

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОНОМНОГО ИНВЕРТОРА НАПРЯЖЕНИЯ
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ****Чередник Ю. Н., Квашнин В. О., Буханцов Р. В., Махнюк Д. В.**

Рассмотрены особенности построения преобразователей по принципу широтно-импульсной модуляции с применением микропроцессорного управления и с использованием MOSFET транзисторов. Представлены результаты разработки автономного инвертора напряжения, состоящего из модуля управления и силового модуля. Приведена электрическая принципиальная схема автономного инвертора напряжения на базе контроллера ATtiny 2313 и драйвера IR2130 с организацией необходимых защит. Приведено описание силового модуля и платы управления, указаны достоинства данной системы управления. Приведены графики напряжения, снятые с выхода автономного инвертора напряжения.

Розглянуті особливості побудови перетворювачів за принципом широтно-імпульсної модуляції із застосуванням мікропроцесорного управління і з використанням MOSFET транзисторів. Представлені результати розробки автономного інвертора напруги, що складається з модуля керування та силового модуля. Приведена електрична принципіальна схема автономного інвертора напруги на базі контролера ATtiny 2313 та драйвера IR2130 з організацією необхідних захистів. Приведено опис силового модуля та плати керування, вказані переваги даної системи керування. Приведені графіки напруги, що зняті з виходу автономного інвертора напруги.

The features of construction of transformers are considered on principle of latitudinal-impulsive modulation with the use of microprocessor control and with the use of the metal-oxide-semiconductor field-effect transistors. Results of the voltage pulse width modulation development involving control and power modules are represent. Electrical principle scheme of the voltage pulse width modulation on base controller ATtiny 2313 and driver IR2130 with organization required protection is demonstrated. The description of the power module and control card is resulted, advantages of the given control system are specified. The diagrams of the voltage pulse width modulation are demonstrated.

Чередник Ю. Н.

аспирант ДГМА

kerly_jul@mail.ru

Квашнин В. О.

канд. техн. наук, доц. кафедры ЭСА ДГМА

Буханцов Р. В.

студент ДГМА

Махнюк Д. В.

студент ДГМА

УДК 621.313

Чередник Ю. Н., Квашнин В. О., Буханцов Р. В., Махнюк Д. В.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОНОМНОГО ИНВЕРТОРА НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Современный этап развития электроники характеризуется всё большим использованием микропроцессоров не только в традиционных сферах применения, таких как станкостроение, робототехника, подъёмно-транспортное оборудование, но и в бытовой и офисной технике, медицинском оборудовании, автомобильной технике, коммунальной сфере. Микропроцессоры используются в качестве устройств контроля, сигнализации, обработки данных, преобразователей напряжения, частоты. Использование микропроцессоров в преобразователях частоты, во-первых, упрощает схемотехнику устройства, уменьшает габариты, улучшает качество и диапазон регулирования технологическими переменными, расширяет функциональные возможности системы и, во-вторых, на 40–50 % [1], снижает потребляемую мощность, что приводит к существенной экономии электроэнергии и позволяет создавать энерго- и ресурсосберегающие оборудование и технологии. Поэтому исследование преобразователей частоты с микропроцессорным управлением является актуальным.

В настоящее время, наиболее быстрое развитие получили электроприводы двухзвенными преобразователями частоты, выполняемыми на основе автономных инверторов напряжения (АИН) или инверторов тока (АИТ). В качестве выпрямителя в таких схемах преобразователей используется либо неуправляемые выпрямители напряжения или тока, либо относительно новые схемы активных выпрямителей напряжения или тока.

Особенностью выходных напряжений АИН является пульсирующий характер, который обусловлен несовершенством существующих алгоритмов управления ключами АИН, особенно в области малых частот. Улучшить качество выходного напряжения АИН возможно при уменьшении периода модуляции с использованием известных алгоритмов широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Однако это уменьшение ограничено динамическими возможностями силовых полупроводниковых ключей и значительным ростом дополнительных коммутационных потерь [2].

Широтно-импульсная модуляция в автономном инверторе стала активно применяться вследствие появления высокопроизводительных, ориентированных только на задачи электропривода микроконтроллеров, которые имеют достаточный набор периферии. Наибольших успехов в создании таких микроконтроллеров в конце двадцатого века достигли такие известные мировые производители как: Atmel, Motorola, Texas Instruments, Siemens, Intel. Таким образом, программная реализация перспективных алгоритмов управления на базе современной микропроцессорной техники предоставила ряд новых возможностей для построения более качественных систем управления электроприводов [3].

Целью работы является разработка и исследование АИН для исследовательского стенда электромеханической системы на базе асинхронного двигателя, который показан на рис. 1.

В состав стенда входит:

- асинхронного двигателя АИР54А4У3 с параметрами $P_n = 120$ Вт, $f_n = 50$ Гц, $\cos\varphi = 0,66$, $n = 1350$ об/мин, $\Delta/Y = 220/380$ В, $I_n = 0,76/0,44$ А, КПД = 63 %, режим S1;
- 2 фотоэлектрических дискретных датчика перемещения ПДФ-5 с разрешающая способность 600 имп/об;
- упругий вал.

Частотно-управляемый асинхронный привод обычно строится по схеме «питающая сеть – выпрямитель – фильтр – трехфазный инвертор напряжения – приводимый асинхрон-

ный двигатель». Наиболее сложным узлом является инвертор напряжения. Последние годы он строится на основе управляемых силовых ключей – транзисторов (MOSFET или IGBT), а еще совсем недавно применялись схемы на полупроводниковых ключах (тиристорах). Задача инвертора – получение из постоянного напряжения, регулируемого по частоте и действующему значению, трехфазного напряжения. Для регулирования частоты и действующего значения напряжения обычно используют ШИМ-модуляцию.

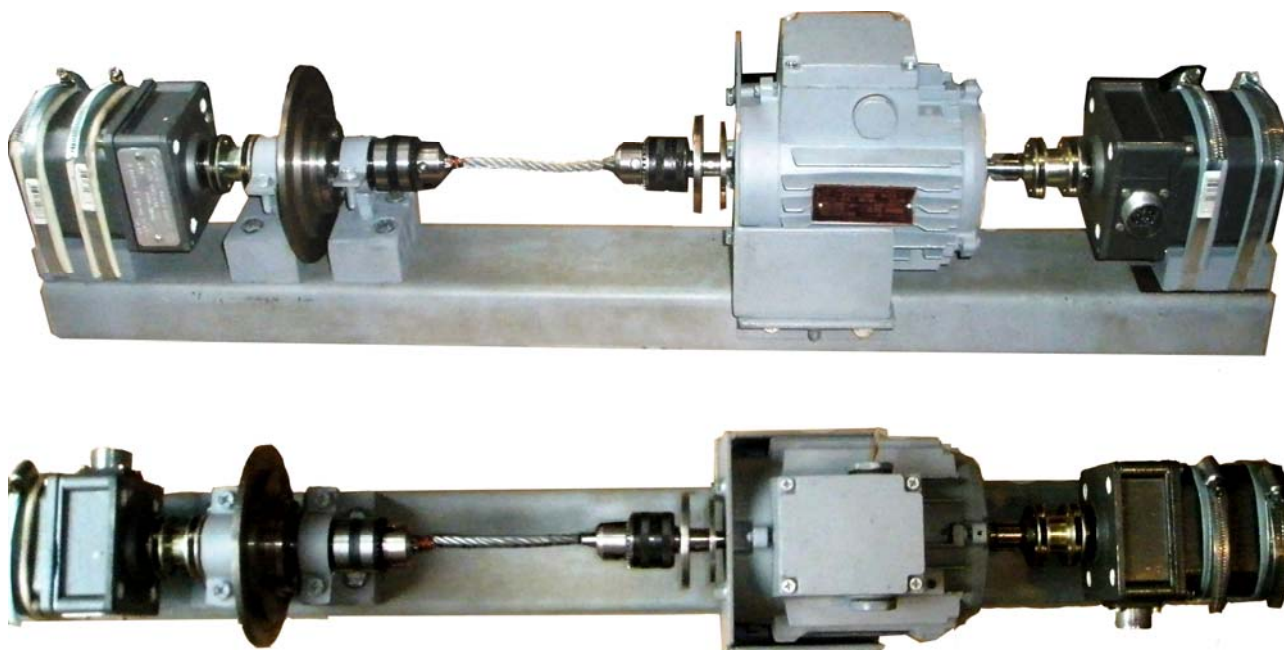


Рис. 1. Общий вид исследовательского стенда электромеханической системы на базе асинхронного двигателя

Управление силовыми ключами инвертора осуществляет по определенному алгоритму специальный управляющий контроллер. Алгоритм управления подразумевает не только реализацию функций регулирования частоты и действующего значения выходного напряжения, но так же и реализацию защиты силовых ключей от перегрузок и короткого замыкания.

Входной каскад преобразователя (выпрямитель) отделен от выходного каскада (инвертора) промежуточным звеном постоянного тока. Звено постоянного тока, в общем случае, содержит емкость значительной величины, предназначенную для сглаживания пульсаций и накопления необходимой энергии для питания инвертора. Величина емкости определяется, исходя из обеспечения необходимых динамических свойств инвертора (минимального отклонения выходного напряжения в переходных режимах) и максимально возможных перегрузочных способностей преобразователя.

Управление осуществляется от трех кнопок: кнопка перезапуска, уменьшения и увеличения частоты (рис. 2). Программно реализован плавный пуск: от начальной частоты $f_0 = 8$ Гц (можно регулировать) до номинальной $f_n = 50$ Гц.

Драйвер IR2130 (рис. 3) имеет следующие характеристики:

- амплитуда выходных импульсов 10...20 В (зависит от питания);
- малое сопротивление управляющего каскада заряда и разряда емкости затвора;
- выходной ток – 0,25 А при заряде и 0,5 А при разряде емкости затвора;
- плавающий выход для обеспечения управления верхними транзисторами с рабочим напряжением до 600 В малые внутренние потери мощности на высокой частоте переключения и максимальном напряжении смещения;
- входы совместимы с уровнями ТТЛ и КМОП.

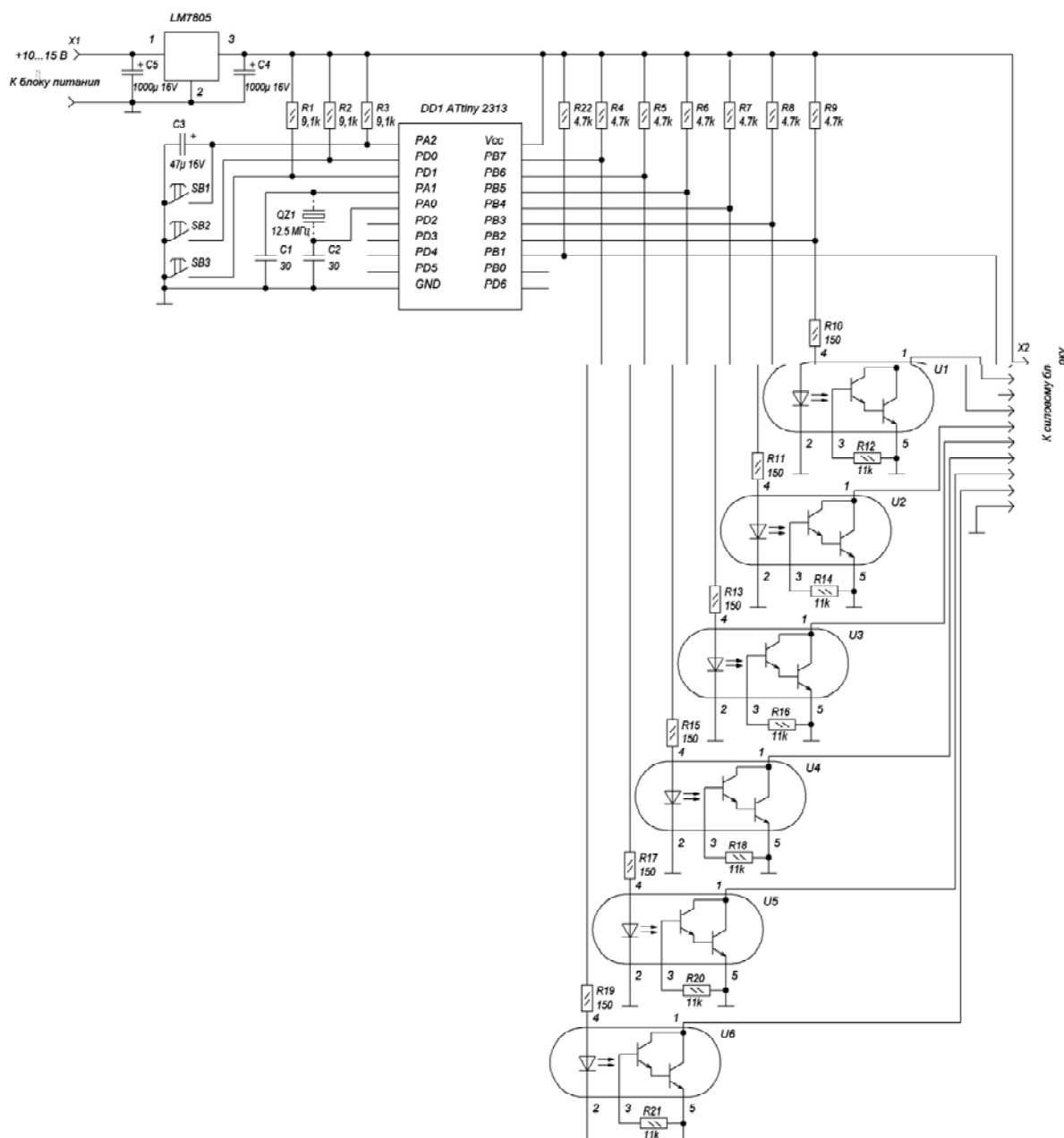


Рис. 2. Схема электрическая принципиальная блока управления

Микросхема содержит 6 выходных взаимосвязанных драйверов для управления МОП/IGBT транзисторов (рис. 4). На входы подаются от трех генераторов (микроконтроллера), каждый вход работает на 2 выхода, 3 нижних выходных драйвера управляются непосредственно генераторами сигналов, а сигналы управления верхних драйверов должны быть смещены по уровню.

Встроенная блокировка по нижнему напряжению встроена в каждый драйвер верхнего канала для предупреждения ложного срабатывания при разряде конденсаторов вольт добавки. При недостаточном питаний на шине Vcc, менее 8,8 В для верхних и 9,1 В для нижних ключей, происходит блокировка всех каналов.

В драйвере IR2130 также имеется встроенная система токовой защиты или перегрузки, она реализуется на встроенном ОУ сигнал который снимается с датчика тока. Этот сигнал сравнивается с опорным напряжением 0,5 В и затем объединяется по схеме «ИЛИ» с сигналом контроля (видно по структурной схеме) по пониженному напряжению для запрета

выходных сигналов. Эта защита может быть технологически отстроена на разные токи срабатывания. Выход fault применяется для индикации ошибки, в данном случае и для сигнала запрета работы МК.

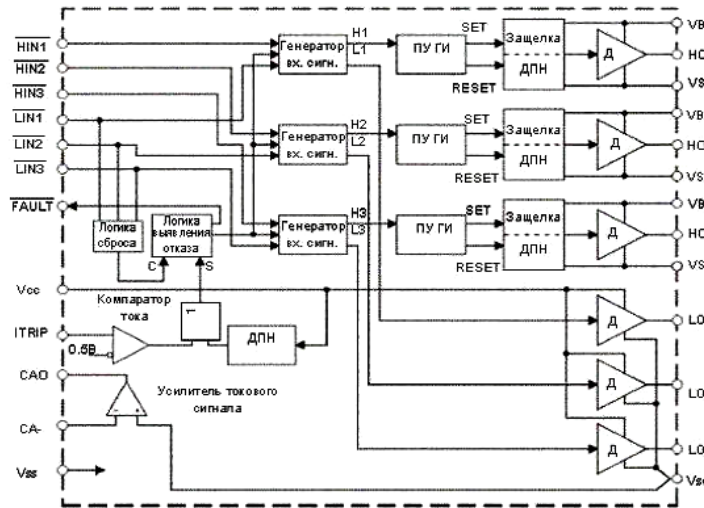


Рис. 3. Блок-схема драйвера IR2130

Схема входной логики также обеспечивает задержку сигнала для исключения одновременного включения транзисторов и протекания сквозных токов, когда на выводах LIN и HIN появляются совпадающие по времени логические сигналы, также за счет фазового смещения организуется и так называемое мертвое время, что исключает появление сквозных токов через мощные ключи.

Общий вид готовой схемы системы управления асинхронного двигателя показан на рис. 5.

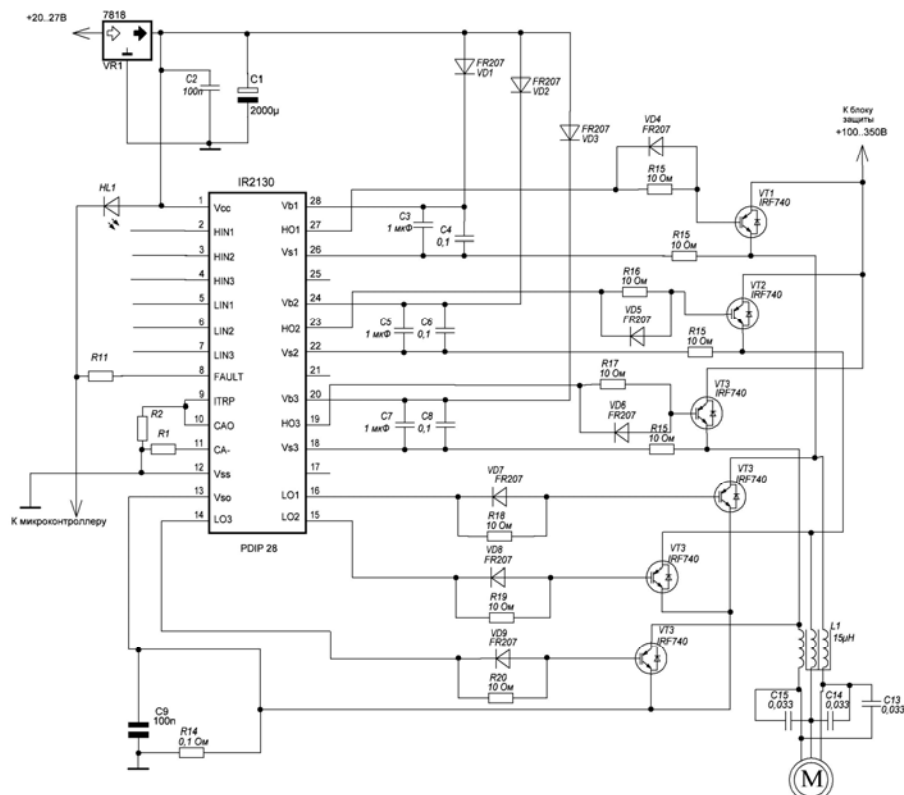


Рис. 4. Схема электрическая принципиальная силового блока

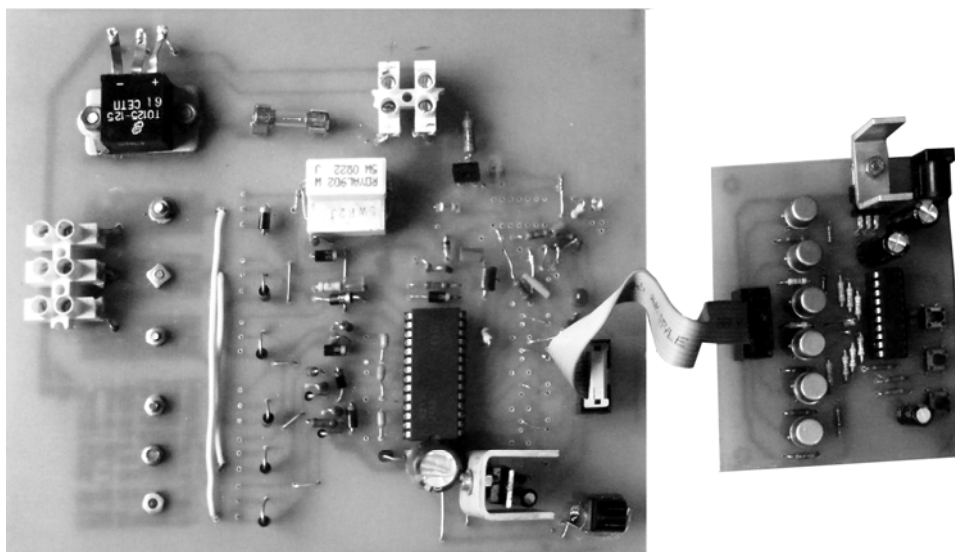


Рис. 5. Общий вид системы управления асинхронного двигателя

На рис. 6 показаны графики снятые непосредственно с выхода контроллера, и с выхода АИН. Анализ данных графиков показывает правильно написанную программу обработки синусоидальной ШИМ, т. к. на графиках четко видно наличие мертвого времени и правильной модуляции сигналов на верхние и нижние ключи.

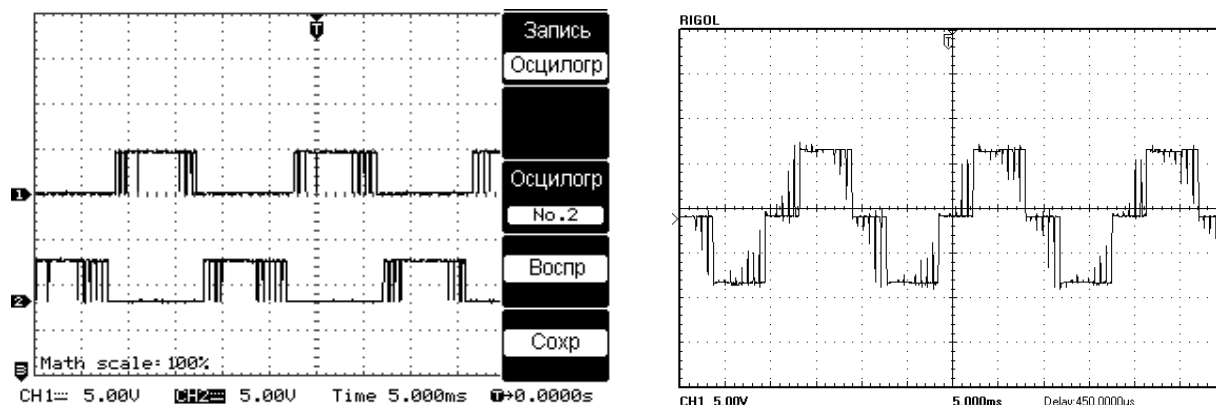


Рис. 6. Графики напряжения, снятые с контроллера и выхода АИН

ВЫВОДЫ

Был спроектирован и создан лабораторно-исследовательский стенд «Автономный инвертор напряжения – асинхронный двигатель». Представлено схемотехническое решение преобразователя частоты для управления асинхронным двигателем. Намечены направления для дальнейшего создания и исследования перспективных схем преобразователей частоты с использованием высокочастотной ШИМ, что позволит улучшить форму синусоиды, энергетические показатели системы, уменьшить высшие гармоники входного и выходного токов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов А. В. Микроконтроллеры AVR в радиолюбительской практике / А. В. Белов. – Спб. : Наука и Техника, 2007. – 352 с. : ил.
2. Шавьолкін О. О. Перетворювальна техніка : навчальний посібник / О. О. Шавьолкін, О. М. Наливайко; під заг. ред. канд. техн. наук, доц. О. О. Шавьолкіна. – Донецьк – Краматорськ : ДДМА, 2003. – 330 с.
3. Баранов В. Н. Применение микроконтроллеров AVR : схемы, алгоритмы, программы / В. Н. Баранов. – [2-е изд. испр.]. – М. : Издательский дом «Додэка-XXI», 2006. – 288 с. : ил.

Статья поступила в редакцию 18.09.2011 г.