

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Автоматизированный электропривод»

В. А. Савельев

НАЛАДКА И ДИАГНОСТИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

ПРАКТИКУМ

**по выполнению лабораторных работ по одноименной
дисциплине для студентов специальности 1-53 01 05
«Автоматизированные электроприводы»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2016

УДК 62-8(075.8)
ББК 31.291я73
С12

*Рекомендовано научно-методическим советом
факультета автоматизированных и информационных систем
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 7 от 23.02.2015 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Теоретические основы электротехники»
ГГТУ им. П. О. Сухого *А. В. Козлов*

Савельев, В. А.
С12 Наладка и диагностика автоматизированного электропривода : практикум по выполнению лаборатор. работ по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» днев. и заоч. форм обучения / В. А. Савельев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 27 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит теоретические сведения, задание и программу проведения лабораторной работы по разделу «Особенности построения, наладки и диагностики преобразователей частоты».

Для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 1 – 53 01 05 «Автоматизированные электроприводы».

**УДК 62-8(075.8)
ББК 31.291я73**

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2016

Введение

Серия преобразователей частоты Веспер EI-9011 рекомендуются для управления асинхронными двигателями, где требуется высокая точность регулирования скорости до 0,02% и широкий диапазон управления до 1:1000. Они обеспечивают достижение максимального момента на валу двигателя и возможность прямого управления этим моментом.

Преобразователи частоты Веспер EI-9011 учитывают дополнительно, кроме амплитудно-частотных характеристик, фазовые соотношения полей статора и ротора, что обеспечивает достижение максимального момента на валу двигателя.

Основная область применения преобразователей частоты EI-9011 - системы с динамичным и контролируемым изменением скорости перемещения, сервоприводы, лифтовое и другое подъемно-транспортное оборудование с большими перегрузками при пуске и остановке.

Преобразователи частоты Веспер EI-9011 обеспечивают следующие характеристики:

- диапазон мощностей 0,75 кВт - 500 кВт;
- полная защита двигателя;
- векторное управление без обратной связи по скорости;
- векторное управление с обратной связью по скорости;
- встроенный ПИД-регулятор;
- 32-разрядный RISC микропроцессор;
- язык команд пульта управления – русский;
- аналоговые и цифровые входы/выходы для регулирования и дистанционного управления;
- возможность дистанционного управления и мониторинга по последовательной линии связи (протоколы MODBUS, PROFIBUS);
- питание 380 В, 50 Гц.

1. Цель работы

1. Обобщение информации о принципах построения современных преобразователей частоты.

2. Изучение способа подключения, методики пуска и управления преобразователя частоты Веспер EI-9011.

2. Указания мер безопасности

1. К выполнению практической части лабораторной работы допускаются студенты, прошедшие специальный технический инструктаж и изучившие техническое описание и инструкцию по эксплуатации.

2. Включение питания производите только после установки на место передней крышки, крышки клеммного блока, нижней крышки, а также цифрового пульта управления и дополнительно устанавливаемых узлов. Включение питания со снятыми крышками может привести к удару электрическим током.

3. Не производите никаких операций с цифровым пультом управления или с переключателями влажными руками. Не прикасайтесь к компонентам, находящимся внутри преобразователя.

4. Не производите непродуманных изменений установок. Это может привести к травмированию или к повреждению оборудования.

5. Приступать к выполнению практической части лабораторной работы студенты могут только с разрешения преподавателя.

6. Когда выбран режим повторного пуска (L5-02) не должно быть доступа персонала к преобразователю и нагрузке, так как повторный пуск может произойти внезапно после останова.

7. Не дотрагивайтесь до теплоотвода или разрядного сопротивления, поскольку их температура может быть весьма велика.

8. Перед пуском электродвигателя выберите безопасный рабочий диапазон скоростей вращения.

9. Не меняйте режимы во время работы преобразователя, так как при этом могут быть повреждены электродвигатель или преобразователь.

3. Преобразователь частоты с управлением вектором потока Веспер EI-9011

На рис.1 приведена схема подсоединения силовых цепей и цепей управления преобразователя Веспер EI-9011, а в табл.1 дано описание функционального назначения клемм управления.

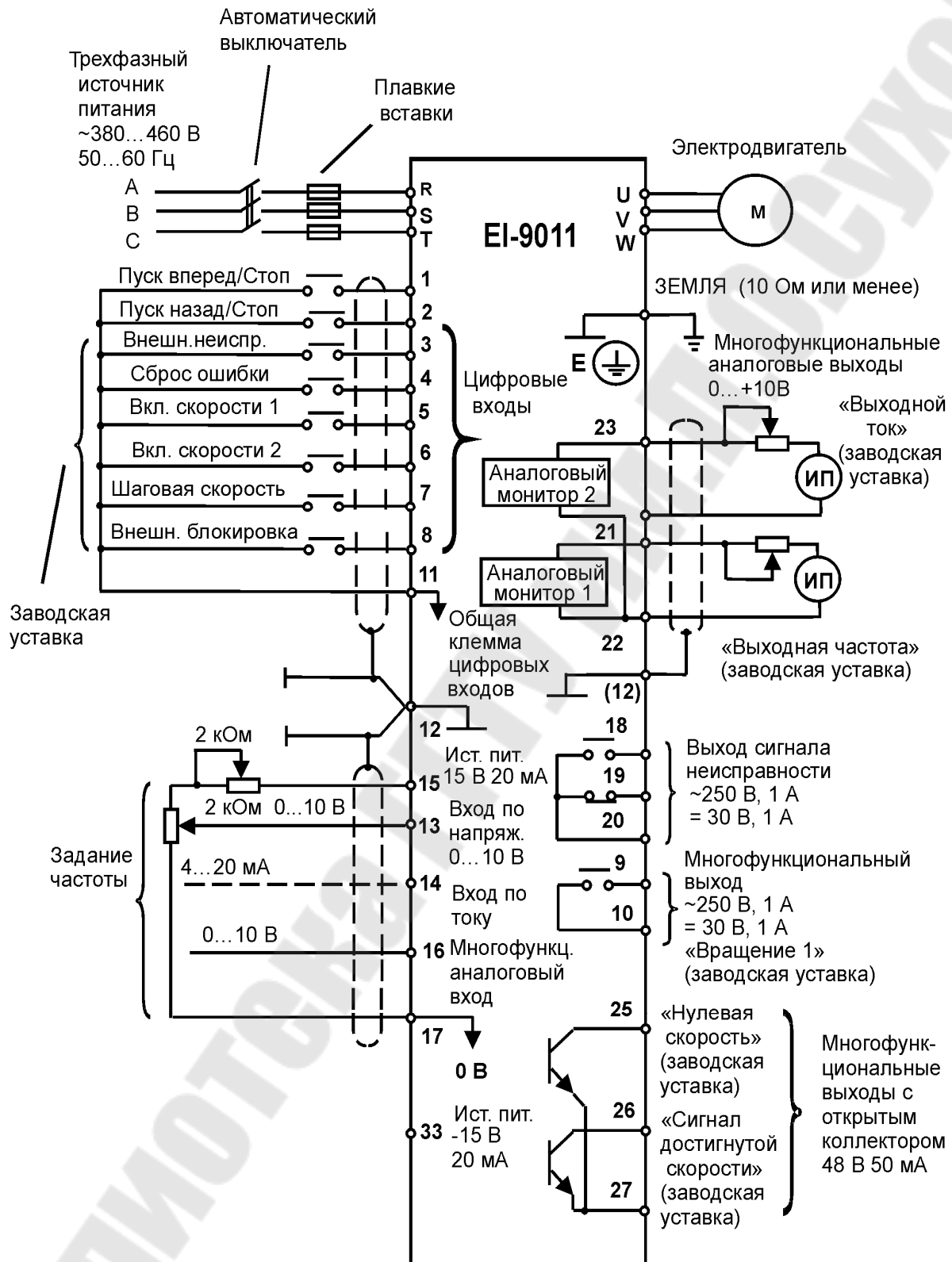


Рис.1. Схема подсоединения силовых цепей и цепей управления преобразователя Веспер EI-9011

Таблица 1. Функциональное назначение клемм управления преобразователя Веспер EI-9011

Вид	Клемма	Функция сигнала (заводская уставка)	Описание	Уровень сигнала	
Входные цифровые сигналы	1	Вращение ВПЕРЕД / ОСТАНОВ	Вращение ВПЕРЕД, когда замкнуто, ОСТАНОВ, когда разомкнуто	Вход с оптической развязкой +24 В, 8 мА постоянного тока	
	2	Вращение ОБРАТНОЕ / ОСТАНОВ	ОБРАТНОЕ вращение, когда замкну- то, ОСТАНОВ, когда разомкнуто		
	3	Вход «Внешняя неисправность»	Неисправность, когда замкнуто; Исправно, когда разомкнуто		Входы многофункциональных контак- тов от Н1-01 до Н1-06
	4	Вход «Сброс защиты»	Сброс защиты, когда замкнуто		
	5	Смена опорных частот; Многоступенчатое регулирование скорости 1	Вспомогательная опорная частота, когда замкнуто		
	6	Многоступенчатое регулирование скорости 2	Действует, когда замкнуто		
	7	Включение режима медленного вращения	Вращение с опорной шаговой частотой, когда замкнуто		
	8	Внешняя блокировка	Снятие напряжения на выходе преобразователя, когда замкнуто		

	11	Общая входная клемма для цифровых входных сигналов	–		
Входные аналоговые сигналы	15	Выход источника питания +15 В	Источник питания для аналогового задания +15 В		+15 В (20 мА max)
	33	Выход источника питания –15 В	Источник питания для аналогового задания –15 В		–15 В (20 мА max)
	13	Основная опорная частота	От –10 до +10 В / от –100% до +100%; От 0 до +10 В / 100%		От –10 до +10 В (20 кОм); От 0 до +10 В (20 кОм)
	14		От 4 до 20 мА / 100%		От 4 до 20 мА (250 Ом)
	16	Многофункциональный аналоговый вход	–10 до +10 В / –100% до +100% От 0 до +10 В / 100%	Вспомогательный аналоговый вход	От –10 до +10 В (20 кОм); От 0 до +10 В (20 кОм)
	17	Общая клемма цепи управления	0 В		–
12	Экранная клемма	–		–	

Выходные цифровые сигналы	9	Контроль во время вращения (нормально разомкнутый контакт)	Замкнуты при вращении	Выход многофункциональных контактов	Контакт реле: не более ~250 В, 1 А; не более =30 В, 1 А	
	10					
	25	Индикация нулевой скорости	При минимальной частоте (EI-09) или менее		Выход с откры- тым коллекто- ром: не более 48 В, 50 мА	
	26	Индикация достижения скорости	При частоте, соответствующей величине уставки ± 1 Гц			
	27	Общая клемма выходов с открытым коллектором			—	
	18	Выход контактов неисправности (нормально разомкнутые / нормально замкнутые контакты)	Клеммы 18 и 20 замкнуты при неис- правности. Клеммы 19 и 20 разомкнуты при не- исправности.		Контакт реле: не более ~250 В, 1 А; не более =30 В, 1 А	
	19					
	20					

Аналоговые выходы	21	Выход частотомера	От 0 до +10 В / 100% частоты	Многофункциональный аналоговый монитор 1 (Н4-01, Н4-02)	От 0 до ± 10 В Max. $\pm 5\%$
	22	Общая клемма			
	23	Выход измерителя тока	10 В / номинальный ток преобразователя	Многофункциональный аналоговый монитор 2 (Н4-04, Н4-05)	

В режиме местного управления возможно управление электродвигателем сразу после подсоединения силовых цепей.

В случае одновременной подачи входных сигналов на клеммы 13 и 14 их сложение осуществляется внутри преобразователя.

Клеммы управления 15, 13, 14, 16, 17, 33 +15В /-15В рассчитаны на максимальный ток 20 мА.

Многофункциональный аналоговый выход может быть использован для подсоединения измерительных приборов и не может быть использован для системы управления обратной связью.

На рис.2. приведено расположение клемм управления на клеммной колодке.

11	12	13	14	15	16	17	25	26	27	33	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	21	22	23		9	10

Рис. 2. Расположение клемм управления на клеммной колодке

На рис.3 представлен внешний вид панели управления преобразователя Веспер EI-9011.

Световой индикатор готовности горит только при исправности преобразователя, готовности к управлению электродвигателем и после входа в раздел меню «Работа». Мигает в режиме «Копирование».

Световой индикатор направления вращения:

>> - горит при вращении ВПЕРЕД;

<< - горит при ОБРАТНОМ вращении.

Дистанционный режим:

– «УПР» горит, когда выбрано управление с подачей команды «ВРАЩЕНИЕ» от клемм управления;

– «РЕГ» горит при выборе управления **ОПОРНОЙ ЧАСТОТОЙ** от клемм управления.

Дисплей высвечивает устанавливаемые величины для каждой из функций или контролируемой величины **ЧАСТОТЫ**, **ТОКА** на выходе и т.д.

Кнопка «ОТМЕНА» возвращает к состоянию, предшествующему нажатию кнопки ввода «ДАННЫЕ/ВВОД».

Кнопка «КОПИР/РЕЖИМ» – вход в режим копирования (вместе с кнопкой «СБРОС»).

Кнопка «ЧТЕНИЕ» – чтения и перенос данных из ПЧ в пульт.

Кнопка «КОПИР» – копирование данных из пульта в ПЧ.

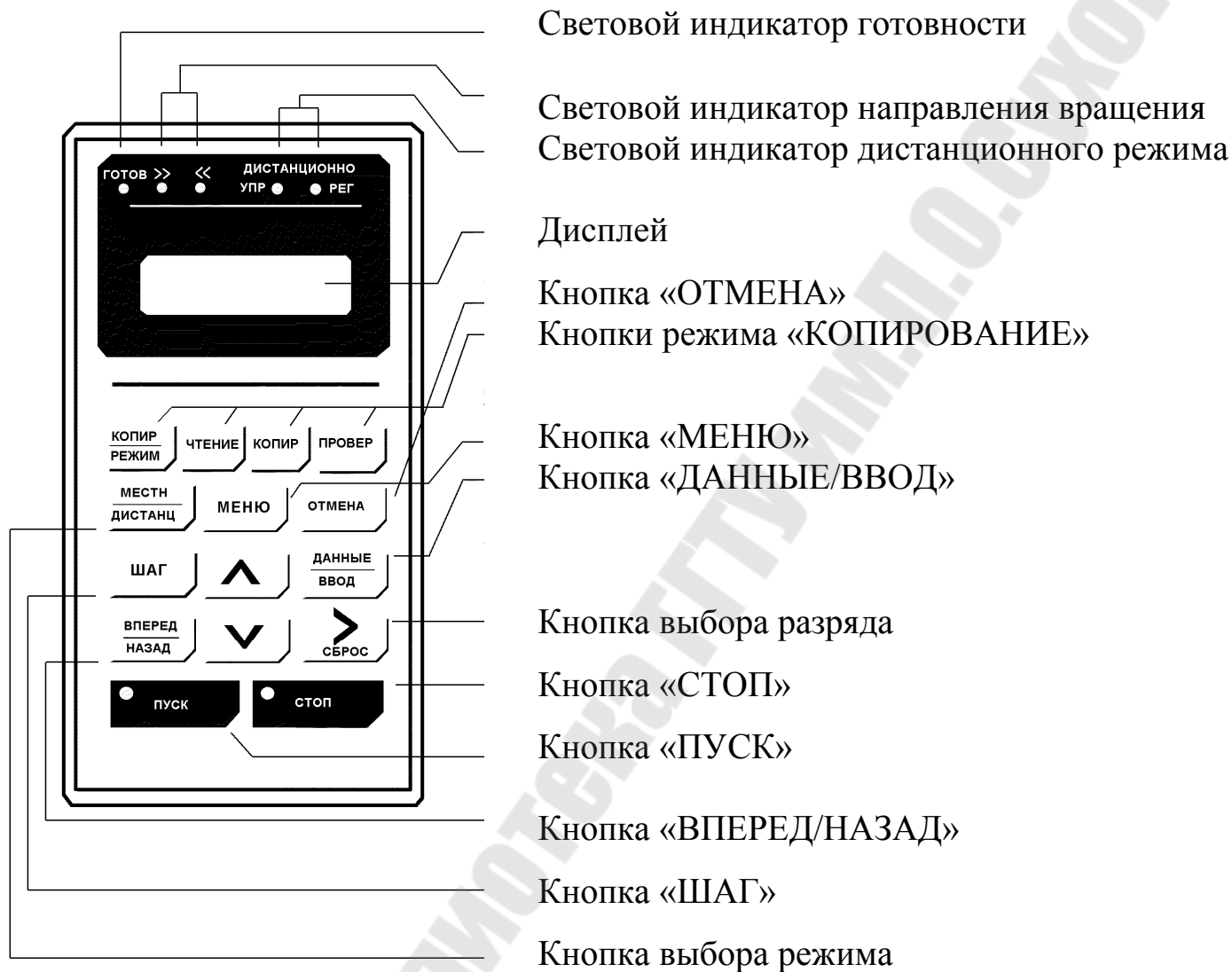


Рис. 3. Панель управления преобразователя Веспер EI-9011

Кнопка «ПРОВЕР» – проверка и сравнение данных в пульте и в ПЧ.

Кнопка «МЕНЮ» высвечивает меню для выбора раздела.

Кнопка «ДАнные/ВВОД» выбирает режим, группу, функцию или название константы. Высвечивает каждое значение уставки констант во время индицирования названия константы. При повторном нажатии установленная величина записывается.

Кнопки поиска пункта в меню выбирают режим, группу, функцию, константу или значение уставки:

∧ - кнопка увеличения;

∨ - кнопка уменьшения.

Кнопка выбора разряда. Выбираемая цифра мигает. Возможен повторный набор при ошибке ввода.

Кнопка «СБРОС» выполняет сброс защиты после появления неисправности.

Кнопки команд управления используются только для приведения двигателя во вращение и для его останова.

Кнопка «ВПЕРЕД/НАЗАД» - позволяет выбрать вращение вперед или назад.

Кнопка «ШАГ» - при нажатии кнопки возможен шаговый режим вращения.

4. Выбор режима управления

Преобразователь EI-9011 имеет два режима управления: местный и дистанционный. В режиме «МЕСТНЫЙ» задание опорной частоты и управление пуском/остановом двигателя производятся с панели управления. Световые индикаторы «УПР» и «РЕГ» (рис. 4) не горят.

В режиме «ДИСТАНЦИОННЫЙ» задание основной опорной частоты и команда пуска/останова могут быть выбраны, как описано ниже в табл. 2.

Требуемый режим может быть выбран с помощью клавиши «МЕСТН/ДИСТАНЦ» только при остановленном двигателе!

Таблица 2. Выбор управления в дистанционном режиме

Номер константы	Цифровой оператор	Наименование	Примечание
В1-01	Источник опорной частоты	Выбор опорной частоты	<p>0: Опорная частота задается с пульта управления. Световой индикатор «РЕГ» не горит.</p> <p>1: Опорная частота задается с управляющих клемм. Световой индикатор «РЕГ» горит.</p> <p>2: Опорная частота задается по последовательной линии связи (RS-485). Световой индикатор «РЕГ» горит.</p> <p>3: Задание опорной частоты определяется дополнительной платой управления. Световой индикатор «РЕГ» горит.</p>
В1-02	Источник команды вращения электродвигателя	Выбор метода управления	<p>0: Команды «ПУСК»/«СТОП» двигателя подаются с пульта управления. Световой индикатор «УПР» не горит.</p> <p>1: Команды «ПУСК»/«СТОП» двигателя подаются с клемм управления. Световой индикатор «УПР» горит.</p> <p>2: Команды «ПУСК»/«СТОП» двигателя подаются по последовательной линии связи (RS-485). Световой индикатор «УПР» горит.</p> <p>3: Управление вращением/остановом двигателя определяется дополнительной платой управления. Световой индикатор «УПР» горит.</p>

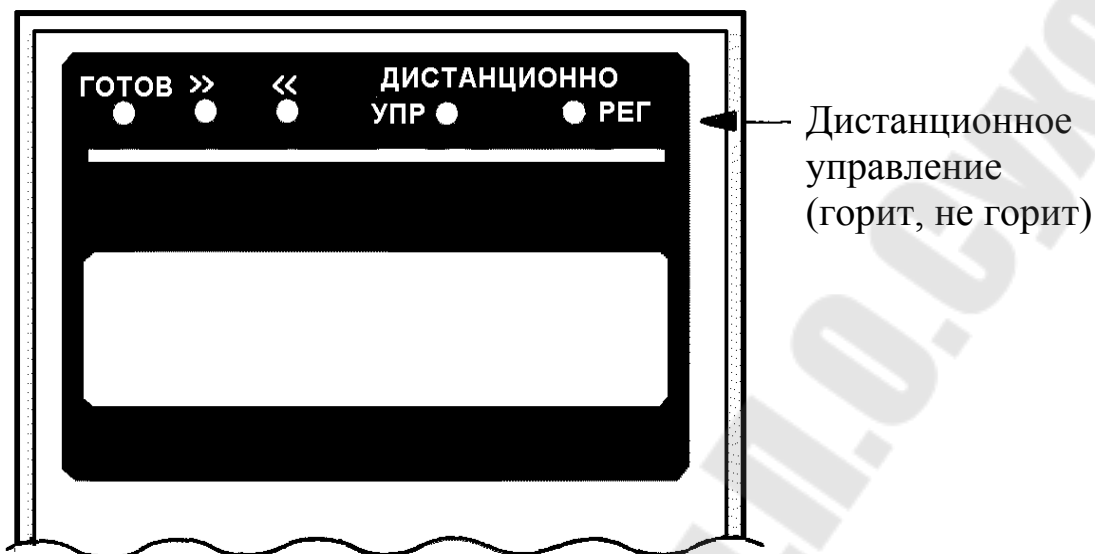


Рис. 4. Состояние световых индикаторов «УПР» и «РЕГ»

5. Пробный пуск

Когда система будет готова к работе, включите источник электропитания. Убедитесь, что питание на преобразователь подано, и он включился. Цифровой дисплей должен высвечивать при подаче питания на преобразователь информацию как показано на рис.5.

В случае несоответствия состояния пульта управления после включения питания вышеуказанному, немедленно отключите питание преобразователя!

Далее необходимо проверить функционирование по следующим этапам:

- электродвигатель работает плавно;
- электродвигатель вращается в правильном направлении;
- электродвигатель не дает ненормальной вибрации или шума;
- ускорение и торможение происходят плавно;
- протекающий ток соответствует выбранной нагрузке;
- световые индикаторы цифровой панели управления работают нормально.

Диаграмма, приведенная на рис.6, показывает типовую модель функционирования при управлении с пульта управления (в режиме местного управления). Последовательность нажатия клавиш пульта

управления, а также состояние индикаторов и дисплея преобразователя в режиме местного управления представлена в табл.3.



Рис. 5. Состояние пульта управления при включении питания

Диаграмма, приведенная на рис.7, показывает типовую модель функционирования преобразователя при использовании сигналов с клемм управления (дистанционное управление).

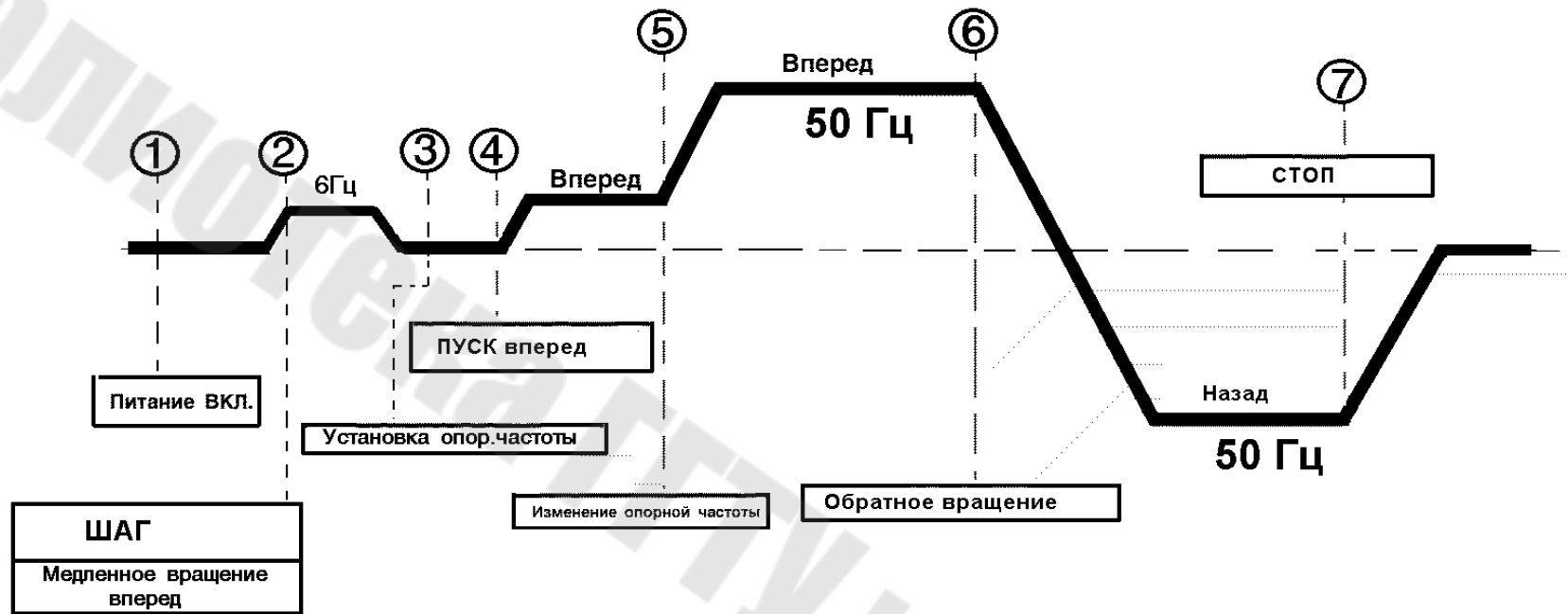






Рис. 6. Последовательность действий при работе в режиме местного управления (от пульта управления)

Таблица 3. Последовательность работы преобразователя в режиме местного управления

Описание	Последовательность действий с кнопками	Состояние дисплея пульта управления
<p>1. Напряжение подано: - высвечивается значение опорной частоты</p> <p>Установка режима работы: (выберите режим местного управления)</p>		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Опорная Частота U1-01 = 0.00 Гц</p> </div> <p>Световые индикаторы «УПР», «РЕГ» не горят</p>
<p>2. Медленное вращение вперед (6 Гц) - медленное вращение происходит до тех пор, пока удерживается кнопка «ШАГ»</p>		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Вых Частота U1-01 = 0.00 Гц</p> </div>

<p>4. Вращение вперед: - вращение вперед (15 Гц)</p>		<p>Вых Частота U1-02 = 15.00 Гц</p> <p>Световые индикаторы «ВПЕРЕД» и «ПУСК» горят</p>
<p>5. Изменение опорной частоты (с 15 Гц до 50Гц): - выбор опорной частоты</p> <p>- замена установленной величины</p> <p>- запоминание установленной частоты</p> <p>- контроль показаний выходной частоты</p>	 <p>Нажать дважды</p> <p>Величина изменяется при нажатии</p>  	<p>Опорная частота 015.00 Гц</p> <p>Опорная частота 050.00 Гц</p> <p>Запись</p>


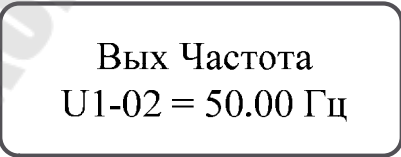
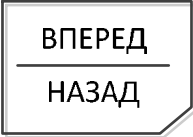
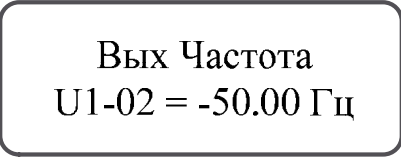

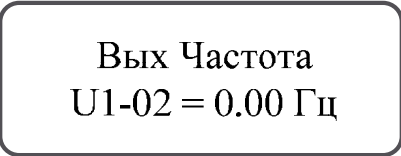




		
<p>6. Обратное вращение - включение обратного вращения</p>		
<p>7. Останов - торможение до полного останова</p>		 <p>Световой индикатор «ПУСК» мигает во время торможения</p>  <p>Световой индикатор «СТОП» горит</p>



Рис. 7. Последовательность операций при подаче сигналов с клемм управления

Таблица 4. Последовательность работы преобразователя в режиме дистанционного управления

Описание	Последовательность действий с кнопками	Состояние дисплея пульта управления
<p>1. Напряжение подано: - высвечивается значение опорной частоты (дистанционный режим установлен на заводе-изготовителе)</p> <p>Контроль выходной частоты: - нажать для контроля выходной частоты</p>		<p>Опорная Частота U1-02 = 0.00 Гц</p> <p>Световые индикаторы дистанционного управления «УПР», «РЕГ» горят</p> <p>Вых Частота U1-02 = 0.00 Гц</p>
<p>2. Медленное вращение вперед (6 Гц): - клеммы 1 и 11, 7 и 11 должны быть замкнуты для реализации режима медленного вращения;</p> <p>- клеммы 7 и 11 должны быть разомкнуты для возврата к режиму нормальной скорости</p>		<p>Вых Частота U1-02 = 0.00 Гц</p> <p>Световые индикаторы «ПУСК» и «ВПЕРЕД» горят</p> <p> ПУСК  СТОП</p>

<p>3. Установка частоты: - подайте входное опорное напряжение (ток), на клеммы 13 или 14 и контролируйте значение частоты по показаниям дисплея</p> <p>Контроль выходной частоты: - производится выбор монитора выходной частоты</p>	 	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Опорная Частота $U_{1-02} = 50.00 \text{ Гц}$ </div> <p>Для опорного напряжения 10В</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Вых Частота $U_{1-02} = 50.00 \text{ Гц}$ </div>
<p>4. Вращение вперед: - клеммы 1 и 11 цепи управления должны быть замкнуты.</p>		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Вых Частота $U_{1-02} = 50.00 \text{ Гц}$ </div> <p>Световые индикаторы «ПУСК» и «ВПЕРЕД» горят</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">  ПУСК </div>
<p>5. Останов: - клеммы 1и 11 цепи управления должны быть разомкнуты</p>		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Вых Частота $U_{1-02} = 0.00 \text{ Гц}$ </div>

		 ПУСК Световой индикатор «ПУСК» мигает во время торможения  СТОП Световой индикатор «СТОП» горит
--	--	---

6. Порядок выполнения работы

1. Перед началом выполнения работы внимательно изучите инструкцию к преобразователю Веспер EI-9011.
2. Получите индивидуальное задание у преподавателя.
3. В соответствии с индивидуальным заданием и методикой пуска, изложенной в табл.2, произведите пробный пуск двигателя при местном управлении преобразователем частоты.
4. Соберите схему, необходимую для управления преобразователем частоты в дистанционном режиме (см. рис.1).
5. В соответствии с индивидуальным заданием и методикой пуска, изложенной в табл.3, произведите пробный пуск преобразователя частоты при дистанционном управлении.

7. Содержание отчета

В отчете необходимо привести наименование и цель работы, чертеж схемы соединения клемм системы управления. Дать описание последовательности действий в ходе запуска двигателя при местном и дистанционном управлении преобразователем частоты. Сделать выводы по работе.

8. Контрольные вопросы

1. Укажите область применения преобразователя частоты Веспер EI-9011. Чем определяется такая область применения?
2. Опишите назначение внешних элементов, подключаемых к преобразователю частоты Веспер EI-9011.
3. Охарактеризуйте электрические режимы работы входных и выходных выводов преобразователя частоты Веспер EI-9011.
4. Дайте описание элементов панели управления преобразователя частоты Веспер EI-9011.
5. В чём состоит отличие местного и дистанционного режимов управления преобразователем частоты Веспер EI-9011?
6. Охарактеризуйте назначение и функции аналоговых входов и выходов.
7. Охарактеризуйте назначение и функции цифровых входов и выходов.
8. Перечислите основные программируемые управляющие функции преобразователя частоты Веспер EI-9011.
9. Приведите основные виды защит преобразователя частоты Веспер EI-9011 и дайте им краткую характеристику.

Литература

1. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Академия, 2006. 356 с.
2. Многофункциональный векторный преобразователь частоты ЕЗ-9100. Руководство по эксплуатации ВАЮУ.435Х21.007-03 РЭ.
3. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. - Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. – 392 с.

Содержание

Введение	3
1. Цель работы.....	4
2. Указания мер безопасности.....	4
3. Преобразователь частоты с управлением вектором потока Веспер EI-9011	4
4. Выбор режима управления.....	12
5. Пробный пуск.....	14
6. Порядок выполнения работы	25
7. Содержание отчета.....	25
8. Контрольные вопросы	25
Литература.....	26

Савельев Вадим Алексеевич

**НАЛАДКА И ДИАГНОСТИКА
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

**Практикум
по выполнению лабораторных работ по одноименной
дисциплине для студентов специальности 1-53 01 05
«Автоматизированные электроприводы»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 22.01.16.

Рег. № 30Е.
<http://www.gstu.by>