

# ЭЛЕКТРУМ АВ

## Паспорт

### Модули управления двигателями

Драйвера управления двигателями

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

# **МОДУЛЬ КОММУТАЦИИ ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ МКВД**

## **1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ**

Модуль коммутации вентильного двигателя (далее – МКВД или модуль) предназначен для формирования сигналов управления транзисторами инвертора для управления трехфазным вентильным двигателем на постоянных магнитах с датчиками положения ротора. МКВД выполнен на основе современных достижений технологий микроэлектроники, цифроаналоговых интегральных схем и контроллеров обработки цифровых и аналоговых сигналов со встроенными ШИМ-схемами.

МКВД поддерживает следующие функции и возможности:

- формирование сигналов управления силовым инвертором;
- контролируемый старт / стоп двигателя;
- изменение направления вращения вала двигателя;
- регулирование скорости;
- стабилизацию скорости при изменении напряжения питания двигателя;
- защиту от торможения противовключением;
- защиту электродвигателя от токовых перегрузок и короткого замыкания;
- регулировку порога срабатывания токовой защиты;
- внешнюю сигнализацию о возникновении аварии;

МКВД отличается простотой управления и малыми габаритами. МКВД выпускается с различными вариантами управления, что позволяет применять модуль, как для решения общепромышленных задач, так и для решения частных случаев.

## 2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ

МКВД выпускается с различными вариантами управления. Рекомендуемые схемы подключения модулей в зависимости от исполнения представлены в разделе 5.

### Варианты управления:

«А» - стандартное с ШИМ. Цифро-аналоговое управление с использованием всех стандартных управляющих выводов модуля со встроенной схемой ШИМ-генератора.

«Б» - упрощённое с ШИМ. Вариант управления, со встроенной схемой ШИМ-генератора, позволяющий осуществлять выбор разрешения/запрета работы и выбор направления вращения вала двигателя одним переключателем, что удобно, в частности, при использовании модуля в подъёмно-тяговых механизмах.

«В» - двуполярное с ШИМ. Управление, со встроенной схемой ШИМ-генератора, осуществляющееся по одному входу либо с помощью ЦАП, либо с помощью соответствующим образом подключенного переменного резистора. Напряжение управления лежит в диапазоне  $-10...+10$  В с диапазоном торможения  $-0,5...+0,5$  В. Скорость вращения при этом определяется амплитудой напряжения, а направление вращения его полярностью.

«Г» - цифровое с ШИМ. В состав модуля входит ЦАП, позволяющий осуществлять управления скоростью с помощью цифрового кода, при этом модуль может управляться и по стандартной схеме управления (тип «А»); выбор варианта управления осуществляется наличием или отсутствием переключки (см. раздел 5). В модуле имеется внутренний ШИМ-генератор.

«Д» - стандартное без ШИМ. Алгоритм управления не отличается от типа «А», за исключением того, что в модуль не входит ШИМ-генератор. Для работы модуля необходимо внешнее подключение времязадающей цепочки для ШИМ-генератора, подключение обратных связей. Варианты модулей без внутреннего ШИМ-генератора могут быть удобны для решения сложных частных задач и для осуществления специфических обратных связей по скорости.

«Е» - упрощённое без ШИМ.

«Ж» - двуполярное без ШИМ.

«И» - цифровое без ШИМ.

Например, модуль МКВД-В: модуль коммутации вентильного двигателя с вариантом управления «В».

Варианты модулей относятся только к его управлению, параметры выходных сигналов (амплитуда «лог.1» и «лог.0»), а так же нагрузочная способность) для всех модулей не меняются.

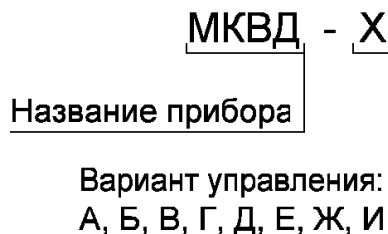


Рисунок 2.1 – Расшифровка названия модуля..

### 3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

Структурная схема МКВД представлена на рис.3.1.

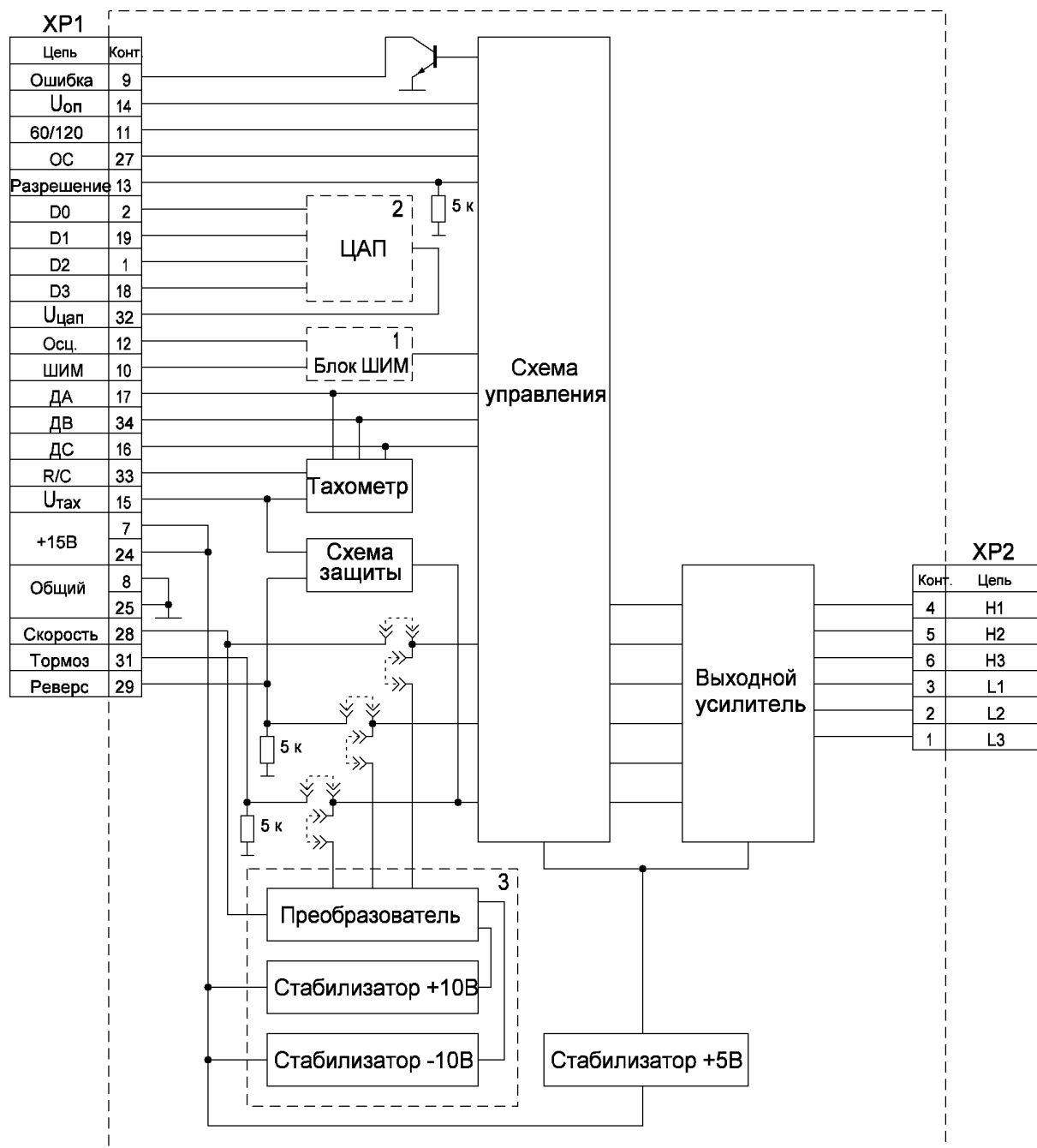


Рисунок 3.1 – Структурная схема МКВД

«1» - схема внутреннего ШИМ-генератора, устанавливаемая для вариантов управления «А», «Б», «В», «Г».

«2» - внутренний ЦАП, устанавливаемый для вариантов управления «Г», «И»

«3» - схема управления, входящая в состав МКВД для вариантов управления «В» и «Ж» (двуполярное управление).

Разъём XP1 представляет собой два ряда контактов PLS-17 с ответной частью типа PBS-17. Разъём XP2 – один ряд контактов PLS-6. Назначение выводов разъёма XP1 и назначение силовых выводов представлены в таб.3.1 и 3.2. В колонках «Управление» значком «+» обозначено, что вывод используется для данного типа управления, значком «-» обозначено, что вывод не используется.



Таблица 3.2 – Назначение выводов разъёма ХР2

Номер контакта	Обозначение	Назначение
1	L3	Выход управления нижним ключом фазы С
2	L2	Выход управления нижним ключом фазы В
3	L1	Выход управления нижним ключом фазы А
4	Н1	Выход управления верхним ключом фазы А
5	Н2	Выход управления верхним ключом фазы В
6	Н3	Выход управления верхним ключом фазы С

Для удобства подключения цепей управления на рис.3.2 приведено схематическое изображение внешнего вида разъёма ХР1 модуля МКВД.

17				10						1					
ДА	ДС	U <sub>тах</sub>	U <sub>оп</sub>	Разр.	Осц.	60/120	ШИМ	Ошибка	Общий	+15В				D0	D2
ДВ	R/C	U <sub>цан</sub>	Тормоз		Реверс	Скор.	ОС		Общий	+15В				D1	D3
34				27						18					

Рисунок 3.2 – Внешний вид разъёма ХР1

## 4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Основные электрические параметры и предельно-допустимые электрические параметры модулей МКВД при температуре 25<sup>0</sup>С представлены в таб.4.1.

Таблица 4.1 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры

Наименование	Едизм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
<b>Параметры питания</b>					
Напряжение питания	В	13,5		16,5	
Ток потребления	мА			100	U <sub>п</sub> =15 В
<b>Входные параметры</b>					
Ток потребления по входам	мА	0,1		1	
Ток потребления по входам «ДА», «ДВ», «ДС»	мА			5	U=15 В
Диапазон напряжений управления	В	-0,3		5,2	
Входное напряжение низкого уровня	В	-0,3		0,5	Для логических входов
Входное напряжение высокого уровня	В	2,4		5,2	Для логических входов
Напряжение, соответствующее останову	В		0,5		
Напряжение, соответствующее максимальной скорости	В		4,5		
Частота отключения защиты от торможения противовключением	Гц			4	
<b>Параметры генератора ШИМ</b>					
Частота генератора ШИМ	кГц	15		25	
Максимальное пиковое пилообразное напряжение	В	4,2		4,6	
Минимальное пиковое пилообразное напряжение	В	1,0		1,2	
<b>Параметры электронного тахометра</b>					
Выходное напряжение	В	3,6		4,2	
Длительность положительного импульса	мс		1		
Нестабильность длительности импульса выходного сигнала	мкс			250	
<b>Выходные параметры</b>					
Максимальное напряжение на выводе «Ошибка»	В			20	
Максимальный ток на выводе «Ошибка»	мА			20	
Задержка срабатывания выхода «Ошибка»	мкс			2	
Напряжение низкого уровня на выводах Н1, Н2, Н3, L1, L2, L3	В	-0,3		0,5	
Напряжение высокого уровня на выводах Н1, Н2, Н3, L1, L2, L3	В	2,4		4,7	
Максимальный выходной ток на выводах Н1, Н2, Н3, L1, L2, L3	мА			10	
Напряжение на выводе «U <sub>оп</sub> »	В	6,25	6,5	6,75	Без нагрузки
Максимальный ток нагрузки на выводе «U <sub>оп</sub> »	мА			10	

## 5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

В зависимости от типа управления модуля рекомендуются следующие схемы включения (рис.5.1 – 5.4).

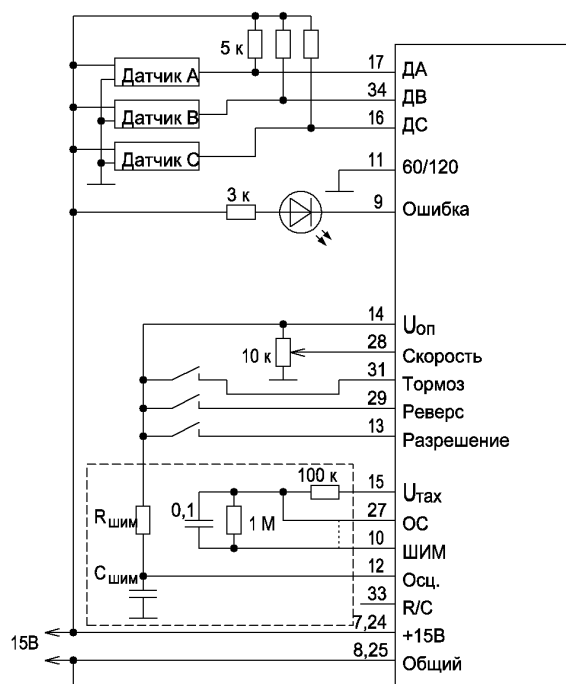


Рисунок 5.1 – Схема включения цепей управления МКВД «А» и «Д»

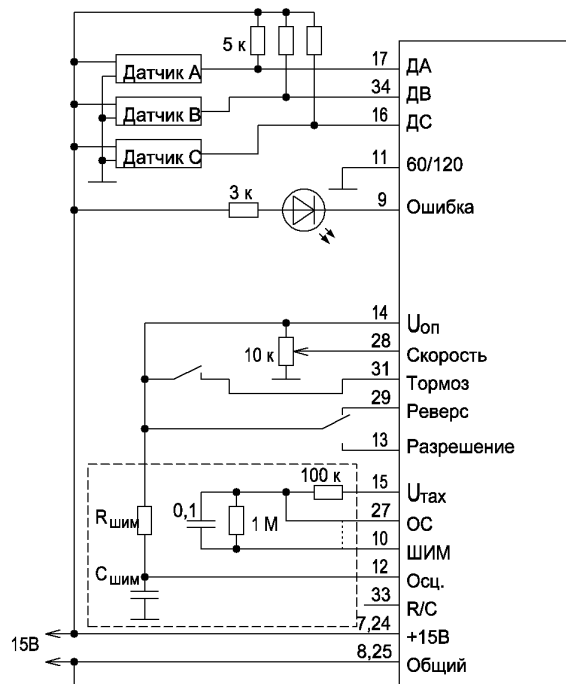


Рисунок 5.2 – Схема включения цепей управления МКВД «Б» и «Е»

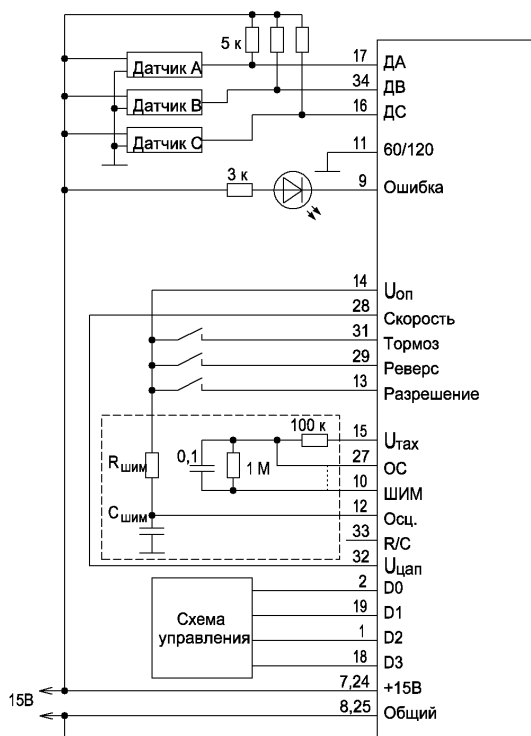


Рисунок 5.3 – Схема включения цепей управления МКВД «Г» и «И»

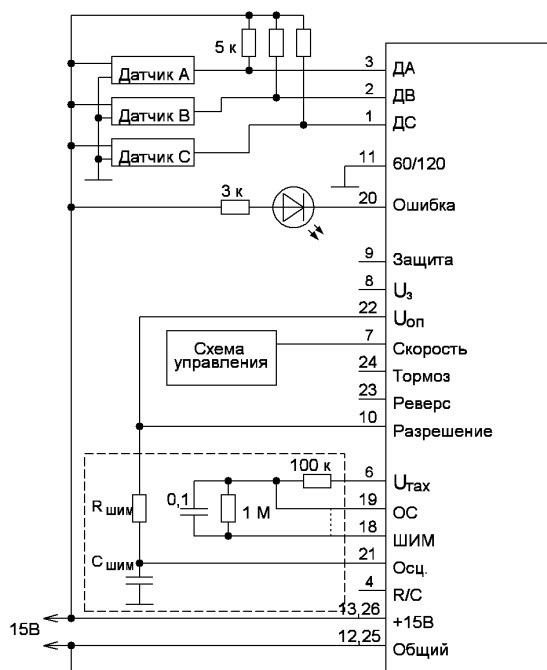


Рисунок 5.4 – Схема включения цепей управления МКВД «В» и «Ж»



Пунктиром выделена часть схемы необходимая для включения моделей без внутреннего ШИМ-генератора (варианты «Д», «Е», «Ж», «И»). Для модулей с внутренним ШИМ-генератором указанные выводы следует оставить незадействованными.

На рис.5.2 приведена схема включения модуля с вариантом управления «Б» или «Е» с общим переключателем на «Реверс» и «Разрешение». Запрет работы модуля будет только в случае размыкания ключа с обоими контактами. Варианты управления «Б» и «Е» так же могут управляться по схемам вариантов «А» и «Д».

Допускается вместо ключей использовать логическое управление ТТЛ-уровня.

Управление двигателем посредством МКВД осуществляется с помощью следующих выводов:

**«Разрешение».** Вход ТТЛ-уровня выдающий запрет или разрешение на работу схемы управления. «Лог.1» соответствует разрешению, «лог.0» соответствует запрету. При запрете работы транзистор выхода «Ошибка» будет открыт (см. таб.1).

**«Тормоз».** Вход ТТЛ-уровня включающий или отключающий режим торможения. При наличии «лог.0» торможение будет отсутствовать. При подаче «лог.1» на данный вход все нижние транзисторы инвертора будут открыты, и двигатель перейдёт в режим динамического торможения (см. таб.5.1).

**«Реверс».** Вход ТТЛ-уровня задающий направление вращения вала двигателя. При смене вращения сработает динамический тормоз, который будет удерживаться до уменьшения частоты вращения вала до 2...4 Гц, после чего начнётся разгон в противоположную сторону. При подаче кратковременного импульса на вход «Реверс» или при возвращении исходного уровня сигнала ещё до останова двигателя, динамический тормоз всё равно сработает и разгон начнётся так же с 2...4 Гц.

**«60/120».** Вход ТТЛ-уровня определяющий режим фазирования. «Лог.1» на входе «60/120» устанавливает режим фазирования в 60 (300) эл. градусов; «лог.0» – режим фазирования в 120 (240) эл. градусов (см. таб.5.1).

Алгоритмы 60° и 300° или 120° и 240° являются симметричными, но направление вращения ротора для них противоположны. Например, при подаче на входы «ДА», «ДВ», «ДС» сигналов ДПР с алгоритмом фазирования 60° или 120°, модуль выдает токовые сигналы управления двигателем для вращения вперёд, а при поступлении сигналов ДПР с алгоритмом фазирования в 240° или 300° – для вращения назад.

Состояние датчиков в зависимости от положения ротора изменяется в соответствии с диаграммой, приведенной на рис.5.5.

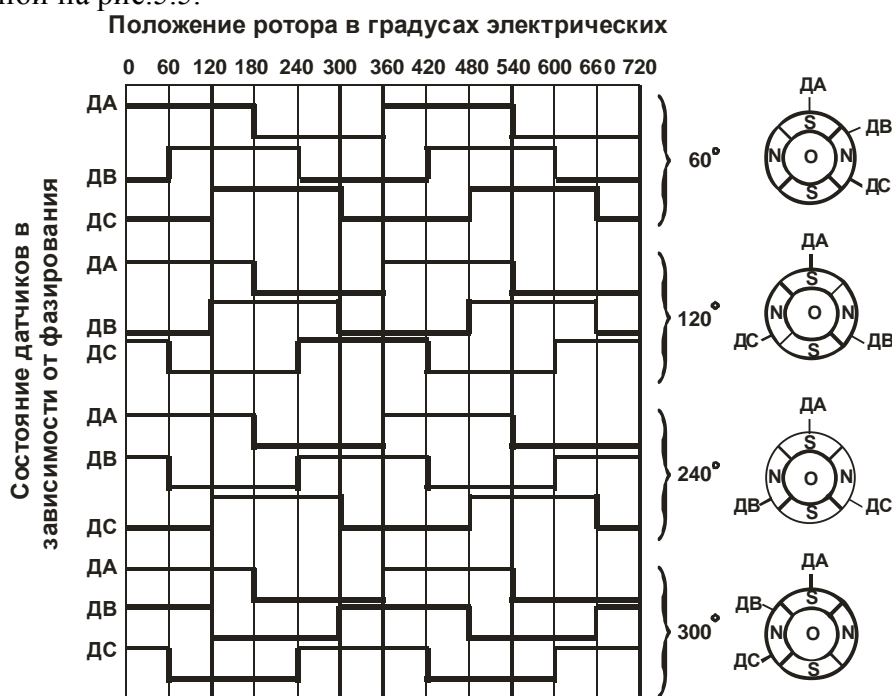


Рисунок 5.5 – Диаграмма состояний датчиков положения

**«Скорость».** Вход задания скорости вращения вала двигателя. Модуль осуществляет стабилизацию скорости вращения вала двигателя при изменении амплитуды напряжения питания. При установленной скорости вращения менее 50 % от максимальной скорость меняется не более  $\pm 5\%$ , при изменении напряжения питания  $\pm 50\%$ . При максимальной установленной скорости стабилизация осуществляется только при увеличении амплитуды напряжения питания (скорость меняется не более  $+5\%$ , при увеличении амплитуды не более  $+50\%$ ). Диапазон регулирования скорости лежит в пределах 0,5...4,5 В для вариантов управления «А», «Б», «В», «Г» и для других вариантов с введением во внешнюю схему управления обратной связи (см. рис.5.1 – 5.4). Если обратная связь для вариантов управления «Д», «Е», «Ж», «И» отсутствует (установлена переключка, как указано пунктиром на рис.5.1 – 5.4), то диапазон регулирования скорости будет лежать в пределах 1,5...4,5 В. Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на входе «Скорость» представлена на рис.5.6 и рис.5.7 (для вариантов управления «В» и «Ж»).

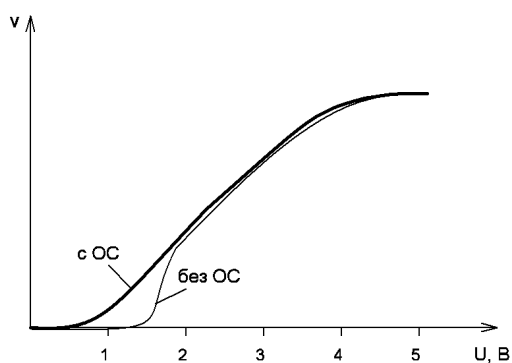


Рисунок 5.6 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» с цепью обратной связи и без неё

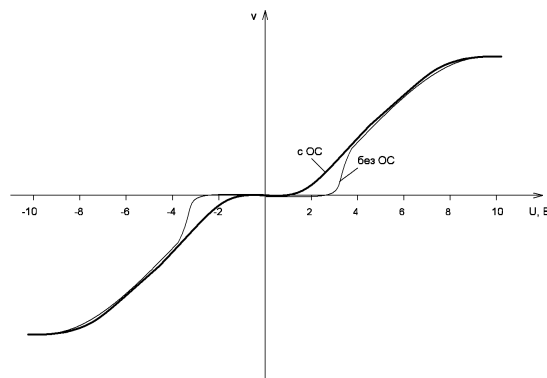


Рисунок 5.7 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» с цепью обратной связи и без неё для вариантов управления «В» и «Ж»

Для вариантов «В» и «Ж» управление двигателем осуществляется только по выводу «Скорость»; выходы «Реверс» и «Тормоз» не задействованы. Вывод «Разрешение» можно подключить к «U<sub>оп</sub>», тогда данный вывод не будет влиять на работу модуля, если подключить вывод «Разрешение» к «U<sub>оп</sub>» через ключ, то управления по данному выводу будет осуществляться так же, как и для других вариантов управления.

Направление вращением двигателя выбирается исходя из полярности сигнала на выводе «Скорость», режиму торможения (открыты все нижние ключи) соответствует управляющее напряжение -0,5...+0,5 В, скорость вращения регулируется уровнем напряжения (-10...+10 В). Диаграмма, поясняющая работу модуля с вариантами управления «В» и «Ж» представлена на рис.5.8.

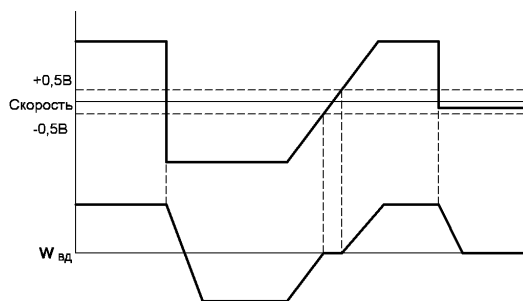


Рисунок 5.8 – Управление модулем с вариантом «В» и «Ж»

**«ДА», «ДВ», «ДС».** Входы датчиков положения ротора (ДПР). В качестве ДПР могут быть использованы датчики любого типа с напряжением на выходе +5...20 В. При подключении ДПР следует иметь ввиду, что входы «ДА», «ДВ» и «ДС» не подвязаны к напряжению питания, поэтому, если выход датчика представляет собой открытый коллектор, то данные входы необходимо соединить с выводом напряжения питания через резисторы, как указано на рис.5.1 – 5.4.

Ниже приведена таблица состояний модуля при управлении трехфазным шестишаговым вентильным двигателем.

Таблица 5.1 – Варианты состояний модуля при управлении трехфазным шестишаговым вентильным двигателем

Входы						Реверс	Разр.	Тормоз	Защита	Выходы				Примечание
60°/120°=1			60°/120°=0							Фа	Фв	Фс	Ошибка	
ДА	ДВ	ДС	ДА	ДВ	ДС									
1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	-	0	1	Реверс=1 (п.1; п.2)
1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	-	1	0	1	
1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	-	1	
0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	-	1	1	
0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	-	0	1	1	
0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-	1	
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-	1	1	Реверс=0 (п.1; п.2)
1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	-	0	1	1	
1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	-	1	
0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	-	0	1	
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	-	1	0	1	
0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	-	1	
1	0	1	1	1	1	X	X	0	X	-	-	-	0	п.3
0	1	0	0	0	0	X	X	0	X	-	-	-	0	
1	0	1	1	1	1	X	X	1	X	0	0	0	0	п.4
0	1	0	0	0	0	X	X	1	X	0	0	0	0	
V	V	V	V	V	V	X	1	1	X	0	0	0	1	п.5
V	V	V	V	V	V	X	0	1	X	0	0	0	0	п.6
V	V	V	V	V	V	X	0	0	X	-	-	-	0	п.7
V	V	V	V	V	V	X	1	0	1	-	-	-	0	п.8
п.1	На выходах «Фа» (выводы «Н1» и «L1»), «Фв» (выводы «Н2» и «L2»), «Фс» (выводы «Н3» и «L3») высокий уровень (1) означает подключение к «+», низкий уровень (0) – подключение к «-» (общий минус).													
п.2	Высокий уровень (1) на входе «60°/120°» устанавливает режим фазирования в 60 эл. градусов, низкий уровень (0) – режим фазирования в 120 эл. градусов													
п.3	При неправильной комбинации на входах «ДА», «ДВ», «ДС», низком уровне (0) на входе «Тормоз» - выходы «Фа», «Фв», «Фс» отключены; построенный по схеме с открытым коллектором, выход «Ошибка» имеет активным низкий уровень (0)													
п.4	При неправильной комбинации на входах «ДА», «ДВ», «ДС», высоком уровне (1) на входе «Тормоз» - выходы «Фа», «Фв», «Фс» подключены к «-» (общий минус), обмотки двигателя замкнуты между собой, этим создается тормозящая электромагнитная сила (динамический тормоз); на выходе «Ошибка» - низкий уровень (0)													
п.5	При правильной комбинации на входах «ДА», «ДВ», «ДС», высоком уровне (1) на входах «Разрешение» и «Тормоз» - выходы «Фа», «Фв», «Фс» находятся в режиме динамического торможения; на выходе «Ошибка» - высокий уровень (1)													
п.6	Если на входе «Разрешение» низкий уровень (0), а на входе «Тормоз» высокий уровень (1) – выходы «Фа», «Фв», «Фс» находятся в режиме динамического торможения; на выходе «Ошибка» – низкий уровень (0)													
п.7	Если на входах «Разрешение» и «Тормоз» низкий уровень (0) – выходы «Фа», «Фв», «Фс» отключены; на выходе «Ошибка» - низкий уровень (0)													
п.8	При уровне тока потребляемого двигателем от внешнего источника выше заданного предела – выходы «Фа», «Фв», «Фс» отключены; на выходе «Ошибка» - низкий уровень (0).													

Где X – любое состояние на входе, V – любое правильное состояние на сенсорных входах соответствующее фазированию в 60° или 120°.

«**Ошибка**». Выход сигнализирующий о наличии запрета работы модуля («лог.0» на выводе «Разрешение» или «лог.1» на выводе «Защита»), неправильной комбинацией на входах датчиков положения ротора, представляющий собой открытый коллектор транзистора схем защиты. Пояснение к работе данного вывода представлено в таблице 5.1.

«**U<sub>оп</sub>**». Выход источника опорного напряжения ( $6,5V \pm 5\%$ ) с максимальным выходным током 10 мА. При подключении данного вывода следует соблюдать осторожность, во избежание перегрузки по току или короткого замыкания, т.к. в таком случае модуль может выйти из строя.

«**+15В**». Вход питания модуля с током потребления 40...80 мА (в зависимости от варианта управления и от температуры окружающей среды) без внешней нагрузки.

«**U<sub>тах</sub>**». Выход ТТЛ-уровня внутреннего тахометра модуля. При вращении вала двигателя на выходе «U<sub>тах</sub>» должны наблюдаться импульсы длительностью 1 мс со скважностью меняющейся в зависимости от скорости вращения вала двигателя.

Для измерения скорости двигателя рекомендуется подключить к данному выводу RC-цепочку сглаживающую пульсации. В таком случае, при увеличении скорости вращения вала двигателя будет уменьшаться скважность на выводе «U<sub>тах</sub>» и на выходе RC-фильтра будет увеличиваться амплитуда сигнала. Данный вывод целесообразно использовать либо для отображения скорости, либо для осуществления обратной связи по скорости.

«**R/C**». Вход контроля работоспособности внутреннего тахометра модуля. При нормальной работе тахометра на данном выводе должны наблюдаться импульсы амплитудой 3...5 В и скважностью зависящей от скорости вращения вала двигателя; передний фронт должен быть значительно длиннее заднего.

«**Осц.**». Вход, предназначенный для подключения времязадающей цепочки для внутреннего ШИМ-генератора. Рекомендуемая схема подключения данного входа представлена на рис.5.1 – 5.4. Частота, задаваемая внешней RC-цепочкой, должна лежать в пределах 15...50 кГц. Зависимость частоты от номиналов резистора и конденсатора представлена на рис.5.9.

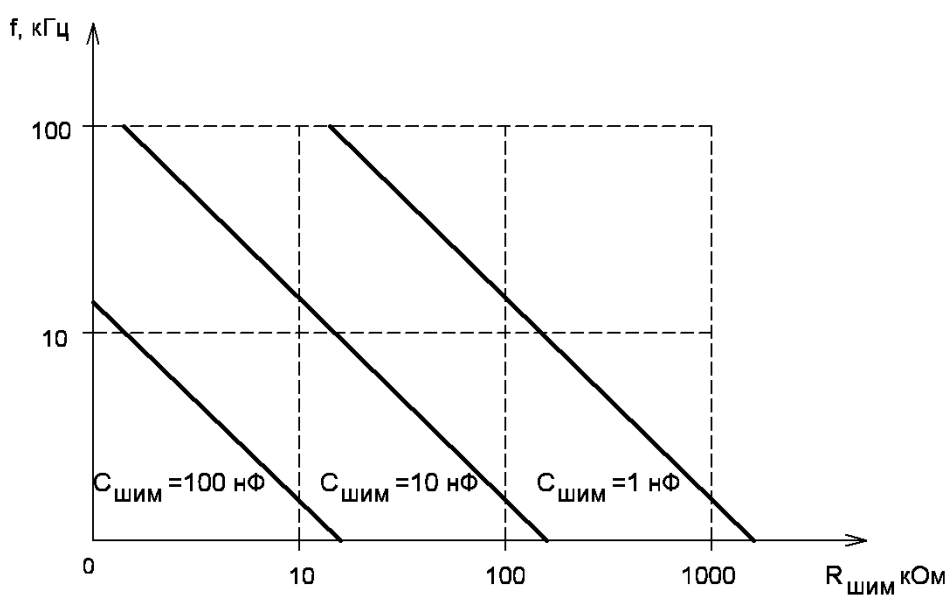


Рисунок 5.9 – Зависимость частоты ШИМ от номиналов  $R_{\text{ШИМ}}$  и  $C_{\text{ШИМ}}$

Для получения более линейного характера изменения скорости вращения вала двигателя от напряжения управления, рекомендуется вместо резистора  $R_{\text{ШИМ}}$  установить источник тока 0,5...5 мА, в зависимости от требуемой частоты ШИМ.

Вывод задействован только для вариантов управления «Д», «Е», «Ж», «И».

«**ШИМ**» и «**ОС**». Входы стабилизации скорости вращения вала двигателя. Выводы задействованы только для вариантов управления «Д», «Е», «Ж», «И»; для вариантов управления «А», «Б», «В» и «Г» обратная связь заложена в схему модуля и настройке не подлежит. Если обратная связь не требуется, то данные выводы следует соединить (рис.5.1 - 5.4), при этом скорость будет регулироваться в диапазоне входного напряжения 1,5...4,5 В. Вариант использования модуля в режиме закрытой петли обратной связи показан на рисунке 5.10. Здесь импульсный сигнал, пропорциональный

уровню скорости (сигнал тахометра), может быть получен с любого датчика (оптического, Холла и т.п.) с уровнем сигнала (0...6,5) В.

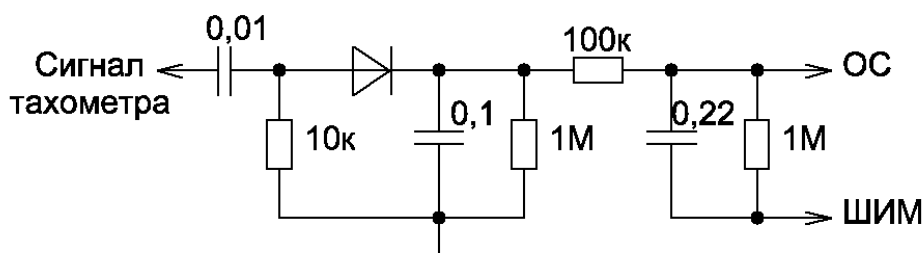


Рисунок 5.10 – Схема подключения обратной связи по скорости

Глубину обратной связи и корректность её работы при различной скорости вращения вала двигателя следует регулировать соотношением конденсатора 0,01 мкФ и резистора 10 кОм, или соотношением конденсатора 0,22 мкФ и резистора 100 кОм.

«D0», «D1», «D2», «D3». Входы ТТЛ-уровня внутреннего ЦАП. Частота вращения вала двигателя будет меняться от комбинации соответствующей 0,5 В на выходе ЦАП (вывод «U<sub>цап</sub>»), до комбинации соответствующей 4,5 В для вариантов с внутренним ШИМ-генератором или с задействованной обратной связью. Для управления без обратной связи регулировка скорости будет осуществляться начиная с комбинации соответствующей 1,5 В.

Выводы задействованы только для вариантов управления «Г» и «И».

«U<sub>цап</sub>». Выход внутреннего ЦАП. Для подключения управления с помощью ЦАП необходимо соединить данный вывод с выводом «Скорость», как указано на рис.5.3. Изменение значения входного кода от 0000 до 1001 приводит к ступенчатому изменению уровню скорости от 0% до 90% приблизительно по 10%. Значения входного кода от 1010 до 1111 соответствуют 100% уровня скорости.

Вывод задействован только для вариантов управления «Г» и «И».

«L1», «L2», «L3», «H1», «H2», «H3». Выходы схемы управления модуля ТТЛ-уровня с нагрузочной способностью до 10 мА на один выход.

## 6 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Модуль предназначен для эксплуатации без применения охладителя.

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Воздействие механических нагрузок.

Внешний воздействующий фактор	Значение внешнего воздействующего фактора
Синусоидальная вибрация: - ускорение, м/с <sup>2</sup> (g); - частота, Гц	100 (10) 1 - 500
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	400 (40) 0,1 – 2,0
Линейное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g)	5000 (500)

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 40 - 45
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

Выводы модуля предназначены для монтажа на печатную плату пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше 235°С. Продолжительность пайки не более 3 с.

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

## 7 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы модуля за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90 \%$ .

Гамма-процентный срок службы модулей, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90 \%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей, при  $\gamma = 90 \%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 8 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

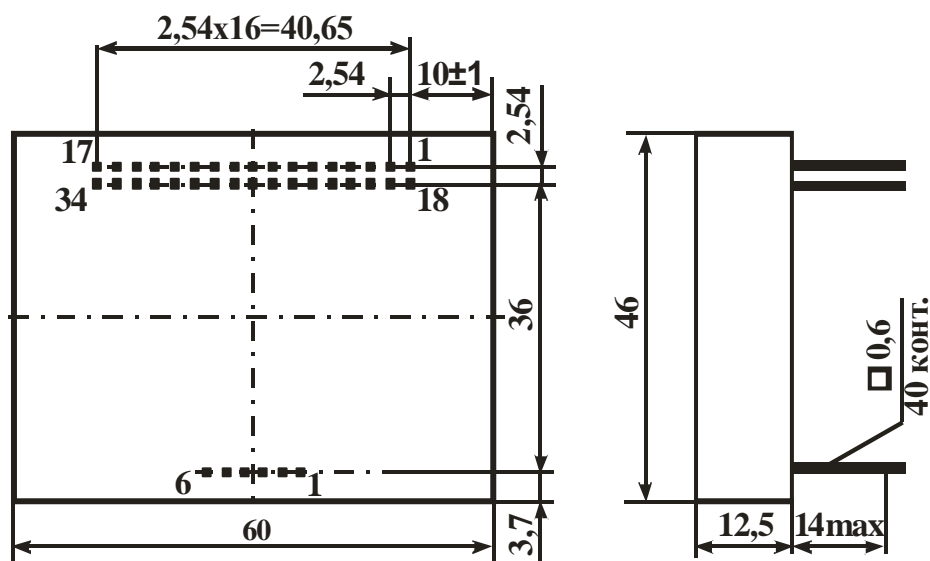


Рисунок 8.1 – Габаритные размеры МКВД

Драгоценных металлов не содержится.

## 9 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Модуль МКВД \_\_\_\_\_ зав. № \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ.431162.162 ТУ

Место для штампа ОТК

## 10 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# МОДУЛЬ КОММУТАЦИИ КОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ МККД

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Модуль коммутации коллекторного двигателя (далее – МККД или модуль) предназначен для формирования сигналов управления транзисторами инвертора для управления коллекторным двигателем постоянного тока. МККД выполнен на основе современных достижений технологий микроэлектроники, цифроаналоговых интегральных схем и контроллеров обработки цифровых и аналоговых сигналов со встроенными ШИМ-схемами.

МККД поддерживает следующие функции и возможности:

- формирование сигналов управления силовым инвертором;
- контролируемый старт / стоп двигателя;
- изменение направления вращения вала двигателя;
- регулирование скорости;
- защиту электродвигателя от токовых перегрузок и короткого замыкания;
- регулировку порога срабатывания токовой защиты;
- внешнюю сигнализацию о возникновении аварии;

МККД отличается простотой управления и малыми габаритами. МККД выпускается с различными вариантами управления, что позволяет применять модуль, как для решения общепромышленных задач, так и для решения частных случаев.

## 2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ

МККД выпускается с различными вариантами управления. Рекомендуемые схемы подключения модулей в зависимости от исполнения представлены в разделе 5.

### Варианты управления:

«А» - стандартное с ШИМ. Цифро-аналоговое управление с использованием всех стандартных управляющих выводов модуля со встроенной схемой ШИМ-генератора.

«Б» - упрощённое с ШИМ. Вариант управления, со встроенной схемой ШИМ-генератора, позволяющий осуществлять выбор разрешения/запрета работы и выбор направления вращения вала двигателя одним переключателем, что удобно, в частности, при использовании модуля в подъёмно-тяговых механизмах.

«В» - двуполярное с ШИМ. Управление, со встроенной схемой ШИМ-генератора, осуществляющееся по одному входу либо с помощью ЦАП, либо с помощью соответствующим образом подключенного переменного резистора. Напряжение управления лежит в диапазоне  $-10...+10$  В с диапазоном торможения  $-0,5...+0,5$  В. Скорость вращения при этом определяется амплитудой напряжения, а направление вращения его полярностью.

«Г» - цифровое с ШИМ. В состав модуля входит ЦАП, позволяющий осуществлять управления скоростью с помощью цифрового кода, при этом модуль может управляться и по стандартной схеме управления (тип «А»); выбор варианта управления осуществляется наличием или отсутствием переключки (см. раздел 5). В модуле имеется внутренний ШИМ-генератор.

«Д» - стандартное без ШИМ. Алгоритм управления не отличается от типа «А», за исключением того, что в модуль не входит ШИМ-генератор. Для работы модуля необходимо внешнее подключение времязадающей цепочки для ШИМ-генератора, подключение обратных связей. Варианты модулей без внутреннего ШИМ-генератора могут быть удобны для решения сложных частных задач и для осуществления специфических обратных связей по скорости.

«Е» - упрощённое без ШИМ.

«Ж» - двуполярное без ШИМ.

«И» - цифровое без ШИМ.

Например, модуль МККД-В: модуль коммутации коллекторного двигателя с вариантом управления «В».

Варианты модулей относятся только к его управлению, параметры выходных сигналов (амплитуда «лог.1» и «лог.0», а так же нагрузочная способность) для всех модулей не меняются.





Рисунок 2.1 – расшифровка названия модуля

### 3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

Структурная схема МККД представлена на рис.3.1.

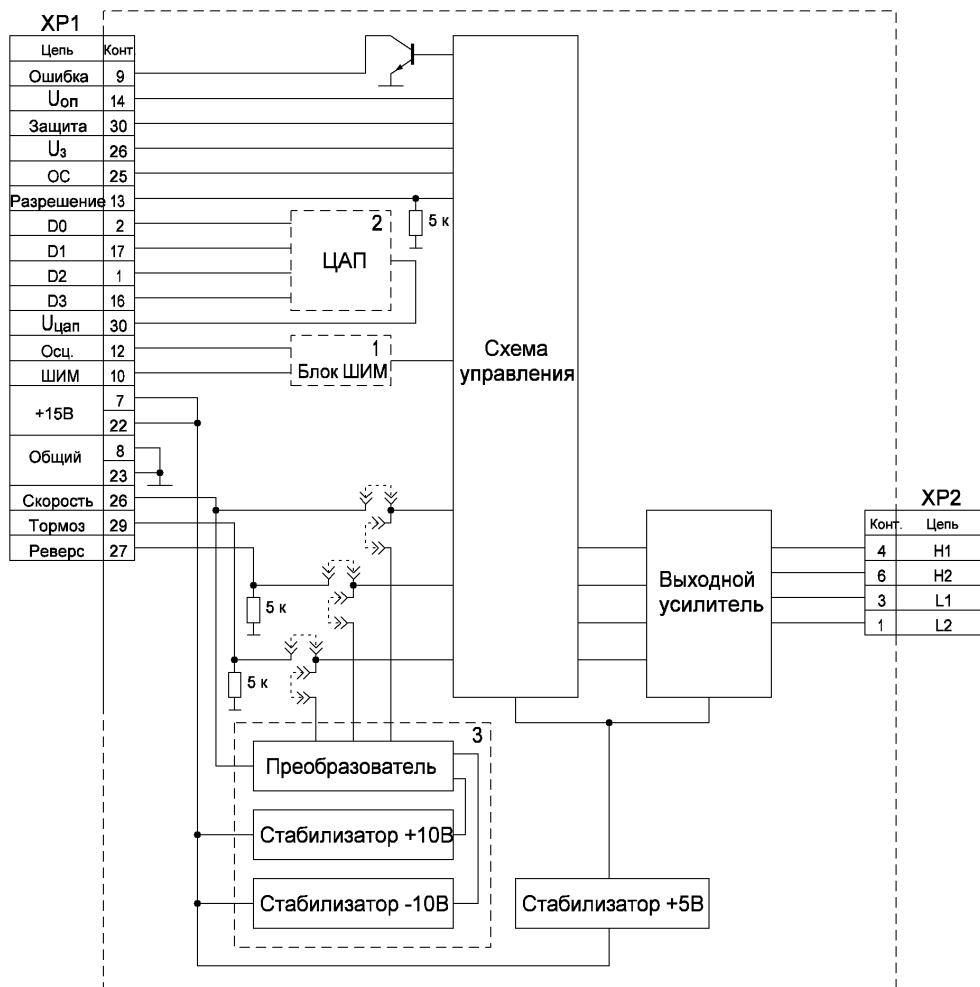


Рисунок 3.1 – Структурная схема МККД

«1» - схема внутреннего ШИМ-генератора, устанавливаемая для вариантов управления «А», «Б», «В», «Г».

«2» - внутренний ЦАП, устанавливаемый для вариантов управления «Г», «И»

«3» - схема управления, входящая в состав МККД для вариантов управления «В» и «Ж» (двуполярное управление).

Разъём XP1 представляет собой два ряда контактов PLS-15 с ответной частью типа PBS-15. Разъём XP2 – один ряд контактов PLS-6. Назначение выводов разъёма XP1 и назначение силовых выводов представлены в таб.3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Назначение выводов разъёма ХР1

Номер	Обозначение	Назначение	Управление							
			А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	И
1	D2	Второй разряд входа цифрового управления скоростью	-	-	-	+	-	-	-	+
2	D0	Нулевой разряд цифрового управления скоростью	-	-	-	+	-	-	-	+
3		Не задействован								
4		Не задействован								
5		Не задействован								
6		Не задействован								
7	+15В	Вход напряжения питания	+	+	+	+	+	+	+	+
8	Общий	Общий	+	+	+	+	+	+	+	+
9	Ошибка	Выход сигнализации запрета работы модуля	+	+	+	+	+	+	+	+
10	ШИМ	Инвертирующий вход компаратора ШИМ	-	-	-	-	+	+	+	+
11		Не задействован								
12	Осц.	Вход подключения времязадающих элементов генератора ШИМ	-	-	-	-	+	+	+	+
13	Разрешение	Вход разрешения и запрета работы модуля	+	+	+	+	+	+	+	+
14	U <sub>оп</sub>	Источник опорного напряжения	+	+	+	+	+	+	+	+
15		Не задействован								
16	D3	Третий разряд входа цифрового управления скоростью	-	-	-	+	-	-	-	+
17	D1	Первый разряд входа цифрового управления скоростью	-	-	-	+	-	-	-	+
18		Не задействован								
19		Не задействован								
20		Не задействован								
21		Не задействован								
22	+15В	Вход напряжения питания	+	+	+	+	+	+	+	+
23	Общий	Общий	+	+	+	+	+	+	+	+
24		Не задействован								
25	ОС	Вход обратной связи скорости	-	-	-	-	+	+	+	+
26	Скорость	Вход управления скоростью вращения вала двигателя	+	+	+	+	+	+	+	+
27	Реверс	Вход управления направлением вращения вала двигателя	+	+	-	+	+	+	-	+
28		Не задействован								
29	Тормоз	Вход тормоза	+	+	-	+	+	+	-	+
30	U <sub>цАП</sub>	Выход цифрового управления скоростью	-	-	-	+	-	-	-	+

Таблица 3.2 – Назначение выводов разъёма ХР2

Номер контакта	Обозначение	Назначение
1	L3	Выход управления нижним ключом фазы 2
2		Не задействован
3	L1	Выход управления нижним ключом фазы 1
4	H1	Выход управления верхним ключом фазы 1
5		Не задействован
6	H2	Выход управления верхним ключом фазы 2

Для удобства подключения цепей управления на рис.3.2 приведено схематическое изображение внешнего вида разъёма ХР1 модуля МККД.

15					10								1	
	U <sub>оп</sub>	Разр.	Осц		ШИМ	Ошибка	Общий	+15В					D0	D2
U <sub>цап</sub>	Тормоз		Реверс	Скор.	ОС		Общий	+15В					D1	D3
30					25									16

Рисунок 3.2 – Внешний вид разъёма ХР1

#### 4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Основные электрические параметры и предельно-допустимые электрические параметры модулей МККД при температуре 25<sup>0</sup>С представлены в таб.4.1.

Таблица 4.1 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
<b>Параметры питания</b>					
Напряжение питания	В	13,5		16,5	
Ток потребления	мА			100	U <sub>п</sub> =15 В
<b>Входные параметры</b>					
Ток потребления по входам	мА	0,1		1	
Диапазон напряжений управления	В	-0,3		5,2	
Входное напряжение низкого уровня	В	-0,3		0,5	Для логических входов
Входное напряжение высокого уровня	В	2,4		5,2	Для логических входов
Напряжение, соответствующее останову	В		1,2		
Напряжение, соответствующее максимальной скорости	В		4,5		
<b>Параметры генератора ШИМ</b>					
Частота генератора ШИМ	кГц	15		25	
Максимальное пиковое пилообразное напряжение	В	4,2		4,6	
Минимальное пиковое пилообразное напряжение	В	1,0		1,2	
<b>Выходные параметры</b>					
Максимальное напряжение на выводе «Ошибка»	В			20	
Максимальный ток на выводе «Ошибка»	мА			20	
Задержка срабатывания выхода «Ошибка»	мкс			2	
Напряжение низкого уровня на выводах Н1, Н2, L1, L2	В	-0,3		0,5	
Напряжение высокого уровня на выводах Н1, Н2, L1, L2	В	2,4		4,7	
Максимальный выходной ток на выводах Н1, Н2, L1, L2	мА			10	
Напряжение на выводе «U <sub>оп</sub> »	В	6,25	6,5	6,75	Без нагрузки
Максимальный ток нагрузки на выводе «U <sub>оп</sub> »	мА			10	

## 5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

В зависимости от типа управления модуля рекомендуются следующие схемы включения (рис.5.1 – 5.4).

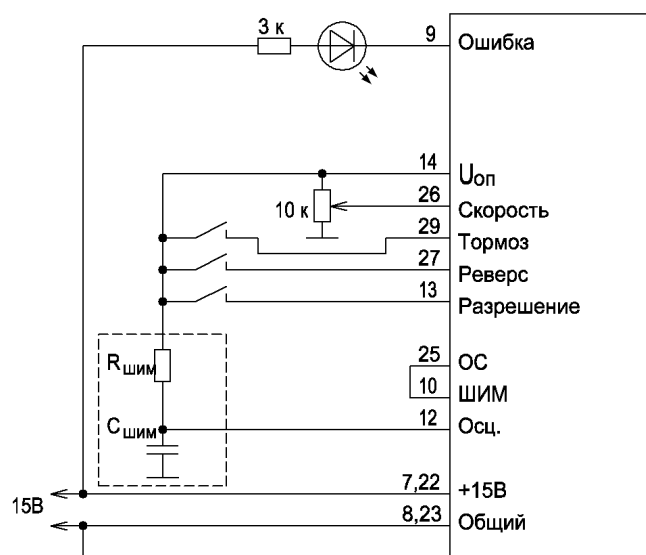


Рисунок 5.1 – Схема включения цепей управления МККД «А» и «Д»

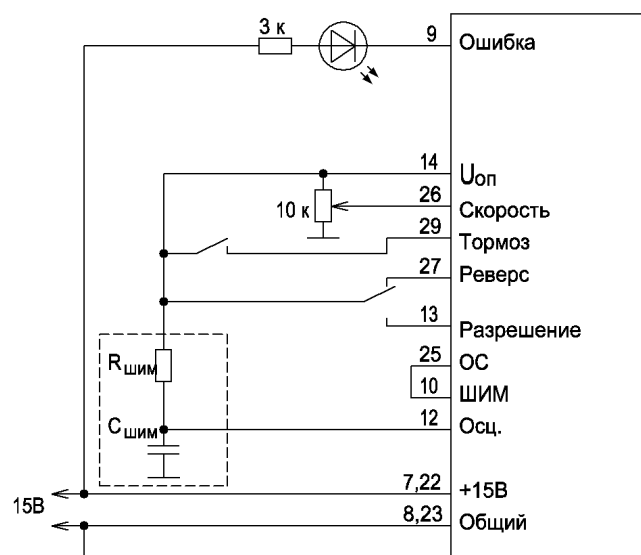


Рисунок 5.2 – Схема включения цепей управления МККД «Б» и «Е»

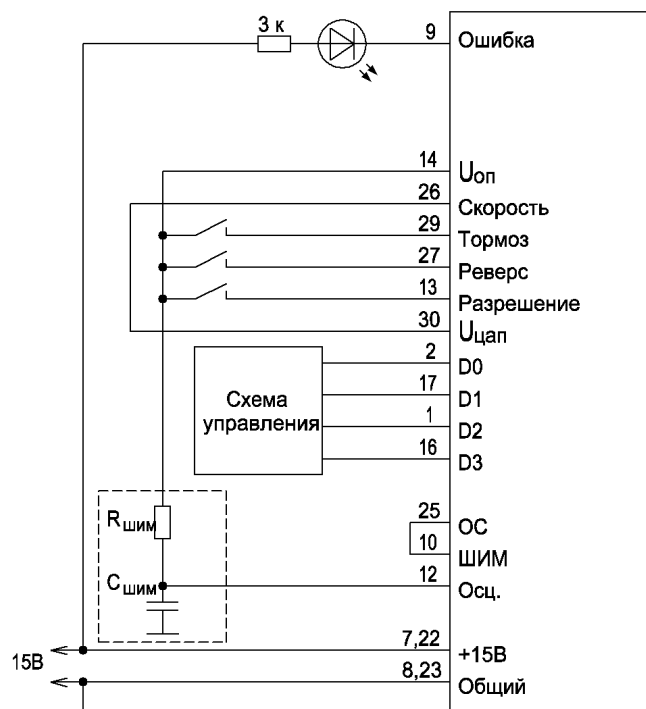


Рисунок 5.3 – Схема включения цепей управления МККД «Г» и «И»

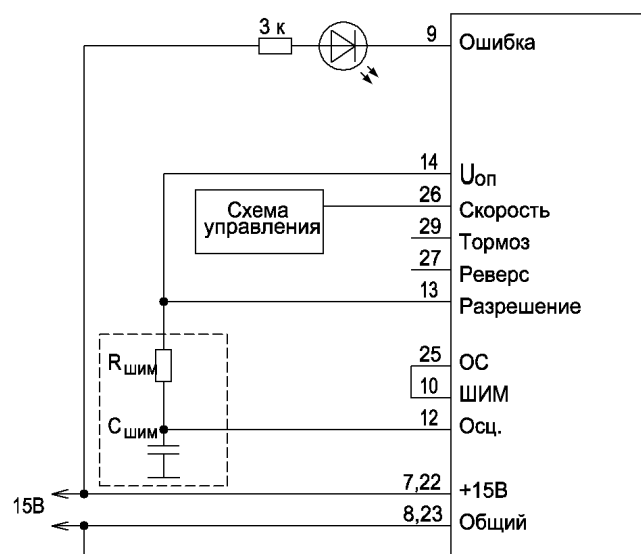


Рисунок 5.4 – Схема включения цепей управления МККД «В» и «Ж»

Пунктиром выделена часть схемы необходимая для включения моделей без внутреннего ШИМ-генератора (варианты «Д», «Е», «Ж», «И»). Для модулей с внутренним ШИМ-генератором означенные выводы следует оставить незадействованными.

На рис.5.2 приведена схема включения модуля с вариантом управления «Б» или «Е» с общим переключателем на «Реверс» и «Разрешение». Запрет работы модуля будет только в случае размыкания ключа с обоими контактами. Варианты управления «Б» и «Е» так же могут управляться по схемам вариантов «А» и «Д».

Допускается вместо ключей использовать логическое управление ТТЛ-уровня.

Управление двигателем посредством МККД осуществляется с помощью следующих выводов:

**«Разрешение».** Вход ТТЛ-уровня выдающий запрет или разрешение на работу схемы управления. «Лог.1» соответствует разрешению, «лог.0» соответствует запрету. При запрете работы транзистор выхода «Ошибка» будет открыт (см. таб.1).

**«Тормоз».** Вход ТТЛ-уровня включающий или отключающий режим торможения. При наличии «лог.0» торможение будет отсутствовать. При подаче «лог.1» на данный вход все нижние транзисторы инвертора будут открыты, и двигатель перейдет в режим динамического торможения (см. таб.5.1).

**«Реверс».** Вход ТТЛ-уровня задающий направление вращения вала двигателя. Смена вращения осуществляется переключением верхних транзисторов фаз модуля. При переключении направления вращения рекомендуется первоначально подать сигнал тормоза (или снять сигнал «Разрешение» для останова двигателя выбегом), т.к. при торможении противовключением двигатель может выйти из строя.

**«Скорость».** Вход задания скорости вращения вала двигателя. Диапазон регулирования скорости лежит в пределах 1,5...4,5 В. Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на входе «Скорость» представлена на рис.5.5 и рис.5.6 (для вариантов управления «В» и «Ж»).

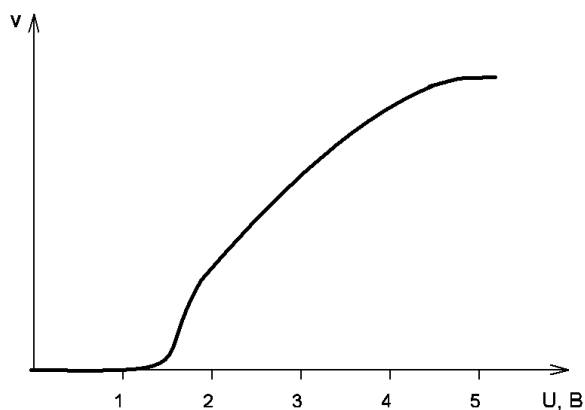


Рисунок 5.5 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость»

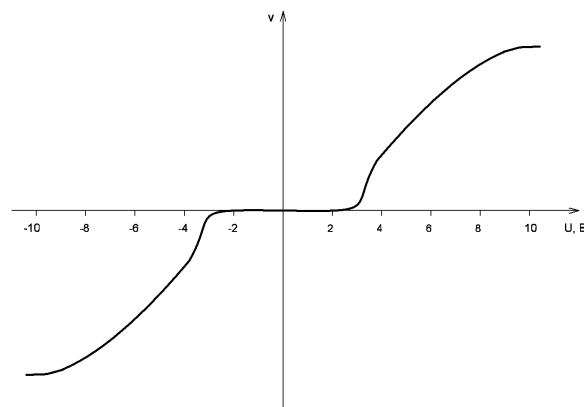


Рисунок 5.6 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» для вариантов управления «В» и «Ж»

Для вариантов «В» и «Ж» управление двигателем осуществляется только по выводу «Скорость»; выводы «Реверс» и «Тормоз» не задействованы. Вывод «Разрешение» можно подключить к «U<sub>оп</sub>», тогда данный вывод не будет влиять на работу модуля, если подключить вывод «Разрешение» к «U<sub>оп</sub>» через ключ, то управления по данному выводу будет осуществляться так же, как и для других вариантов управления.

Направление вращением двигателя выбирается исходя из полярности сигнала на выводе «Скорость», режиму торможения (открыты все нижние ключи) соответствует управляющее напряжение -0,5...+0,5 В, скорость вращения регулируется уровнем напряжения (-10...+10 В). Диаграмма, поясняющая работу модуля с вариантами управления «В» и «Ж» представлена на рис.5.7.

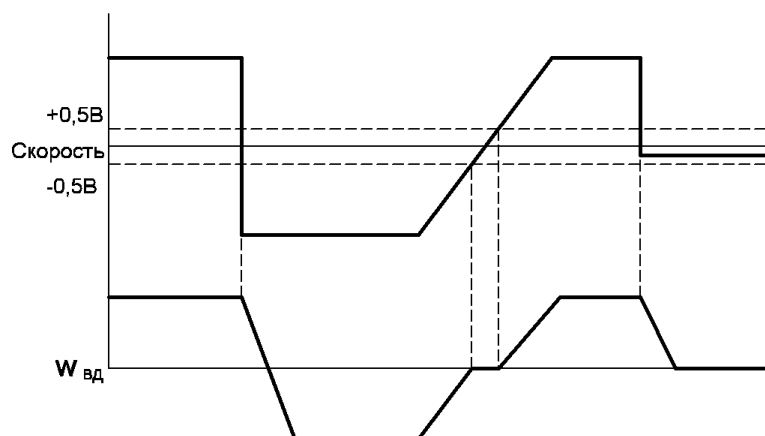


Рисунок 5.7 – Управления модулем с вариантом «В» и «Ж»

Ниже приведена таблица состояний модуля при управлении коллекторным двигателем постоянного тока.

Таблица 5.1 – Варианты состояний модуля при управлении коллекторным двигателем постоянного тока

Входы			Защита	Выходы			Прим.
Реверс	Разрешение	Тормоз		Ф1	Ф2	Ошибка 2	
1	1	0	0	1	0	1	п.1
0	1	0	0	0	1	1	п.1
X	1	1	0	0	0	1	п.2
X	0	1	0	0	0	0	п.3
X	0	0	0	-	-	0	п.4
X	1	0	1	-	-	0	п.5
п.1	На выходах «Ф1» (выходы «L1» и «Н1»), «Ф2» (выходы «L2» и «Н2») высокий уровень (1) означает подключение к «+», низкий уровень (0) - подключение к «-» (общий минус).						
п.2	При высоком уровне (1) на входах «Разрешение» и «Тормоз» – выходы «Ф1», «Ф2» подключены к «-» (общий минус), выводы обмотки двигателя замкнуты между собой, этим создается тормозящая электромагнитная сила (динамический тормоз).						
п.3	Если на входе «Разрешение» низкий уровень (0), а на входе «Тормоз» - высокий уровень (1), выходы «Ф1», «Ф2» находятся в режиме динамического торможения; построенный по схеме с открытым коллектором выход «Ошибка» имеет активным низкий уровень (0).						
п.4	Если на входах «Разрешение» и «Тормоз» низкий уровень (0) - выходы «Ф1», «Ф2» отключены; на выходе «Ошибка» низкий уровень (0).						
п.5	При уровне тока (потребляемого двигателем от внешнего источника) выше заданного предела - выходы «Ф1», «Ф2» отключены; на выходе «Ошибка» низкий уровень (0).						

Где X – любое состояние на входе.

**«Ошибка».** Выход сигнализирующий о наличии запрета работы модуля («лог.0» на выводе «Разрешение» или «лог.1» на выводе «Защита»), представляющий собой открытый коллектор транзистора схем защиты. Пояснение к работе данного вывода представлено в таблице 5.1.

**«U<sub>оп</sub>».** Выход источника опорного напряжения ( $6,5V \pm 5\%$ ) с максимальным выходным током 10 мА. При подключении данного вывода следует соблюдать осторожность, во избежание перегрузки по току или короткого замыкания, т.к. в таком случае модуль может выйти из строя.

«+15В». Вход питания модуля с током потребления 40...80 мА (в зависимости от варианта управления и от температуры окружающей среды) без внешней нагрузки.

«ШИМ» и «ОС». Входы стабилизации скорости вращения вала двигателя. Выводы задействованы только для вариантов управления «Д», «Е», «Ж», «И»; для вариантов управления «А», «Б», «В» и «Г» обратная связь заложена в схему модуля и настройке не подлежит. Если обратная связь не требуется, то данные выводы следует соединить (рис.5.1 - 5.4). Вариант использования модуля в режиме закрытой петли обратной связи показан на рисунке 5.8. Здесь импульсный сигнал, пропорциональный уровню скорости (сигнал тахометра), может быть получен с любого датчика (оптического, Холла и т.п.) с уровнем сигнала (0...6,5) В.

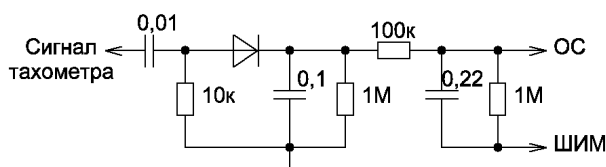


Рисунок 5.8 – Схема подключения обратной связи по скорости

Глубину обратной связи и корректность её работы при различной скорости вращения вала двигателя следует регулировать соотношением конденсатора 0,01 мкФ и резистора 10 кОм, или соотношением конденсатора 0,22 мкФ и резистора 100 кОм.

«Осц.». Вход, предназначенный для подключения времязадающей цепочки для внутреннего ШИМ-генератора. Рекомендуемая схема подключения данного входа представлена на рис.5.1 – 5.4. Частота, задаваемая внешней RC-цепочкой, должна лежать в пределах 15...50 кГц. Зависимость частоты от номиналов резистора и конденсатора представлена на рисунке 5.9.

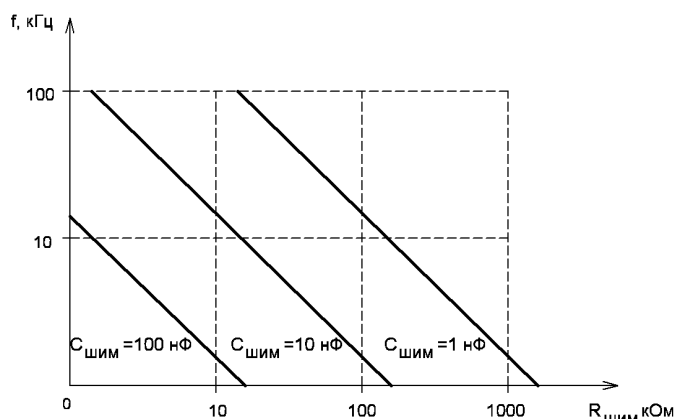


Рисунок 5.9 – Зависимость частоты ШИМ от номиналов  $R_{ШИМ}$  и  $C_{ШИМ}$

Для получения более линейного характера изменения скорости вращения вала двигателя от напряжения управления, рекомендуется вместо резистора  $R_{ШИМ}$  установить источник тока 0,5...5 мА, в зависимости от требуемой частоты ШИМ.

Вывод задействован только для вариантов управления «Д», «Е», «Ж», «И».

«D0», «D1», «D2», «D3». Входы ТТЛ-уровня внутреннего ЦАП. Частота вращения вала двигателя будет меняться от комбинации соответствующей 1,5 В на выходе ЦАП (вывод «U<sub>цал</sub>»), до комбинации соответствующей 4,5 В. Выводы задействованы только для вариантов управления «Г» и «И».

«U<sub>цал</sub>». Выход внутреннего ЦАП. Для подключения управления с помощью ЦАП необходимо соединить данный вывод с выводом «Скорость», как указано на рис.5.3. Изменение значения входного кода от 0000 до 1001 приводит к ступенчатому изменению уровню скорости от 0% до 90% приблизительно по 10%. Значения входного кода от 1010 до 1111 соответствуют 100% уровня скорости.

Вывод задействован только для вариантов управления «Г» и «И».

«L1», «L2», «L3», «H1», «H2», «H3». Выходы схемы управления модуля ТТЛ-уровня с нагрузочной способностью до 10 мА на один выход.

## 6 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Модуль предназначен для эксплуатации без применения охладителя.

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Воздействие механических нагрузок.

Внешний воздействующий фактор	Значение внешнего воздействующего фактора
Синусоидальная вибрация: - ускорение, м/с <sup>2</sup> (g); - частота, Гц	100 (10) 1 - 500
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	400 (40) 0,1 – 2,0
Линейное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g)	5000 (500)

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 40 - 45
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

Выводы модуля предназначены для монтажа на печатную плату пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше 235°С. Продолжительность пайки не более 3 с.

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

## 7 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы модуля за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы модулей, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.



## 8 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

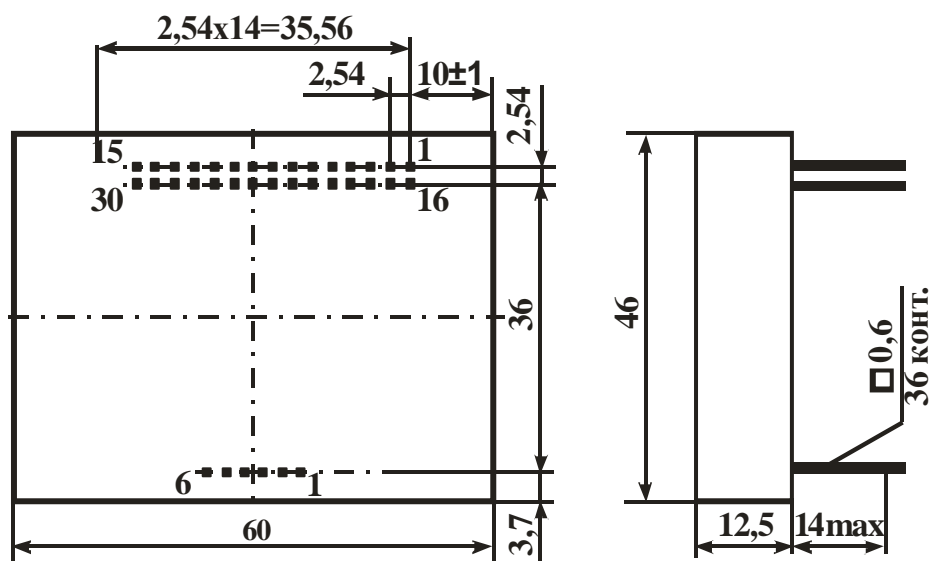


Рисунок 8.1 – Габаритные размеры МККД

Драгоценных металлов не содержится.

## 9 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Модуль МККД \_\_\_\_\_ зав. № \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ.431162.162 ТУ

Место для штампа ОТК

## 10 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# МОДУЛЬ КОММУТАЦИИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ МКАД

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Модуль коммутации асинхронного двигателя (далее – МКАД или модуль) предназначен для формирования сигналов управления транзисторами инвертора для частотно-регулируемого управления трехфазным асинхронным двигателем. МКАД выполнен на основе современных достижений технологий микроэлектроники, цифроаналоговых интегральных схем и контроллеров обработки цифровых и аналоговых сигналов со встроенными ШИМ-схемами.

МКАД поддерживает следующие функции и возможности:

- формирование сигналов управления силовым инвертором;
- контролируемый старт / стоп двигателя;
- изменение направления вращения двигателя с мягким остановом при резкой смене направления вращения;
- режим мягкого пуска и останова двигателя с контролируемым ускорением и торможением;
- регулирование скорости (скалярный алгоритм  $U/f$ );
- регулирование длительности разгона и торможения;
- защиту электродвигателя от токовых перегрузок и короткого замыкания;

МКАД отличается простотой управления и малыми габаритами. МКАД выпускается с различными вариантами управления, что позволяет применять модуль, как для решения общепромышленных задач, так и для решения частных случаев.

## 2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ

МКАД выпускается с различными вариантами управления. Рекомендуемые схемы подключения модулей в зависимости от исполнения представлены в разделах 5 и 6.

### Варианты управления:

«А» - стандартное. Цифро-аналоговое управление с использованием всех стандартных выводов модуля.

«Б» - упрощённое. Вариант управления, позволяющий осуществлять выбор разрешения/запрета работы и выбор направления вращения вала двигателя одним переключателем, что удобно, в частности, при использовании модуля в подъёмно-тяговых механизмах.

«В» - двуполярное. Управление по одному входу либо с помощью ЦАП, либо с помощью соответствующим образом подключенного переменного резистора. Напряжение управления лежит в диапазоне  $-10...+10$  В с диапазоном запрета  $-0,5...+0,5$  В. Скорость вращения при этом определяется амплитудой напряжения, а направление вращения его полярностью.

Например, модуль МКАД-В: модуль коммутации асинхронного двигателя с вариантом управления «В».

Варианты модулей относятся только к его управлению, параметры выходных сигналов (амплитуда «лог.1» и «лог.0», а так же нагрузочная способность) для всех модулей не меняются.

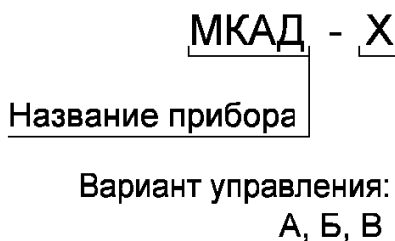


Рисунок 2.1 – расшифровка названия модуля

### 3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

Структурная схема МКАД представлена на рис.3.1.

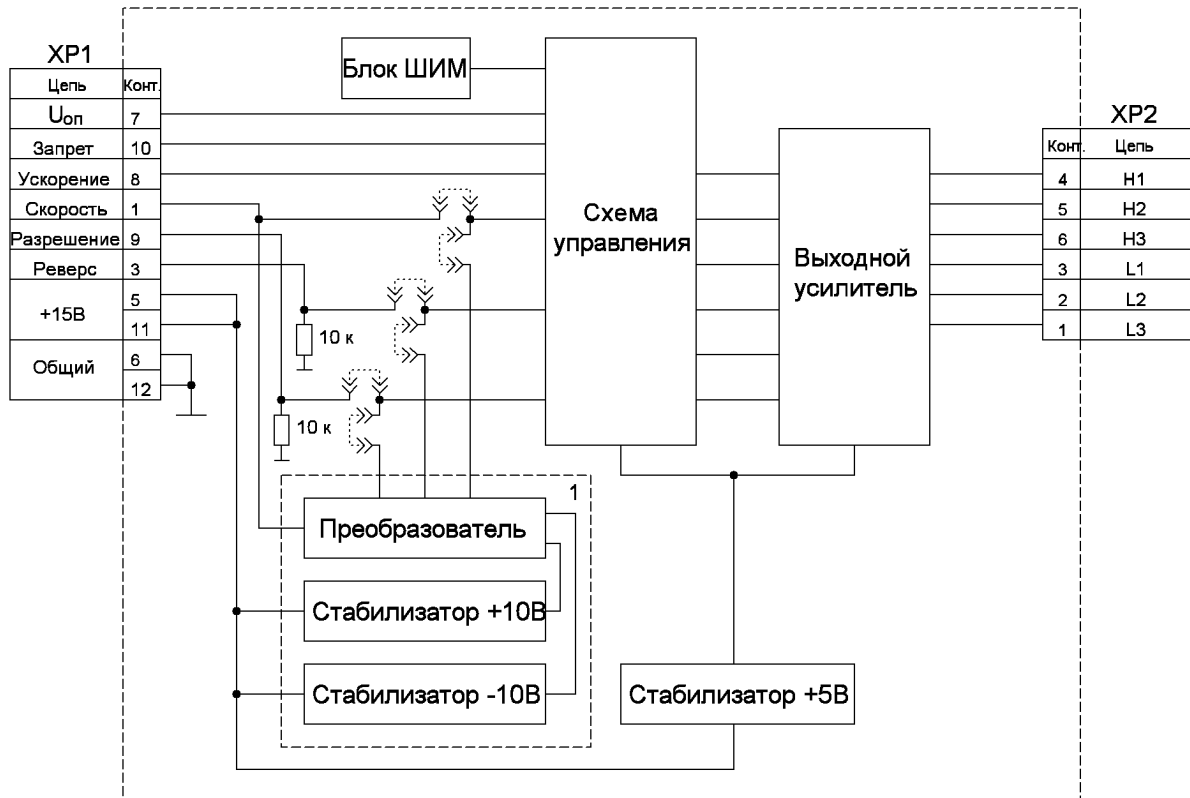


Рисунок 3.1 – Структурная схема МКАД

«1» - схема управления, входящая в состав МКАД для варианта управления «В» (двуполярное управление). Для вариантов «А» и «Б» схема отсутствует.

Разъём XP1 представляет собой два ряда контактов PLS-6 с ответной частью типа PBS-6. Разъём XP2 – один ряд контактов PLS-6. Назначение выводов разъёма XP1 и назначение силовых выводов представлены в таб.3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Назначение выводов разъёма ХР1

Номер контакта	Обозначение	Назначение
1	Скорость	Вход управления скоростью вращения вала двигателя
2		Не задействован
3	Реверс	Вход управления направлением вращения вала двигателем (не задействован для управления «В»)
4		Не задействован
5	+15В	Вход напряжения питания
6	Общий	Общий
7	U <sub>оп</sub>	Выход источника опорного напряжения
8	Ускорение	Вход управления ускорением разгона и торможения
9	Разрешение	Вход разрешения и запрета работы модуля (не задействован для управления «В»)
10	Запрет	Вход защиты
11	+15В	Вход напряжения питания
12	Общий	Общий

Таблица 3.2 – Назначение выводов разъёма ХР2

Номер контакта	Обозначение	Назначение
1	L3	Выход управления нижним ключом фазы С
2	L2	Выход управления нижним ключом фазы В
3	L1	Выход управления нижним ключом фазы А
4	H1	Выход управления верхним ключом фазы А
5	H2	Выход управления верхним ключом фазы В
6	H3	Выход управления верхним ключом фазы С

Для удобства подключения цепей управления на рис.3.2 приведено схематическое изображение внешнего вида разъёма ХР1 модуля МКАД.

6					1
Общий	+15В		Реверс		Скорость
Общий	+15В	Запрет	Разрешение	Ускорение	U <sub>оп</sub>
12					7

Рисунок 3.2 – Внешний вид разъёма ХР1.

#### 4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Основные электрические параметры и предельно-допустимые электрические параметры модулей МКАД при температуре 25<sup>0</sup>С представлены в таб.4.1.

Таблица 4.1 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
<b>Параметры питания</b>					
Напряжение питания	В	13,5		16,5	
Ток потребления	мА			80	U <sub>п</sub> =15 В
<b>Входные параметры</b>					
Ток потребления по входам	мА	0,1		1	
Диапазон напряжений управления	В	-0,3		5,2	
Входное напряжение низкого уровня	В	-0,3		0,5	Для логических входов
Входное напряжение высокого уровня	В	2,4		5,2	Для логических входов
Напряжение, соответствующее максимальной скорости	В		5		
Напряжение, соответствующее максимальному ускорению	В		5		
<b>Выходные параметры</b>					
Выходная частота	Гц	1		128	
Ускорение разгона и торможения	Гц/сек	0,5		128	
Частота ШИМ	кГц		10		
Время блокировки схемы управления по входу «Запрет»	с		30		
Напряжение низкого уровня на выводах Н1, Н2, Н3, L1, L2, L3	В	-0,3		0,5	
Напряжение высокого уровня на Н1, Н2, Н3, L1, L2, L3	В	2,4		4,7	
Максимальный выходной ток на Н1, Н2, Н3, L1, L2, L3	мА			10	
Напряжение на выводе «U <sub>оп</sub> »	В	4,75	5	5,25	Без нагрузки
Максимальный ток нагрузки на выводе «U <sub>оп</sub> »	мА			10	

## 5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

В зависимости от типа управления модуля рекомендуются следующие схемы включения (рис.5.1 – 5.3).

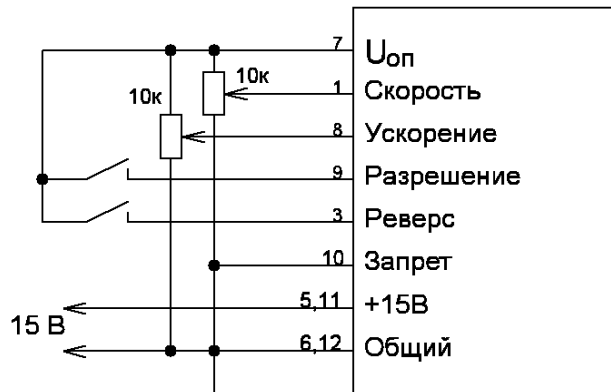


Рисунок 5.1 – Схема включения цепей управления МКАД «А»

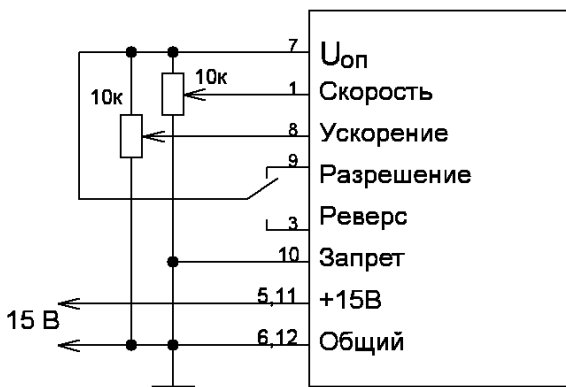


Рисунок 5.2 – Схема включения цепей управления МКАД «Б»

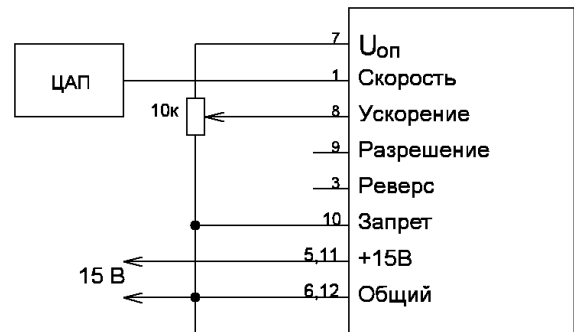


Рисунок 5.3 – Схема включения цепей управления МКАД «В»

На рис.5.2 приведена схема включения модуля с вариантом управления «Б» с общим переключателем на «Реверс» и «Разрешение». Запрет работы модуля будет только в случае размыкания ключа с обоими контактами.

Допускается вместо ключей использовать логическое управление ТТЛ-уровня.

Управление двигателем посредством МКАД осуществляется с помощью следующих выводов.

**«Разрешение».** Прямой цифровой вход. Разрешению работе МКАД соответствует «лог.1» ТТЛ-уровня; запрет – «лог.0». При этом запуск МКАД осуществляется по переднему фронту сигнала управления. Если на выводе «Разрешение» всегда присутствует «лог.1», то с подачей питания МКАД не запустится; будет необходимо сначала снять разрешение и затем включить модуль.

В случае если требуется автоматическое включение МКАД после подачи питания в силовую цепь, то рекомендуются следующие схемы подключения МКАД (рисунок 5.4).

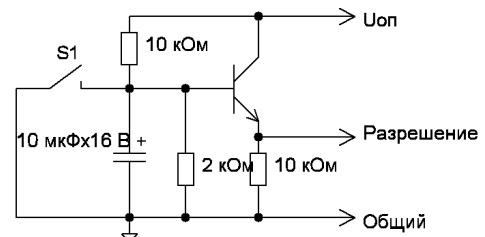
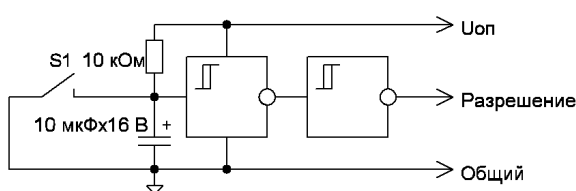


Рисунок 5.4 – Схема подключения МКАД с автоматическим запуском после подачи питания.

Ключ S1 необходим для того, чтобы можно было отключить МКАД без снятия питания; его установка рекомендуется, в частности, в целях безопасности.

«Реверс». Цифровой вход ТТЛ-уровня. Направление вращения вала двигателя зависит от порядка подключения его фаз. Допускается смена направления вращения вала двигателя без его предварительного останова, т.к. внутренняя схема управления автоматически обеспечивает плавный останов (длительность останова и разгона регулируется напряжением на входе «Ускорение») регулированием ШИМа при смене логических состояний на выводе «Реверс».

Диаграммы, поясняющие работу МКАД и управляемого им двигателя в зависимости от управляющих сигналов на выводах «Разрешение» и «Реверс», приведены на рис.5.5 и 5.6.

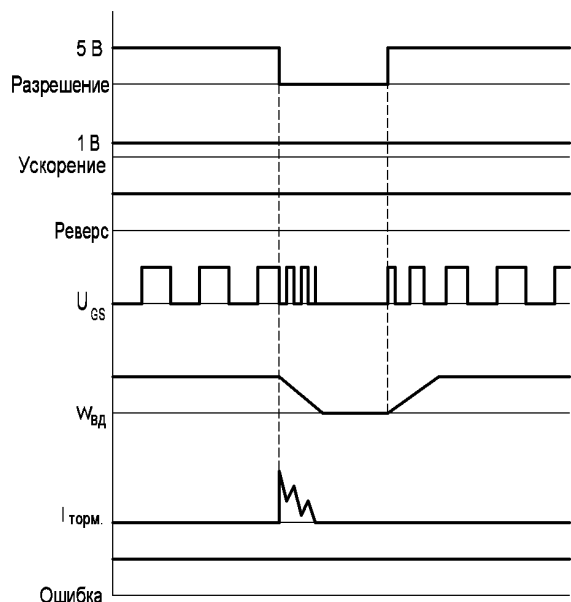


Рисунок 5.5 – Управление модулем с помощью вывода «Разрешение»

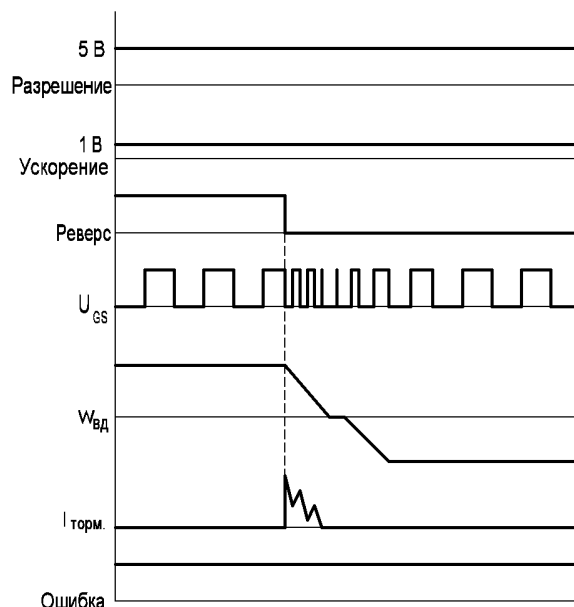


Рисунок 5.6 – Управление модулем с помощью вывода «Реверс»

Здесь  $W_{вд}$  – частота вращения вала двигателя,  $U_{GS}$  – сигналы управления на выходах модуля,  $I_{торм}$  – ток, протекающий через тормозной резистор.

«Скорость». Аналоговый вход задания скорости вращения вала двигателя. Максимальной частоте вращения соответствует +5 В, останову соответствует 0 В, что эквивалентно частоте 1...128 Гц. Обращаем Ваше внимание на то, что при напряжении менее 0,5 В вал двигателя может не вращаться, что обусловлено слишком низкой частотой, на которой, в силу конструктивных особенностей, асинхронный двигатель работать не может. Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на входе «Скорость» представлена на рис.5.7 и рис.5.8 (для варианта управления «В»).

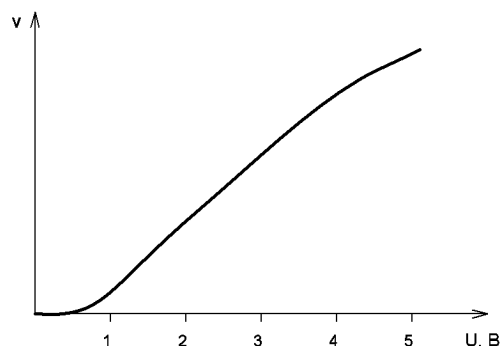


Рисунок 5.7 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость»

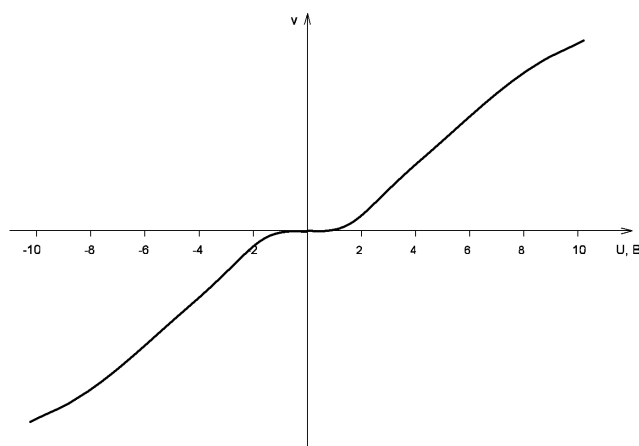


Рисунок 5.8 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» для варианта управления «В»

Если требуется постоянная частота вращения вала двигателя, то рекомендуется к выводу «Скорость» подключить резистивный делитель относительно «Uоп» и «Общий».

При запуске двигателя следует учитывать, что если на выводе «Скорость» будет 0В, то двигатель не запустится. Допускается запуск двигателя при изначальном задании максимальной скорости вращения вала двигателя; в таком случае скорость запуска рекомендуется регулировать напряжением на выводе «Ускорение».

Для варианта «В» управление двигателем осуществляется только по выводам «Скорость» и «Ускорение»; выводы «Реверс» и «Разрешение» не задействованы. При этом направление вращением двигателя выбирается исходя из полярности сигнала на выводе «Скорость», запрету соответствует управляющее напряжение  $-0,5...+0,5$  В, скорость вращения регулируется уровнем напряжения. Диаграмма, поясняющая работу модуля с вариантом управления «В» представлена на рис.5.9.

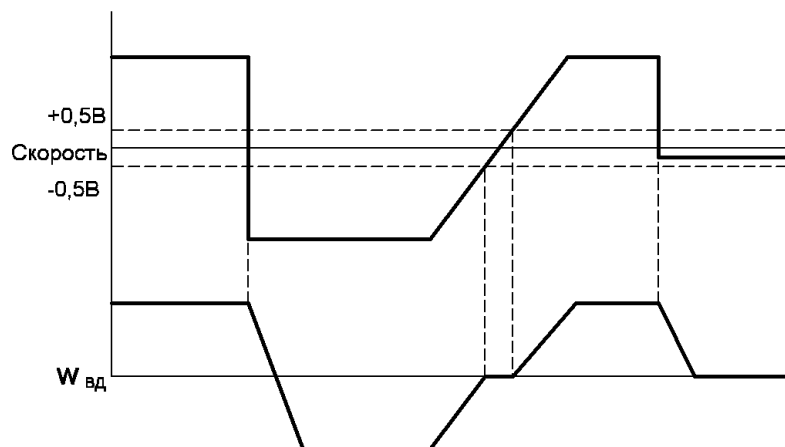


Рисунок 5.9 – Управления модулем с вариантом «В»

При включении модуля с вариантом управления «В» следует учитывать, что для запуска схемы управления необходим переход по входу «Скорость» из состояния запрета ( $-0,5...+0,5$  В) в состояние разрешения любой полярности, в противном случае двигатель не запустится.

**«Ускорение».** Аналоговый вход задания скорости запуска и останова двигателя с задающим напряжением  $0...+5$  В. При этом длительность запуска двигателя всегда будет равна длительности его останова, если на то не влияет нагрузка на валу двигателя.

Если двигатель будет запускаться в одних и тех же условиях, то рекомендуется к выводу «Ускорение» подключить резистивный делитель относительно «Uоп» и «Общий» (так же, как и для вывода «Скорость»).

Если на выводе «Ускорение» будет 0 В, двигатель не запустится.

При выборе длительности запуска двигателя следует учитывать характер нагрузки. Не рекомендуется для случаев, когда двигатель с момента запуска работает на максимальную (или приближенную к максимальной) нагрузку выставлять высокое ускорение, т.к. в таком случае транзисторы применяемого инвертора могут быть недопустимо перегружены.

**«Запрет».** Вход ТТЛ-уровня запрета работы модуля на 30 с. Разрешению соответствует «лог.0», запрету «лог.1». Данный вход целесообразно использовать для осуществления защиты силовых цепей от перегрузки. При подаче «лог.1» на данный вход схема управления запустится через 30 с после того, как на входе «Запрет» снова возникнет «лог.0».

**«U<sub>оп</sub>».** Выход источника опорного напряжения ( $5В\pm 5\%$ ) с максимальным выходным током 10 мА. При подключении данного вывода следует соблюдать осторожность, во избежание перегрузки или короткого замыкания, т.к. в таком случае модуль может выйти из строя.

**«+15В».** Вход питания модуля с током потребления  $40...80$  мА (в зависимости от варианта управления и от температуры окружающей среды) без внешней нагрузки.

**«L1», «L2», «L3», «H1», «H2», «H3».** Выходы схемы управления модуля ТТЛ-уровня с нагрузочной способностью до 10 мА на один выход.



## 6 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Модуль предназначен для эксплуатации без применения охладителя.

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Воздействие механических нагрузок.

Внешний воздействующий фактор	Значение внешнего воздействующего фактора
Синусоидальная вибрация: - ускорение, $m/c^2$ (g); - частота, Гц	100 (10) 1 - 500
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, $m/c^2$ (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	400 (40) 0,1 – 2,0
Линейное ускорение, $m/c^2$ (g)	5000 (500)

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °C; - предельная, °C	- 40 - 45
Повышенная температура среды: - рабочая, °C; - предельная, °C	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °C без конденсации влаги, %, не более	98

Выводы модуля предназначены для монтажа на печатную плату пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаяк выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше 235°C. Продолжительность пайки не более 3 с.

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

## 7 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы модуля за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90 \%$ .

Гамма-процентный срок службы модулей, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90 \%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей, при  $\gamma = 90 \%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 8 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

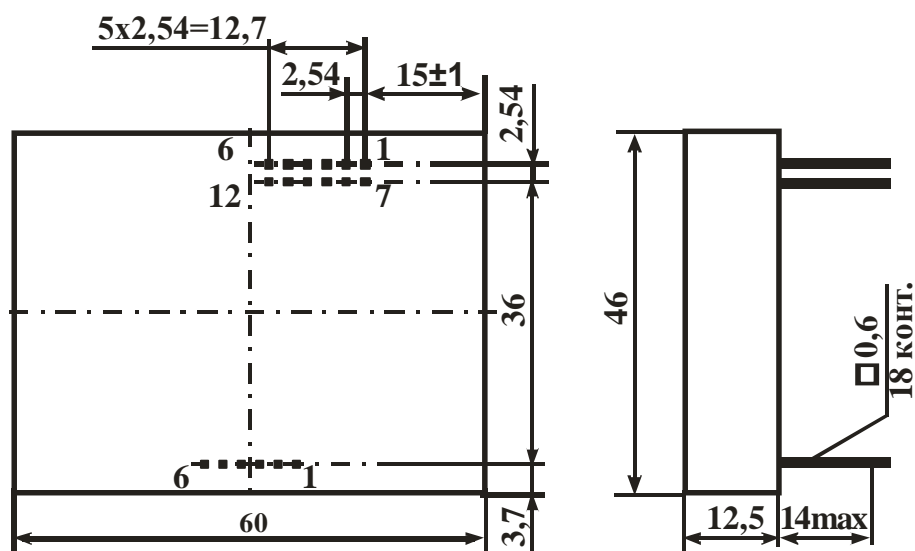


Рисунок 8.1 – Габаритные размеры МКАД

Драгоценных металлов не содержится.

### Сведения о приемке

Модуль МКАД \_\_\_\_\_ зав. № \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ.431162.162 ТУ

Место для штампа ОТК

## 9 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

### По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93