жесткого ограничения хода станка;
- Выход сигнала аварии привода;
- Гальваническая развязка цифровой и силовой части привода;



- Отдельная гальваническая развязка для каждого входа и выхода (кнопки, концевики, выходы энкодера, интерфейс управления);
- Выходы сигналов энкодера для подключения к внешнему счетчику позиции координаты.
- Контроль заданной и отработанной позиции с формированием аварии при большой величине рассогласования (авария при, например, заклинивании двигателя);





Он состоит из платы силового модуля и установленного вертикально в нем модуля управления. Внешний вид силового модуля приведен на Рисунке 2.

Подключение внешних электрических связей происходит через 4 основных разъема XP1, XP2, XS1, XS2. Схема подключений в минимальном составе (1 контроллер) приведена на Рисунке 3.

Внимание: Обязательным условием эксплуатации привода является заземление станины станка и корпуса асинхронного двигателя. Несоблюдение этих требований опасно для жизни эксплуатирующего персонала!

Также в случае несоблюдения указанных требований производитель не несет ответственности за работоспособность Контроллера.

Минимальная конфигурация состоит из Контроллера А1, источника питания А2, асинхронного серводвигателя с энкодером А3. Источник питания может быть любого типа, может содержать корректор коэффициента мощности для силовой части, что более предпочтительно в случае одновременной работы нескольких Контроллеров. Необходимым условием является гальваническая развязка от электросети по малоточным выходам, а также наличие потенциальной развязки каналов между собой. Требования к питающим напряжением приведены в Таблице 2.

Наименование	Диапазон напряжений	Потребляемый Контроллером ток
1. Питание двигателей	90-400В пост. тока нестабилизированное	В зависимости от двигателя, режима работы. Но не более 13А (пиковое значение)
2. Питание силовой части	12-15В постоянного тока нестабилизированное	не более 100мА
3. Питание цифровой части	5В +/-5% постоянного тока, стабилизированное	не более 500 мА

Таблица 2. Требования к напряжениям питания.

Питание 2 и 3 подаются на вилку XP2 типа TNP-4MR. Назначение ножек приведено в Таблице 3.

Номер	Наименование
1	+15В
2	0В
3	0В1
4	+5В

Таблица 3. Разъем питания XP2.

Расположение ножек соответствует выходу компьютерного блока питания, однако применение его не рекомендуется, т.к. теряется гальваническая развязка между силовой и цифровой частью.

Силовые контакты Контроллера выведены на разрывной клеммник XP4. Назначение контактов приведено в Таблице 4.

Номер	Контакт
1	0В СИЛ
2	+310В
3	-



4	Фаза V
5	Фаза W
6	Фаза U

Таблица 4. Силовой разъем XP4.

Помимо сигналов силового питания сюда выведены сигналы подключения фаз V, W, U асинхронного двигателя. Подключение двигателя должно производиться экранированным кабелем.

Разъем XS1 служит для подключения инкрементального энкодера. Энкодер- цифровой прибор, предназначенный для отслеживания углового положения ротора двигателя. Он используется также для определения скорости вращения ротора и текущей позиции станка. На выходе энкодера формируется двухфазная последовательность импульсов, соотношение фаз которых характеризует направление вращения, частота вращения пропорциональна частоте этих импульсов, количество импульсов пропорционально количеству совершенных оборотов или величине перемещения.

Основная характеристика энкодера – количество импульсов на оборот (PPR). Контроллер может работать с энкодерами до 4000 импульсов/оборот. Еще одна величина – количество отсчетов на оборот (CPR), которая в 4 раза больше чем PPR, контроллер в своей работе оперирует именно этой величиной. Энкодеры обычно имеют выходы A, B и индексный выход Z, который в нашем случае не используется. Для повышения помехозащищенности используются энкодеры с так называемым дифференциальным выходом, который на каждую из фаз содержит по два выхода, обозначаемые как A+, A-, B+, B-. Энкодеры выпускают множество фирм, у авторов есть положительный опыт использования энкодеров фирмы Autonics (http://armakip.com.ua/encoders/E40S_E40H.pdf) с PPR 500-4000.

Назначение контактов XS4 приведено в Таблице 5.

Номер	Назначение
1	B-
2	B+
3	A+
4	A-
5	+5V
6	0V
7	0V
8	0V силовой

Таблица 5. Сигналы разъема XS4.

Следует заметить, что энкодер следует выбирать с напряжением питания 5В, запитывать энкодер следует от выводов 5,6,7. Экранную оплетку подключают к контакту 8.

Разъем XS2 типа DB25 служит для подключения всех управляющих сигналов Контроллера.

Назначение выводов приведено в Таблице 6.

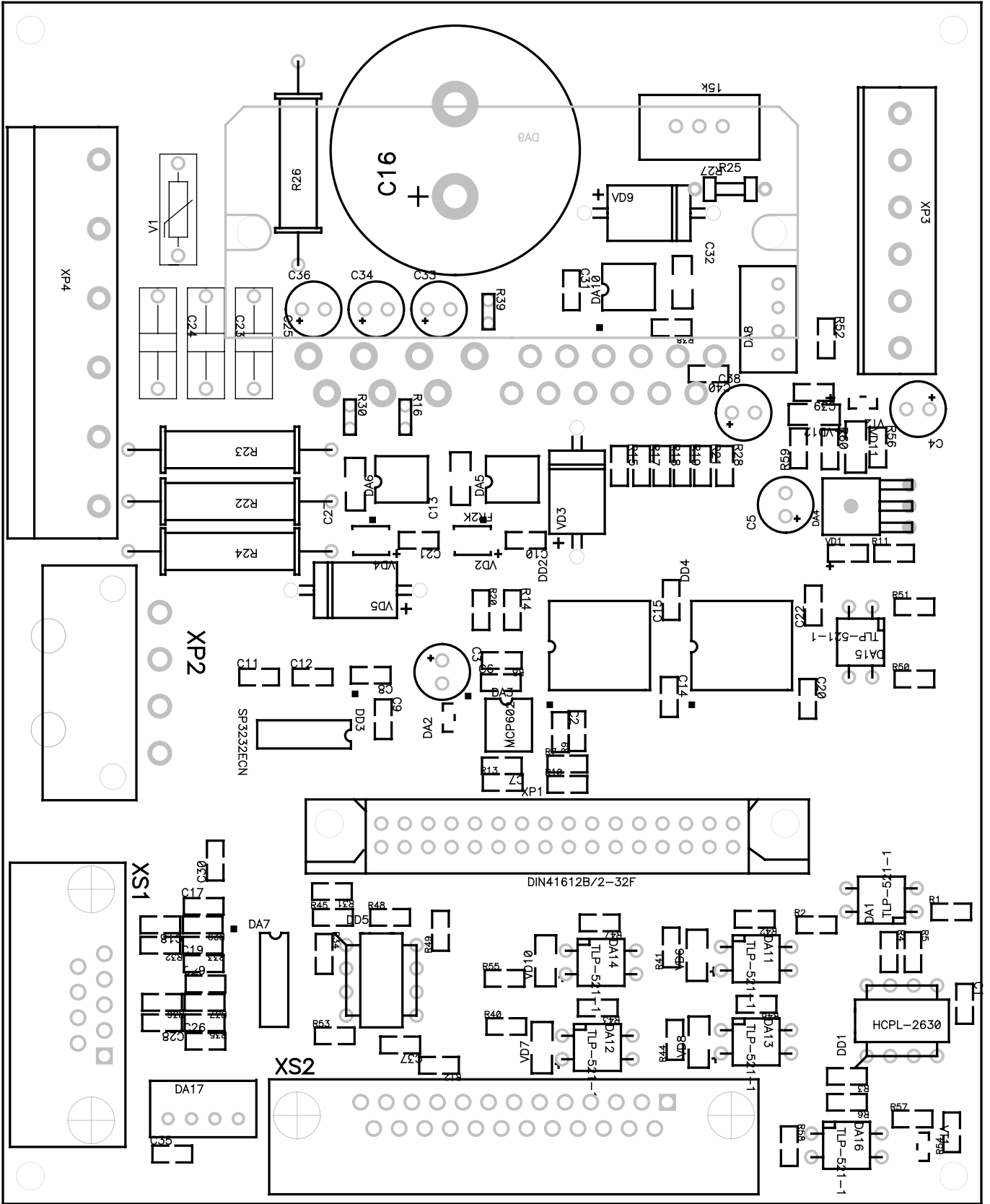
Номер контакта	Наименование	Примечание
1*	0V_комп	Общий провод для входов ЦАГ, НАПРАВЛЕНИЕ, РАБОТА, A, B
2*	Шаг	Импульс шага, фронт импульса приводит к перемещению двигателя на величину отсчетов энкодера, определенную в параметрах привода
3*	Направление	Изменение уровня сигнала на этом входе меняет направление вращения двигателя



4*	Работа	Высокий уровень сигнала на этом входе разрешает работу Контроллера по входам Шаг/Направление, и запрещает работу с ручного пульта
5	-	
6	-	
7	Вход Вправо	Вход сигнала «перемещение вправо» с ручного пульта. Активный уровень сигнала +12В относительно вывода 19
8	Вход Ноль	Вход сигнала «Крайнее положение минимум» от концевого датчика. Активный уровень сигнала +12В относительно вывода 19
9	Вход Максимум	Вход сигнала «Крайнее положение максимум» от концевого датчика. Активный уровень сигнала +12В относительно вывода 19
10	RxD0	RS-232 вход приемника канала 0
11	TxD0	RS-232 выход передатчика канала 0
12	RxD1	RS-232 вход приемника канала 1
13	TxD1	RS-232 выход передатчика канала 1
14	-	
15	0В цифровая	
16	0В_2	Ноль вольт выхода сигнала аварии
17	Авария	Выход с открытым коллектором, ток до 0.3А
18	+12В_2	Питание схемы сигнала аварии +12В
19	0В_1	Общий провод для входов сигнала ручного управления и концевиков
20	Вход Влево	Вход сигнала «перемещение влево» с ручного пульта. Активный уровень сигнала +12В относительно вывода 19
21	0В	
22	-	
23	0В_комп	Общий провод для входов ЦАГ, НАПРАВЛЕНИЕ, РАБОТА, А,В
24	Энкодер В	Выход сигнала энкодера В
25	Энкодер А	Выход сигнала энкодера А

*- обозначены сигналы, обязательно присутствующие в любой схеме включения Контроля
 Таблица 6. Сигналы разъема XS2.

Как видно из таблицы, необходимыми сигналами управления являются только 4 ШАГ, НАПРАВЛЕНИЕ, РАБОТА (“Step/Direction/Enable” в англоязычной терминологии) и общий провод. Потребляемый ток по каждому входу – 10ма. Эти входы могут быть непосредственно подключены к LPT входу компьютера для совместной работы со многими CNC программами, например Mach2, Mach3, kCam.



RS232

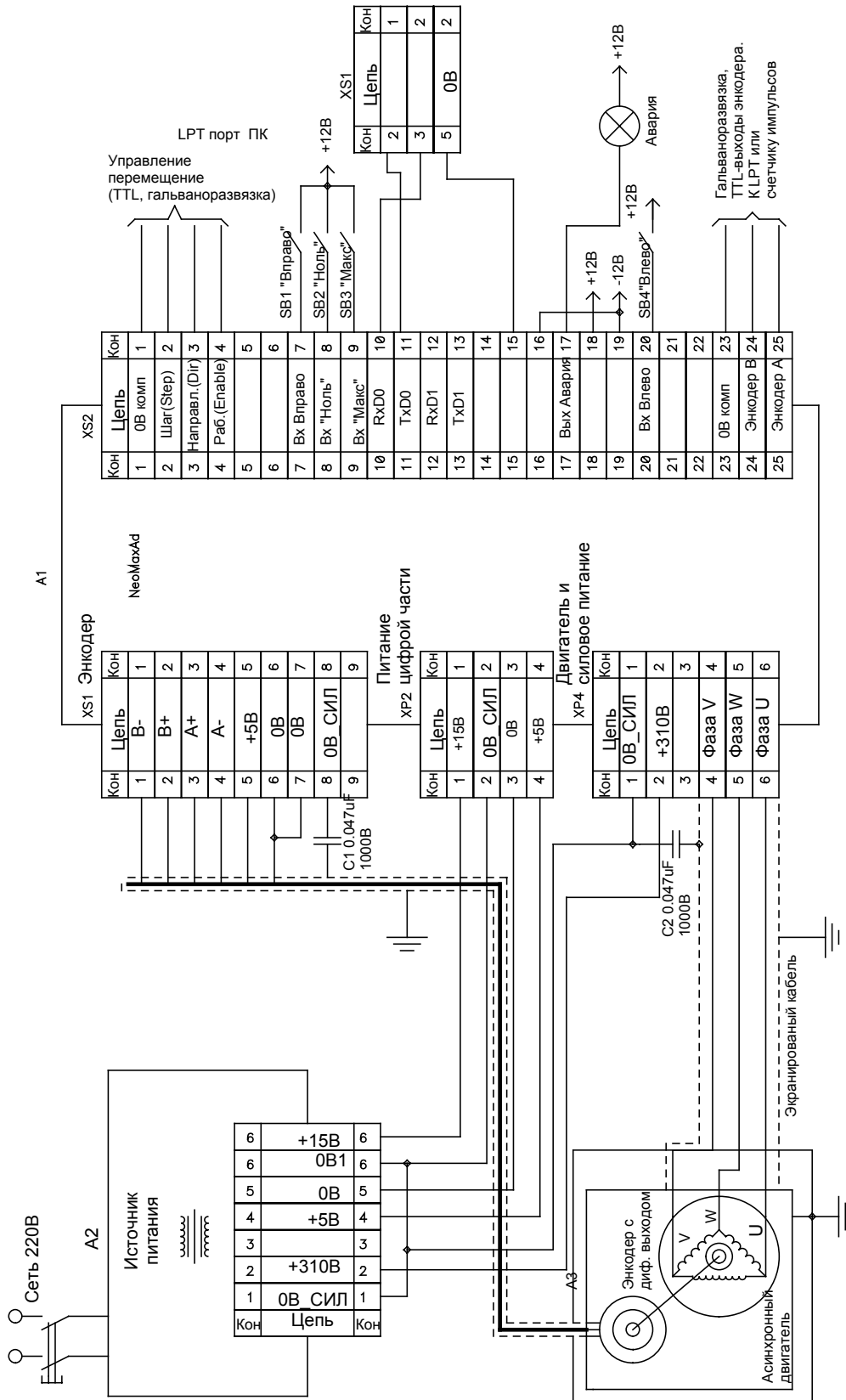


Рисунок 3. Схема подключения контроллера



Для подключения пульта управления, состоящего из двух кнопок «Вперед» «Назад» (или «Влево» и «Вправо»), а также конечных выключателей необходим дополнительный источник питания +12...+15В. Выход «Авария» также нуждается в отдельном источнике питания. В крайнем случае можно использовать источник, питающий силовую часть контроллера

Для настройки и конфигурирования контроллера необходим разъем типа DB-9F, подключенные как указано на Рисунке 3 (XS1). Он подключаются к портам COM1 компьютера.

2. Адаптация нового двигателя.

Данный раздел предназначен для опытных пользователей, знакомых с основами построения сервоприводов и владеющих навыками работы с компьютером на уровне инженера-электронщика. Адаптация привода под двигатель и энкодер заказчика может быть проведена разработчиками по отдельной договоренности.

Для настройки нового двигателя для работы с Контроллером вам необходимы:

1. Контроллер, подключенный как показано на Рисунке 3, с установленной вертикально в нем платой управления (через XP1), кабель для подключения к СОМ-портам компьютера.
2. Асинхронный двигатель и закрепленный на валу энкодером. Вал не должен быть подключен к станку.
3. Компьютер с установленными Windows XP и программой EDTuner, которую можно найти на сайте <http://cnccom.chat.ru>.

Асинхронные двигатели обычно позволяют включать их обмотки как звездой, так и треугольником. При напряжении источника питания 310В их лучше всего включить треугольником, при этом будет развиваться большая мощность. На табличке двигателя также указаны *номинальный ток двигателя, номинальные обороты*.

Необходимо знать (или измерить) *ток двигателя без нагрузки*, выраженный в процентах от номинального. Этот параметр можно выбрать эмпирически, исходя из мощности двигателя. Чем больше мощность двигателя, тем меньше процент тока холостого хода. Из практики настройки двигателей можно сказать, что он меняется от 30% для двигателей мощностью около 1 кВт до 70% для двигателей мощностью 150 Вт.

Важным параметром является также *номинальная частота сети*. У отечественных общепромышленных двигателей она равна 50 Гц, для импортных двигателей ее необходимо уточнить у поставщика. Необходимым параметром является *количество полюсов двигателя*. Перед началом конфигурирования необходимо знать все эти параметры.

Необходимо заметить, что Контроллер может функционировать в 4-х режимах: Момент, Скорость, Положение и ШАГ/НАПРАВЛЕНИЕ. Последний является основным рабочим режимом, остальные используются для настройки.

В Контроллере используется классическое 3-х контурное регулирование, первым контуром, непосредственно связанным с двигателем, является *контур крутящего момента или тока*. Здесь производится разделение фазных токов двигателя на две составляющих: прямой (ток подмагничивания I_d) и квадратурный (ток, производящий крутящий момент I_q). Для каждого из токов есть свой ПИ-регулятор с одинаковыми параметрами. I_d задается постоянным и не зависит от скорости, I_q принимается в качестве задания с выхода контура скорости. При работе в режиме Момент вал двигателя вращается равноускоренно до тех пор, пока момент сопротивления не сравняется с крутящим моментом. Контур Скорости



содержит еще один ПИ-регулятор, сигнал обратной связи поступает от узла измерения скорости вращения энкодера, сигнал задания – от контура Положения, сигнал рассогласования подается на вход контура Моента. Контур Положения состоит из П-регулятора, обратная связь – позиция энкодера. В качестве задания в режиме Положение используется специальный параметр, в режиме ШАГ/НАПРАВЛЕНИЕ задание формируется планировщиком траектории.

Первое включение производят без подачи высокого напряжения, отключив разъем ХР4.

Устанавливают программу EDTuner, при этом на рабочем столе появляется ярлык «Настройка электропривода». Необходимо запустить программу, при этом появится окно, изображенное на Рисунке 4. Из списка выбираем порт, к которому подключен Контроллер и нажать кнопку «Подключиться» (питание Контроллера должно быть включено). На экране появится окно, приведенное на Рисунке 5. В случае неудачного подключения появится окно с надписью «Невозможно получить данные от устройства». В этом случае необходимо проверить правильность подключения и выбора порта, затем перезапустить программу.

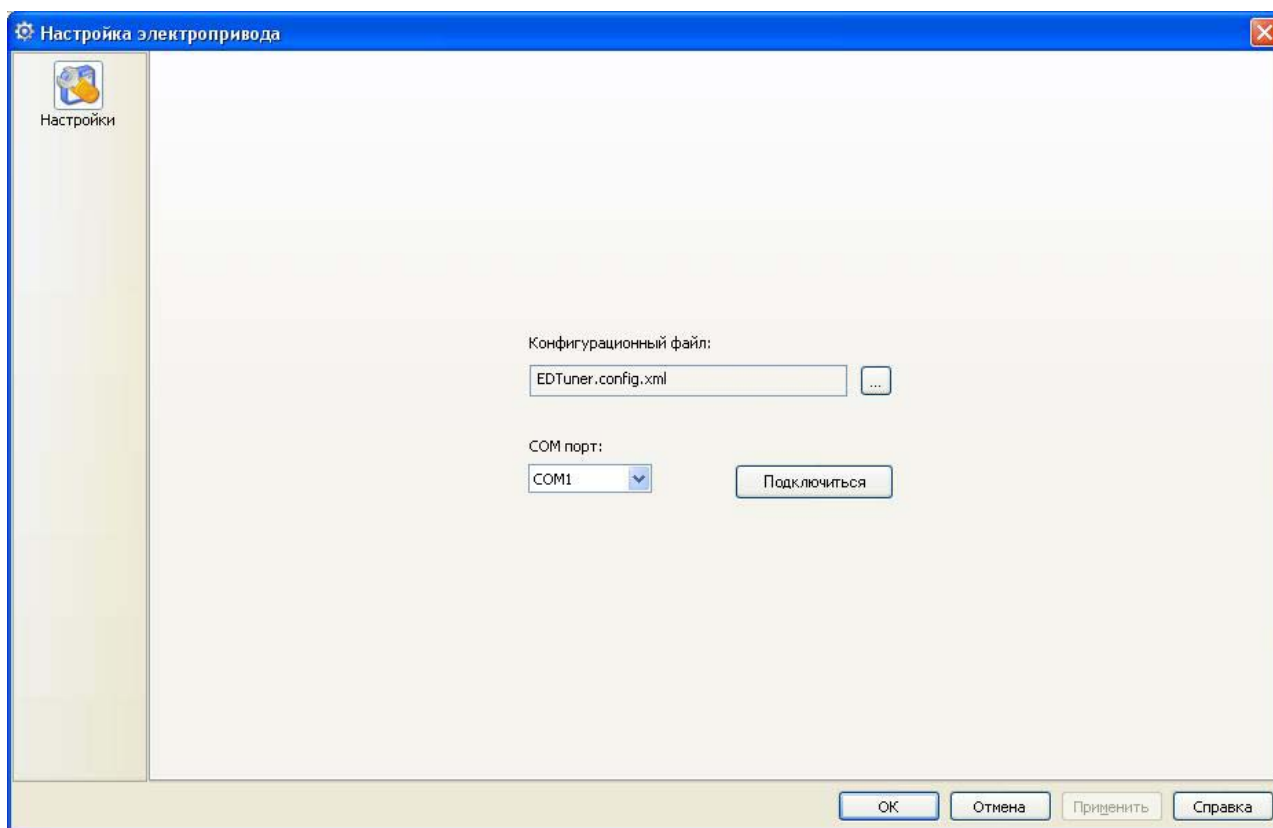


Рисунок 4. Окно запуска программы



Как видно из Рисунка 5, основное окно программы разделено на несколько частей. Слева расположены пиктограммы перехода между экранами. Правее располагается поле просмотра и редактирования параметров двигателя, еще правее – окно информационных параметров, где отображается информация о скорости вращения двигателя, текущей и заданной позиции энкодера. Кнопка «Пуск» запускает Контроллер в работу в соответствии с выбранным режимом работы. Кнопка «Стоп» останавливает вращение. Кнопки «Сохранить» и «Загрузить» позволяют сохранить и загрузить информацию о настройках двигателя в виде файлов на жестком диске. Кнопки «Передать» и «Получить» сохраняют и считывают настройки в/из памяти Контроллера. **Важно:** После каждого изменения параметров, для того чтобы они вступили в силу при следующем запуске, необходимо передать этот параметр в Контроллер (кнопка «Передать»).

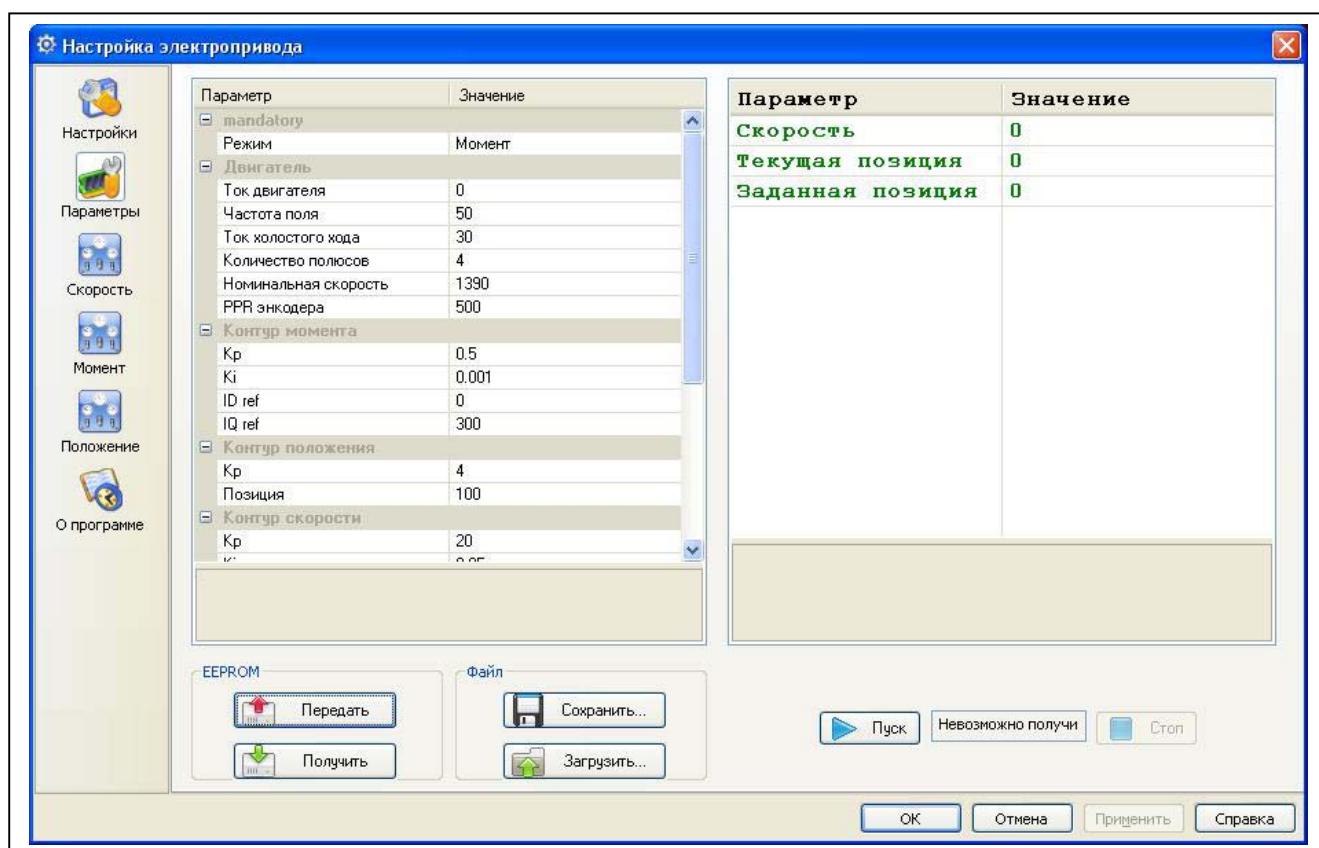


Рисунок 5. Основное окно программы.

Перед первым включением необходимо правильно сконфигурировать Контроллер под новый двигатель и энкодер.

Все параметры разделены на несколько групп в соответствии с их функциональным назначением. Первым в перечне параметров идет Режим работы, который может принимать 4 значения: Момент, Скорость, Позиция, ШАГ/НАПРАВЛЕНИЕ. При нажатии кнопки «Пуск» на этом экране Контроллер запустится в работу в последнем переданном ему Режиме. При переходе на экраны настройки контуров тока, скорости, положения режим меняется автоматически.

Параметры двигателя приведены в Таблице 7.



Наименование	Диапазон значение	Описание
Ток двигателя, Ампер	0-7 Ампер	Номинальный ток двигателя при включении треугольником, указывается на шильднике двигателя.
Частота поля, Гц	1-100, целое	Номинальная частота переменного поля двигателя, указывается на шильднике, обычно 50 Гц
Ток холостого хода, в % от номинального	20%-90%	Принимается либо по паспортным данным, либо исходя из мощности. Приблизительно 30% для 1 кВт до 70% для 150 Вт, подбирается окончательно при настройке контура тока
Количество полюсов двигателя	2-4-6-8-10	Определяется исходя из паспорта двигателя, для 50-ти герцовых двигателей 2-х полюсные имеют частоту вращения около 2400-2900 об/мин, 4-х полюсные 1300-1450 об/мин, 6-ти полюсные 850-950 об/мин, 8-ми полюсные 650-700 об/мин
Номинальная скорость, об/мин	1-3600 об/мин	Указывается на шильднике
PPR энкодера	100-4000	Количество импульсов энкодера на один оборот, указывается на шильднике энкодера

Таблица 7. Параметры двигателя и энкодера.

После ввода параметров двигателя и энкодера необходимо проверить работоспособность энкодера. Для этого выбирают режим работы Скорость (не забыть нажать кнопку «Передать») и нажимают кнопку «Пуск» (силовое питание отключено!!!) Вращая рукой вал двигателя убеждаются, что в поле «Заданная позиция» значение уменьшается или увеличивается при вращении в разные стороны. Если это не так необходимо проверить правильность подключения энкодера к Контроллеру.

Далее необходимо произвести пробный пуск двигателя. Предварительно параметр «Ток холостого хода» устанавливаем в 70%. В разделе «Контур момента» устанавливаем параметры согласно Таблице 8.



Наименование	Диапазон значений	Значение перед адаптацией	Примечание
Kp	-1.0000 ... 1.0000	0.5	Коэффициент усиления контура момента
Ki	-0.032...0.032	0	Интергальное усиление контура момента
IDref	-8000 ... 8000	0	Величина тока подмагничивания, в относительных единицах, обычно 0
IQref	-8000 ... 8000	1000	Величина тока, создающего крутящий момент, в относительных единицах. Используется при настройке контура момента

Таблица 8. Параметры контура момента(тока).

Важно: перед первым включением необходимо в цепь +310В включить низкоомную нагрузку, например лампу накаливания мощность 250Вт для исключения перегрузки Контроллера при неправильной полюсовке двигателя.

Подключаем силовое питание, переводим Контроллер в режим «Момент», нажимаем «Передать» и затем «Пуск». Двигатель должен прийти в равноускоренное вращение. В случае неравномерного вращения, рывков, самопроизвольных запусков/остановок необходимо отключить питание Контроллера, в клеммной коробке двигателя поменять местами два любых фазных провода (приходящие с Контроллера), затем опять подать питание и повторить включение.

Исключаем из цепи лампу накаливания. Переходим к точной настройке «Тока холостого хода». Для этого устанавливаем его величину в 50% и запускаем Контроллер в режиме «Момент». Если Двигатель равноускоренно вращается, без заметных рывков и громких акустических шумов, то можно немного уменьшить «Ток холостого хода» и повторить включение. В случае неравномерного вращения и рывков эту величину увеличивают и повторяют включение. Смысл манипуляций сводится к подбору оптимального значения параметра. Слишком малая величина параметра приведет к уменьшению реального крутящего момента, слишком большая – к нестабильности в работе. Необходимо подобрать такую величину, что бы на заторможенном рукой валу не ощущалось «пульсаций» и произвольных рывков крутящего усилия двигателя.

Переходят к *настройке контура момента (тока)*. Для этого устанавливают IQRef = 4000 и переходят на вкладку «Момент». См. Рисунок 6.

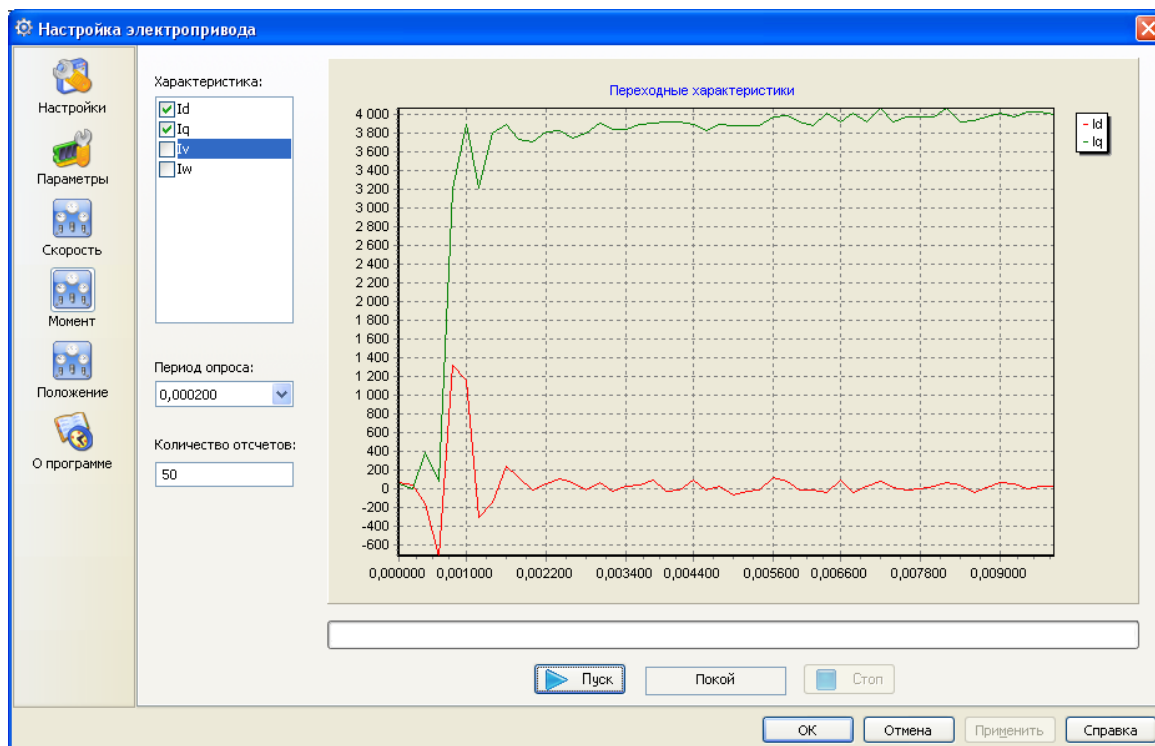


Рисунок 6. Настройка контура момента.

В списке «Характеристика:» приведены величины, для которых будут отображаться графики. Id и Iq – прямой и квадратурный токи двигателя, Iv и Iw – реальные токи фаз двигателя. Нас будут интересовать только Id и Iq, поэтому лучше убрать «птички» с параметров Iw, Iv. В списке «Период опроса» выбирают величину 0.0002 секунды, а количество отсчетов устанавливают в 50. Настройка сводится к подбору K_p (0 .. 1) и K_i (0..0.032) контура тока таким образом, что бы график переходного процесс Iq не имел резких выбросов и время выхода на заданную величину(около 4000) было как можно меньше. Различные методики настройки ПИ-регуляторов можно найти в специальной литературе. Например можно сначала установив $K_i=0$, постоянно увеличивая K_p находят величину, когда на графике начинаются колебания. Устанавливают K_p равным 80% от полученного значения. Далее увеличивая K_i добиваются скорейшего выхода графика на заданную величину (около 4000). График Id должен иметь усредненное значение около 0. Контроллер не очень чувствителен к величинам K_i и K_p контура момента, но для оптимальной настройки для высокودинамичных приводов их лучше настроить поточнее.

Переходим к настройке *контура скорости*. Для контура скорости определены три параметра, приведенных в Таблице 9.

Наименование	Диапазон значений	Значение перед адаптацией	Примечание
K_p	-512 ... 512	20	Коэффициент усиления контура скорости
K_i	-2...2	0	Интегральное усиление контура скорости

Скорость	-3600 ... 3600	Номинальная скорость двигателя(на шильднике)	Величина скорости, об/мин. Устанавливается в пределах +/- номинальной скорости вращения двигателя, в режиме ШАГ/НАПРАВЛЕНИЕ определяет максимальную скорость двигателя
----------	----------------	---	---

Таблица 9. Параметры контура скорости

Переходим на вкладку «Скорость» (Рисунок 7).

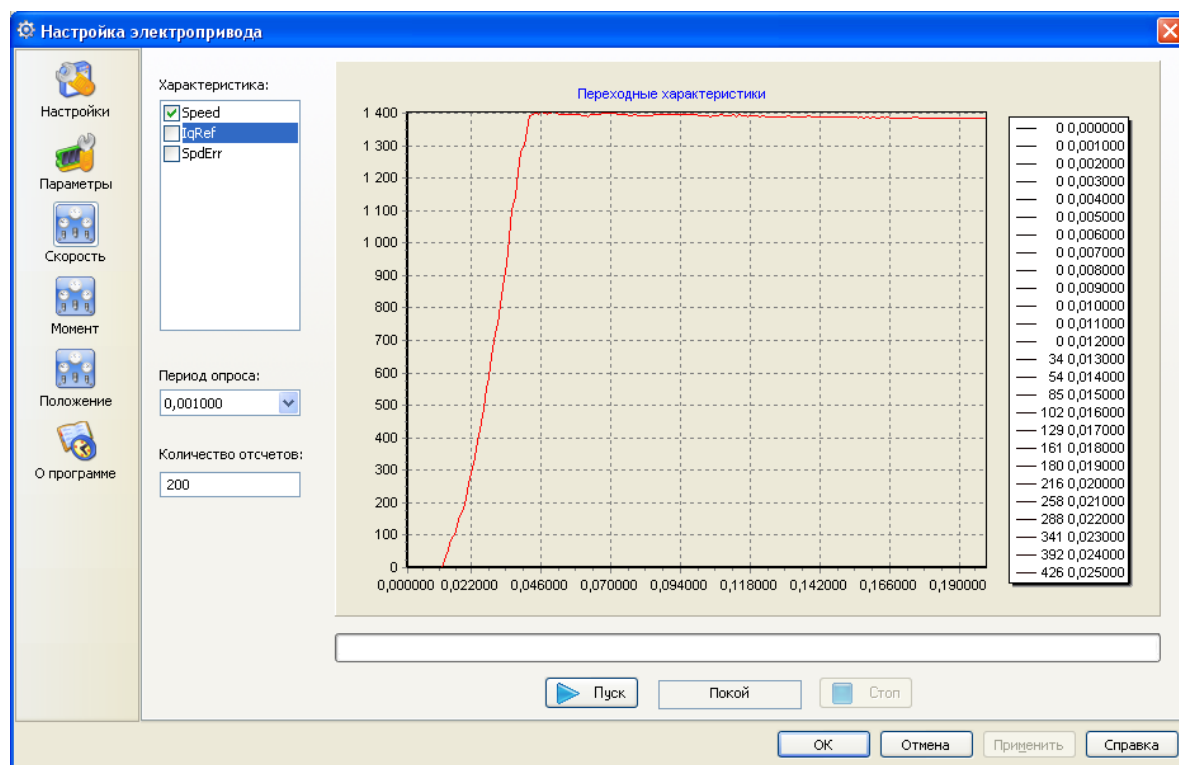


Рисунок 7. Настройка контура скорости

Доступны следующие характеристики: Speed – скорость двигателя, IqRef – величина крутящего момента на выходе контура скорости, SpdErr – ошибка скорости. Мы будем использовать только Speed. Период опроса задают 0.001сек, количество отсчетов 200. Далее настраивают переходную характеристику подбирая K_p и K_i контура скорости, добиваясь как можно меньшего времени выхода двигателя на номинальную скорость. Методика может использоваться такая, как и для контура тока. Необходимо заметить, что подбор этих параметров лучше производить на станке, если его механика позволяет производить быстрые разгоны и торможения.

Контур положения имеет два параметра: коэффициент пропорциональности и K_p и заданную позицию. Вид вкладки «Скорость» приведена на Рисунке 8.

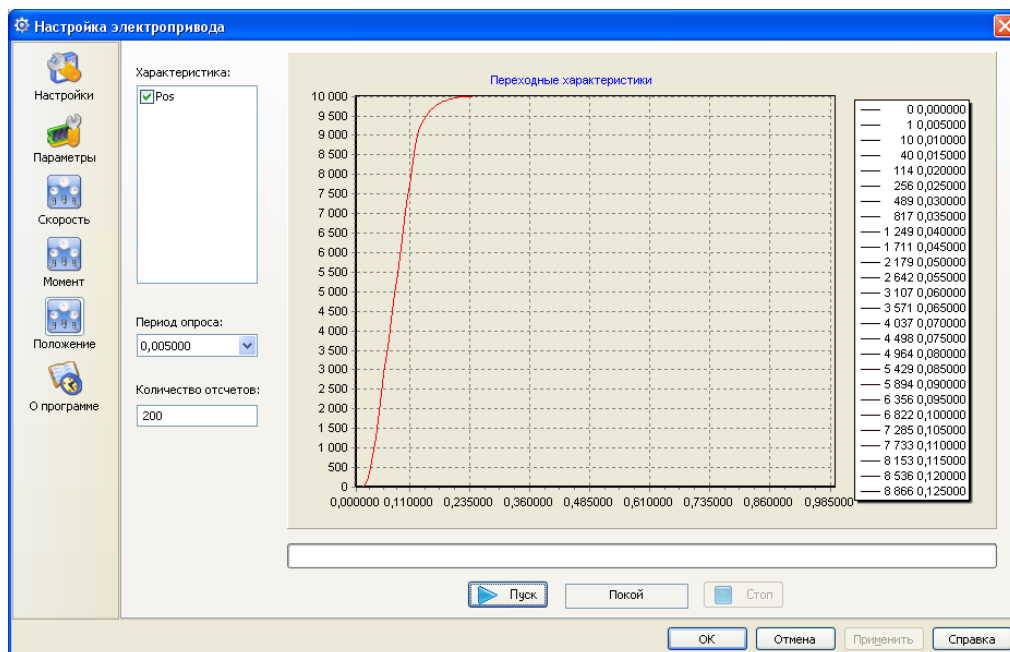


Рисунок 8. Контур положения.

«Заданная позиция» измеряется в отсчетах энкодера, задается в пределах $-32000 \dots 32000$. Лучше задать такую величину, при которой двигатель совершит 8-10 оборотов. Величину K_p контура положения выбирают исходя из отсутствия перерегулирования (отсутствия «перелета» заданного положения).

Окончательно настройку заканчивают переводом Контроллера в режим ШАГ/НАПРАВЛЕНИЕ и проверкой правильности его функционирования.

Несколько практических рекомендаций по настройке контуров Контроллера.

О контуре момента уже было сказано, что он не требует особо тщательной настройки, необходимо добиться примерного вида кривой, показанной на Рисунке 6. В силу своей инерционной природы асинхронный двигатель не может одинаково хорошо работать во все диапазоне скоростей, особенно это сказывается на малых скоростях. В тоже время не многие станки требуют рекордных скоростей разгона/торможения в силу инерции механики. Еще одной особенностью подобной схемы регулирования является обязательное наличие разницы между заданным и фактическим положением в динамике.

Исходя из вышеперечисленного K_p контура скорости не следует выбирать слишком большим, добиваясь максимально быстрого разгона. При слишком большой величине K_p приходится уменьшать K_p положения для стабильной, без колебаний вала, работы двигателя. Зачастую биения вала двигателя приводят к расшатыванию механики станка. Уменьшение K_p положения в свою очередь ведет к увеличению «отставания» фактической позиции двигателя. Поэтому видится целесообразным предварительно настроив Контроллер без станка, окончательную доводку параметров проводить на станке. Необходимо стремиться сделать K_p положения как можно больше, но при этом уменьшая биения вала снижением K_p скорости. Не стоит бояться перерегулирования по положению при большом K_p , т.к. профиль разгона/торможения будет задаваться САМ программой и вряд ли будет очень крутым, в результате к заданной позиции двигатель подойдет со скоростью, намного ниже номинальной.

Работа Контроллера в режиме ШАГ/НАПРАВЛЕНИЕ.

Режим ШАГ/НАПРАВЛЕНИЕ является основным режимом работы станка. Для его включения необходимо в основном окне программы EDTuner выбрать соответствующую опцию и



нажать кнопку «Передать». Теперь после очередного включения питания Контроллер будет переведен в этот режим и может работать без EDTuner.

Для обеспечения работы в режиме ШАГ/НАПРАВЛЕНИЕ необходимо 4 сигнала: Разрешение работы (XS2-4), ШАГ (XS2-2), НАПРАВЛЕНИЕ (XS2-3), общий провод (XS2-1). Каждый вход соединен с общим проводом через цепочку из светодиода оптопары и сопротивление 100 Ом. Возможно прямое подключение этих сигналов к LPT порту, однако, поскольку Разрешение обычно приходит одновременно на несколько контроллеров для этого сигнала необходим усилитель.

При подаче сигнала «Разрешение» запускается внутренняя логика работы Контроллера, на двигатель подается напряжение и его ротор поддерживает позицию, заданную сигналами ШАГ и НАПРАВЛЕНИЕ. Каждый фронт импульса на входе ШАГ приводит к изменению внутреннего счетчика Контроллера на величину, заданную параметром «Множитель шагов». Направление счета (уменьшение/увеличение) определяется уровнем сигнала на входе НАПРАВЛЕНИЕ. Сигнал счетчика сравнивается с позицией энкодера и при наличии разницы вал двигателя придет во вращение, стремясь уменьшить эту разницу. При возникновении большой разницы между заданным и текущим положением вала, которая не уменьшается со временем, Контроллер перейдет в аварийное состояние, о чем будет свидетельствовать остановка вращения и включение красного светодиода на процессорной плате контроллера. Одновременно этот сигнал дублируется на выходе «Авария». Вообще же возникновение любой аварийной ситуации приводит к появлению сигнала на этом выходе, что может быть использовано как сигнал обратной связи в систему управления станком.

Пульт управления и концевые выключатели.

Пульт управления содержит две кнопки «Вперед» и «Назад». Эти кнопки активны только в режиме ШАГ/НАПРАВЛЕНИЕ и только в случае отсутствия сигнала «Разрешение». Время разгона и максимальная скорость конфигурируются.

Концевые выключатели блокируют вращение вперед при срабатывании концевика «Макс» и вращение назад при срабатывании концевика «Ноль». Они активны только в режиме ШАГ/НАПРАВЛЕНИЕ. В Таблице 10 приведены параметры, относящиеся к концевым выключателям и пульта управления.

Наименование	Диапазон значений	Значение перед адаптацией	Примечание
Изменить функции концевиков	Прямой/обратный	Прямой	Установка параметра в значение «обратный» меняет местами функции концевых выключателей.
Изменить функции кнопок	Прямой/обратный	Прямой	Установка параметра в значение «обратный» меняет местами функции кнопок пульта управления
Время разгона, мс	1-32000	10000	Время разгона двигателя при работе от пульта управления
Скорость в ручном режиме, об/мин	1-3600	100	Максимальная скорость при работе с пульта управления

Таблица 10. Параметры пульта управления и концевых выключателей.