

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ивановский государственный энергетический
университет им. В. И. Ленина»

Кафедра электропривода
и автоматизации промышленных установок

**ЗНАКОМСТВО С ЛАБОРАТОРНЫМ СТЕНДОМ ДЛЯ
ИЗУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ
УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПЕРЕМЕННОГО
ТОКА**

Методические указания
к лабораторному практикуму по курсу
"Векторное управление электроприводами переменного тока"

Иваново 2008

Составители А.Б. ВИНОГРАДОВ, А.Н. СИБИРЦЕВ, В.Л. ЧИСТОСЕРДОВ,
Н.Е. ГНЕЗДОВ
Редактор А.Р. КОЛГАНОВ

Методические указания предназначены для студентов специальности 14.06.04 и направления 14.06.00, выполняющих лабораторный практикум на лабораторном стенде для изучения современных методов и средств управления электроприводами переменного тока.

Лабораторный стенд является достаточно сложным многофункциональным устройством, представляющим собой совокупность программных и аппаратных средств. Целью данной работы является первое знакомство с оборудованием стенда, его возможностями и характеристиками.

Эта работа должна выполняться первой из цикла работ, выполняемых на лабораторном стенде. Методические указания могут использоваться студентами в качестве технического описания и руководства по эксплуатации стенда при выполнении на нем всех последующих лабораторных работ по курсу «Векторное управление электроприводами переменного тока» и по другим курсам специальности.

Методические указания утверждены цикловой методической комиссией ЭМФ.

Рецензент:

кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина».

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение и область применения стенда	4
2. Безопасность	4
3. Технические характеристики	5
3.1. Состав оборудования стенда	5
3.2. Основные характеристики электроприводов	5
3.3. Характеристики измерительной системы	7
3.4. Характеристики интерфейса	8
4. Устройство	10
4.1. Функциональная схема стенда	10
4.1.1. Возможности блока пусказащитной аппаратуры	11
4.1.2. Возможности блока управления входными/выходными сигналами	13
4.2. Конструкция стенда	17
5. Подготовка стенда к работе	19
6. Программа лабораторной работы	21
6.1. Проверка функционирования электроприводов в ручном режиме	21
6.2. Проверка функционирования оборудования стенда при управлении от инструментальной ЭВМ	22
6.3. Содержание отчета по лабораторной работе	27
7. Контрольные вопросы	28
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	28
Приложение 1. Технические данные и параметры схем замещения электродвигателей	29
Приложение 2. Функциональная схема стенда	30
Приложение 3. Стойка электрооборудования стенда	31
Приложение 4. Внешний вид панели управления стенда	32
Приложение 5. Схема электрическая подключений	33
Приложение 6. Таблица соответствия исполнений системы управления электропривода и версии программного обеспечения ПЧ.	34

1. Назначение и область применения стенда

Стенд предназначен для выполнения лабораторного практикума при подготовке инженеров по специальности 140604, бакалавров и магистров по направлению 140600. Стенд может использоваться при изучении следующих дисциплин специальности: «Теория электропривода», «Преобразовательная техника», «Системы управления ЭП», «Элементы систем автоматики», «Комплектный электропривод», «Монтаж и наладка электроприводов», «Векторное управление электроприводами», «Автоматизация типовых технологических процессов и промышленных установок», «Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов».

2. Безопасность

Все сигнальные цепи измерительной системы стенда имеют гальваническую развязку от силовых цепей с напряжением изоляции не менее 2,5 кВ.

Уровень напряжения сигналов измерительной системы, включая вторичные цепи устройства аналого-цифрового преобразования, содержат цепи только безопасного сверхнизкого напряжения (не более ± 15 В) и, согласно ГОСТ25861-83 не требуют специальной защиты персонала от случайного прикосновения.

По степени защиты человека от поражения электрическим током входящая в состав стенда инструментальная ПЭВМ с устройством аналого-цифрового преобразования относится к классу I в соответствии с требованиями ГОСТ26104-89.

По способу защиты человека от поражения электрическим током силовое электрооборудование стенда относится к 01 классу по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Клеммники силового электрооборудования имеют защиту от прикосновения и предупреждающую маркировку.

Инструкция по технике безопасности:

1. Перед выполнением лабораторных работ студент обязан пройти вводный инструктаж и расписаться в журнале по технике безопасности. Студенты, не прошедшие вводный инструктаж, к работе не допускаются, а при нарушении правил техники безопасности отстраняются от выполнения лабораторной работы.

2. Перед выполнением лабораторных работ необходимо внимательно изучить схемы стенда и ознакомиться с устройством лабораторной установки.

3. Место работы должно быть достаточно освещено. Во время работы следует соблюдать чистоту и не захламлять рабочее место посторонними предметами.

4. Категорически запрещается прикасаться к оборудованию стенда кроме органов, управления и диагностики, вынесенных на лицевую панель стойки электрооборудования, и клавиатуры персонального компьютера.

5. При работе с осциллографом и другими переносными приборами необходимо соблюдение мер безопасности, предусмотренных заводской инструкцией.

6. При обнаружении любой неисправности незамедлительно прекратить работу на стенде и обратиться к обслуживающему персоналу.

3. Технические характеристики

Рассматриваются основные технические характеристики лабораторного стенда.

3.1. Состав оборудования стенда

- Стойка электрооборудования:
 - преобразователь частоты ЭПВ-ТТПТ-10-380-2АП для асинхронного электропривода - 1 шт.;
 - преобразователь частоты ЭПВ-ТТПТ-10-380-3СР для синхронного электропривода - 1 шт.;
 - блок тормозных резисторов - 2 шт.;
 - реактор сетевой - 2 шт.;
 - фильтр радиопомех трехфазный - 1 шт.;
 - фильтр радиопомех однофазный - 1 шт.;
 - аппаратура пускозащитная;
 - блок управления пускозащитной аппаратурой;
 - блок управления входными и выходными сигналами;
 - панель приборов;
 - плата дополнительной датчиковой системы - 2 шт.;
 - устройство аналогового ввода-вывода - 1 шт.
- Электромеханическая часть:
 - двигатель асинхронный со встроенным инкрементальным импульсным энкодером*;
 - двигатель синхронный с возбуждением от постоянных магнитов со встроенным резольвером*;
 - платформа с монтажным фланцем;
 - муфта соединительная сильфонная.
- Персональный компьютер IBM PC/AT совместимый

* Технические данные и параметры схем замещения двигателей приведены в Приложении 1.

3.2. Основные характеристики электроприводов

Используемые в стенде преобразователи частоты соответствуют требованиям ГОСТ 24607, комплектные электроприводы – требованиям ГОСТ 27807.

В электроприводах реализованы следующие виды защит:

- от внутренних и внешних коротких замыканий и от замыкания любой из выходных фаз преобразователя на землю;
- от перегрева преобразователя;

- времятоковая защита двигателя;
- от перегрева электрического двигателя;
- от недопустимого превышения напряжения;
- от исчезновения и недопустимого понижения напряжения сети;
- от пропадания питания цепей управления;
- от программных сбоев;
- от превышения пределов использования балластного резистора;
- от перегрева балластного резистора.

Состояния электропривода отображаются на встроенном дисплее и с помощью выходных сигналов интерфейса.

Электроприводы, используемые в стенде, обеспечивают создание нагрузки друг другу во всех четырех квадрантах механической характеристики.

Аппаратная часть преобразователей частоты обеспечивает загрузку программного обеспечения для исследования различных структур электроприводов переменного тока, а именно:

- частотное управление с произвольно задаваемой U/f –характеристикой (исполнение 1);
- частотное управление с обратными связями по току, с наблюдателем состояния, с компенсацией скольжения, с регулятором ЭДС, скорости, технологического параметра (исполнение 1);
- системы адаптивно-векторного управления асинхронным электроприводом с датчиком скорости/положения (исполнение 2);
- системы адаптивно-векторного управления асинхронным электроприводом без датчика скорости/положения (исполнение 4);
- системы адаптивно-векторного управления синхронным электроприводом с датчиком скорости/положения (исполнение 3);
- системы адаптивно-векторного управления синхронным электроприводом без датчика скорости/положения (исполнение 5);
- системы регулирования момента (исполнения 2,3).

Системы управления преобразователей частоты обеспечивают возможность исследования следующих специальных режимов работы электроприводов:

- автоматическое определение параметров подключенного двигателя и настройка на параметры силового канала;
- автоматическая адаптация к изменению параметров;
- поиск неизвестной частоты вращения асинхронного двигателя;
- управление за счет энергии торможения;
- энергосберегающий режим работы асинхронного электропривода;
- разновидности тормозных режимов (частотное торможение с рассеиванием энергии в балластном резисторе, динамическое торможение и удержание постоянным током, останов с ограничением темпа торможения и возвратом энергии в звено постоянного напряжения).

Загрузка соответствующего программного обеспечения выполняется с помощью инструментальной ПЭВМ на этапе подготовки стенда к запланированной программе экспериментов.

3.3. Характеристики измерительной системы

Измерительная система стенда обеспечивает преобразование, нормализацию, индикацию и регистрацию следующих величин (переменных электропривода):

Сигналы датчиковой системы преобразователей частоты:

- мгновенные значения токов фаз двигателей V и W;
- напряжение шины Udc;

Программируемые выходные сигналы ЦАП преобразователей частоты:

- задание по скорости, моменту, угловому положению, технологической переменной;
- фактическое значение технологической переменной;
- выходной сигнал задатчика интенсивности;
- фактическое значение скорости вращения ротора двигателя (для исполнений 1 и 4 - вычисленное значение);
- активная мощность, потребляемая двигателем (только для исполнения 1);
- модуль вектора напряжения статора;
- выпрямленное напряжение на входе инвертора;
- частота напряжения статора (только для исполнения 1);
- фактическое значение электромагнитного момента двигателя (только для исполнений 2 и 3, для исполнений 4 и 5 – вычисленное значение)
- модуль вектора тока статора;
- активная составляющая вектора тока статора (только для исполнений 2-5);
- реактивная составляющая вектора тока статора (только для исполнений 2-5);
- 1-я гармоника тока фазы U статора двигателя;
- 1-я гармоника тока фазы V статора двигателя;
- 1-я гармоника тока фазы W статора двигателя;
- модуль вектора потокосцепления ротора (только для исполнений 2, 4)
- угловое положение ротора двигателя (только для исполнений 2-5);
- выходной сигнал регулятора скорости (только для исполнений 2-5);
- выходной сигнал регулятора активной составляющей тока (для исполнений 2-5).
- выходной сигнал регулятора реактивной составляющей тока (только для исполнений 2-5);
- температуры перегрева 6 кристаллов IGBT инвертора (только для исполнений 1, 2, 4).

Сигналы дополнительной датчиковой системы:

- мгновенное значение входных токов фаз преобразователей частоты - 2 канала;
- мгновенное значение фазных напряжений питающей сети - 2 канала.

Устройство аналогового ввода-вывода ЛА-2USB-14:

- число аналоговых входов:	16 дифференциальных;
- входное сопротивление:	не менее 5 Мом;
- диапазон входного напряжения:	± 10 В;
- разрешающая способность АЦП:	14 бит;
- время преобразования:	3 мкс /канал;
- максимальная частота дискретизации:	400 кГц;
- число аналоговых выходов:	2 канала;
- диапазон выходных сигналов:	± 5 В;
- разрешающая способность:	12 бит;
- время установления:	20 мкс;
- интерфейс с ПЭВМ:	USB 2.0.

Дополнительно предусмотрена цифровая индикация скорости и углового положения вала каждого из электродвигателей с помощью устройств цифровой индикации и любого из аналоговых сигналов датчиковой системы с помощью цифровых вольтметров.

Устройства цифровой индикации датчиков угловых перемещений ЛИР 510М:

- тип входного сигнала:	прямоугольные импульсные сигналы	TTL;
- максимальная частота входного сигнала:	3 МГц;	
- число индицируемых разрядов:	7+знак.	

Цифровые вольтметры PMLED/5:

- число десятичных разрядов:	3½;
- входное сопротивление:	не менее 10 Мом;
- точность:	±0,5 %;
- диапазон входного сигнала:	±20 В;
- высота символов:	14 мм.

3.4. Характеристики интерфейса

Инструментальная ЭВМ стенда оснащена программным обеспечением, имеющим дружественный интерфейс пользователя. Интерфейс пользователя состоит из управляющего интерфейса для преобразователей частоты и интерфейса устройства аналого-цифрового преобразования сигналов.

Управляющий интерфейс преобразователей частоты, представляющий собой пакет программ **VCDrive**, обеспечивает прямую связь между структурой электропривода, отображаемой на экране ПЭВМ в виде мнемосхем или таблиц параметров со структурой и параметрами реальной системы управления.

Поддерживаются следующие основные функции:

- соединение с любым из ПЧ, установленным на стенде и связанным сетью MODBUS (физическая линия RS-485), с помощью адаптера PC-CAN/RS-485;
- просмотр и редактирование всех параметров и переменных ПЧ, с последующей загрузкой измененных параметров в ПЧ (режим параметрирования);
- мониторинг основных переменных и флагов состояния электроприводов с заданной частотой обновления, в числовом и графическом виде (режим осциллографа);

- формирование управляющих сигналов ПЧ: «Снятие блокировки» (BLC OFF), «Разрешение задания» (ENBL), «Реверс задания» (Direct), «Сброс защит» (ER_RST), текущее задание по скорости (моменту);
- формирование и запуск циклограмм.

При этом изменение параметров двигателя и регуляторов со встроенного пульта управления преобразователей частоты, а также по последовательному каналу связи от инструментальной ПЭВМ становятся доступными только при вводе пароля доступа.

В *интерфейс устройства аналого-цифрового преобразования* входит следующий пакет программ **ADC Utility**:

- Программа **ADCLab** предназначена для использования вместе с устройством АЦП в качестве компьютерного осциллографа и спектроанализатора. Эта программа позволяет увидеть измеряемый сигнал в реальном времени, а также его спектр.

- Программа **Saver2** предназначена для сбора сигналов в режиме реального времени с одновременной их записью на диск инструментальной ЭВМ.

- Программа **Viewer** предназначена для просмотра, обработки и записи в разных файловых форматах сигналов, записанных числами различной разрядности (8, 16, 32 бита). Так же возможна работа с многоканальными сигналами. Программа позволяет открывать (читать) файлы в различных форматах, наглядно отображать сигнал в графическом окне в виде графика величины импульса от времени (номера отсчёта), производить необходимую обработку, сохранять сигнал в различных форматах. Программа может быть использована как в качестве просмотрщика и обработчика сигнала, так и в качестве конвертера сигналов из одних файловых форматов в другие.

- Программа **Converter** (АЦП конвертор) предназначена для конвертирования бинарных **.dat** файлов, в которых записаны входные сигналы УАВВ, в **.csv**(MS Excel) и **.txt** файлы. Для более удобного просмотра собранных и записанных сигналов их преобразуют в файлы, которые могут быть прочитаны стандартными редакторами. Таким образом, программа «АЦП конвертор» поможет быстро отобразить сигнал, преобразованный и сохраненный в файле с расширением **.txt** в любом текстовом редакторе, а с расширением **.csv** – в MS Excel, в виде таблицы.

Инструкции по работе с этими программами можно найти в одноименных файлах с расширением **.chm**.

4. Устройство

Рассматривается функциональная схема и конструкция лабораторного стенда.

4.1. Функциональная схема стенда

Взаимосвязи основных функциональных узлов стенда показаны на функциональной схеме (Приложение 2).

Напряжение трехфазной питающей сети через входной автоматический выключатель подается на входы фильтров радиопомех (RFI).

С выхода однофазного фильтра напряжение ~220 В поступает на блок питания панели приборов и в блок управления пускозащитной аппаратурой (БУПА) для питания катушек магнитных пускателей.

С выхода трехфазного фильтра RFI питающая сеть подается на входы преобразователей частоты асинхронного электропривода (ПЧ1) и синхронного электропривода (ПЧ2).

На входе каждого ПЧ установлен фильтр гармоник тока - трехфазный 4%-й реактор. По команде с БУПА каждый из реакторов может быть включен в цепь питания ПЧ или зашунтирован.

К выходу ПЧ1 подключен асинхронный серводвигатель (М1) с инкрементальным импульсным энкодером на валу. К выходу ПЧ2 после появления сигнала «Готовность1» подключается синхронный двигатель с постоянными магнитами и с установленным на валу резольвером. Валы двигателей жестко связаны между собой с помощью сильфонной муфты.

Датчики скорости/ положения обоих двигателей подключены к соответствующим входам интерфейсных плат ПЧ1 и ПЧ2. Дублирующие выходные сигналы интерфейса инкрементального энкодера и интерфейса резольвера, выполненные в стандарте RS-422 (2 квадратурные последовательности импульсов TTL- уровня и их инверсии) подаются на устройства цифровой индикации (УЦИ1, УЦИ2) панели приборов.

К клеммам DC+ и BR каждого из преобразователей частоты подключены балластные резисторы узла сброса энергии торможения номинальной мощностью 200 Вт каждый.

В фазу L1 ПЧ1 и фазу L2 ПЧ2 включены по одному датчику тока и датчику напряжения дополнительной датчиковой системы, которые размещены на платах ПД1 и ПД2, и обеспечивают измерение фазных токов и напряжений питающей сети на входах преобразователей частоты.

Все управляющие входы и выходы интерфейса преобразователей частоты сгруппированы по функциональному назначению и выведены на соответствующие модули блока управления входными/выходными сигналами (БУВВС).

Нормированные аналоговые сигналы могут измеряться цифровыми вольтметрами панели приборов и через концентратор подаются на устройство аналогового ввода-вывода (УАВВ). УАВВ выполняет аналого-цифровое преобразование этих сигналов и передачу их по шине USB в инструментальную ЭВМ.

Связь инструментальной ЭВМ с ПЧ1 и ПЧ2 выполняется через коммуникационный порт RS-232, адаптер PC-CAN/RS485, локальную шину RS-485 (ModBus) или CAN, блоки FieldBus АЭП и FieldBus СЭП и соответствующие порты интерфейсных плат ПЧ.

Схема электрическая подключений приведена в Приложении 5.

4.1.1. Возможности блока управления пускозащитной аппаратурой

Блок управления пускозащитной аппаратурой стенда позволяет в зависимости от цели исследования выбрать конфигурацию силовых цепей элек-

троприводов, входящих в состав стенда, и режим работы их узлов. Система аппаратных и логических блокировок обеспечивают требуемую последовательность коммутации электрических аппаратов по командам от органов ручного управления в зависимости от состояния преобразователей частоты. Индикаторами на лицевой панели БУПА отображается текущее состояние силовых цепей.

Основные функции БУПА:

- Отключение входных и выходных силовых цепей электроприводов кнопкой «СТОП»;
- Подключение или отключение каждого из преобразователей частоты к питающей сети независимо от другого;
- Включение или шунтирование реактора во входную цепь каждого из преобразователей частоты. Это позволяет оценить влияние на гармонический состав входного тока преобразователя частоты типового 4%-го индуктивного фильтра, как элемента обеспечения электромагнитной совместимости системы электропривода;
- Объединение или разделение звеньев постоянного напряжения преобразователей частоты.

В традиционной схеме преобразователь частоты оснащается неуправляемым выпрямителем, обладающим односторонней проводимостью. В генераторном режиме работы двигателя энергия, поступающая в промежуточное звено постоянного напряжения от двигателя, заряжает конденсаторы фильтра. Чтобы напряжение на конденсаторах оставалось в допустимых пределах, используют устройства, состоящие из транзисторного ключа (чоппера) и балластного резистора на который разряжаются конденсаторы фильтра.

При объединении звеньев происходит передача энергии от электропривода, работающего в генераторном режиме, к электроприводу, работающему в двигательном режиме, при этом из сети потребляется только малая часть энергии потерь. Благодаря такому обмену энергией каждый из электроприводов может работать в любом из четырех квадрантов механической характеристики в длительном режиме.

В ряде случаев, например, при исследовании гармонического состава тока, потребляемого электроприводом с преобразователем частоты из питающей сети, звенья постоянного напряжения разъединяют. При этом ПЧ, работающий в двигательном режиме, потребляет энергию из сети, а ПЧ нагрузочного электропривода рассеивает энергию в балластном резисторе. Максимальная величина этой энергии ограничена мощностью балластного резистора.

При выборе конфигурации силовых цепей с помощью БУПА необходимо помнить следующее:

- Синхронный серводвигатель М2 автоматически подключается к выходу ПЧ2 только после завершения мягкого заряда конденсаторов звена постоянного напряжения и появлении сигнала «Готовность 1». При срабатывании защит 1-й группы (см. ТО и ИЭ на ПЧ сери ЭПВ) сигнал «Готовность 1» снимается и М2 отключается.

- Объединение звеньев постоянного напряжения переключателем Udc1↔Udc2 происходит только после появления сигналов «Готовность 1» в обоих ПЧ после их включения и при отсутствии напряжения на двигателях (входные сигналы «Снятие блокировки» **BLC OFF** не поданы, выходные релейные сигналы «Работа» сброшены). При соединении шин Udc ПЧ1 и ПЧ2 загорается индикатор Udc1↔Udc2 ВКЛ. Если до того как переключатель Udc1↔Udc2 был переведен в положение ВКЛ, любой из ПЧ находился в работе (на двигатель подавалось напряжение, сформирован релейный сигнал «Работа»), то соединение шин будет заблокировано. Индикатор не загорится, не смотря на положение переключателя до тех пор, пока не будут сброшены сигналы **BLC OFF**.
- Размыкание шин Udc переводом переключателя Udc1↔Udc2 возможно при любом состоянии входных и выходных сигналов ПЧ. При срабатывании защит снятие сигнала «Готовность» также приводит к размыканию контактора, соединяющего шины Udc.

4.1.2 Возможности блока управления входными/выходными сигналами

Блок управления входными/выходными сигналами (БУВВС) является интерфейсом между оператором, инструментальной ЭВМ, устройством аналогового ввода-вывода, электроприводами и элементами датчиковой системы, входящими в состав стенда. БУВВС обеспечивает формирование управляющих сигналов в ручном режиме и от РС, трансляцию сигналов датчиковой системы в УАВВ и измерительные приборы. Состав БУВВС:

- Блок концентратора УАВВ;
- Блок адаптера РС-CAN/RS485;
- Блок аналоговых выходов датчиковой системы (БАВ ДС);
- Блок дискретных входов/выходов асинхронного электропривода (БАВВ АЭП);
- Блок аналоговых входов/выходов асинхронного электропривода (БАВВ АЭП);
- Блок FieldBus асинхронного электропривода (FieldBus АЭП);
- Блок дискретных входов/выходов синхронного электропривода (БАВВ СЭП);
- Блок аналоговых входов/выходов синхронного электропривода (БАВВ СЭП);
- Блок FieldBus синхронного электропривода (FieldBus СЭП).

Блок концентратора УАВВ предназначен для сбора аналоговых выходных сигналов с БАВ ДС, БАВВ АЭП, БАВВ СЭП, ввода их на соответствующие входы УАВВ, вывода выходных сигналов ЦАП УАВВ, транзита шины USB от РС к УАВВ. Подключение сигналов выполняется кабелями № 7, 8 и 9, подключение к шине USB РС - кабелем №6 из комплекта поставки стенда. Распайка разъемов и таблица соответствия каналов АЦП в дифференциальном режиме работы входов приведены в таблицах ниже:

№ разъема/ № вывода	Вход УАВВ	№ канала в ADCLab, Saver2 для дифференциального режима	Сигнал (при штатном подключении)*
X13 / 1	AIN0	Канал 0	IL1
X13 / 6	AIN16		
X13 / 2	AIN1	Канал 1	UL1
X13 / 7	AIN17		
X13 / 3	AIN2	Канал 2	IL2
X13 / 8	AIN18		
X13 / 4	AIN3	Канал 3	UL2
X13 / 9	AIN19		

* при подключении кабелем № 9 из комплекта поставки стенда.

№ разъема/ № вывода	Вход УАВВ	№ канала в ADCLab, Saver2 для дифференциального режима	Сигнал (при штатном подключении)*
X11 / 1	AIN5	Канал 5	IV M1
X11 / 9	AIN21		
X11 / 2	AIN6	Канал 6	IW M1
X11 / 10	AIN22		
X11 / 3	AIN7	Канал 7	UD ПЧ1
X11 / 11	AIN23		
X11 / 4	AIN8	Канал 8	DAC1 ПЧ1
X11 / 12	AIN24		
X11 / 5	AIN9	Канал 9	DAC2 ПЧ1
X11 / 13	AIN25		
X11 / 6	OUT A	Выход ЦАП А	Аналоговый вход VIN2 ПЧ1 (АЭП)
X11 / 14	AGND		

* при подключении кабелем № 8 из комплекта поставки стенда.

№ разъема/ № вывода	Вход УАВВ	№ канала в ADCLab, Saver2 для дифференциального режима	Сигнал (при штатном подключении)*
X9 / 1	AIN10	Канал 10	IV M2
X9 / 9	AIN26		
X9 / 2	AIN11	Канал 11	IW M2
X9 / 10	AIN27		
X9 / 3	AIN13	Канал 13	UD ПЧ2
X9 / 11	AIN29		
X9 / 4	AIN14	Канал 14	DAC1 ПЧ2
X9 / 12	AIN30		
X9 / 5	AIN15	Канал 15	DAC2 ПЧ2
X9 / 13	AIN31		
X9 / 6	OUT B	Выход ЦАП В	Аналоговый вход VIN2 ПЧ2 (СЭП)
X9 / 14	AGND		

* при подключении кабелем № 7 из комплекта поставки стенда.

Блок адаптера PC-CAN/RS485 предназначен для объединения преобразователей частоты в локальную сеть MODBUS и/или CAN с управлением от персонального компьютера.

Сеть MODBUS/CAN, организуемая с помощью адаптера, всегда работает в режиме "Ведущий – Ведомый" ("Master – Slave", "Клиент – Сервер"). Персональный компьютер всегда выступает в роли ведущего устройства (клиента), объединяемые в сеть устройства (преобразователи частоты) – всегда в роли ведомых устройств (серверов).

Адаптер выполняет следующие функции:

- обеспечение связи компьютера, имеющего последовательный канал RS-232, с рядом устройств, имеющих канал RS-485, по протоколу MODBUS;
- обеспечение связи компьютера с рядом устройств по протоколу CAN.

Компьютер всегда делает запрос по протоколу MODBUS. Если запрос адресован устройству в сети CAN, адаптер формирует кадр CAN, передает его в сеть, получает кадр ответа, преобразует его в кадр MODBUS и передает ответ компьютеру.

Адаптер обеспечивает возможность работы портов RS-232 и RS-485 на разных скоростях передачи и с разными форматами кадра MODBUS (ASCII/RTU). В этом случае адаптер принимает кадр от компьютера (из сети MODBUS), переводит его в другой формат и передает кадр в сеть MODBUS (компьютеру).

Питание адаптера выполняется от источника +9 В блока питания панели приборов.

Подключение блока адаптера к инструментальной ЭВМ выполняется кабелем №10 из комплекта поставки стенда, к блоку FieldBus АЭП – кабелями №11 и №13, к блоку FieldBus СЭП – кабелями №12 и №14 соответственно.

Адаптер имеет 10 светодиодных индикаторов для отображения состояния устройства и линий связи. Возможные состояния* и значение индикаторов приведены в таблице:

Название	Возможные состояния	Значение
RS232 Link зеленый	Single flash Off	Успешное завершение приема/передачи кадра ПК. Отсутствие успешного завершения обмена данными с ПК.
RS232 Tx/Rx желтый	Blinking Off	Обмен данными с ПК. Время зажженного состояния равно времени приема/передачи кадра. Отсутствие обмена данными с ПК.
RS232 Error красный	Single flash Off	Аппаратная ошибка при приеме/передаче кадра ПК. Отсутствие аппаратных ошибок при обмене данными с ПК.
RS485 Link зеленый	Single flash Off	Успешное завершение приема/передачи кадра MODBUS. Отсутствие успешного завершения обмена данными с сетью MODBUS.
RS485 Tx/Rx желтый	Blinking Off	Обмен данными с сетью MODBUS. Время зажженного состояния равно времени приема/передачи кадра. Отсутствие обмена данными с сетью MODBUS.
RS485 Error красный	Single flash Off On	Аппаратная ошибка при приеме/передаче кадра MODBUS. Отсутствие аппаратных ошибок при обмене данными с сетью MODBUS. Недостаточное напряжение питания драйвера порта RS-485 (<4В)
CAN Link зеленый	Single flash Off	Успешное завершение приема/передачи кадра CAN. Отсутствие успешного завершения обмена данными с сетью CAN.
CAN Tx/Rx желтый	Blinking Off	Обмен данными с сетью CAN. Отсутствие обмена данными с сетью CAN.
CAN Error	Single flash	Аппаратная ошибка при приеме/передаче кадра CAN.

красный	Off On	Отсутствие аппаратных ошибок при обмене данными с сетью CAN. Недостаточное напряжение питания драйвера порта CAN (<4В)
POWER зеленый	On Off	Наличие питания. Отсутствие питания.

* Описание состояний:

LED Onn – непрерывно зажжен
 LED Off – погашен
 LED Blinking – мигает: попеременно загорается и погасает
 LED Single flash – одна короткая вспышка (около 250 мс).

Блок аналоговых выходов датчиковой системы (БАВ ДС) предназначен для трансляции нормированных аналоговых сигналов дополнительной датчиковой системы в УАВВ.

Распайка разъема БАВ ДС и масштабные коэффициенты сигналов приведены в таблице:

<p style="text-align: center;">БАВ ДС</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Сигнал</th> <th>Масштаб</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UL1, UL2 (БАВ ДС)</td> <td>50 В / В</td> </tr> <tr> <td>IL1, IL2 (БАВ ДС)</td> <td>5 А / В</td> </tr> </tbody> </table>	Сигнал	Масштаб	UL1, UL2 (БАВ ДС)	50 В / В	IL1, IL2 (БАВ ДС)	5 А / В
Сигнал	Масштаб						
UL1, UL2 (БАВ ДС)	50 В / В						
IL1, IL2 (БАВ ДС)	5 А / В						

Блоки аналоговых входов/выходов асинхронного / синхронного электропривода (БАВВ АЭП/ БАВВ СЭП) предназначены для:

- формирования аналогового сигнала 0..+10 В ручного задатчика (скорости, момента, технологического параметра) с помощью потенциометра на лицевой панели блока и внутреннего источника опорного напряжения ПЧ;
- трансляции аналоговых сигналов 0..±10 В, 4..20 мА от внешних устройств (генераторов) на соответствующие аналоговые входы интерфейсной платы ПЧ;
- трансляции нормированных аналоговых сигналов датчиковой системы ПЧ в УАВВ;

- трансляции сигналов свободно-программируемых выходов ЦАП ПЧ (**DAC1, DAC2**) для вывода их на цифровые вольтметры панели приборов и на вход УАВВ.

Распайка разъемов БАВВ АЭП, БАВВ СЭП и масштабные коэффициенты сигналов приведены в таблице:

	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Сигнал</th> <th>Масштаб</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IV, IW (БАВВ АЭП)</td> <td rowspan="2">6 А / В</td> </tr> <tr> <td>IV, IW (БАВВ СЭП)</td> </tr> <tr> <td>UD (БАВВ АЭП)</td> <td rowspan="2">250 В / В</td> </tr> <tr> <td>UD (БАВВ СЭП)</td> </tr> </tbody> </table>	Сигнал	Масштаб	IV, IW (БАВВ АЭП)	6 А / В	IV, IW (БАВВ СЭП)	UD (БАВВ АЭП)	250 В / В	UD (БАВВ СЭП)
Сигнал	Масштаб								
IV, IW (БАВВ АЭП)	6 А / В								
IV, IW (БАВВ СЭП)									
UD (БАВВ АЭП)	250 В / В								
UD (БАВВ СЭП)									

На вход VIN1+/ VIN1- интерфейсной платы ПЧ заводится сигнал с потенциометра ручного.

Блоки дискретных входов/выходов асинхронного / синхронного электропривода (БДВВ АЭП /БДВВ СЭП) (рис.4.1) предназначены для:

- Формирования стандартных дискретных сигналов управления ПЧ с помощью органов ручного управления на лицевой панели блока («Снятие блокировки» **BLC OFF**, «Разрешение работы» **ENABLE**, «Реверс» **DIRECT** и «Сброс защит» **ER RST**) и трансляции этих сигналов на соответствующие входы интерфейсной платы ПЧ с отображением текущего состояния сигналов светодиодными индикаторами на лицевой панели блока;
- Трансляции дискретных управляющих сигналов на свободно программируемые входы ПЧ (**LIN5, LIN7, LIN9, LIN11**);
- Трансляции программируемых дискретных выходных сигналов ПЧ (**TO1, TO2, TO3, TO4**) с отображением текущего состояния выходов светодиодными индикаторами на лицевой панели блока;
- Трансляции сигнала свободно программируемого импульсного выхода ПЧ (**PO1**) для вывода его на цифровой вольтметр панели приборов.

		Вход/ выход	Назначение по умолчанию
		LIN7	Не используется
		LIN9	Не используется
		LIN11	Не используется
		TO1	Флаг «Nr<Nr min»
		TO2	Флаг «Nr=Nr зад»
		TO3	Флаг «Авария»
		TO4	Флаг «Работа»
		PO1	ШИМ-сигнал «Задание по скорости»

Рис. 4.1. Распайка разъема БДВВ АЭП /СЭП

Блоки *FieldBus асинхронного/ синхронного электропривода (FieldBus АЭП/ СЭП)* предназначены для трансляции сигналов коммуникационных портов ПЧ (**RS-232/485** и **CAN**) и подключения их к «полевой шине» ModBus или CAN. Порт **RS-232** каждого из ПЧ может также быть использован для прямого подключения к коммуникационному порту РС (инструментальной ЭВМ).

4.2. Конструкция стенда

Конструктивно стенд состоит из трех частей – *стойки электрооборудования* (Приложение 3), *электромеханической части* (рис.4.2) и *инструментальной ЭВМ*.

Электрооборудование стенда размещено в открытой 19” стойке с дополнительной монтажной рамой. Габаритные размеры 1900х550х750 (ВхШхГ).

На передней раме стойки размещены элементы панели управления:

- блок управления пускозащитной аппаратурой (19” крейт высотой 3U),
- блок управления входными/выходными сигналами (19” крейт высотой 3U),
- панель приборов (19” панель высотой 3U),
- ящик для документации и принадлежностей (19” конструктив высотой 2U),
- 3 панели-заглушки 19” высотой 3U;
- 3 вентиляционных панели 19” высотой 1U.

Внешний вид панели управления стенда приведен в Приложении 4.

На задней раме установлены монтажные панели из оцинкованной стали, на которых смонтированы:

- блоки преобразователей частоты;

- блоки балластных резисторов;
- фильтры радиопомех;
- фильтры гармоник;
- платы датчиковой системы.
- элементы блока пускозащитной аппаратуры;
- клеммник подключения питающей сети и двигателей.

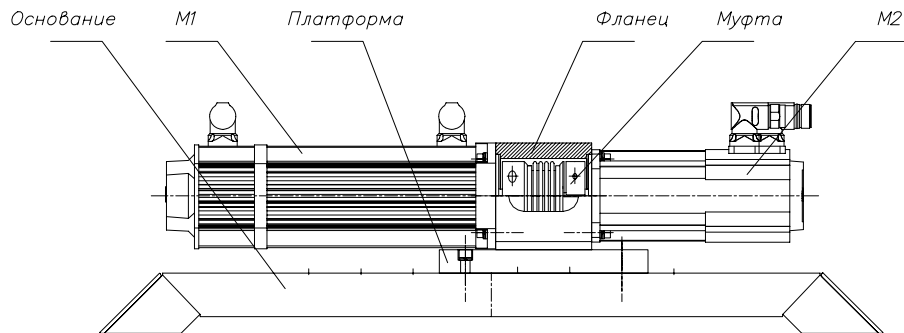


Рис.4.2. Электромеханическая часть стенда

Все клеммники силовых цепей имеют защиту от прикосновения и предупреждающие таблички о наличии опасного напряжения. Электромонтаж выполнен в пластиковых коробах. Силовые и сигнальные цепи проложены раздельно. Все блоки заземлены на специально предусмотренные болты на монтажной панели, имеющие соответствующую маркировку.

В нижней части монтажной панели стойки электрооборудования и на платформе электромеханической части предусмотрены болты подключения защитного заземления.

Электромеханическая часть смонтирована на основании с виброгасящими опорами. Габаритные размеры 750x315x225 (ДxШxВ). На основании установлена платформа с монтажным фланцем, внутри которого размещается сильфонная муфта, соединяющая валы электродвигателей, закрепленных на посадочных местах фланца. Подключение силовых и сигнальных цепей электродвигателей выполняется экранированными кабелями (№2, 3, 4, 5) со штепсельными разъемами из комплекта поставки стенда.

Инструментальная ЭВМ (РС) установлена на отдельном столе. Питание – через специально предусмотренную розетку в стойке электрооборудования стенда.

Способ размещения оборудования, экранирование, выбор кабелей и использование специальных фильтров обеспечивают соответствие требованиям электромагнитной совместимости оборудования стенда.

5. Подготовка стенда к работе

При подготовке оборудования стенда к работе необходимо выполнить следующие операции:

1. Убедиться, что питание на стенд не подано (индикаторы наличия напряжения фаз в БПА погашены, индикатор «Сеть» на передней панели БУПА не горит).
2. Убедиться, что подключения составных частей стенда выполнены согласно схеме подключений. При необходимости выполнить соединения между блоками БУВВС кабелями из комплекта поставки.



Внимание!

Коммутации разъемов кабелей выполнять только при отключенном питании!

3. Органы управления БУПА привести в исходное состояние:
 - Переключатель «Udc1↔Udc2» - в положение ОТКЛ;
 - Переключатели «ПЧ1», «ПЧ2» - в положение ОТКЛ;
 - Переключатели «Реактор1», «Реактор2» - в положение ВКЛ.
4. Тумблеры «BLC OFF», «ENABLE» на БДВВ АЭП и БДВВ СЭП перевести в нижнее положение.
5. Ручки потенциометров «REF» на БАВВ АЭП и БАВВ СЭП повернуть в крайнее положение против часовой стрелки.
6. Подать питание на стенд. Должен загореться индикатор «Сеть» на передней панели БУПА. Если этого не произошло, проверить включение автоматических выключателей QF1, QF5 в БПА.
7. Если нажата кнопка «СТОП» и горит соответствующий индикатор, отжать кнопку, повернув ее по часовой стрелке.
8. Проверить какое программное обеспечение установлено в ПЧ1 и ПЧ2. Для этого:
 - Переключатель «ПЧ1» перевести в положение ВКЛ, должны загореться индикаторы «ПЧ1 ВКЛ» и «Udc1». Через несколько секунд после подачи напряжения должен включиться ЖК-индикатор на лицевой панели ПЧ.
 - С помощью кнопок на пульте ручного управления ПЧ войти в меню МОНИТОР, вызвать строку ПО и прочитать версию программного обеспечения. Она должна соответствовать типоразмеру ПЧ, типу подключенного к ПЧ двигателя и структуре системы управления электропривода с которой будут проводиться работы (см. приложение 6).
 - При необходимости изменить или обновить программное обеспечение, выполнить операции согласно документу “**Программирование преобразователей частоты серии ЭПВ**”.

Внимание! Работы по программированию преобразователей



частоты могут выполняться только квалифицированным обслуживающим персоналом, прошедшим специальную подготовку.

9. Выполнить аналогичные операции по проверке версии установленного ПО с ПЧ2.
10. Проверить функционирование асинхронного электропривода в ручном режиме. Для этого выполнить операции согласно п. 7.2. «**Первое включение**» документа «Электроприводы с преобразователями частоты серии ЭПВ (исполнение 1, 2 или 4). Техническое описание и инструкция по эксплуатации». Электронная версия данного документа находится в папке «**Документация**» на рабочем столе компьютера.
11. Отключить асинхронный электропривод, сняв сигналы «BLC OFF», «ENABLE» на БДВВ АЭП.
12. Проверить функционирование синхронного электропривода в ручном режиме. Для этого выполнить операции согласно п. 7.2. «**Первое включение**» документа «Электроприводы с преобразователями частоты серии ЭПВ (исполнение 3 или 5). Техническое описание и инструкция по эксплуатации».
13. Отключить синхронный электропривод, сняв сигналы «BLC OFF», «ENABLE» на БДВВ СЭП.



Внимание! Не используйте для пуска и останова двигателя переключатели «ПЧ1 ВКЛ/ОТКЛ», «ПЧ2 ВКЛ/ОТКЛ», кнопку «СТОП».

ПРОГРАММА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

6.1. Проверка функционирования электроприводов в ручном режиме

1. Проверить функционирование асинхронного электропривода в режиме нагрузки во всех квадрантах механической характеристики. Для этого:
 - Включить питание панели приборов, должны загореться светодиоды наличия напряжений +5 В, ±15 В, +9 В, светодиоды на платах датчиков и индикаторы цифровых вольтметров (ЦВ) и устройств цифровой индикации скорости/положения (УЦИ).
 - Выполнить объединение промежуточных контуров постоянного напряжения, переведя переключатель «Udc1↔Udc2» на лицевой панели БУПА в положение ВКЛ. Должен загореться соответствующий индикатор.
 - Разомкнуть контур скорости синхронного электропривода, который будет работать в режиме создания нагрузочного момента для асинхронного электропривода. Для этого в меню РЕГУЛЯТОР СКОРОСТИ установить «Регулятор скорости ВЫКЛ», в меню ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/ НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ/ АНАЛОГОВЫЕ ВЫХОДЫ установить максимальное и минимальное значение задания по моменту, соответствующие максимальному и минимальному уровню управляющего сигнала на входе VIN1.
 - Настроить выходы цифро-аналоговых преобразователей ПЧ1: DAC 1 - на вывод скорости вращения ротора M1, DAC2 – на вывод электромагнитного момента (Меню ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/ НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ/ АНАЛОГОВЫЕ ВЫХОДЫ).
 - Аналогично настроить выходы DAC1, DAC2 ПЧ2 для вывода скорости и момента M2.
 - Подключить к выходам DAC1, DAC2 обоих ПЧ (разъемы на БАВВ АЭП и БАВВ СЭП) цифровые вольтметры или осциллограф. Вольтметры панели приборов подключаются шнурами из комплекта поставки.
 - Разогнать двигатель M1, подав сигналы «BLC OFF» и «ENABLE», выбрав направление тумблером «DIRECT» и установив потенциометром «REF» уровень скорости 0,2..0,5 от максимального. Для отображения скорости с помощью УЦИ на панели приборов необходимо дважды нажать кнопку «об/мин», должен загореться светодиод рядом с этой кнопкой.
 - Разблокировать синхронный электропривод подачей сигналов «BLC OFF» и «ENABLE». Положение тумблера «DIRECT» будет определять направление нагрузочного момента. При совпадении направления скорости M1 с направлением момента, создаваемого M2, асинхронный двигатель будет находиться в генераторном режиме. При разных знаках скорости и момента нагрузки M1 будет работать в двигательном режиме.

- Потенциометром «REF» на БАВВ СЭП задать уровень нагрузочного момента. Проверить его знак и величину с помощью измерительных приборов и в меню МОНИТОР пульта управления ПЧ.
 - Тумблером «ENABLE» на БДВВ СЭП выполнить сброс/наброс нагрузочного момента. Наблюдать переходные процессы изменения момента и скорости испытуемого электропривода с помощью осциллографа.
 - Тумблером «DIRECT» на БДВВ АЭП поменять направление вращения М1, переведя его в другой квадрант механической характеристики.
 - Тумблером «DIRECT» на БДВВ СЭП поменять знак момента нагрузки, переведя М1 в следующий квадрант.
 - Выключить нагрузочный электропривод, сняв сигналы «BLC OFF» и «ENABLE» на БДВВ СЭП. Выключить испытуемый электропривод, сняв сигналы «BLC OFF» и «ENABLE» на БДВВ АЭП.
2. Выполнить перенастройку ПЧ1 и ПЧ2 сделав асинхронный электропривод нагрузочным, синхронный – испытуемым. Для этого в ПЧ1 разомкнуть контур скорости и перенастроить вход VIN1 на ввод задания по моменту, а в ПЧ2 замкнуть контур скорости и перенастроить VIN1 на ввод задания по скорости.
 3. Выполнить проверку функционирования синхронного электропривода во всех квадрантах механической характеристики аналогично п. 1.
 4. Выключить испытуемый и нагрузочных электроприводы, сняв сигналы «BLC OFF» и «ENABLE», отключить питание преобразователей частоты переведя переключатели «ПЧ1», «ПЧ2» в положение ОТКЛ.
 5. Отключить питание стенда.

Если в процессе проверок или работы происходит срабатывание защит, диагностика состояния и обнаружение неисправностей выполняются согласно Приложения 2 к документу «Электроприводы с преобразователями частоты серии ЭПВ (исполнение *) Техническое описание и инструкция по эксплуатации».



Внимание! Если некорректное выполнение настроек приводит к регулярному срабатыванию защит, неправильным реакциям на управляющие воздействия или неустойчивой работе двигателя, восстановить работоспособность электропривода можно возвратив заводские настройки путем выполнения команды «Сброс настроек» (меню ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ).

6.2. Проверка функционирования оборудования стенда при управлении от инструментальной ЭВМ

Для проверки функционирования испытуемого и нагрузочного электроприводов при управлении от РС выполнить следующие операции:

1. Убедиться в отсутствии питания стенда. Привести органы ручного управления в исходное состояние.
2. Выполнить подключение порта RS-232 инструментальной ЭВМ к порту RS-232 адаптера PC-CAN/RS485 кабелем №10 из комплекта поставки стенда.
3. Выполнить соединение порта RS-485 адаптера с портами RS-485 блока FieldBus АЭП и блока FieldBus СЭП кабелями №13 и №14 соответственно.
4. Подключить порт шины USB PC к USB-порту на блоке концентратора УАВВ с помощью кабеля №6.
5. Подать питание на стенд. Переключателями на БУПА подать питание на ПЧ1 и ПЧ2.
6. В каждом ПЧ с помощью пульта ручного управления проверить правильность настройки ModBus. Для установления связи через адаптер должны быть установлены следующие параметры:
 - **MODBUS Node-ID:** *уникальный номер устройства в сети Mod-Bus, например, ПЧ1 -1, ПЧ2 -2;*
 - **Режим MODBUS:** *RTU;*
 - **Baud Rate:** *19200 бод;*
 - **Parity:** *ВЫКЛ;*
 - **Timeout:** *>>> (время ожидания ответа - бесконечно).*
7. Установить режим доступа к ПЧ по локальной сети MODBUS – УПРАВЛЕНИЕ.
8. Выключателем на панели приборов подать питание +9 В на адаптер PC-CAN/RS485. Должна начаться процедура самотестирования адаптера, которая отображается последовательным включением светодиодов на лицевой панели блока.
9. Включить PC. Запустить приложение **VCDrive** для работы с асинхронным электроприводом. Запустить второе приложение **VCDrive** для работы с синхронным электроприводом.
10. Последовательно в каждом из открытых приложений VCDrive выполнить настройку соединения (см. документ «УПРАВЛЯЮЩИЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ СЕРИИ ЭПВ. Руководство пользователя»). При этом для связи через адаптер в PC должны быть установлены следующие параметры настройки соединения:
 - **Порт:** должен соответствовать последовательному порту компьютера, к которому подключен ПЧ (Port1...Port8);
 - **Скорость (baud):** при связи через адаптер рекомендуется использовать максимальную стандартную скорость, поддерживаемую адаптером – *115200 бит/с;*
 - **Режим:** рекомендуется использовать более быстрый режим *RTU;*
 - **Байт данных:** длина байта - *8 бит;*
 - **Стоп бит:** рекомендуется использовать *2 стоп-бита;*

- **Проверка четности:** рекомендуется не использовать проверку четности (*None Parity*);
 - **Время ожидания ответа:** рекомендуется использовать значение *1000 мс*;
 - **Задержка между запросами:** рекомендуется использовать значение *10 мс*;
 - **Номер устройства:** должен соответствовать уникальному номеру, назначенному ПЧ в сети MODBUS (параметр *MODBUS Node_ID* в меню пульта управления ПЧ «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / FIELDBUS / ПАРАМЕТРЫ MODBUS») см. п.6.;
 - **Частота обновления:** рекомендуется использовать значение *500 мс*.
11. Перейти в приложение **VCDrive** для работы с испытуемым электроприводом. Загрузить готовую или создать новую схему, соответствующую исполнению и типоразмеру ПЧ. Введя правильный пароль в окне **Авторизация**, получить уровень доступа «Пользователь». Установить связь с ПЧ, выполнив команду **Соединиться с ПЧ**. Оболочка должна перейти в режим **ONLINE**, что отображается индикатором в левом нижнем углу окна приложения.
Возможные проблемы при установлении связи и способы их устранения подробно рассмотрены в документе «УПРАВЛЯЮЩИЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ СЕРИИ ЭПВ. Руководство пользователя», который находится в папке **Документация** на рабочем столе компьютера.
 12. Выполнить задачу **Параметры ПЧ в схему**. После завершения задачи просмотреть полученные из ПЧ настроечные параметры. Их соответствие можно проверить, сравнив со значениями, отображаемыми пультом ручного управления ПЧ.
 13. При необходимости, после редактирования полученных параметров загрузить их в ПЧ.
 14. Запустить задачу **Мониторинг**. В ручном режиме выполнить разгон испытуемого электропривода. При этом на странице **Режимы** активной схемы в окне **Монитор** наблюдать отображаемые изменения текущих значений переменных электропривода.
 15. Выполнить проверку функционирования испытуемого ПЧ при управлении из оболочки VCDrive. (см. пп. 6.4-6.6 документа «УПРАВЛЯЮЩИЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ СЕРИИ ЭПВ. Руководство пользователя»):
 - В меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / FIELDBUS» пульта управления установить значение УПРАВЛЕНИЕ флага "Режим доступа MODBUS".
 - На логические входы ПЧ подать сигналы «Снятие блокировки» и «Разрешение задания» электропривода (этим входам должны быть назначены соответствующие функции, см. п.9.10 ТО и ИЭ). При установленном флаге "Режим доступа MODBUS" эти сигналы логически суммируются с аналогичными флагами сети MODBUS и полностью контролируются из оболочки.

- Установить соединение. Дождаться флага **ONLINE** в строке состояния.
- Перейти на страницу **Режимы**. Выбрать задачу **Запустить мониторинг**.
- Для ввода цифрового значения задания в электропривод по сети MODBUS, необходимо выполнить настройку конфигурации комплексного управления ПЧ (см. ТО, п.9.5). Для этого в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ» в строке **Степень** выбрать значение параметра **Nr+** (для задания по скорости) или **M+** (для задания по моменту). Другие составляющие комплексного управления отключить, выбрав значение **###**. При отсутствии активных сигналов на дискретных входах, цифрового потенциометра значение задания записывается в переменную Ступени 0 (**Ст0Nr** или **Ст0M**). Настройку можно выполнить также из оболочки VCDrive, выбрав нужные значения в строках меню группы «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / УПРАВЛЕНИЕ».
- Установить флаги «Снятие блокировки» (**BLC OFF**) и «Разрешение задания» (**ENABLE**) соответствующими переключателями на **Панели Управления**.
- Установить задание по скорости на **Панели Управления** перемещением движка или вручную, вписав необходимое числовое значение в окно **ЗАДАНИЕ** и нажав **ENTER**. Это значение автоматически будет записано в переменную **Ст0Nr** меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВХОДОВ / ЦИФР. ПОТЕНЦИОМЕТР». Электропривод должен отработать установленное задание.
- Для **отключения** режима выставить значение 0 в окне **ЗАДАНИЕ**, снять флаги «Снятие блокировки» (**BLC OFF**) и «Разрешение задания» (**ENABLE**). Отключить сигналы «Снятие блокировки» (**BLC OFF**) и «Разрешение задания» (**ENABLE**) соответствующими переключателями на панели управления стенда.

16. Проверить функционирование электропривода при управлении по циклограмме. Для этого:

- На **Панели Управления** нажать кнопку **Циклограмма**, в выпадающем меню заполнить строки таблицы в соответствии с требуемым алгоритмом движения электропривода.

Столбцы таблицы имеют следующий формат:

1-ый – номер шага циклограммы;

2-ой – значение задания по скорости в об/мин, по моменту в Н*м, в % от максимального значения или в град. для технологической переменной;

3-ий – длительность интервала действия задания в мс;

4-ый – номер следующего шага циклограммы.

Например, таблица

1	500	3000	2
2	5	2000	3
3	0	3000	1

описывает циклограмму из трех шагов: на первом шаге задание 500 об/мин в течение 3 с, переход на второй шаг; на втором шаге задание 5 об/мин в течение 2 с, переход на третий шаг; на третьем шаге задание 0 в течение 3 с, переход на первый шаг.

- Нажать кнопку **Старт** на **Панели управления**. Кнопка сменит имя на **Стоп**.

- Для остановки циклограммы нажать **Стоп**.

Циклограмма позволяет формировать ступенчатые изменения задания по скорости, угловому положению, технологической переменной для испытуемого электропривода, а также ступенчатый наброс/ сброс момента для нагрузочного электропривода.

17. Проверить работу электропривода при управлении от встроенного функционального генератора. Для задания по амплитуде использовать цифровую уставку ступени цифрового потенциометра **Ст0**. Для задания смещения сигнала использовать аналоговый вход **VIN1** ПЧ1, на который заведен сигнал с потенциометра БАВВ АЭП. Выполняется в следующем порядке:

- В меню **ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/НАСТРОЙКА ВХОДОВ/ГЕНЕРАТОР** активизировать функциональный генератор, переведя параметр в строке **Генератор** в состояние **ВКЛ**. В строке **Форма сигнала** установить значение **SIN**, соответствующее синусоидальной форме выходного сигнала генератора. В строке **Амплитуда** выбрать в качестве источника задания амплитуды **Ст0**, что соответствует 0-й ступени. В строке **Частота__Гц** установить начальное значение частоты сигнала генератора (2 Гц).

- В меню **ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/ НАСТРОЙКА ВХОДОВ/ АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ /ВХОД VIN1** выполнить настройку входа таким образом, чтобы максимальному уровню напряжения с потенциометра +10 В соответствовала максимально допустимая скорость двигателя М1 (6000 об/мин).

- Активизировать элементы комплексного управления для ввода задания по скорости – в меню **ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/ УПРАВЛЕНИЕ** в строках **VIN1** и **Ступень** установить параметр **Nr+**, в остальных строках этого меню установить **###**.

- В меню **ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ/ НАСТРОЙКА ВХОДОВ/ ЦИФРОВОЙ ПОТЕНЦИОМЕТР** в строке **Ст0 Nr** ввести значение амплитуды колебаний генератора 20 об/мин.

- Повернуть ручку потенциометра на БАВВ АЭП до упора против часовой стрелки.

- Подать сигналы «Снятие блокировки» (**BLC OFF**) и «Разрешение задания» (**ENABLE**). Вращением ручки потенциометра установить нужный уровень смещения сигнала наблюдая за средним значением скорости (около 60 об/мин).

- На выходах DAC1 и DAC2 наблюдать временные диаграммы изменения задания и реальной скорости соответственно. Масштабы выходных сигналов должны

быть согласованы. Для получения наилучшего отображения диаграмм рекомендуется коэффициент усиления подобрать таким образом, чтобы полный размах аналогового сигнала (+4 В) соответствовал диапазону изменения задания по скорости (60 + 20 = 80 об/мин), т.е. установить **Kdac1 1В=20 об/мин, Kdac2 1В=20 об/мин**

- Ступенчато увеличивая частоту генератора, наблюдать рассогласование между сигналами задания по скорости и реальной скоростью по амплитуде и фазовому углу.

Использование встроенного функционального генератора позволяет выполнять оценку динамических характеристик электропривода путем снятия полосы пропускания.

18. Остановить испытуемый электропривод. Разъединиться с ПЧ1.

19. Перейти к окну схемы нагрузочного электропривода. Выполнить проверку его функционирования из оболочки VCDrive аналогично пп. 12-17.

20. Разомкнуть контур скорости нагрузочного электропривода. Для этого на странице **Параметры** в окне **Регулятор скорости** установить **РегСкорости Выкл**, отправить измененный параметр в ПЧ.

21. Выполнить проверку управления экспериментом от инструментальной ЭВМ. Для этого выполнить следующую последовательность действий:

- Перейти к схеме испытуемого электропривода. Соединиться с ПЧ1. Запустить электропривод и установить требуемый уровень скорости. Разъединиться с ПЧ1.

- Перейти к схеме нагрузочного электропривода. Соединиться с ПЧ2. Сформировать требуемый уровень нагрузки, выполнить наброс/сброс нагрузочного момента или запустить циклограмму изменения нагрузочного момента.

- Наблюдать за выполнением эксперимента с помощью приборов, показаний в меню **МОНИТОР** пультов ручного управления ПЧ, меню **Монитор** на странице **Режимы** активного приложения **VCDrive**.

- Запустить программу виртуального осциллографа **ADCLab**. Если необходимо, выполнить настройки платы LA-2USB-14 (подробная информация по настройке содержится в приложении ADCLab.chm). При выборе активных каналов использовать таблицы п.4.1.2 методических указаний. Следует учитывать, что входы АУВВ подключены в дифференциальном режиме (в окне **Настройка** программы **ADCLab** на вкладке **Вход** необходимо установить **Режим – Дифф. Вход**).

- Наблюдать за выполнением эксперимента с помощью средств интерфейса УАВВ (программы виртуального осциллографа **ADCLab**, программы самописца **Saver2**).

6.3. Содержание отчета по лабораторной работе

Отчет должен включать перечень работ (заданий, действий), выполненных в ходе лабораторной работы на стенде, с описанием результатов работ, представленных в виде графических диаграмм, и текстовых комментариев, а также перечень работ программы, которые не удалось выполнить в соответствии с программой, с указанием причин невыполнения.

7. Контрольные вопросы

1. Используя функциональную схему стенда, опишите состав его оборудования, назначение и характеристики его отдельных элементов.
2. Поясните, каким образом осуществляется подготовка стенда к работе.
3. Опишите последовательность действий, выполняемых при запуске асинхронного и синхронного приводов в ручном режиме.
4. Опишите последовательность действий, выполняемых при запуске асинхронного и синхронного приводов при управлении от инструментальной ЭВМ.
5. Опишите последовательность действий, выполняемых на стенде при снятии механических характеристик электроприводов в 4-х квадрантах.
6. Поясните, какими способами можно получать информацию о переменных электроприводов и что для этого надо сделать.
7. Поясните, каким образом осуществляется подключение инструментальной ЭВМ и установка связи с преобразователями.
8. Опишите возможности интерфейса устройства аналого-цифрового преобразования.
9. Опишите возможности управляющего интерфейса преобразователей частоты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электроприводы с преобразователями частоты серии ЭПВ (Исполнение 1..5). Техническое описание и инструкция по эксплуатации // <http://vectorgroup.ru/support>
2. Руководство по использованию протокола MODBUS в электроприводах серии ЭПВ // <http://vectorgroup.ru/support>
3. Управляющий интерфейс для преобразователей частоты серии ЭПВ. Руководство пользователя // <http://vectorgroup.ru/support>
4. Виноградов А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока / Иван. гос. энерг. ун-т.- Иваново, 2008.- 297 с. (<http://vectorgroup>)

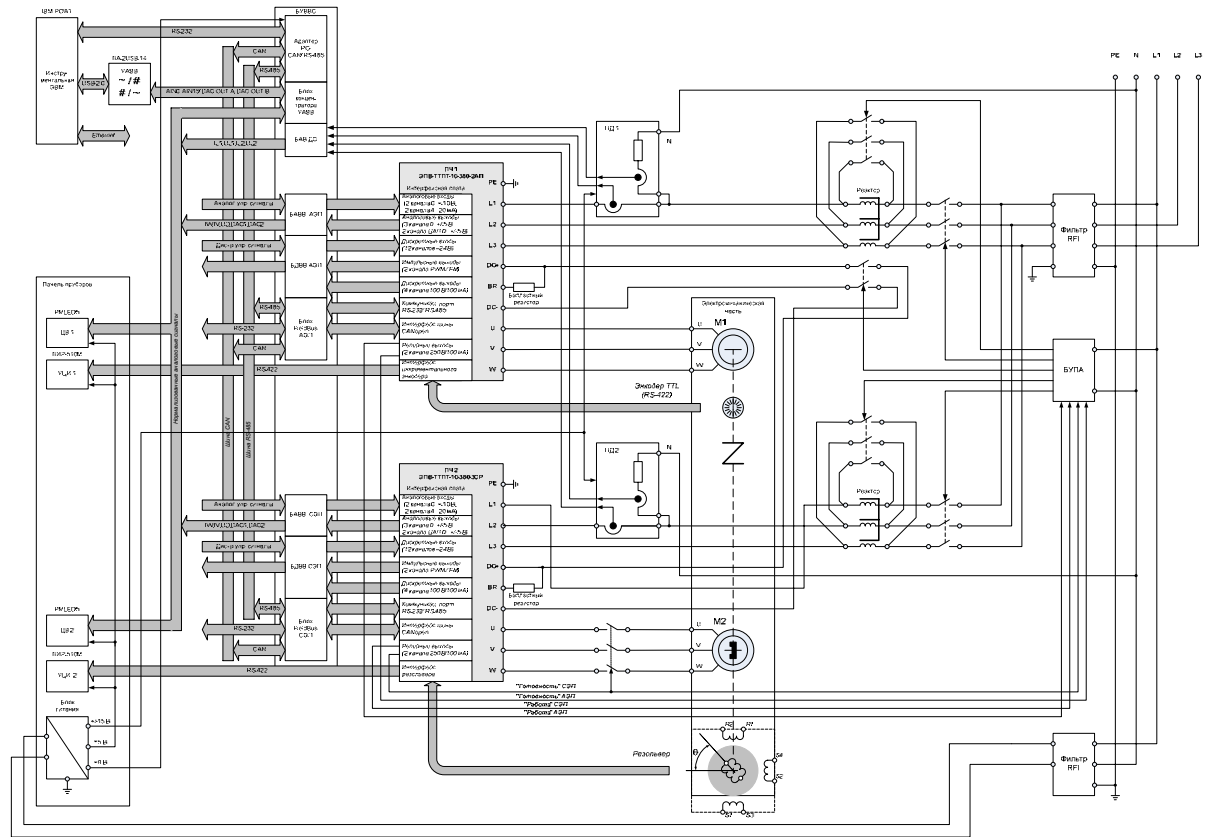
Технические данные и параметры схем замещения двигателей

Асинхронный серводвигатель	MCA 10I40 D20B0	
Номинальная мощность	$P_{\text{ном}}$	0,8 кВт
Номинальный момент	$M_{\text{ном}}$	2,0 Н*м
Номинальная скорость	$N_{\text{Г ном}}$	3950 об/мин
Максимальная скорость	$N_{\text{Г max}}$	8000 об/мин
Номинальный ток	$I_{\text{с ном}}$	2,4 А
Коэффициент мощности	$\text{COS } \varphi$	0,7
Номинальное напряжение	$U_{\text{с ном}}$	390 В
Номинальная частота	$F_{\text{с ном}}$	140 Гц
Число пар полюсов	$Z_{\text{п}}$	2
Сопrotивление статора	$R_{\text{с}}$	5,6 Ом
Сопrotивление ротора	$R_{\text{г}}$	7,1 Ом
Индуктивность рассеяния	$\sigma L_{\text{с}}$	0,013 Гн
Индуктивность намагничивания	$L_{\text{м}}$	0,137 Гн
Момент инерции ротора	J	$0,241 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

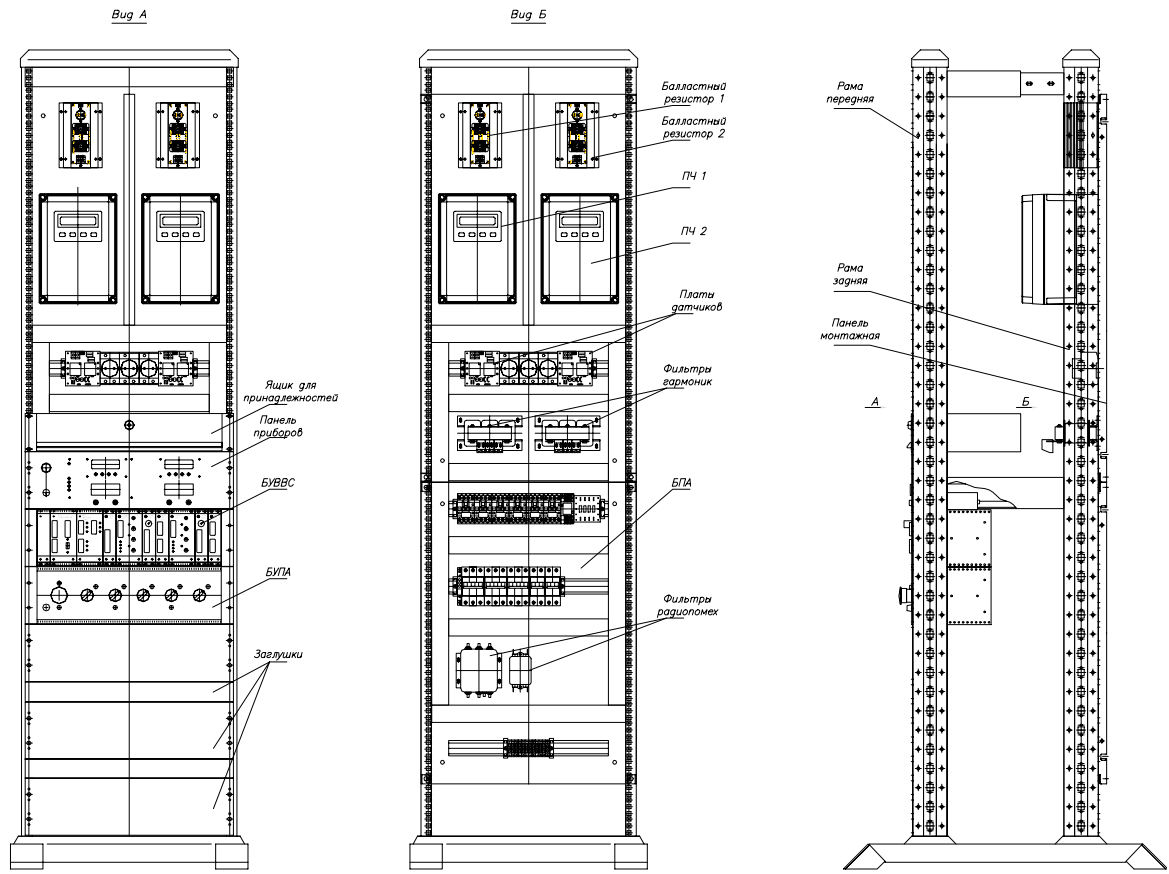
Энкодер	CDD50
Тип выходного сигнала	Имп. TTL
Разрешающая способность	2048 имп/об

Синхронный серводвигатель	MCS 09F60 RS0B0	
Номинальная мощность	$P_{\text{ном}}$	1,5 кВт
Номинальный момент	$M_{\text{ном}}$	2,4 Н*м
Номинальная скорость	$N_{\text{Г ном}}$	6000 об/ мин
Максимальная скорость	$N_{\text{Г max}}$	8000 об/ мин
Номинальный ток	$I_{\text{с ном}}$	4,5 А
Номинальная частота	$F_{\text{с ном}}$	400 Гц
Номинальное напряжение	$U_{\text{с ном}}$	230 В
Номинальная ЭДС	$E_{\text{ном}}$	240 В
Число пар полюсов	$Z_{\text{п}}$	4
Сопrotивление статора	$R_{\text{с}}$	1,144 Ом
Индуктивность статора	$L_{\text{с}}$	0,0053 Гн
Момент инерции ротора	J	$0,153 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

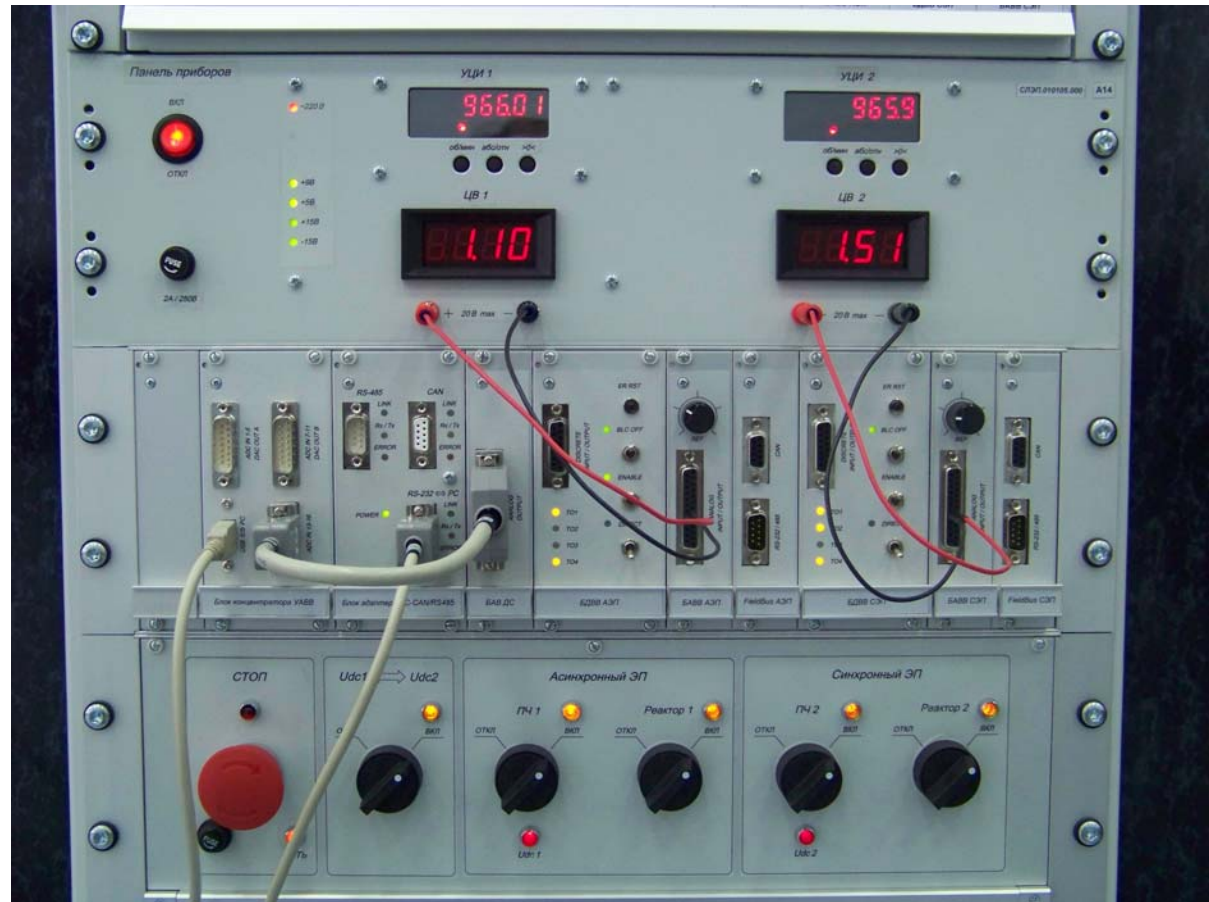
Энкодер	Резольвер
----------------	------------------



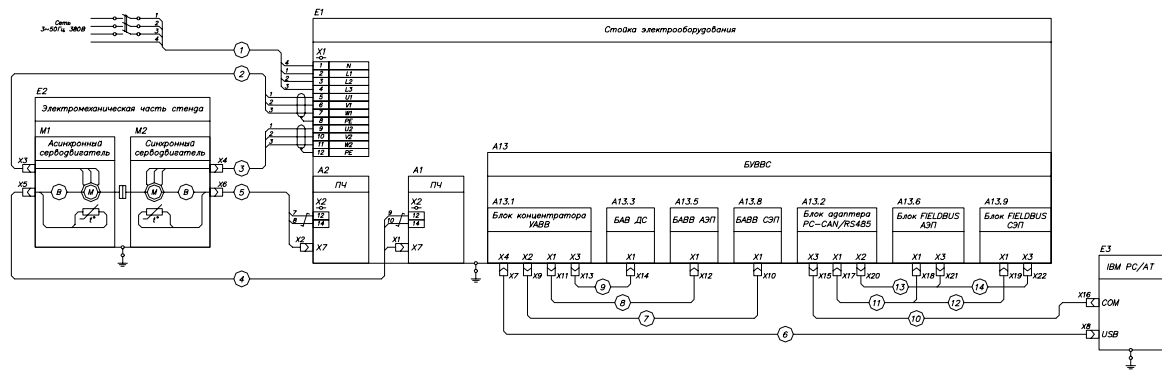
Приложение 2. Функциональная схема стенда



Приложение 3. Стойка электрооборудования стенда



Приложение 4. Внешний вид панели управления стенда



X1 DB-9M			X2 DB-9M			X9 DB-15F			X11 DB-15F			X13 DB-9F			X15 DB-9F			X18 DB-9M			X20 DB-9F			X21 DB-9F				
Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета		
1	2-мил. 2	VCC	1	2-мил. 3	SHIELD	1	1-мил. 7	AN10	1	1-мил. 8	AN20	1	1-мил. 9	AN20	1	1-мил. 10	CAN	1	1-мил. 11	CAN	1	1-мил. 12	A4B5	1	1-мил. 13	A/B/C/D		
2	2-мил. 4	+	2	2-мил. 5	GND	2	2-мил. 11	AN11	2	2-мил. 9	AN19	2	2-мил. 10	AN21	2	2-мил. 11	CAN	2	2-мил. 12	COM	2	2-мил. 14	B4B5	2	2-мил. 15	B/C/D		
3	2-мил. 7	+	3	2-мил. 8	GND	3	3-мил. 9	AN13	3	3-мил. 8	AN18	3	3-мил. 12	AN22	3	3-мил. 13	CAN	3	3-мил. 14	CAN	3	3-мил. 16	+	3	3-мил. 17	+		
4	1-мил. 1	A	4	1-мил. 2	SHIELD	4	2-мил. 10	AN14	4	2-мил. 10	AN18	4	2-мил. 14	AN23	4	2-мил. 15	CAN	4	2-мил. 16	COM	4	2-мил. 18	+	4	2-мил. 19	+		
5	2-мил. 4	GND	5	2-мил. 6	SHIELD	5	2-мил. 12	AN15	5	2-мил. 11	AN17	5	2-мил. 16	AN24	5	2-мил. 17	CAN	5	2-мил. 18	COM	5	2-мил. 20	+	5	2-мил. 21	+		
6	2-мил. 7	+	6	2-мил. 9	GND	6	17-мил. 1	DZ1/A	6	17-мил. 1	DZ1/A	6	2-мил. 18	AN25	6	2-мил. 19	CAN	6	2-мил. 20	COM	6	2-мил. 22	+	6	2-мил. 23	+		
7	2-мил. 4	GND	7	2-мил. 7	GND	7	2-мил. 13	AN16	7	2-мил. 12	AN17	7	2-мил. 20	AN26	7	2-мил. 21	CAN	7	2-мил. 22	COM	7	2-мил. 24	+	7	2-мил. 25	+		
8	2-мил. 7	+	8	2-мил. 10	SHIELD	8	2-мил. 14	AN17	8	2-мил. 13	AN16	8	2-мил. 22	AN27	8	2-мил. 23	CAN	8	2-мил. 24	COM	8	2-мил. 26	+	8	2-мил. 27	+		
9	2-мил. 10	GND	9	2-мил. 13	SHIELD	9	2-мил. 15	AN18	9	2-мил. 14	AN17	9	2-мил. 24	AN28	9	2-мил. 25	CAN	9	2-мил. 26	COM	9	2-мил. 28	+	9	2-мил. 29	+		
Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD
X3 EWS0001			X4 EWS0001			X10 DB-25M			X12 DB-25M			X14 DB-25M			X16 DB-9F			X19 DB-9M			X22 DB-9F							
Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета		
1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-		
2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-		
3	1-мил. 9	U	3	1-мил. 9	U	3	1-мил. 9	U	3	1-мил. 9	U	3	1-мил. 9	U	3	1-мил. 9	U	3	1-мил. 9	U	3	1-мил. 9	U	3	1-мил. 9	U		
4	2-мил. 2	+	4	2-мил. 2	+	4	2-мил. 2	+	4	2-мил. 2	+	4	2-мил. 2	+	4	2-мил. 2	+	4	2-мил. 2	+	4	2-мил. 2	+	4	2-мил. 2	+		
5	2-мил. 4	+	5	2-мил. 4	+	5	-	-	5	-	-	5	-	-	5	-	-	5	-	-	5	-	-	5	-	-		
6	2-мил. 7	+	6	2-мил. 7	+	6	-	-	6	-	-	6	-	-	6	-	-	6	-	-	6	-	-	6	-	-		
Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD
X5 EWS0010			X6 EWS0010			X17 USB-A-SP			X8 USB-A-SP																			
Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета														
1	2-мил. 1	+	1	2-мил. 1	+	1	1-мил. 1	+	1	1-мил. 1	+	1	1-мил. 1	+														
2	2-мил. 2	A	2	2-мил. 2	A	2	2-мил. 2	+	2	2-мил. 2	+	2	2-мил. 2	+														
3	2-мил. 3	+	3	2-мил. 3	+	3	2-мил. 3	+	3	2-мил. 3	+	3	2-мил. 3	+														
4	2-мил. 4	+	4	2-мил. 4	+	4	2-мил. 4	+	4	2-мил. 4	+	4	2-мил. 4	+														
5	2-мил. 5	+	5	2-мил. 5	+	5	2-мил. 5	+	5	2-мил. 5	+	5	2-мил. 5	+														
6	2-мил. 6	+	6	2-мил. 6	+	6	2-мил. 6	+	6	2-мил. 6	+	6	2-мил. 6	+														
7	2-мил. 7	+	7	2-мил. 7	+	7	2-мил. 7	+	7	2-мил. 7	+	7	2-мил. 7	+														
8	2-мил. 8	+	8	2-мил. 8	+	8	2-мил. 8	+	8	2-мил. 8	+	8	2-мил. 8	+														
9	2-мил. 9	+	9	2-мил. 9	+	9	2-мил. 9	+	9	2-мил. 9	+	9	2-мил. 9	+														
10	2-мил. 10	+	10	2-мил. 10	+	10	2-мил. 10	+	10	2-мил. 10	+	10	2-мил. 10	+														
11	2-мил. 11	+	11	2-мил. 11	+	11	2-мил. 11	+	11	2-мил. 11	+	11	2-мил. 11	+														
12	2-мил. 12	+	12	2-мил. 12	+	12	2-мил. 12	+	12	2-мил. 12	+	12	2-мил. 12	+														
Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD															
X7 USB-A-SP			X8 USB-A-SP																									
Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета	Конт.	Номер пробова	Цвета														
1	1-мил. 1	+	1	1-мил. 1	+																							
2	2-мил. 2	+	2	2-мил. 2	+																							
3	2-мил. 3	+	3	2-мил. 3	+																							
4	2-мил. 4	+	4	2-мил. 4	+																							
Номер кабеля	SHIELD		Номер кабеля	SHIELD																								

Приложение 5. Схема электрическая подключений

Таблица соответствия исполнений системы управления электропривода и версии программного обеспечения ПЧ.

Исполнение	Обозначение версии ПО на пульте управления и в VCDrive
Исполнение 1. Система управления для электропривода общепромышленных механизмов, не предъявляющих повышенных требований к быстродействию и точности регулирования скорости с асинхронным двигателем без датчика скорости/положения и диапазоном регулирования скорости до 50:1.	SIO-010-ГГММЧЧ
Исполнение 2. Система адаптивно-векторного управления для широкодиапазонного высококачественного асинхронного электропривода с датчиком скорости/положения.	VIC-010-ГГММЧЧ
Исполнение 3. Система адаптивно-векторного управления для широкодиапазонного высококачественного синхронного электропривода с датчиком скорости/положения.	VSC-010-ГГММЧЧ
Исполнение 4. Система адаптивно-векторного управления для асинхронного электропривода без датчика скорости/положения, с диапазоном регулирования скорости до 50:1 и повышенными требованиями к быстродействию.	VIO-010-ГГММЧЧ
Исполнение 5. Система адаптивно-векторного управления для синхронного электропривода без датчика скорости/положения.	VSO-010-ГГММЧЧ