

Владимир Мальнев (Украина, Крым)

## Универсальный электронный модуль для стиральных машин

Как известно, большинство производителей стиральных машин (СМ) не поставляют полную сервисную информацию на свою продукцию (это касается, например, принципиальных схем модулей, описания работы входящих в их состав компонентов, принципов взаимодействия основных узлов СМ и др.). Поэтому часто специалисты сервисных центров при проведении ремонтных работ выполняют только поблочную замену вышедших из строя компонентов СМ. В большинстве случаев это оправдано — вышедшие из строя, например, клапаны залива воды, помпа, прессостат, приводной мотор и др. — восстановлению не подлежат. Отдельно в этом списке стоят электронные модули — их ремонт на компонентном уровне экономически целесообразен (за исключением сложных случаев или когда модуль имеет значительные повреждения).

Что же касается еще находящихся в эксплуатации старых моделей СМ, ситуация усугубляется еще тем, что по ним комплектующие могут уже не поставляться. Чтобы «продлить жизнь» подобным аппаратам, подбираются аналоги некоторых узлов и элементов. Главная проблема — электронные модули. Для старых типов СМ найти модули на замену достаточно проблематично. В качестве альтернативы решения подобной проблемы можно использовать аналоги подобных модулей.

В предлагаемой статье мы хотим познакомить читателей с новой разработкой — универсальным электронным модулем для стиральных машин. Он может быть использован вместо штатных модулей в СМ с асинхронными, коллекторными и комбинированными асинхронно-коллекторными приводными моторами. Основные его достоинства — универсальность, низкая стоимость, простота, высокая ремонтпригодность.

В будущем планируются публикации по доработанным версиям модуля для различных применений, в том числе, предназначенных для установки в СМ высокого класса.

В ботке модуля были учтены «слабые места» аналогичных узлов промышленного изготовления. В частности, для снижения вероятности выхода из строя микроконтроллера по цепям управления силовыми

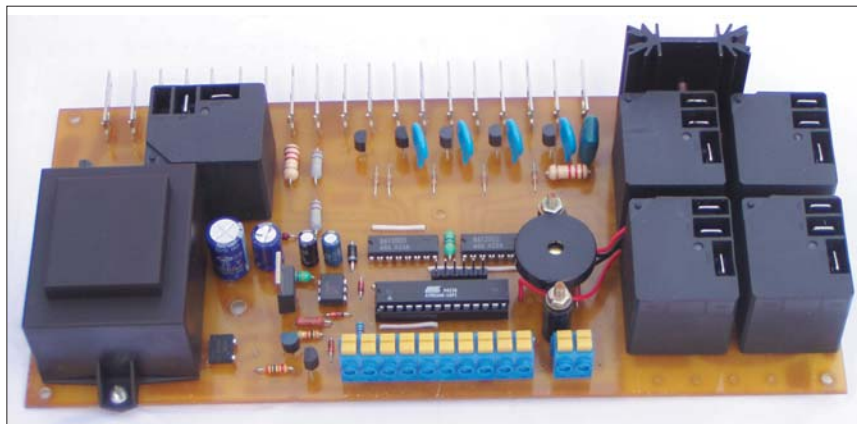


Рис. 1. Внешний вид универсального электронного модуля

### Общие сведения

Рассматриваемый универсальный электронный модуль предназначен для установки вместо штатных модулей СМ. Модуль выполнен на основе микроконтроллера (МК) и не требует подключения командоаппарата. Отметим, что если в СМ уже имеется штатный командоаппарат, после установки модуля он будет выполнять только декоративную функцию.

Рассматриваемая версия модуля легко подключается к большинству типов внешних элементов СМ (контактные датчики уровня воды, различные типы датчиков температуры, ТЭН, приводные моторы, клапаны залива воды, устройство блокировки люка и др.). Управление модулем производится по инфракрасному (ИК) каналу от телевизионного пульта дистанционного управления (ПДУ). Несмотря на простоту модуля и классическую схемотехническую реализацию функциональных узлов и цепей, многие схемотехнические решения схожи с аналогичными узлами ведущих компаний-производителей бытовой техники. При разра-

нагрузками, в нем применены интегральные буферные ключи типа ULN2003. В цепи формирователя сигналов с тахогенератора используется оптрон, что, кроме обеспечения гальванической развязки, повышает помехозащищенность этого важного измерительного узла от наводок работающего коллекторного приводного мотора, что особенно важно при повышенном износе щеток.

В настоящее время разрабатываются варианты модуля, управление которых может выполняться от селектора программ и функциональных кнопок (в том числе, штатно установленных в СМ). Также ведется разработка модуля с мощными коммутаторами на IGBT-транзисторах для управления асинхронным приводным мотором.

Внешний вид универсального электронного модуля показан на рис. 1.

### Основные функции модуля и его управление

Универсальный модуль обеспечивает аппаратно-программное

управление следующими элементами в составе СМ:

- асинхронными или коллекторными приводными моторами;
- помпой;
- клапанами залива воды;
- устройством блокировки люка;
- ТЭНом.

Он также обеспечивает прием и обработку сигналов от следующих элементов:

- контрольной контактной группы замка дверцы люка;
- датчика уровня воды;
- датчика температуры;
- датчика вибрации, если он установлен.

#### Порядок управления модулем

Внешнее управление электронным модулем (и СМ в целом) производится по ИК каналу с помощью ПДУ PANASONIC (типа EUR7717010 или ему подобным).

Пользовательский интерфейс модуля состоит из трех меню:

- основных программ;
- дополнительных опций;
- служебного меню.

Меню основных программ служит для выбора стандартных программ стирки — семи основных программ и трёх дополнительных (полоскание+отжим, отжим и слив воды).

Меню дополнительных опций включает в себя следующие опции:

предварительная стирка, интенсивная стирка, суперполоскание, без отжима. Вход в это меню выполняется нажатием кнопки «MENU» на ПДУ.

Из служебного меню можно управлять отдельными узлами СМ с целью контроля их работоспособности и при поиске неисправностей. Это меню предназначено для специалистов. Вход в служебное меню выполняется нажатием кнопки «PIC MENU».

Из меню основных программ кнопками ПДУ «1-7» выбирается одна из семи стандартных программ стирки, алгоритм работы которых записан в памяти микроконтроллера, кнопкой «8» — полоскание и +отжим, кнопкой «9» — режим отжима, а кнопкой «0» — слив воды.

Например, чтобы запустить программу стирки «хлопок, температура воды 60°C», нужно нажать кнопку «2», а затем — «ОК». Чтобы запустить эту же программу, но с дополнительной опцией «суперполоскание» — нажимают кнопку «2», затем «MENU», «3» (выбор опции «суперполоскание») и «ОК».

Меню и их функции представлены в табл. 1.

Следует отметить, что в следующей версии программного обеспечения будет добавлено упрощен-

ное меню пользователя: запуск одной из стандартных программ стирки будет производиться всего одним нажатием одной из кнопок (от «0» до «9») на ПДУ.

#### Состав и описание работы модуля

Прежде чем рассматривать аппаратную часть модуля, остановимся на разновидностях его программного обеспечения (ПО). Как известно, в энергонезависимой памяти МК (в составе модуля) записана управляющая программа, которая обеспечивает логическое функционирование модуля и всей СМ в целом. Эта программа обеспечивает прием, дешифрацию команд и сигналов с ПДУ и датчиков и выполнение режимов СМ по заданному алгоритму.

На момент написания статьи были разработаны две основные версии ПО — одна предназначена для СМ с асинхронными и комбинированными асинхронно-коллекторными без ШИМ управления приводными моторами, вторая — с коллекторными моторами с ШИМ управлением.

В дальнейшем планируется разместить в памяти микроконтроллера обе версии ПО. Активация нужной из них будет производиться специалистами в специальном ре-

Таблица 1. Основные меню и порядок активации их функций

Меню основных программ		Меню дополнительных функций		Служебное меню	
Наименование кнопки на ПДУ	Функция	Наименование кнопки на ПДУ	Функция	Наименование кнопки на ПДУ	Функция
1	Программа стирки № 1	1	Предварительная стирка	1	Включение 1-го клапана залива воды
2	Программа стирки № 2	2	Интенсивная стирка	2	Включение 2-го клапана залива воды
3	Программа стирки № 3	3	Суперполоскание	3	Включение 3-го клапана залива воды
4	Программа стирки № 4	4	Стирка без отжима	4	Вращение приводного мотора в прямом направлении на малых оборотах
5	Программа стирки № 5	—	—	5	Вращение приводного мотора в обратном направлении на малых оборотах
6	Программа стирки № 6	—	—	6	Вращение приводного мотора на максимальных оборотах (как при отжиге)
7	Программа стирки № 7	—	—	7	Включение блокировки дверцы люка
8	Полоскание+отжим	—	—	8	Слив воды
9	Отжим	—	—	9	Зарезервировано
0	Слив воды	—	—	0	Короткая (тестовая) стирка

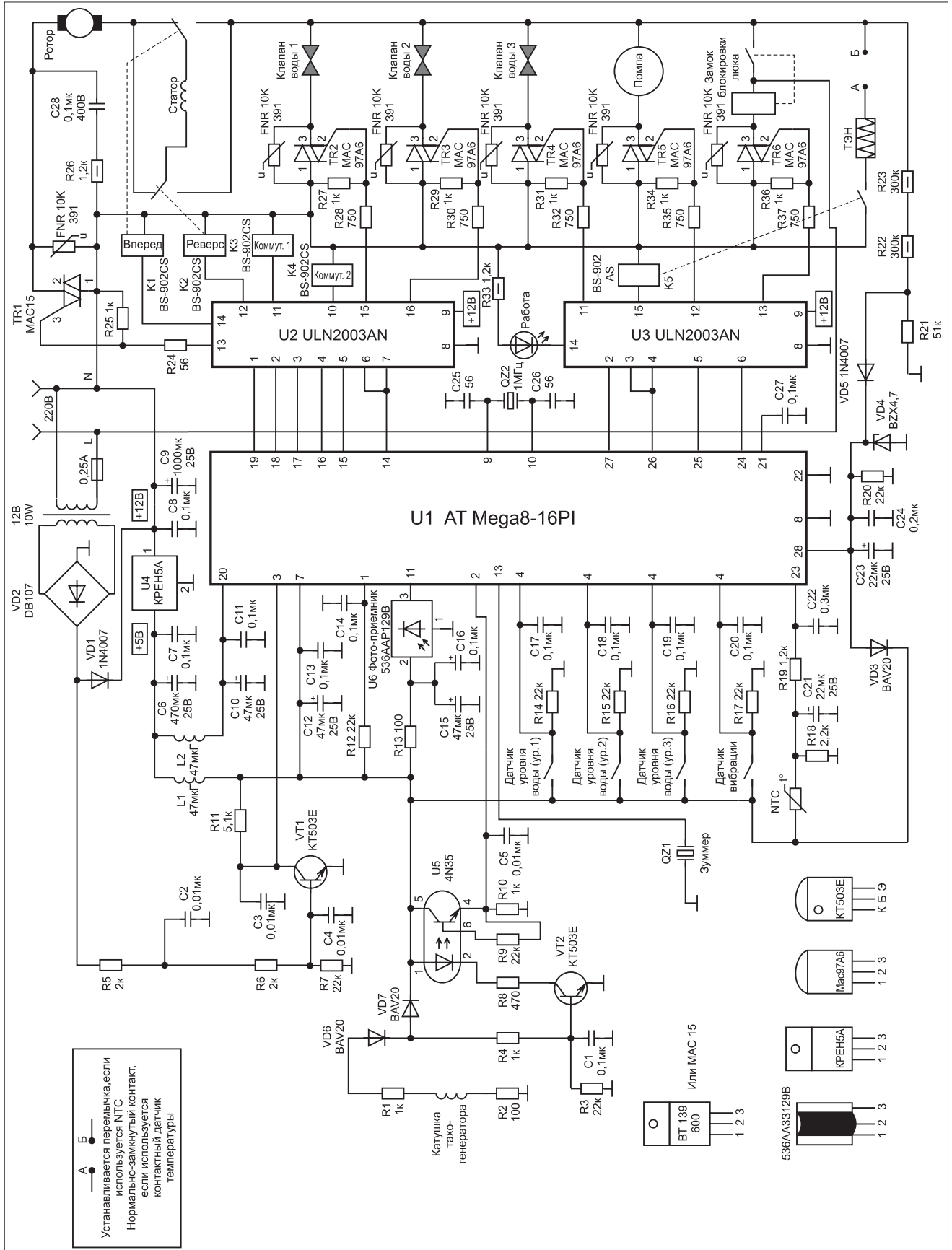


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема модуля (вариант с коллекторным приводным мотором)

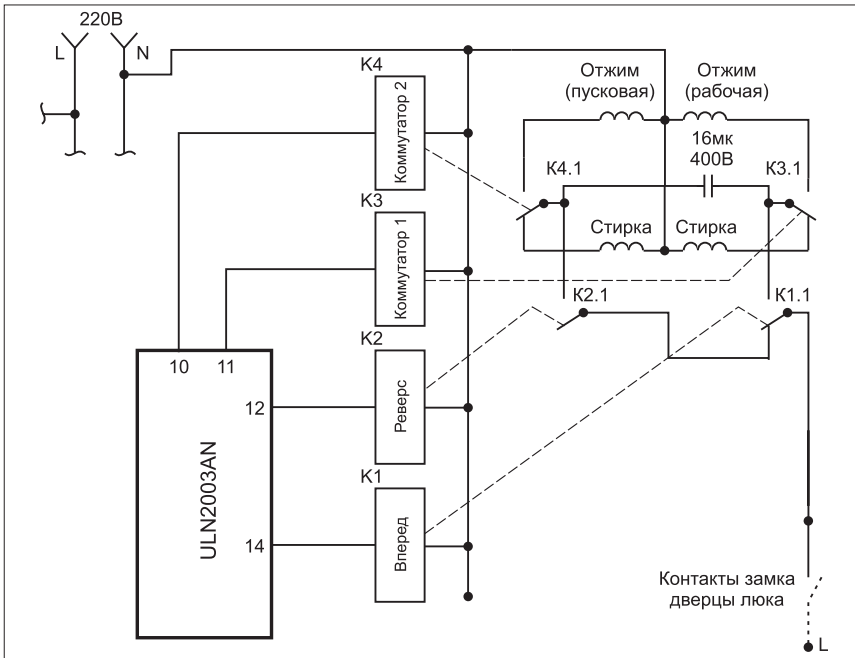


Рис. 3. Фрагмент схемы модуля в варианте с асинхронным приводным мотором

жиме конфигурации (он в данной статье не описан).

Предполагается, что если в конкретном типе СМ не будут использоваться некоторые элементы и функции (тахогенератор, ШИМ управление приводным мотором, датчик температуры NTC и др.),

чтобы не менять программную прошивку процессора, необходимую версию ПО можно будет выбрать с ПДУ в режиме конфигурации.

Принципиальная электрическая схема модуля приведена на рис. 2 (в варианте подключения коллекторного приводного мотора).

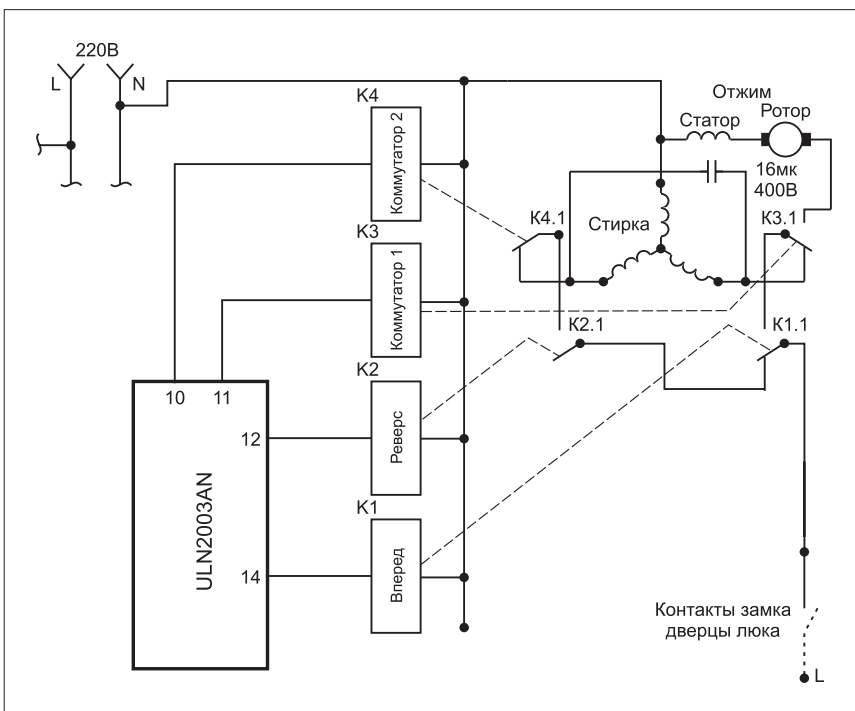


Рис. 4. Фрагмент схемы модуля в варианте с комбинированным асинхронно-коллекторным приводным мотором

На рис. 3 и 4 показаны фрагменты принципиальной схемы модуля в вариантах подключения к нему асинхронного и комбинированного асинхронно-коллекторного моторов соответственно.

На рис. 5-7 показано подключение внешних элементов и узлов стиральной машины в вариантах с коллекторным, асинхронным и комбинированным асинхронно-коллекторным моторами соответственно.

### Состав, назначение элементов и узлов модуля

Рассмотрим состав и назначение основных элементов и узлов модуля. Отметим, что часть из них может не использоваться (например, клапаны залива воды 2 и 3 на рис. 2) — все зависит от состава и конфигурации конкретной СМ, в которой установлен универсальный модуль.

В составе универсального модуля входят следующие основные узлы и элементы:

- МК U1;
- источник питания;
- инфракрасный фотоприемник;
- узел синхронизации от сети переменного тока;
- схемы управления клапанами залива воды, помпой и блокировки дверцы;
- схема обработки сигналов от тахогенератора;
- цепи контроля уровня воды;
- цепь звуковой индикации;
- схема управления приводным мотором.

Рассмотрим функционирование этих и других функциональных узлов подробнее.

### Микроконтроллер

В рассматриваемой версии универсального модуля используется МК ATmega8-16PI (U1), он входит в состав семейства AVR-микроконтроллеров фирмы ATMEL. МК имеет Flash-память программ объемом 8 Кбайт, ОЗУ объемом 1 Кбайт и EEPROM объемом 512 байт. В МК реализована Гарвардская архитектура, которая характеризуется отдельной памятью программ и данных с собственными шинами доступа к ним.

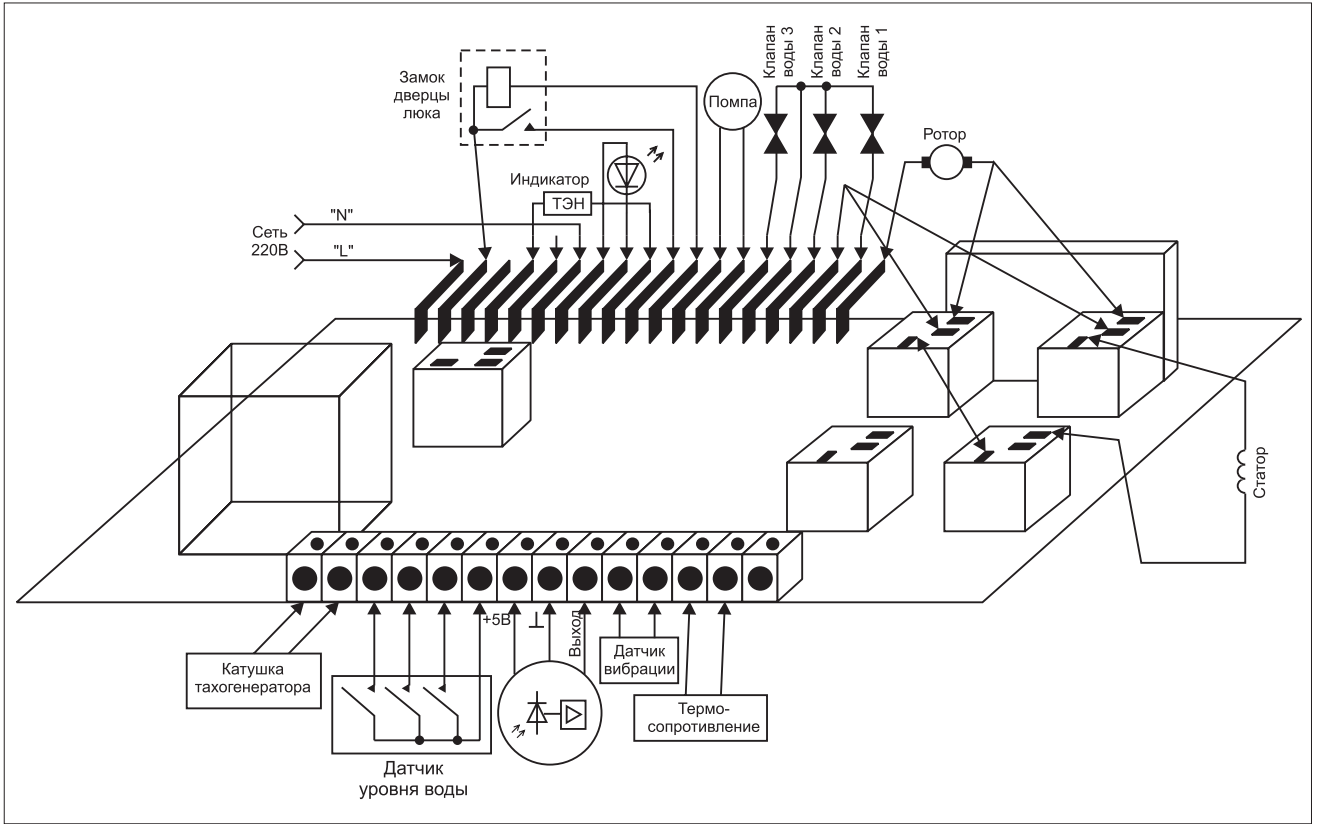


Рис. 5. Схема подключения внешних элементов и узлов СМ к электронному модулю (вариант с коллекторным приводным мотором)

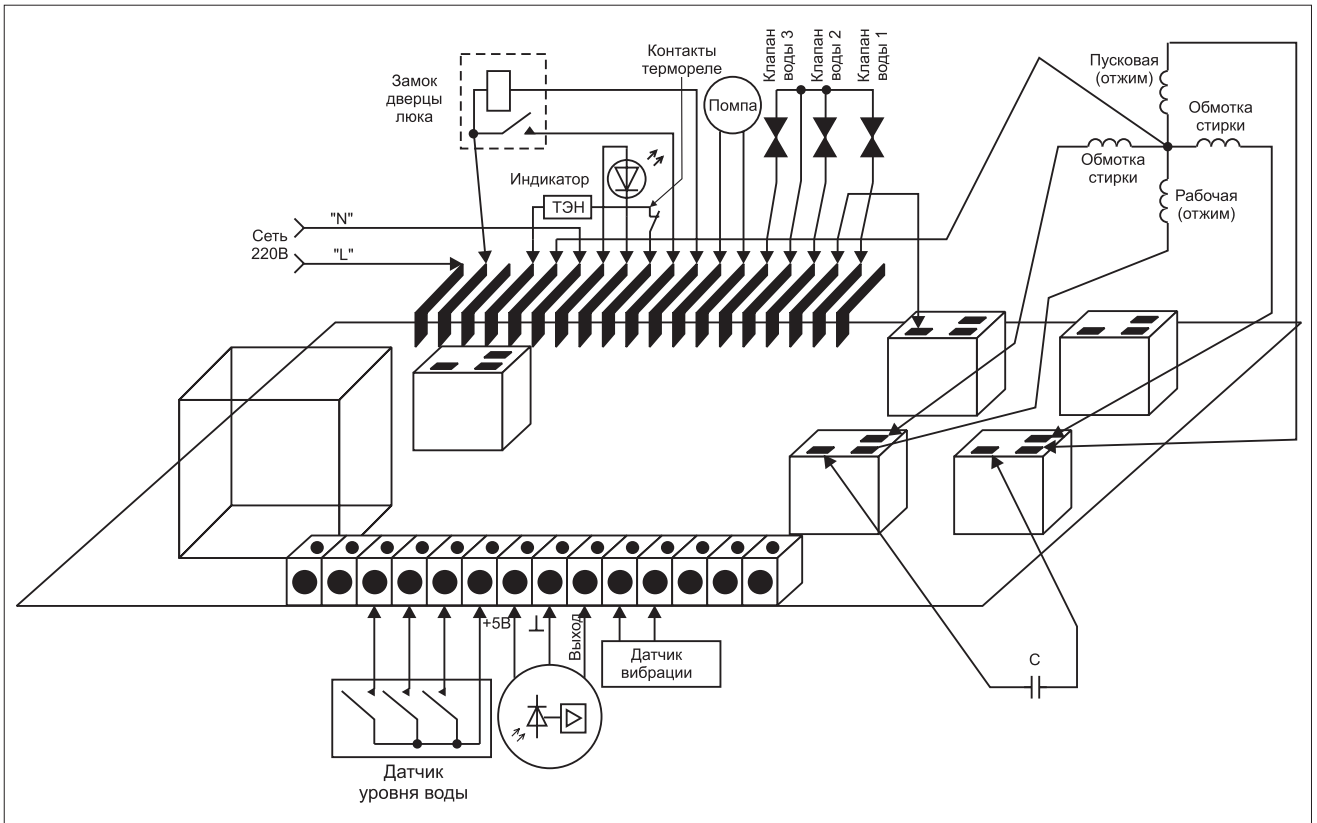


Рис. 6. Схема подключения внешних элементов и узлов СМ к электронному модулю (вариант с асинхронным приводным мотором)

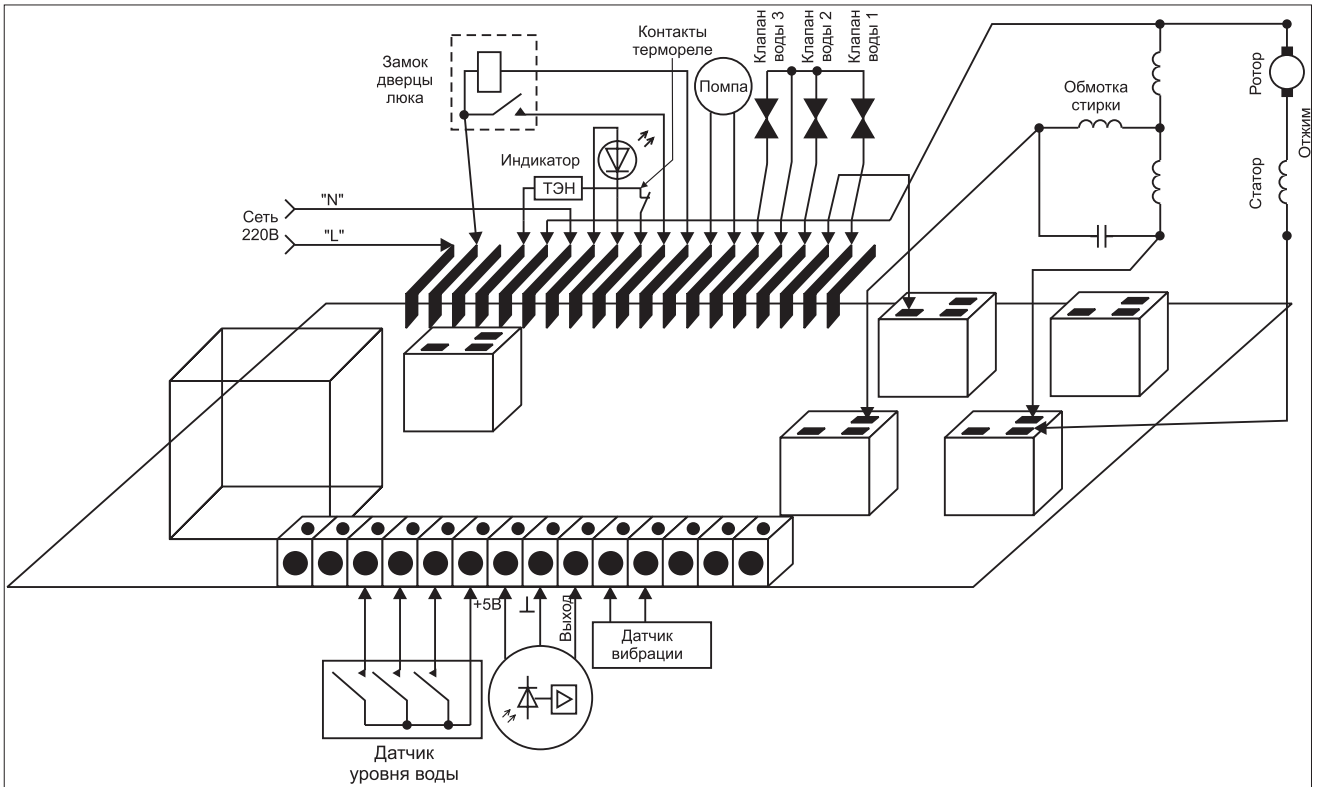


Рис. 7. Схема подключения внешних элементов и узлов СМ к электронному модулю (вариант с комбинированным асинхронно-коллекторным приводным мотором)

МК тактируется от внутреннего генератора с внешним кварцевым резонатором, который подключается к выводам XTAL1 и XTAL2 (соответственно, выв. 9 и 10).

С цепи R12 C14 на выв. 1 (RESET) МК поступает сигнал начального сброса.

На МК через соответствующие буферные цепи поступают сигналы с тахогенератора приводного мотора, ПДУ, а также с датчиков температуры (NTC), вибрации и уровня воды. В свою очередь, МК управляет через интегральные ключи (U2, U3), симисторы (TR1-TR6) и реле (K1-K5) работой исполнительных устройств СМ — клапанами залива воды, помпой, устройством блокировки люка, приводным мотором и ТЭНом.

Назначение выводов МК применительно к данному модулю показано в табл. 2.

Микроконтроллер выполнен в корпусе PDIP-28.

**Источник питания**

В состав источника питания (ИП) входят силовой трансформатор, диодный мост VD2, интег-

Таблица 2. Назначение выводов микроконтроллера U1

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	RESET	Вход сигнала начального сброса
2	PD0	Вход сигнала с тахогенератора
3	PD1	Вход сигнала синхронизации 100 Гц от сети переменного тока
4	PD2	Вход сигнала с датчика уровня воды (уровень 1)
5	PD3	Вход сигнала с датчика уровня воды (уровень 2)
6	PD4	Вход сигнала с датчика уровня воды (уровень 3)
7	Vcc	Вход питания цифровой секции (+5 В)
8	GND	Общий
9	XTAL1	Подключение внешнего кварцевого резонатора
10	XTAL2	Подключение внешнего кварцевого резонатора
11	PD5	Вход сигнала с фотоприемника
12	PD6	Вход сигнала с датчика вибрации
13	PD7	Выход сигнала звуковой индикации
14	PB0	Выход сигнала управления реле K3 и K4
15	PB1	Выход сигнала управления реле K2
16	PB2	Выход ШИМ сигнала управления симистором приводного мотора
17	PB3	Выход сигнала управления реле K1
18	PB4	Выход сигнала управления клапаном залива воды 1
19	PB5	Выход сигнала управления клапаном залива воды 2

ральный стабилизатор напряжения U4 и другие элементы. Он формирует два постоянных напряжения: +12 В (нестабилизированное, для питания цепей управления реле и симисторов) и +5В (стабилизированное, для питания МК и остальных элементов модуля).

**Инфракрасный фотоприемник**

Фотоприемник (U6) предназначен для приема сигналов с ПДУ по ИК каналу.

Он представляет собой фотодиод и схему усилителя-формирователя, объединенных в одном корпусе. Фотоприемник питается напряжением 5В через фильтрующую цепь R13 C15 C16 (монтаж этих элементов производится непосредственно у микросхемы фотоприемника U6). Принятые сигналы с фотоприемника поступают на выв. 11 МК.

Дешифрацию кодов с ПДУ выполняет МК.

**Узел синхронизации от сети переменного тока**

Данная схема представляет собой формирователь сигналов тактовой частоты для обеспечения синхронизации микроконтроллера U1 и всего модуля в целом. Этот узел выполнен на следующих элементах: R5-R7, R11, C2-C4 и VT1.

На выходе схемы формируется сигнал частотой 100 Гц, который поступает на выв. 3 U1.

Следует отметить, что данный узел не используется, если при работе приводного мотора не требуется ШИМ управление.

**Узел контроля уровня воды**

Сигналы с датчика уровня воды поступают на данный узел и далее — на выв. 4-6 U1. Узел представляет собой три идентичных RC-цепи, основное их назначение — привязка выв. 4-6 U1 к лог «0» и первичное подавление (основное подавление реализовано программой) «дребезга» контактов с датчика уровня воды. В состав узла входят элементы R14-R16, C17-C19.

**Узел контроля температуры**

Узел в своем составе имеет делитель напряжения (термистор NTC, резистор R18) и фильтр (C21, C22, R19). Выходное напря-

**Таблица 2. Окончание**

Номер вывода	Обозначение	Назначение
20	AVcc	Вход питания аналоговой секции (+5 В)
21	AREF	Вход опорного напряжения
22	AGND	Общий аналоговой секции
23	PC0	Вход сигнала с датчика температуры NTC (вход АЦП)
24	PC1	Выход сигнала управления клапаном залива воды 3
25	PC2	Выход управления помпой
26	PC3	Выход сигнала блокировки люка
27	PC4	Выход сигнала управления реле K5 (ТЭНа)
28	PC5	Контрольный вход блокировки дверцы люка

жение делителя поступает на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП) микроконтроллера — выв. 23 U1 (этот вывод МК программно сконфигурирован как вход АЦП).

Отметим, что номинал резистора R18 должен быть меньше сопротивления термистора NTC (при 20°C) приблизительно в четыре раза. В противном случае его сопротивление необходимо корректировать. В рассматриваемом случае номинал R18 выбран под стандартный датчик NTC, используемый в CM INDESIT/ARISTON.

Если в CM используется регулируемый термостат, он включается в цепь питания ТЭНа (к конт. А и Б на рис. 2). Датчик температуры NTC (и элементы его цепи) в этом случае не используются.

**Узел контроля блокировки дверцы люка**

После блокировки дверцы замыкается контрольный контакт, сигнал с которого через узел контроля поступает на выв. 28 МК U1. Узел представляет собой выпрямитель-ограничитель напряжения на элементах R20-R23, VD4, VD5, C23, C24.

**Узел контроля вибрации**

В модуле предусмотрена обработка сигнала от внешнего датчика вибрации. Его исполнение может быть любым. В простейшем случае — механический с контактной группой (с нормально-разомкнутыми контактами), как показано на рис. 2. Узел представляет собой помехоподавляющую цепь

R7 C20, сигнал с которой подается на выв. 12 МК U1.

**Узел обработки сигнала тахогенератора**

Узел представляет собой усилитель-формирователь с оптронной развязкой на элементах R1-R4, R8-R10, C1, C5, VD6, VD7, VT2, U5. Входным сигналом для него является напряжение, снимаемое с катушки тахогенератора. Выходной сигнал с усилителя-формирователя поступает на выв. 2 МК U1.

Узел не используется, если в составе CM отсутствует тахогенератор.

**Узел управления клапанами залива воды, помпой и устройством блокировки люка**

Работой клапанами залива воды, помпой и устройством блокировки люка управляет микроконтроллер U1 (с выв. 18, 19, 24-26) через транзисторные ключи U2, U3 (ULN2003) и соответствующие маломощные симисторы (MAC97A6 или им подобные).

**Цепь управления приводным мотором**

Данная цепь предназначена для управления скоростью вращения приводного мотора. Совместно с тахогенератором и узлом обработки сигнала тахогенератора данная цепь образует замкнутую систему автоматического регулирования для поддержания постоянного заданных оборотов приводного мотора.

Сигнал управления ШИМ приводным мотором формируется на выв. 16 МК. Далее он поступает

через транзисторный ключ в составе сборки U2 на управляющий вывод симистора TR1, который регулирует ток в обмотках приводного мотора.

Параметры сигнала ШИМ определяются МК на основании показаний тахогенератора и выбранного режима работы СМ.

ШИМ управление можно исключить, если в СМ, где установлен универсальный модуль, используется асинхронный мотор, или в иных случаях, где нецелесообразно использовать данную опцию.

#### Узел коммутации обмоток приводного мотора

Работой приводного мотора управляют 4 реле (K1, K2, K3, K4) и, если мотор коллекторный, то еще используется цепь управления ШИМ.

Общее управление коммутацией обмоток осуществляется программно микроконтроллером U1 (с выв. 14, 15 и 17, через ключи в составе сборки U2 — на соответствующие реле).

Рассмотрим логику работы узла подробнее.

После включения СМ с универсальным модулем все указанные реле должны находиться в исходном пассивном состоянии (ни одно из них не должно быть включено). Для вращения мотора в прямом направлении включается реле K1, а в обратном — включается K2 (в обоих случаях мотор вращается на низких оборотах).

Для того чтобы мотор вращался на высоких оборотах (режим отжима), включаются одновременно реле K3 и K4, а затем (через 1 с) — реле K1 (вращение в прямом направлении). Завершение режима отжима выполняется в обратном порядке: сначала выключается реле K1, а затем через 1 сек — одновременно реле K3 и K4.

Отметим, что если в СМ установлен коллекторный мотор с одной статорной обмоткой, который управляется в режиме ШИМ, то реле K3 и K4 не используются.

#### Звуковая индикация

Управление звуковой индикацией обеспечивается программно с выв. 13 U1. Сигнал с этого вывода подается непосредственно на пьезоизлучатель QZ1.

#### Узел управления ТЭНом

Узел состоит, собственно, из реле K5, работой которого управляет микроконтроллер U1 (с выв. 27 через ключ в составе U3 — на реле). Реле K5 работает совместно с узлом контроля температуры.

Как отмечалось выше, если в СМ используется регулируемый контактный термостат, то узел контроля температуры не используется, а контакты терморегулятора включаются последовательно в электрическую цепь питания ТЭНа.

*Продолжение следует*

*Автор выражает благодарность инженеру Петрову А. А. за техническую помощь при разработке данного модуля.*

## АЛЬТЕРНАТИВА КАЛГОНУ ЕСТЬ!

Защита от накипи и коррозии без химикатов и электричества с помощью гидромагнитной системы (ГМС) преобразования солей жесткости



#### Сферы применения:

- горячее и холодное водоснабжение;
- газовые (электрические) котлы и колонки;
- теплообменники;
- насосы;
- стиральные и посудомоечные машины;
- системы отопления;
- бассейны;
- сантехническое оборудование.

#### Преимущества ГМС:

- высокая эффективность при удалении накипи;
- простота установки и обслуживания;
- высокая надежность и долговечность (гарантия 20 лет);
- нет потребности в химикатах;
- отсутствие сменных элементов и затрат на электроэнергию;
- экологически чистый метод очистки накипи.



Произведено в России

**Компания «Энирис-СГ»**

105064, г. Москва, Нижний Сусальный переулок, дом 5  
Тел./Факс: (495) 261-27-33; (495) 267-78-07  
http://www.eniris.ru, e-mail: eniris@bk.ru