

***ООО «НПФ Мехатроника-Про»***

---

## Учебные стенды тип 1 (АД-ДПТ) и тип 2 (БДПТ-ДПТ)

Rev. 2.0

## Содержание

Учебные стенды: Общие сведения .....	3
Учебные стенды <i>тип 1</i> (АД-ДПТ) и <i>тип 2</i> (БДПТ-ДПТ) .....	8
Отладочный комплект МСВ-04 (в составе стендов) .....	11
Информация о компании .....	13
Контактная информация .....	15

## Учебные стенды: Общие сведения

Учебные стенды могут быть использованы при обучении бакалавров, магистров, на курсах повышения квалификации по электротехническим направлениям и специальностям, в первую очередь «Электротехника, электромеханика, электротехнологии», «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» и др., а так же для научных исследований в ходе аспирантской подготовки.

Стенды сопровождаются комплектом методических материалов по основным дисциплинам.

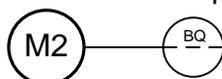
Ниже в таблицах приведены основные характеристики учебных стендов ООО «НПФ Мехатроника-Про», а также примерный перечень дисциплин и лабораторных работ, в которых они могут быть полезны.

Основные технические характеристики стендов							
	Учебный стенд						
	Тип К	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4	Тип 5	Тип 6
Конструктивное исполнение	Кейс	Небольшой переносной шкаф		Лабораторный стол + агрегат		Шкаф + агрегат	
Двигатель 1	АД/БДПТ/ДПТ	ДПТ	ДПТ	ДПТ	ДПТ	ДПТ	ДПТ
Двигатель 2	–	АД	БДПТ	АД	СД	АД	СД
Мощность двигателей	40-100 Вт			0,55-2,2 кВт			
Датчик момента	Нет			Да			
Энкодер	Да						
Возможность изменения схемы	Нет			Да		Нет	
Компьютер	По договоренности			Моноблок		По договоренности	
Дополнительный блок измерения	Нет			16 каналов, до 400 кГц			
Индикатор момента	Нет			Есть		Опция	
Индикатор скорости	Нет			Есть		Опция	
Прибор DMG	Нет			Есть		Опция	
Доступ к электронным платам	При напряжении до 36 В			Нет			
Примерная стоимость							

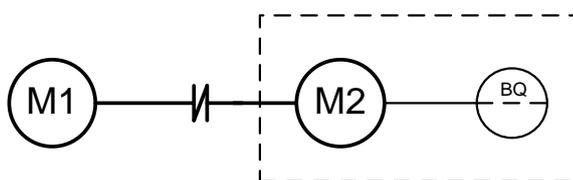
### Типовые силовые агрегаты

Тип	ДПТ	АД (СД)	Датчик момента	Энкодер	Схема
СЭМ-6.1	-	АД 3 фазы, 220 В, 70 Вт	Нет	500 имп/об	1
СЭМ-6.2	24 В, 40 Вт	-			
СЭМ-6.3	-	БДПТ 3 фазы, 36 В, 92 Вт			
СЭМ-5-А-П	24 В, 40 Вт	АД 3ф, 220 В, 70 Вт	Нет	500 имп/об	2
СЭМ-5-Б-П	24 В, 40 Вт	БДПТ 3 фазы, 36 В, 92 Вт			
СЭМ-4-0,75-1500	0,75 кВт, 1500 об/мин, 220/220 В	АД 1,1 кВт, 1500 об/мин, 380 В	$M_H = 19 \text{ Нм}$	2500 имп/об	3
СЭМ-4-1,6-3000	1,6 кВт, 3000 об/мин, 220/220 В	АД 2,2 кВт, 3000 об/мин, 380 В	$M_H = 19 \text{ Нм}$	2500 имп/об	
СЭМ-4-2,2-2200	2,2 кВт, 2200 об/мин, 220/220 В	АД 3 кВт, 1500 об/мин	$M_H = 49 \text{ Нм}$	2500 имп/об	

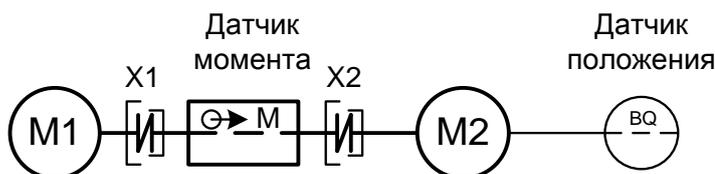
По согласованию возможно изготовление других агрегатов типа АД-АД, ДПТ-АД, ДПТ-СД, АД-СД с желаемой номинальной скоростью и мощностью.



Базовая схема 1



Базовая схема 2



Базовая схема 3

Примерный перечень дисциплин и лабораторных работ, в которых могут быть использованы учебные стенды	Тип К-АД	Тип К-БДПТ	Тип К-ДПТ	Тип 1 (АД-ДПТ)	Тип 2 (БДПТ-ДПТ)	Тип 3, 5 (АД-ДПТ)	Тип 4, 6 (СД-ДПТ)
1. «Электропривод», «Теория электропривода»							
1.1. Исследование механических и электромеханических характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором при частотном и векторном управлении				✓		✓+	
1.2. Исследование механических и электромеханических характеристик двигателя постоянного тока				✓	✓	✓+	✓+
1.3. Исследование механических и электромеханических характеристик синхронного двигателя при частотном и векторном управлении							✓+
1.4. Исследование механических и электромеханических характеристик бесколлекторного двигателя постоянного тока					✓		
2. «Системы управления электроприводами»							
2.1. Исследование механических и электромеханических характеристик частотно-регулируемого электропривода с замкнутой и разомкнутой САУ				✓		✓+	✓+
2.2. Исследование механических и электромеханических характеристик транзисторного электропривода постоянного тока с замкнутой и разомкнутой САУ				✓	✓	✓+	✓+
2.3. Синтез регуляторов и настройка двухконтурной/трехконтурной системы подчиненного регулирования электропривода постоянного тока	✓	✓	✓	✓	✓	✓+	✓+
2.4. Синтез регуляторов и настройка асинхронного электропривода со скалярным/векторным управлением	✓			✓		✓	
2.5. Синтез регуляторов и настройка синхронного электропривода со скалярным/векторным управлением		✓-			✓-		✓+
2.6. Исследование работы регуляторов (П, ПИ, ПИД)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.7. Исследование фильтров	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Примерный перечень дисциплин и лабораторных работ, в которых могут быть использованы учебные стенды	Тип К-АД	Тип К-БДПТ	Тип К-ДПТ	Тип 1 (АД-ДПТ)	Тип 2 (БДПТ-ДПТ)	Тип 3, 5 (АД-ДПТ)	Тип 4, 6 (СД-ДПТ)
3. «Частотно-регулируемый электропривод в АСУ ТП»							
3.1. Построение структуры, настройка и исследование систем скалярного/векторного управления асинхронным двигателем	✓			✓		✓+	
3.2. Построение структуры, настройка и исследование систем скалярного/векторного управления синхронным двигателем		✓-			✓-		✓+
3.3. Исследование частотно-регулируемого электропривода при работе на нагрузку с заданной механической характеристикой						✓	✓
3.4. Использование фильтров $dU/dt$ и синусного на выходе ПЧ						✓	✓
4. «Силовые преобразовательные устройства и микропроцессорные системы»							
4.1. Исследование энергетических показателей транзисторного электропривода постоянного тока (КПД, потребляемый из сети ток и т. п.)						✓	✓
4.2. Исследование энергетических показателей асинхронного электропривода (КПД, $\cos\phi$ под нагрузкой, потребляемый из сети ток и т. п.)						✓	✓
4.3. Построение микропроцессорных транзисторных электроприводов постоянного тока		✓	✓	✓	✓	✓-	✓-
4.4. Построение микропроцессорных транзисторных электроприводов переменного тока	✓	✓-		✓	✓-	✓-	✓-
4.5. Исследование транзисторного преобразователя постоянного тока		✓	✓	✓	✓	✓+	✓+
4.6. Исследование трехфазного транзисторного инвертора		✓-			✓	✓+	✓+
5. «Нелинейные и цифровые САУ»							
5.1. Исследование влияния квантования по времени и по уровню на работу САУ электропривода	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5.2. Исследование влияния ограничений координат на работу электропривода	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Примерный перечень дисциплин и лабораторных работ, в которых могут быть использованы учебные стенды	Тип К-АД	Тип К-БДПТ	Тип К-ДПТ	Тип 1 (АД-ДПТ)	Тип 2 (БДПТ-ДПТ)	Тип 3, 5 (АД-ДПТ)	Тип 4, 6 (СД-ДПТ)
6. «Электропривод постоянного тока»		✓	✓	✓	✓	✓+	✓+
7. «Электропривод переменного тока»	✓	✓-		✓	✓-	✓+	✓+
8. «Векторное управление электроприводами переменного тока»	✓	✓-		✓	✓-	✓+	✓+
9. «Электронная и микропроцессорная техника»	✓	✓	✓	✓	✓	✓-	✓-
10. «Программирование встроенных систем»	✓	✓	✓	✓	✓	✓-	✓-

Обозначения в таблице:

- ✓ может применяться;
- ✓+ преимущества при применении;
- ✓- ограничения при применении.

## Учебные стенды *тип 1 (АД-ДПТ)* и *тип 2 (БДПТ-ДПТ)*

Учебные стенды **тип 1 (АД-ДПТ)**, **тип 2 (БДПТ-ДПТ)** представляют собой небольшой переносной шкаф, в котором смонтированы один или два комплекта МСВ и агрегат из двух спаренных двигателей.



Наличие двух спаренных двигателей разного типа позволяет расширить возможности стенда:

- обучение программированию встроенных систем, в том числе в среде разработки MexBIOS Development Studio;
- создание алгоритмов и схем управления двумя типами двигателей на одном стенде;
- исследование статических и динамических режимов работы;
- исследование и настройка работы электроприводов под нагрузкой.

Выпускаются два варианта стендов данного типа:

- 1) с асинхронным двигателем и двигателем постоянного тока тип «1» (АД-ДПТ);
- 2) с бесколлекторным двигателем постоянного тока и коллекторным двигателем постоянного тока тип «2» (БДПТ-ДПТ).

Двигатели постоянного тока укомплектованы датчиком скорости – энкодером.

Бесколлекторный двигатель постоянного тока имеет встроенные датчики Холла.

Валы двигателей соединены между собой с помощью пружинной муфты без датчика момента.



Агрегат стенда тип «1» (АД-ДПТ)



Агрегат стенда тип «2» (БДПТ-ДПТ)

Стенды включают в себя:

- процессорный модуль на базе микроконтроллера **TMS320F28335 “Delfino”** (отладочный модуль MChip176-28335), **TMS320F28035 “Piccolo”** (отладочный модуль MChip80-28035) или **TMS320LF2812** (отладочный модуль mZdsp-2812);
- интерфейсную плату с жидкокристаллическим индикатором, кнопками, элементами дискретного и аналогового ввода-вывода;
- силовую плату с силовым модулем и блоком питания;
- агрегат из двигателей заданного типа со встроенным энкодером;
- панель ручного управления с элементами управления и индикации;
- блок питания;
- шкаф габаритами 650 x 450 x 250 мм.

Стенд может комплектоваться ноутбуком или компьютером.

Связь стенда с компьютером может осуществляться через интерфейс RS-232, RS-485 или USB.

В стенде реализована возможность одновременной работы двух двигателей – для имитации нагрузок. На ноутбуке визуализированы сигналы с датчиков тока, напряжения, скорости и положения вала.

Стенд имеет возможность программирования в среде блочного программирования с изменением структуры и параметров системы управления электроприводом.

Может быть предусмотрена панель ручного управления преобразователями с возможностью переключения на управление с ноутбука (ручка задания скорости, задание момента, кнопки пуск, стоп, реверс, переключатель режима работы, индикатор скорости).

Учебный стенд питается от сети переменного тока 1 фаза 50 Гц 220 В +10%-15%.

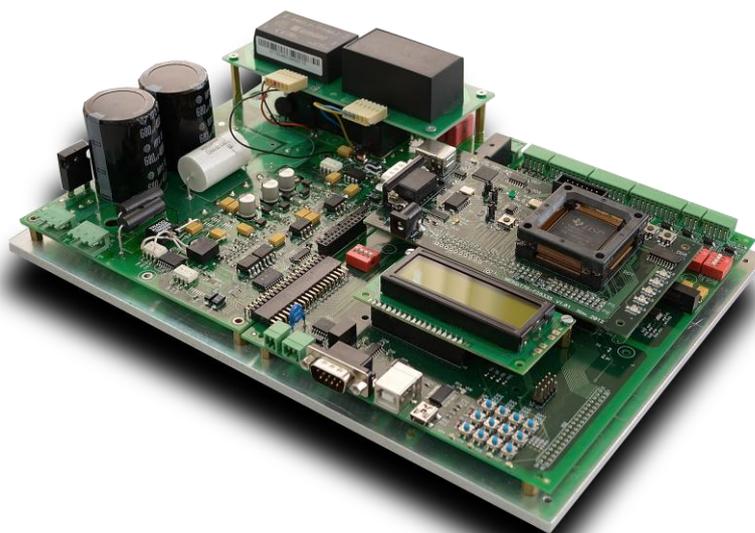
В комплект включены:

- паспорт стенда, совмещенный с руководством по эксплуатации;
- методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Системы управления электроприводами»;
- демонстрационные проекты управления двигателем и нагрузочным агрегатом.

## Отладочный комплект МСВ-04 (в составе стендов)

Комплект МСВ (Motor Control Board) с открытой программной платформой предназначен для изучения принципов построения современных систем управления электроприводов, а также для разработки и тестирования их программного обеспечения, в частности:

- управления координатами электропривода (ток, крутящий момент, скорость, положение) и настройки защит электродвигателя;
- телесигнализации, телеуправления и цифровых коммуникаций;
- человеко-машинного интерфейса и управления технологическим процессом.



Комплект способен управлять электроприводом на базе *трехфазного асинхронного* электродвигателя, *синхронного* электродвигателя, коллекторного или бесколлекторного двигателя *постоянного тока* или корректором сети, а также в двухинверторном исполнении комплект поддерживает одновременное управление *двумя двигателями*.

Комплект поставляется с процессорным модулем на базе микроконтроллера **TMS320F28335 “Delfino”** (отладочный модуль MChip176-28335), **TMS320F28035 “Piccolo”** (отладочный модуль MChip80-28035) или **TMS320LF2812** (отладочный модуль mZdsp-2812).

Комплект поддерживает большинство необходимых функций стандартных сервоприводов и преобразователей частоты за счет присутствия встроенного ПЗУ,

ЦАП, АЦП, ЖК-индикатора, кнопок и др. Алгоритм работы комплекта определяется прикладной программой, разрабатываемой пользователем самостоятельно или на основе прилагаемых примеров.

<b>Основные характеристики комплекта</b>	
<b>Типы электродвигателей</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Синхронный</li> <li>– Асинхронный</li> <li>– Бесколлекторный постоянного тока</li> <li>– Коллекторный постоянного тока</li> </ul>
<b>Программная платформа</b>	– МехBIOS™, с возможностью перепрограммирования алгоритмов работы блока в среде визуальной разработки программ
<b>Микроконтроллер системы управления</b>	– TMS320LF2812, TMS320F2803x, TMS320F2823x, TMS320F2833x
<b>Интерфейс датчиков обратной связи</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Тахогенератор</li> <li>– Инкрементный энкодер</li> <li>– Датчики Холла (3 фазы)</li> </ul>
<b>Силовое питание</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– От источника переменного тока: не более 400 В</li> <li>– От источника постоянного тока: не более 600 В</li> </ul>
<b>Допустимый силовой ток (радиатор – алюминиевая пластина)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Длительный ток инвертора: не более 5 А</li> <li>– Максимальный ток инвертора: не более 35 А</li> </ul>
<b>Базовая частота дискретизации</b>	– В контуре положения: до 500 Гц
	– В контуре скорости: до 1 кГц
	– В контуре тока: до 12 кГц
<b>Аналоговые входы (групповая развязка)</b>	– 4 (-5...+5 В или 0...10 В)
<b>Аналоговые выходы (групповая развязка)</b>	– 2 (0...+5 В)
<b>Дискретные выходы (групповая развязка)</b>	– 4
<b>Релейный выход</b>	– 1
<b>Коммуникации</b>	– RS-232; RS-485; USB
<b>Кнопки управления</b>	– 12
<b>Индикация</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ЖК индикатор</li> <li>– светодиоды</li> </ul>
<b>Напряжение питания цепей управления</b>	– 18...24 В либо ~220 В
<b>Габариты (Д×Ш×В)</b>	– (300×210×65)

## Информация о компании

Компания «НПФ Мехатроника-Про» специализируется на разработке программного обеспечения для систем управления электродвигателями и программируемыми логическими контроллерами, а также осуществляет выполнение контрактных НИОКР в области создания систем управления электроприводами.

В 2012 году ООО «НПФ Мехатроника-Про» вошло в сообщество TI Design Network компании Texas Instruments.



TI Design Network – международное сообщество признанных компаний с хорошей репутацией, предлагающих товары и услуги, дополняющие решения компании Texas Instruments. Продукты и услуги – это широкий круг примеров разработки, проектов и услуг, выполняемых под ключ, системные модули, встроенное программное обеспечение, инженеринговые услуги и средства разработки, которые помогают потребителям ускорить вывод собственного продукта на рынок.

Услуги, осуществляемые ООО «НПФ Мехатроника-Про» на рынке:

### **1. Контрактная разработка электронных блоков управления электродвигателями**

Наша компания предоставляет полный спектр услуг по разработке и производству опытных образцов изделий заказчика, подготавливает полный комплект конструкторской документации для производства изделий на территории заказчика:

- разработка электрических схем;
- разработка печатных плат с учетом конструктивных особенностей изделия, как для силовой части, так и для пульта управления с индикатором;
- разработка тестового программного обеспечения и отладка периферии;
- изготовление и отладка опытных образцов с программным обеспечением.

### **2. Разработка сервисного программного обеспечения**

- Разработка сервисного программного обеспечения включает полный цикл работ от поддержания протоколов обмена до дизайна виртуального пульта управления. В частности компания «НПФ Мехатроника-Про» обеспечивает:
- разработку и поддержку требуемых протоколов обмена;
- создание среды-конфигуратора для электронного блока управления электродвигателем с возможностью сохранения параметров и результатов его работы на компьютере пользователя;
- создание программного пульта управления с возможностью его конфигурирования в виде электронных таблиц, виртуальных приборов, осциллографов и т.д.;

- поддержку механизма исполнения программ пользователя без компиляции исходного текста в интерпретаторе;
- среда разработки сервисного программного обеспечения: Borland C++ Builder 6.

### **3. Разработка встроенного программного обеспечения**

Богатый опыт разработки встроенного программного обеспечения накопленный сотрудниками компании позволяет успешно реализовывать проекты для устройств управления электродвигателями с повышенной надежностью применяемых в аэрокосмической промышленности, системах специально применения, а также системах общепромышленного исполнения.

### **4. Технологический консалтинг**

Компания «НПФ Мехатроника-Про» предоставляет услуги по консалтингу в области разработки электронных блоков управления электродвигателями, их настройки на технологический процесс, а также разработки встроенного и сервисного программного обеспечения.

Обучение программированию микроконтроллеров серии TMS320xx производства Texas Instruments, микроконтроллера 1867ВЦ5Т производства НИИ ЭТ (г. Воронеж).

### **5. Оснащение научно-исследовательских и учебных лабораторий**

Компания «НПФ Мехатроника-Про» оснащает лаборатории для изучения и разработок электроприводов в проектных организациях и университетах. Оснащение происходит учебными комплектами собственной разработки и необходимым методическим обеспечением.

## Контактная информация

ООО "НПФ Мехатроника-Про"  
634063 г. Томск ул. Мичурина 59А-19  
Тел.: +7 (3822) 252-842  
E-Mail: [support@mechatronica-pro.com](mailto:support@mechatronica-pro.com)  
<http://mechatronica-pro.com>