

***Лабораторный стенд  
для изучения современных методов и средств управления  
электроприводами переменного тока***

*Техническое описание и руководство по эксплуатации*

***СЛЭП. 010000.000 РЭ***

*Редакция 01.2008*

*Лабораторный стенд для изучения современных методов и средств управления электроприводами переменного тока*

*Техническое описание и инструкция по эксплуатации.  
Обновление: март 2008.*

*Последние редакции данного документа доступны на сайте разработчика: [www.vectorgroup.ru](http://www.vectorgroup.ru)*

## **Содержание**

1. Назначение и область применения	4
2. Комплектность	4
3. Технические характеристики	5
3.1. Основные технические данные	5
3.2. Безопасность	5
3.3. Показатели надежности	5
3.4. Состав оборудования стенда	6
3.5. Основные характеристики электроприводов	7
3.6. Характеристики измерительной системы	8
3.7. Характеристики интерфейса	9
4. Устройство	10
4.1. Функциональная схема стенда	10
4.1.1. Возможности блока пускозащитной аппаратуры	12
4.1.2. Возможности блока управления входными/выходными сигналами	14
4.2. Конструкция	18
5. Порядок работы	22
5.1. Подготовка к работе	22
5.2. Проверка функционирования электроприводов в ручном режиме	23
5.3. Проверка функционирования оборудования стенда при управлении от инструментальной ЭВМ	25
<i>Приложение 1. Технические данные и параметры схем замещения электродвигателей</i>	
<i>Приложение 2. Технические данные соединительной муфты</i>	
<i>Приложение 3. Минимальные требования к инструментальной ЭВМ</i>	
<i>Приложение 4. Схема электрическая подключений</i>	
<i>Приложение 5. Таблица соответствия исполнений системы управления и файлов прошивок микроконтроллеров</i>	

## 1. Назначение и область применения

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. Комплектность

В комплект поставки стенда входит:

	кол-во
Стойка электрооборудования	1*
Электромеханическая часть	1**
Инструментальная ЭВМ	1***
Комплект кабелей	14****
Техническое описание и инструкция по эксплуатации	1
Паспорт	1

\* Стойка электрооборудования в базовом исполнении имеет габариты 1900x550x750 (ВxШxГ);

\*\* Электромеханическая часть в типовом исполнении имеет габариты 750x315x225 (ДxШxВ);

\*\*\* IBM PC/AT совместимый персональный компьютер;

\*\*\*\* В базовом варианте поставляются 3 силовых кабеля:

- кабель для подключения питающей сети длиной 4 м,
- экранированный симметричный кабель длиной 2,5 м с экранированным силовым разъемом для подключения асинхронного двигателя,
- экранированный симметричный кабель длиной 2,5 м с экранированным силовым разъемом для подключения синхронного двигателя.

В базовом варианте поставляются 4 шнура-пробника для подключения цифровых вольтметров и 11 сигнальных кабелей:

- кабель длиной 6м с разъемами для подключения инкрементального импульсного энкодера асинхронного двигателя;
- кабель длиной 6м с разъемами для подключения резольвера синхронного двигателя;
- кабель длиной 4 м с разъемами для подключения порта RS-232 инструментальной ЭВМ к блоку адаптера PC-CAN/RS485;
- кабель длиной 3 м с разъемами для подключения шины USB инструментальной ЭВМ к блоку концентратора YABB;
- кабели межблочных соединений БУВВС – 7 шт.

### **3. Технические характеристики**

#### **3.1. Основные технические данные**

- *Питающая сеть: трехфазная с нейтралью 380/220 В +10/-15%, 50 ±2 Гц;*
- *Средняя потребляемая мощность силового агрегата при работе преобразователей частоты в режиме с общим звеном постоянного напряжения – не более 300 Вт;*
- *Средняя потребляемая мощность силового агрегата при работе преобразователей частоты в режиме автономного питания – не более 2200 Вт;*
- *Номинальная мощность балластных резисторов – 200 Вт;*
- *Средняя потребляемая мощность информационно-управляющей части (без инструментальной ЭВМ) – не более 50 Вт;*
- *Номинальные значения климатических факторов и категории размещения УХЛ4 и О4 - по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1-89. Но при этом нижнее значение рабочей температуры +5 °С;*
- *Окружающая среда - не пожароопасная, невзрывоопасная, не содержащая паров едких жидкостей, разрушающих металл и изоляцию, атмосфера типа 3 по ГОСТ 15150-69;*
- *Требования по воздействию механических факторов внешней среды согласно группе условий эксплуатации М1 по ГОСТ 17516.1-90.*

#### **3.2. Безопасность**

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

*Выходные сигналы измерительной системы, включая устройство 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.*

*По пожарной безопасности оборудование стенда соответствует ГОСТ 12.1.004-85.*

*Максимальный уровень шума, создаваемый оборудованием стенда, соответствует ГОСТ 12.1.003-83.*

*Уровень радиопомех, создаваемых оборудованием стенда, не превышает значений, установленных ГОСТ Р 51318.11-99 для оборудования группы 1 класса А.*

#### **3.3. Показатели надежности.**

*Изготовитель устанавливает гарантию на оборудование стенда сроком на один год со дня поставки заказчику.*

*Средний срок службы оборудования стенда – 15 лет;*

*Средняя наработка на отказ – не менее 10 000 ч.*

### 3.4. Состав оборудования стенда.

- *Стойка электрооборудования:*
  - преобразователь частоты ЭПВ-ТТПТ-10-380-2АП  
асинхронного электропривода - 1 шт.;
  - преобразователь частоты ЭПВ-ТТПТ-10-380-3СР  
синхронного электропривода - 1 шт.;
  - блок тормозных резисторов - 2 шт.;
  - реактор сетевой - 2 шт.;
  - фильтр радиопомех трехфазный - 1 шт.;
  - фильтр радиопомех однофазный - 1 шт.;
  - блок пусказащитной аппаратуры;
  - блок управления пусказащитной 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\*;
  - монтажный фланец на платформе с опорами;
  - муфта соединительная сильфонная\*\*.
- *Персональный компьютер IBM PC/AT совместимый\*\*\*.*

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

\*\* Технические данные муфты приведены в Приложении 2.

\*\*\* Минимальные и рекомендуемые требования к инструментальной ЭВМ приведены в Приложении 3.

### **3.5. 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;*
- 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:*

- частотное управление с произвольно задаваемой  $U/f$  –характеристикой;*
- частотное управление с обратными связями по току, с наблюдателем состояния, с компенсацией скольжения, с регулятором ЭДС, скорости, технологического параметра;*
- системы адаптивно-векторного управления асинхронным электроприводом с датчиком скорости/положения;*
- системы адаптивно-векторного управления асинхронным электроприводом без датчика скорости/положения;*
- системы адаптивно-векторного управления синхронным электроприводом с датчиком скорости/положения;*
- системы адаптивно-векторного управления синхронным электроприводом без датчика скорости/положения;*
- системы регулирования момента.*

*Системы управления преобразователей частоты обеспечивают возможность исследования 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.

Предусматривается возможность обновления программного обеспечения преобразователей частоты по мере его появления.

### **3.6. 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  $V$  и  $W$  двигателя;
- напряжение шины  $U_{dc}$ ;

#### **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 (только 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 (только 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:**

- мгновенные значения входных токов фаз преобразователей частоты -2 канала;
- мгновенные значения 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	$\pm 10$ В;
- разрешающая способность АЦП	14 бит;
- время преобразования	3 мкс /канал;
- максимальная частота дискретизации	400 кГц;
- число аналоговых выходов	2 канала;
- диапазон выходных сигналов	$\pm 5$ 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 РМLED/5:**

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

### **3.7. Характеристики интерфейса.**

Инструментальная ЭВМ стенда оснащается программным обеспечением, имеющим дружелюбный интерфейс пользователя. Рабочее место пользователя состоит из управляющего интерфейса для преобразователей частоты и интерфейса устройства аналого-цифрового преобразования сигналов.

**Управляющий интерфейс преобразователей частоты** – 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, функционирующей в микропроцессорном ядре ПЧ.

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.

**Интерфейс устройства аналого-цифрового преобразования** включает следующий пакет программ **ADC Utility**:

Программа **ADCLab** предназначена для использования вместе с устройством АЦП в качестве компьютерного осциллографа и спектроанализатора.

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 сохранения в разных файловых форматах сигналов, записанных числами различной разрядности (8, 16, 32 бита). Возможна работа с многоканальными сигналами. Программа позволяет открывать (читать) файлы в различных форматах, наглядно отображать сигнал в графическом окне в виде временной диаграммы, производить необходимую обработку и сохранять сигнал в различных форматах.

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. Программа "АЦП Конвертор" позволяет отобразить сигнал, преобразованный и сохраненный в файле с расширением **.txt** в любом текстовом редакторе; **.csv** – в MS Excel, в виде таблицы.

**Программное обеспечение стенда предусматривает возможность выполнять лабораторные работы с нескольких рабочих мест, связанных с инструментальной ЭВМ по локальной сети.**

## **4. Устройство.**

### **4.1. Функциональная схема стенда.**

Взаимосвязи основных функциональных узлов стенда показаны на рис. 4.1.

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 и реле. С выхода трехфазного фильтра RFI питающая сеть ~380 В 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, которые размещены на платах ПД1 и ПД2, и обеспечивают измерение мгновенных значений 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 4.

#### **4.1.1 Возможности блока управления пускозащитной аппаратурой.**

Блок управления пускозащитной аппаратурой (БУПА) стенда позволяет в зависимости от цели исследования выбрать конфигурацию силовых цепей электроприводов, 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 во входную цепь каждого из преобразователей частоты или шунтирование реактора. 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. Поэтому энергия, поступающая в промежуточное звено постоянного напряжения от двигателя, работающего в генераторном режиме, 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 M2 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 M2 отключается.

- Объединение звеньев постоянного напряжения переключателем  $Udc1 \leftrightarrow Udc2$  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  $Udc1 \leftrightarrow Udc2$  ВКЛ. Если до того как переключатель  $Udc1 \leftrightarrow Udc2$  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  $Udc1 \leftrightarrow Udc2$  возможно при любом состоянии входных и выходных сигналов ПЧ. При срабатывании защит снятие сигнала «Готовность» также приводит к размыканию контактора, соединяющего шины  $Udc$ .



**Внимание!** В преобразователи частоты, установленные на стенде загружается специальное программное обеспечение, которое отличается от стандартного тем, что функции релейных выходов не могут быть изменены: RO1 – сигнал «Готовность», RO2 – сигнал «Работа». Также заблокирована возможность перепрограммирования функций дискретных входов LIN1 – LIN4, параметров балластного резистора и параметров защит.

**Загрузка и использование стандартного программного обеспечения недопустимо!**

#### 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 PC, трансляцию сигналов датчиковой системы в УАВВ и измерительные приборы. Состав БУВВС:

- Блок концентратора УАВВ;
- Блок адаптера PC-CAN/RS485;
- Блок аналоговых выходов датчиковой системы (БАВ ДС);
- Блок дискретных входов/выходов асинхронного электропривода (БДВВ АЭП);
- Блок аналоговых входов/выходов асинхронного электропривода (БАВВ АЭП);
- Блок FieldBus асинхронного электропривода (FieldBus АЭП);
- Блок дискретных входов/выходов синхронного электропривода (БДВВ 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 PC к УАВВ. Подключение сигналов выполняется кабелями № 7, 8 и 9, подключение к шине USB PC - кабелем №6 из комплекта поставки стенда.

Распайка разъемов и таблица соответствия каналов АЦП в дифференциальном режиме приведены в таблицах ниже:

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

\* при подключении кабелем № 9 из комплекта поставки стенда.

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

\*\* при подключении кабелем № 8 из комплекта поставки стенда.

№ разъема/ № вывода	Вход/выход д YABB	№ канала в ADCLab, Saver2 для дифференциального режима	Сигнал (при штатном подключении)***
X9 / 1	AIN10	Канал 10 неинвертирующий	IV M2
X9 / 9	AIN26	Канал 10 инвертирующий	
X9 / 2	AIN11	Канал 11 неинвертирующий	IW M2
X9 / 10	AIN27	Канал 11 инвертирующий	
X9 / 3	AIN13	Канал 13 неинвертирующий	UD ПЧ2
X9 / 11	AIN29	Канал 13 инвертирующий	
X9 / 4	AIN14	Канал 14 неинвертирующий	DAC1 ПЧ2
X9 / 12	AIN30	Канал 14 инвертирующий	
X9 / 5	AIN15	Канал 15 неинвертирующий	DAC2 ПЧ2
X9 / 13	AIN31	Канал 15 инвертирующий	
X9 / 6	OUT B	Выход В ЦАП YABB	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 через порт 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 красный	Single flash Off On	Аппаратная ошибка при приеме/передаче кадра CAN. 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 зажигается 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;"><b>БАВ ДС</b></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						

### **Блок аналоговых входов/выходов асинхронного/ синхронного электропривода (БАВВ АЭП/ БАВВ СЭП).**

Блоки аналоговых входов/выходов 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:

<p><b>БАВВ АЭП/ СЭП</b></p>	<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 задатчика или сигнал от внешнего источника с выводов 12 и 24 разъема на лицевой панели блока (выбирается переменной на плате БАВВ).

#### Блок дискретных входов/выходов асинхронного/ синхронного электропривода (БАВВ АЭП /БАВВ СЭП).

Блоки дискретных входов/выходов 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 зашит» **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.

<p><b>БДВВ АЭП/ СЭП</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Вход/ выход</th> <th>Назначение по умолчанию</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LIN5</td> <td>Не используется</td> </tr> <tr> <td>LIN7</td> <td>Не используется</td> </tr> <tr> <td>LIN9</td> <td>Не используется</td> </tr> <tr> <td>LIN11</td> <td>Не используется</td> </tr> <tr> <td>TO1</td> <td>Флаг «Nr&lt;Nr min»</td> </tr> <tr> <td>TO2</td> <td>Флаг «Nr=Nr зад»</td> </tr> <tr> <td>TO3</td> <td>Флаг «Авария»</td> </tr> <tr> <td>TO4</td> <td>Флаг «Работа»</td> </tr> <tr> <td>PO1</td> <td>ШИМ-сигнал «Задание по скорости»</td> </tr> </tbody> </table>	Вход/ выход	Назначение по умолчанию	LIN5	Не используется	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»
Вход/ выход	Назначение по умолчанию																				
LIN5	Не используется																				
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»																				

### **Блок FieldBus асинхронного/ синхронного электропривода (FieldBus АЭП/ СЭП)**

Блоки FieldBus АЭП/ СЭП предназначены для трансляции сигналов коммуникационных портов ПЧ (**RS-232/485** и **CAN**) в «полевую шину» ModBus или CAN. Порты **RS-232** ПЧ могут также быть использованы для прямого подключения к коммуникационному порту РС (инструментальной ЭВМ).

#### **4.2. Конструкция.**

Конструктивно стенд состоит из трех частей – стойки электрооборудования, электромеханической части и инструментальной ЭВМ.

**Электрооборудование** стенда размещено в открытой 19” стойке с дополнительной монтажной рамой (см. рис.4.3). Габаритные размеры 1900x550x750 (ВxШxГ).

На передней раме стойки размещены элементы панели управления стенда:

- 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 показан на рис. 4.2.

На задней раме установлены монтажные панели, 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.

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** (см. рис. 4.4) 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)** устанавливается на отдельном столе. Питание – через специально предусмотренную розетку в стойке электрооборудования стенда.

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

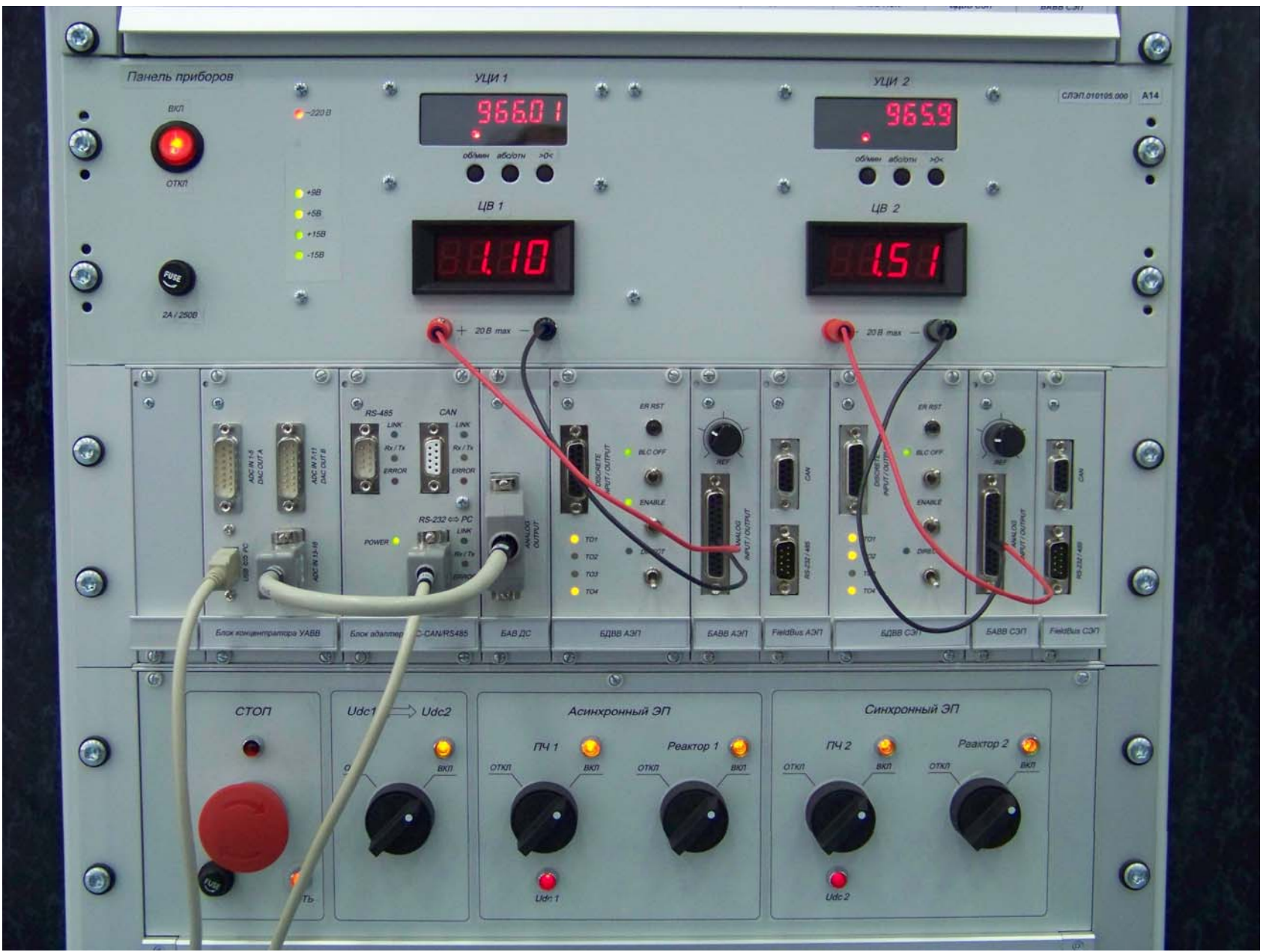


Рис. 4.2 Внешний вид панели управления стенда

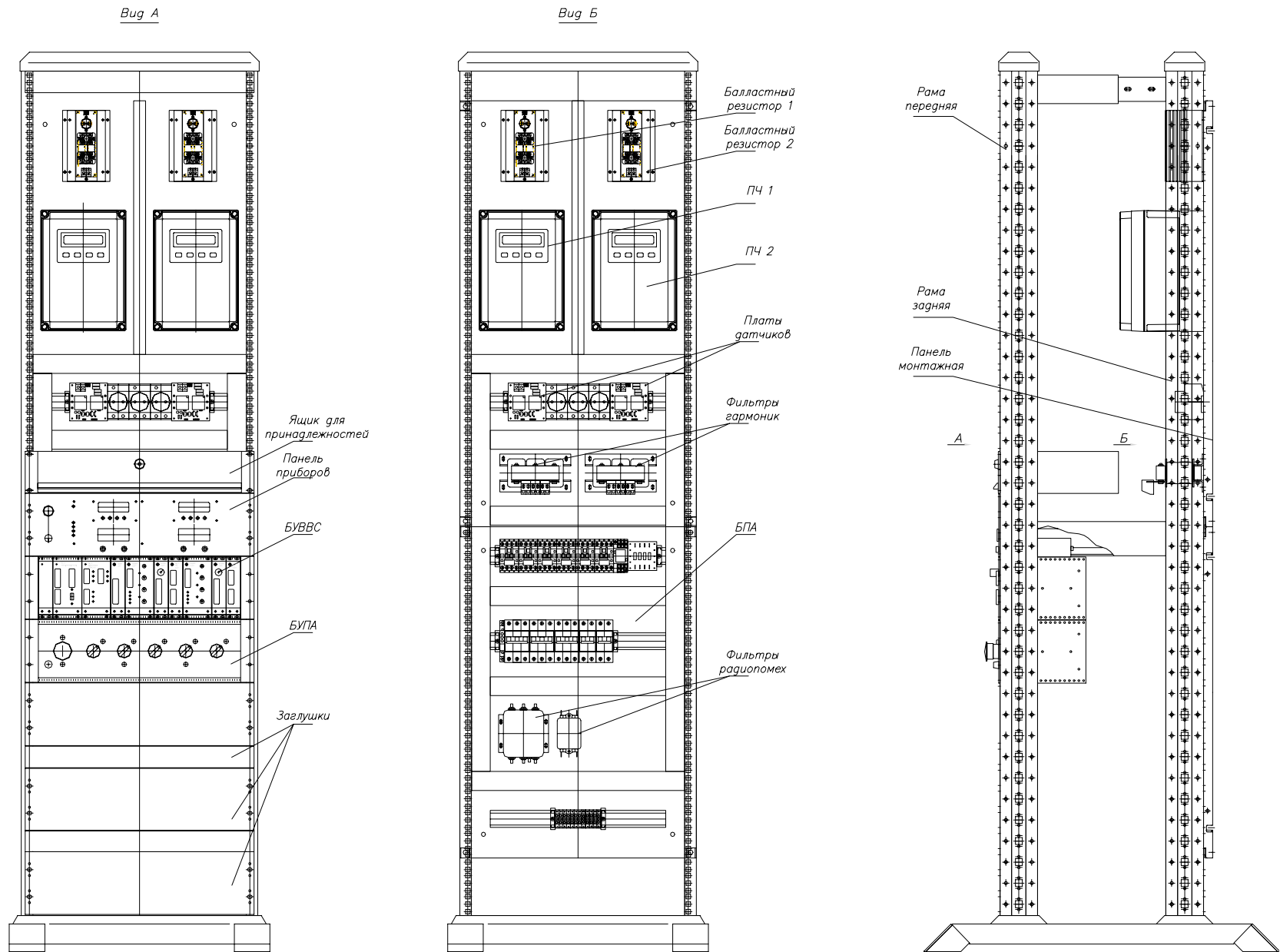


Рис. 4.3 Стойка электрооборудования стенда

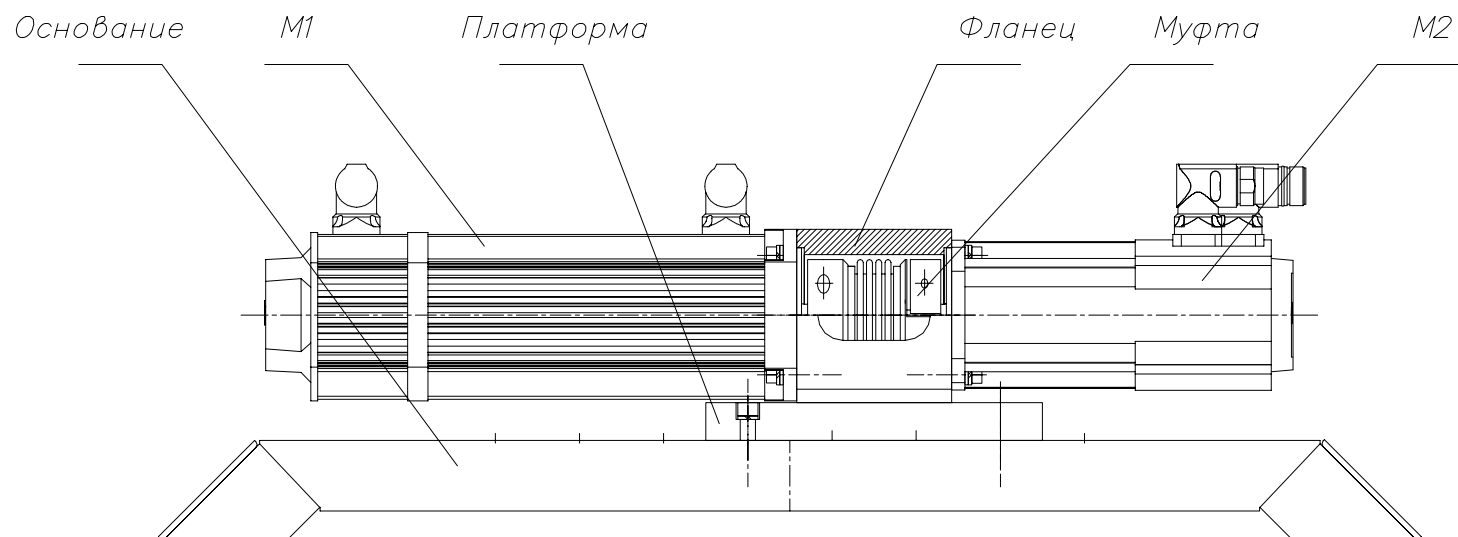


Рис.4.4. Электромеханическая часть стенда

## 5. Порядок работы.

### 5.1. Подготовка к работе.

При подготовке оборудования стенда к работе 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.
  - 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 персоналом, прошедшим специальную подготовку, с соблюдением действующих норм и правил, а также требований «Технического описания и инструкции по эксплуатации».

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».

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».

## 5.2. Проверка функционирования электроприводов в ручном режиме.



**Внимание!** При выполнении работ нагрузочный электропривод должен отрабатывать задание по моменту, контур скорости в нем обязательно должен быть разомкнут! Работа обоих электроприводов с замкнутыми контурами скорости будет приводить к опрокидыванию одного из двигателей и срабатыванию защит!



**Внимание!** При исследовании характеристик синхронного электропривода (ПЧ2-М2) в ПЧ1 нагрузочного электропривода должно быть установлено программное обеспечение асинхронного векторного электропривода с датчиком скорости (исполнение 2) для наиболее точного формирования момента нагрузки!

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 (ЦВ1, ЦВ2) и устройств цифровой индикации скорости/положения (УЦИ1, УЦИ2).
  - 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 в ПЧ2 для вывода скорости и момента M2.
  - Подключить к выходам DAC1, DAC2 обоих ПЧ (разъемы на БДВВ АЭП и БДВВ 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» на БДВВ АЭП. Потенциометром «REF» на БДВВ АЭП 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» на БДВВ СЭП. 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 БДВВ 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 наброс / сброс нагрузочного момента. Наблюдать переходные процессы изменения момента и скорости испытуемого электропривода с помощью осциллографа.
  - Тумблером «DIRECT» на БДВВ АЭП поменять направление вращения M1, переведя его в другой квадрант механической характеристики.
  - Тумблером «DIRECT» на БДВВ СЭП поменять знак момента нагрузки, переведя M1 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».

### **5.3. 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 РС 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 ModBus, 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 РС. 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 РС должны быть установлены следующие параметры настройки соединения:
  - **Порт**: должен соответствовать последовательному порту компьютера, к которому подключен адаптер PC-CAN/RS485 (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 в окне **Авторизация** правильный пароль, 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».

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 (см.п.15).

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 **Ступень** 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 (**Сm0Nr** или **Сm0M**). 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 **Сm0Nr** 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:

- С помощью любого текстового редактора просмотреть текстовый файл циклограммы **cyclogram.cgm** и при необходимости отредактировать его в соответствии с нужным алгоритмом движения электропривода. **Cyclogram.cgm** текстовый файл с таблицей данных, разделенных знаком табуляции. Файл находится в папке **..\SysFiles**.

Столбцы таблицы в файле **cyclogram.cgm** имеют следующий формат:

1-ый – номер шага циклограммы;

2-ой – значение задания по скорости в об/мин или по моменту в Н\*м;

3-ий – длительность интервала действия задания в мс;

4-ый – номер следующего шага циклограммы.

Например, файл, содержащий таблицу

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**.

17. Остановить испытуемый электропривод. Разъединиться с ПЧ1.

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

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

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

- *Перейти к окну схемы испытуемого электропривода. Соединиться с ПЧ1. Запустить электропривод и установить требуемый уровень скорости. Разъединиться с ПЧ1.*
- *Перейти к окну схемы 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 ЛА-2USB-14 (подробная информация по настройке содержится в приложении ADCLab.chm). При выборе активных каналов использовать таблицы п.4.1.2 настоящего руководства. 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**).*

Технические данные и параметры схем замещения двигателей.

Асинхронный серводвигатель	<b>МСА 10I40 D20B0</b>	
Номинальная мощность	$P_{\text{НОМ}}$	0,8 кВт
Номинальный момент	$M_{\text{НОМ}}$	2,0 Н*м
Номинальная скорость	$N_{r \text{НОМ}}$	3950 об/ мин
Максимальная скорость	$N_{r \text{max}}$	8000 об/ мин
Номинальный ток	$I_{s \text{НОМ}}$	2,4 А
Кэффициент мощности	$\text{COS } \varphi$	0,7
Номинальное напряжение	$U_{s \text{НОМ}}$	390 В
Номинальная частота	$F_{s \text{НОМ}}$	140 Гц
Число пар полюсов	$Z_p$	2
Сопротивление статора	$R_s$	5,6 Ом
Сопротивление ротора	$R_r$	7,1 Ом
Индуктивность рассеяния	$\sigma L_s$	0,013 Гн
Индуктивность намагничивания	$L_m$	0,137 Гн
Момент инерции ротора	$J$	$0,241 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

Энкодер	<b>CDD50</b>	
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	$N_{r \text{ НОМ}}$	6000 об/мин
Максимальная скорость	$N_{r \text{ МАХ}}$	8000 об/мин
Номинальный ток	$I_{s \text{ НОМ}}$	4,5 А
Номинальная частота	$F_{s \text{ НОМ}}$	400 Гц
Номинальное напряжение	$U_{s \text{ НОМ}}$	230 В
Номинальная ЭДС	$E_{\text{НОМ}}$	240 В
Число пар полюсов	$Z_p$	4
Сопротивление статора	$R_s$	1,144 Ом
Индуктивность статора	$L_s$	0,0053 Гн
Момент инерции ротора	$J$	$0,153 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

Энкодер

**Резольвер**

## Технические данные соединительной муфты

<i>Муфта сильфонная</i>	<b>ВКЛ 60 / 14 / 14</b>	
<i>Номинальный момент</i>	$M_{\text{ном}}$	60 Н*м
<i>Коэффициент жесткости</i>	$N_{r \text{ ном}}$	72 Н*м/рад
<i>Максимальная скорость</i>	$N_{\text{max}}$	10000 об/ мин
<i>Масса</i>	$m$	0,4 кг
<i>Момент инерции ротора</i>	$J$	$0,18 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

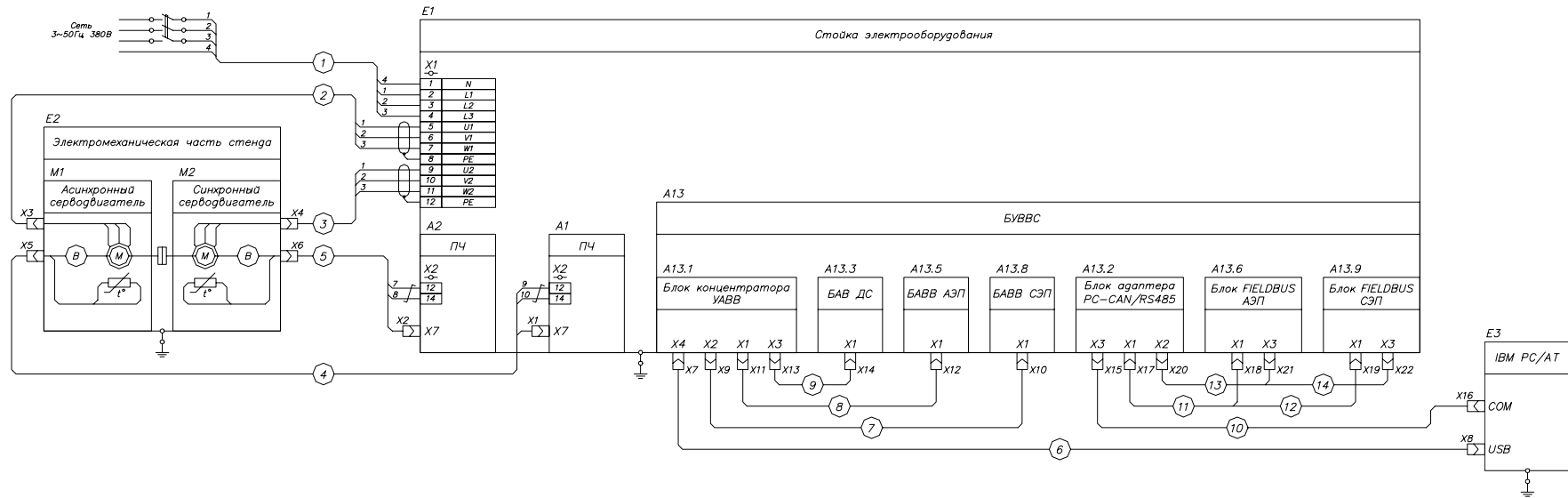
*Требования к инструментальной ЭВМ*

**Минимальные требования к ПК**

*Процессор Intel Pentium 200 MHz, ОЗУ 32МБ, видеокарта с 4Мб, монитор 1024x768x16bit, свободный порт RS-232; свободный порт USB.*

*ОС: Windows 98/98SE/ME/2000/XP.*





X1 DB-9M		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	7-каб. 4	UCC
2	5-каб. 4	Z
3	3-каб. 4	B
4	1-каб. 4	A
5	8-каб. 4	GND
6	6-каб. 4	B'
7	4-каб. 4	B'
8	2-каб. 4	A'
9	GND	SHIELD
Экран кабеля SHIELD		

X2 DB-9M		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	7-каб. 5	SHIELD
2	5-каб. 5	EXC
3	3-каб. 5	COS
4	1-каб. 5	SIN
5	9-каб. 5	SHIELD
6	6-каб. 5	EXC
7	4-каб. 5	COSLO
8	2-каб. 5	SINLO
9	GND	SHIELD
Экран кабеля SHIELD		

X9 DB-15F		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	1-каб. 8	AIN10
2	3-каб. 8	AIN11
3	5-каб. 8	AIN13
4	7-каб. 8	AIN14
5	9-каб. 8	AIN15
6	11-каб. 8	OUT.A
7	—	—
8	—	—
9	2-каб. 7	AIN26
10	4-каб. 7	AIN27
11	6-каб. 7	AIN29
12	8-каб. 7	AIN30
13	10-каб. 7	AIN31
14	12-каб. 7	AGND
15	—	—
Экран кабеля SHIELD		

X11 DB-15F		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	1-каб. 9	AIN5
2	3-каб. 9	AIN6
3	5-каб. 9	AIN7
4	7-каб. 9	AIN8
5	9-каб. 9	AIN9
6	11-каб. 9	OUT.A
7	—	—
8	—	—
9	2-каб. 9	AIN21
10	4-каб. 9	AIN22
11	6-каб. 9	AIN23
12	8-каб. 9	AIN24
13	10-каб. 9	AIN25
14	12-каб. 9	AGND
15	—	—
Экран кабеля SHIELD		

X13 DB-9F		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	1-каб. 10	DCD
2	2-каб. 10	RxD
3	3-каб. 10	TxD
4	4-каб. 10	DTR
5	5-каб. 10	SG
6	6-каб. 10	DSR
7	7-каб. 10	RTS
8	8-каб. 10	CTS
9	9-каб. 10	Ri/SG
Экран кабеля SHIELD		

X15 DB-9F		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	1-каб. 11	DCD
2	2-каб. 11	CANL
3	3-каб. 11	GND
4	—	—
5	—	—
6	4-каб. 11	GND
7	2-каб. 11	CANH
8	—	—
9	V+	—
Экран кабеля SHIELD		

X18 DB-9M		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	—	—
2	1-каб. 12	CANL
3	3-каб. 12	GND
4	—	—
5	—	—
6	4-каб. 12	GND
7	2-каб. 12	CANH
8	—	—
9	V+	—
Экран кабеля SHIELD		

X20 DB-9F		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	1-каб. 13	A485
2	2-каб. 13	B485
3	—	—
4	—	—
5	3-каб. 13	SG
6	—	—
7	—	—
8	—	—
9	—	—
Экран кабеля SHIELD		

X21 DB-9F		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	1-каб. 13	A/DCC
2	2-каб. 13	B/RxD
3	—	TxD
4	—	DTR
5	3-каб. 13	SG
6	—	DSR
7	—	RTS
8	—	CTS
9	—	Ri
Экран кабеля SHIELD		

X3 EWS001		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	—	—
2	—	—
3	—	PE
4	1-каб. 2	U
5	2-каб. 2	V
6	3-каб. 2	W
Экран кабеля SHIELD		

X4 EWS001		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	—	—
2	—	PE
3	—	—
4	1-каб. 3	U
5	2-каб. 3	V
6	3-каб. 3	W
Экран кабеля SHIELD		

X10 DB-25M		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	—	—
2	—	—
3	—	—
4	3-каб. 7	IV
5	1-каб. 7	IV
6	9-каб. 7	DAC2
7	7-каб. 7	DAC1
8	5-каб. 7	UID
9	—	—
10	—	—
11	11-каб. 7	VIN2+
12	—	—
13	—	—
14	—	—
15	—	—
16	4-каб. 7	AGND
17	2-каб. 7	AGND
18	10-каб. 7	AGND
19	8-каб. 7	AGND
20	6-каб. 7	AGND
21	—	—
22	—	—
23	12-каб. 7	VIN2-
24	—	—
25	—	—
Экран кабеля SHIELD		

X12 DB-25M		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	—	—
2	—	—
3	—	—
4	3-каб. 8	IV
5	1-каб. 8	IV
6	9-каб. 8	DAC2
7	7-каб. 8	DAC1
8	5-каб. 8	UID
9	—	—
10	—	—
11	11-каб. 8	VIN2+
12	—	—
13	—	—
14	—	—
15	—	—
16	4-каб. 8	AGND
17	2-каб. 8	AGND
18	10-каб. 8	AGND
19	8-каб. 8	AGND
20	6-каб. 8	AGND
21	—	—
22	—	—
23	12-каб. 8	VIN2-
24	—	—
25	—	—
Экран кабеля SHIELD		

X14 DB-25M		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	—	—
2	—	—
3	—	—
4	7-каб. 9	UL2
5	5-каб. 9	IL2
6	3-каб. 9	UL1
7	1-каб. 9	IL1
8	—	—
9	—	—
10	—	—
11	—	—
12	—	—
13	—	—
14	—	—
15	—	—
16	8-каб. 9	AGND
17	6-каб. 9	AGND
18	4-каб. 9	AGND
19	2-каб. 9	AGND
20	—	—
21	—	—
22	—	—
23	—	—
24	—	—
25	—	—
Экран кабеля SHIELD		

X16 DB-9F		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	1-каб. 10	DCD
2	2-каб. 10	RxD
3	3-каб. 10	TxD
4	4-каб. 10	DTR
5	5-каб. 10	SG
6	6-каб. 10	DSR
7	7-каб. 10	RTS
8	8-каб. 10	CTS
9	9-каб. 10	Ri
Экран кабеля SHIELD		

X19 DB-9M		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	—	—
2	1-каб. 12	CANL
3	3-каб. 12	GND
4	—	—
5	—	—
6	4-каб. 12	GND
7	2-каб. 12	CANH
8	—	—
9	V+	—
Экран кабеля SHIELD		

X22 DB-9F		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	1-каб. 14	A/DCC
2	2-каб. 14	B/RxD
3	—	TxD
4	—	DTR
5	3-каб. 14	SG
6	—	DSR
7	—	RTS
8	—	CTS
9	—	Ri
Экран кабеля SHIELD		

X5 EWS010		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	3-каб. 4	B
2	2-каб. 4	A'
3	1-каб. 4	A
4	7-каб. 4	+5V
5	8-каб. 4	GND
6	6-каб. 4	Z'
7	5-каб. 4	Z
8	—	—
9	4-каб. 4	B'
10	—	—
11	9-каб. 4	+KTY
12	10-каб. 4	-KTY
Экран кабеля SHIELD		

X6 EWS010		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	5-каб. 5	+Ref
2	6-каб. 5	-Ref
3	—	—
4	3-каб. 5	+Cos
5	4-каб. 5	-Cos
6	1-каб. 5	+Sin
7	2-каб. 5	-Sin
8	—	—
9	—	—
10	—	—
11	2-каб. 5	+KTY
12	8-каб. 5	-KTY
Экран кабеля SHIELD		

X7 USB-A-SP		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	1-каб. 6	Vbus
2	2-каб. 6	D+
3	3-каб. 6	D-
4	4-каб. 6	GND
Экран кабеля SHIELD		

X8 USB-A-SP		
Конт.	Номер провода	Цепь
1	1-каб. 6	Vbus
2	2-каб. 6	D+
3	3-каб. 6	D-
4	4-каб. 6	GND
Экран кабеля SHIELD		

Схема электрическая подключений

Таблица соответствия исполнений системы управления электропривода и файлов прошивки микроконтроллера.

Исполнение	Название файла прошивки	Обозначение версии ПО на пульте управления и в VCDrive
<b>Исполнение 1.</b> 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.	EPV_010_1_A_5.5KW 1	SIO-010-ГГММЧЧ
<b>Исполнение 2.</b> Система адаптивно-векторного управления для широкодиапазонного высококачественного асинхронного электропривода с датчиком скорости/положения.	EPV_010_2_A_3.5KW 1	VIC-010-ГГММЧЧ
<b>Исполнение 3.</b> Система адаптивно-векторного управления для широкодиапазонного высококачественного синхронного электропривода с датчиком скорости/положения.	EPV_010_3_S1	VSC-010-ГГММЧЧ
<b>Исполнение 4.</b> Система адаптивно-векторного управления для асинхронного электропривода без датчика скорости/положения, с диапазоном регулирования скорости до 50:1 и повышенными требованиями к быстродействию.	EPV_010_4_A-5.5KW1	VIO-010-ГГММЧЧ
<b>Исполнение 5.</b> Система адаптивно-векторного управления для синхронного электропривода без датчика скорости/положения.	EPV_010_5_S1	VSO-010-ГГММЧЧ