

УДК: 623.4:621.396

DOI: 10.53816/23061456_2022_3-4_128

**РАЗРАБОТКА СЧЕТЧИКА ПАТРОНОВ В МАГАЗИНЕ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ**

**DEVELOPMENT OF A CARTRIDGE COUNTER IN A SMALL ARMS STORE
USING RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION TECHNOLOGY**

Канд. техн. наук М.А. Савельев, Е.С. Косинов, А.П. Чернышов

Ph.D. M.A. Savelyev, E.S. Kosinov, A.P. Chernyшов

ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

В статье рассматривается счетчик патронов в магазине автоматического и полуавтоматического стрелкового оружия. Счетчик определяет количество патронов в магазинах стрелкового оружия, как примкнутых, так и отстыкованных, при сохранении габаритных размеров магазинов и их высоких эксплуатационных характеристик. Указанный технический результат достигается за счет применения технологии системы радиочастотной идентификации. Индикация информации о количестве патронов в магазине и его идентификационном номере может осуществляться на любом внешнем цифровом дисплее, коммутируемом к счетчику патронов магазина через бесконтактное считывающее устройство, входящее непосредственно в экипировку стрелка. Разработанный счетчик может быть использован для создания автоматизированной системы сбора информации в реальном времени о количестве выстрелов из стрелкового оружия и количестве патронов, оставшихся в магазинах, как примкнутых, так и не примкнутых к оружию, целого подразделения стрелков.

Ключевые слова: стрелковое оружие, счетчик патронов в магазине, радиочастотная идентификация, экипировка стрелка.

The article discusses the cartridge counter in the automatic and semi-automatic small arms store. The counter determines the number of cartridges in small arms stores, both attached and undocked, while maintaining the overall dimensions of the stores and their high performance characteristics. The specified technical result is achieved through the use of radio frequency identification system technology. Information about the number of cartridges in the magazine and its identification number can be displayed on any external digital display that is switched to the magazine's cartridge counter via a contactless reader that is directly included in the shooter's equipment. The developed counter can be used to create an automated system for collecting information in real time about the number of shots fired from small arms and the number of cartridges remaining in stores, both attached and not attached to weapons, of an entire unit of shooters.

Keywords: small arms, ammo counter in the store, radio frequency identification, shooter's equipment.

В настоящее время в результате совершенствования автоматического и полуавтоматического стрелкового оружия, заряжаемого с казенной части, увеличена емкость их магазинов. Поэтому при использовании такого стрелкового оружия выделяется серьезная и утомительная для стрелка задача подсчета количества патронов, оставшихся в магазине. Для бойцов подразделений специального назначения при решении задачи максимально высокой готовности к огневому воздействию на противника, при возникновении пауз в стрельбе приходится перезаряжать магазины с частично израсходованным боезапасом на полностью снаряженные. Количество магазинов с частично израсходованным боезапасом может накапливаться. В ряде случаев в условиях срочной необходимости пополнения израсходованного боезапаса ставится задача определения наличия патронов в магазинах другого стрелка, не способного по конкретным причинам вести стрельбу. Таким образом, задача определения количества патронов как для магазина, примкнутого к оружию, так и для магазина, извлеченного ранее из оружия, является актуальной.

Следовательно, имеется необходимость в разработке устройства определения количества патронов, снаряженных в магазин стрелкового оружия, с возможностью отображения информации на каком-либо внешнем дисплее экипировки стрелка. При этом важно обеспечить минимальные конструктивные изменения в самом стрелковом оружии, минимальную стоимость устройства определения количества патронов в магазине при сохранении возможности эксплуатации вооружения в условиях жесткого внешнего воздействия.

Решение такой технической задачи предлагалось в ряде работ [1, 2]. В указанных источниках проблема определения количества патронов в магазинах стрелкового оружия решалась за счет обеспечения визуального контроля различных меток на стенках магазина, применением в его конструкции прозрачных окон, что приводило к снижению прочностных характеристик корпуса магазина и существенному усложнению технологии его литья. Кроме того, применение магнитных материалов (постоянных магнитов и магнитных порошков) приводит к увеличению массы магазинов.

Известен счетчик оставшихся в магазине патронов для стрелкового оружия [3], выполненный в виде самостоятельного устройства с размещением на корпусе оружия, считывающее устройство которого срабатывает при работе затвора назад — вперед посредством отражения луча, сформированного оптическим или лазерным устройством. Такой счетчик применяется с минимальными конструктивными изменениями в стрелковом оружии и с использованием цифрового индикатора оставшихся в магазине патронов.

Указанный счетчик имеет недостатки. По окончании патронов в магазине стрелкового оружия счетчик автоматически устанавливается на изначально установленное количество патронов. Вновь примыкаемый к оружию магазин может быть снаряжен не в прежнем объеме. Тогда стрелку требуется время на уточнение количества патронов в новом магазине и на коррекцию установщиком индикации на дисплее нового начального количества патронов в магазине. В условиях скоротечного боя на данные действия времени может не быть. Кроме того излучение оптического или лазерного устройства счетчика на затвор проецируется в направлении ведения стрельбы и противоположной стороны, что может являться демаскирующим признаком огневой позиции стрелка при соответствующем снаряжении противника.

Известен счетчик патронов в магазине автоматического и полуавтоматического оружия заряжаемого с казенной части [4]. Он реализован в основном в магазине для патронов и содержит средство определения расстояния между механизмом выталкивания патронов и основанием магазина, выполнен на основе магнитного преобразователя в виде магниторезистора с линейно меняющейся характеристикой в рукояти оружия и постоянного магнита, прикрепленного к механизму подавателя патронов магазина. Счетным устройством является микропроцессор с источником питания, расположенный в рукояти оружия и соединенный электрическими клеммами с механизмом определения расстояния в магазине. Дисплей счетчика может быть расположен в рукояти оружия рядом с прицелом.

К недостаткам данного счетчика патронов следует отнести:

– реализация счетчика патронов требует внесения конструктивных изменений как магазина для патронов, так и самого стрелкового оружия, что приводит к увеличению его стоимости и к усложнению его эксплуатации;

– в конструкции счетчика необходимо обеспечить прочное практичное и не требующее обслуживания электрическое соединение магазина для боеприпасов с корпусом стрелкового оружия, что в тяжелых условиях эксплуатации стрелкового оружия в агрессивной среде выполнить практически невозможно;

– функция подсчета количества патронов в магазине счетчиком включается только при установке магазина в стрелковое оружие, что увеличивает временной интервал его перезарядки и приводит к снижению интенсивности огневого воздействия на противника в бою;

– для определения точного количества патронов в используемом магазине в счетчике патронов реализован алгоритм сравнения с заранее загруженной в запоминающее устройство таблицей, для формирования которой требуется отстреливание полного магазина, что в процессе эксплуатации может потребоваться неоднократно, и приводит к дополнительному расходу боеприпасов;

– применение магнитных материалов (постоянных магнитов и магниторезисторов) и источников питания в виде аккумуляторов или одноразовых батарей приводит к увеличению массы стрелкового оружия, которое практически постоянно должно находиться в руках стрелка;

– счетчик позволяет формировать информацию о количестве боеприпасов в магазине, присоединенном к оружию, только для самого стрелка, что часто усложняет командиру задачу непосредственного управления боем.

Разработка счетчика патронов в магазине [5] была направлена на устранение недостатков, описанных выше, связанных с использованием счетчиков патронов в магазинах для автоматического и/или полуавтоматического стрелкового оружия. Техническим результатом работы явилось расширение функциональных возможностей устройства определения количества патронов в магазинах стрелкового оружия, заряжаемого с казенной части, как примкнутых к нему, так и отстыкованных от него, без внесения конструктивных изменений в само стрелковое ору-

жие, при сохранении габаритных размеров магазинов для патронов и их высоких эксплуатационных характеристик. Это достигается за счет применения технологии системы радиочастотной (бесконтактной) идентификации (RFID) [6].

Счетчик патронов реализуется для магазина коробчатого типа с корпусом из высокопрочного полимерного материала, содержащего подаватель патронов, пружину, датчик счета, транспондер, как бесконтактный носитель данных, и считывающее устройство с дисплеем. Датчик счета и транспондер счетчика относятся к магазину стрелкового оружия, считывающее устройство и дисплей относятся к экипировке стрелка. Датчик счетчика патронов в магазине реализован на основе матрицы сопротивлений с электрозащищенной группой электрических контактов, толкателя электрических контактов, прикрепленного к подавателю патронов механизма выталкивания патронов.

На рис. 1 показаны конструктивные особенности магазина стрелкового оружия (автомата Калашникова, в качестве примера) с условно прозрачным корпусом со встроенным счетчиком внутри его.

На корпусе магазина для патронов 1 размещается в его торцевой передней части внутренняя накладка 2, содержащая транспондер счетчика 3 и датчик счета на основе матрицы сопротивлений с электрозащищенной группой электрических контактов счетчика патронов 4. Элементы схемы транспондера счетчика 3 и датчика счета на основе матрицы сопротивле-

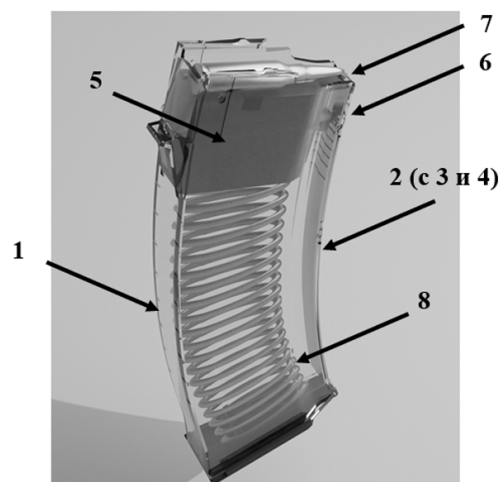


Рис. 1. Конструктивные особенности магазина стрелкового оружия с элементами счетчика

ний с электрозащищенной группой электрических контактов счетчика патронов 4 изолированы гибким корпусом из полимерного материала со скользящими свойствами за исключением точек заземления на корпус магазина. Малая толщина накладки (порядка 2 миллиметров) не препятствует движению подавателя патронов 5 внутри магазина. При необходимости возможно производство выемки соответствующего размера на площадке подавателя патронов 5 со стороны наклейки 2. К нижней части подавателя патронов 5 прикреплен толкатель датчика счета патронов 6 в виде самортизированного бегающего колесика, обеспечивающего нажатие на корпус наклейки 2 и замыкание соответствующей группы электрических контактов внутри матрицы сопротивлений 4. Функциональные элементы транспондера счетчика 3 конструктивно размещены в нижней части наклейки 2 в объеме размеров полностью сжатой пружины магазина 8. При соответствующем выборе рабочей частоты RFID-системы геометрические размеры антенны транспондера счетчика 3 могут превысить ширину наклейки 2. В этом случае антенна транспондера счетчика размещается на боковой стенке магазина патронов, в его нижней части, в виде гибкой наклейки.

Датчик замыкания магазина патронов 7 (рис. 2) к стрелковому оружию расположен в его верхней передней части со стороны защелки магазина на корпусе оружия при его замыкании. Он выполнен как самортизированный толкатель нажимного типа внутреннего контакта датчика замыкания магазина, обеспечивающего формирование соответствующего сигнала идентификации транспондером 3 счетчика патронов (рис. 1).

На рис. 3 показан вариант построения всех составляющих электрических элементов схемы счетчика патронов, размещаемых в магазине стрелкового оружия, транспондера счетчика, датчика счета и датчика замыкания. Матрица сопротивлений с электрозащищенной группой электрических контактов датчика счетчика патронов 4 реализована как сложный делитель напряжения на входе микроконтроллера транспондера 3 на основе сопротивлений $R_1 \dots R_{30}$ и R_d применительно к магазину с емкостью на 30 патронов. Изменение емкости магазина патронов приводит к изменению количества коммутируемых толкателем контактов сопротивлений

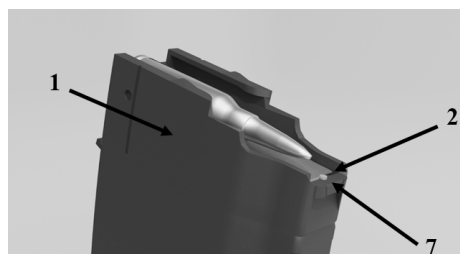


Рис. 2. Вид в перспективе верхней передней части магазина стрелкового оружия с датчиком замыкания к оружию

в матрице 4. Сопротивление $R_{дп}$ в цепи датчика замыкания магазина к стрелковому оружию подключается самостоятельно к отдельному решающему входу микроконтроллера транспондера счетчика 3. Транспондер счетчика 3 является пассивным, следовательно, работа электрической схемы счетчика патронов, размещаемых в магазине, обеспечивается накопителем энергии конденсаторного типа, реализуемого с необходимой емкостью на основе микрополосковой технологии.

На рис. 4 показана блок-схема транспондера 3 счетчика патронов в магазине стрелкового оружия с датчиком счета патронов в магазине и датчиком замыкания магазина к стрелковому оружию. Транспондер счетчика 3 должен поддерживать криптографические функции и функции хранения данных (номера магазина и количества патронов в нем). Следовательно, в его состав должны входить микросхемы памяти (ROM и EEPROM), а также высокочастотный (ВЧ-) интерфейс. ВЧ-интерфейс через антенну транспондера счетчика 3 обеспечивает передачу команд и энергии питания от считывающего устройства счетчика 9 (рис. 5). Схема адресации и обеспечения безопасности данных реализована на микроконтроллере. Применение микроконтроллера вместо микропроцессора приводит к снижению уровня энергии питания, который может быть обеспечен не от сменяемой батарейки, а от накопителя энергии конденсаторного типа транспондера счетчика 3.

При подключении к транспондеру счетчика 3 датчиков измерения физических величин, которым является дискретно переменный делитель сопротивления (матрица сопротивлений) на входе микроконтроллера, в его состав дополнительно встраивается аналого-цифровой преобразователь (АЦП) на основе специализированной

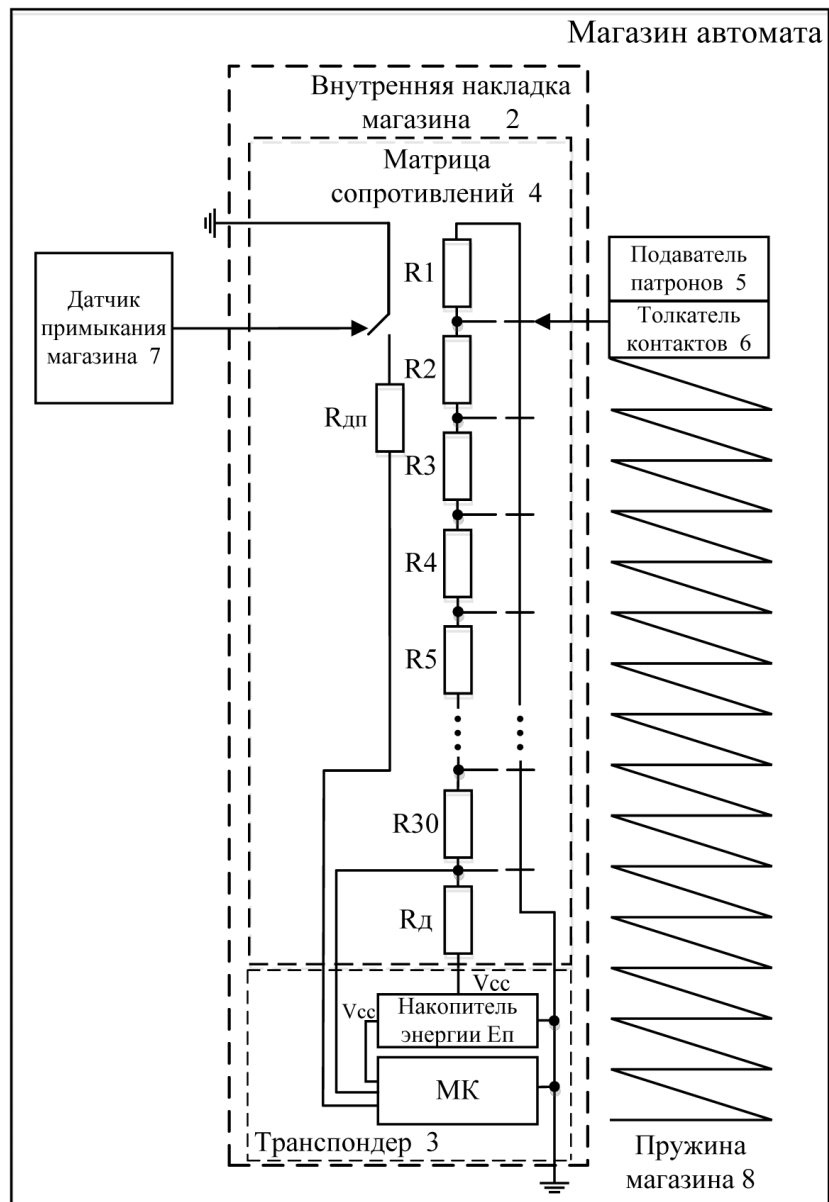


Рис. 3. Структурная схема счетчика патронов в магазине стрелкового оружия

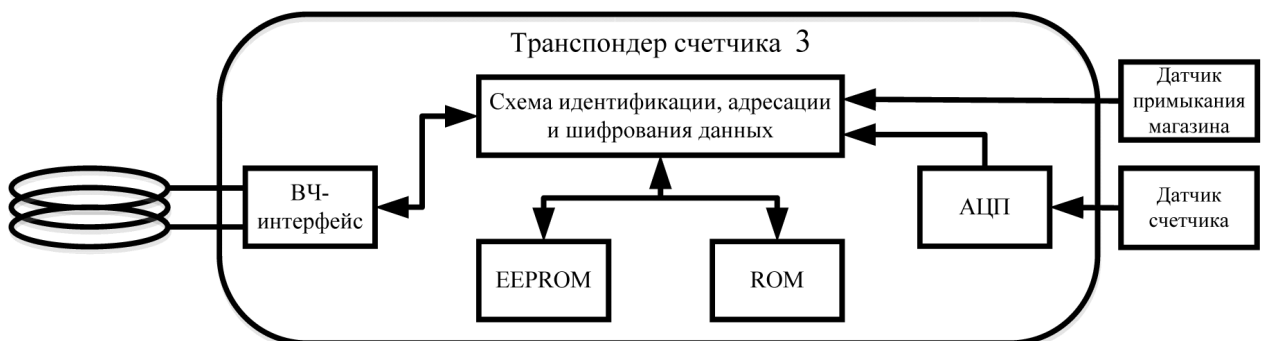


Рис. 4. Блок-схема транспондера счетчика патронов в магазине стрелкового оружия с датчиком счета на основе матрицы сопротивлений и толкателя контактов, а также датчиком замыкания магазина к оружию

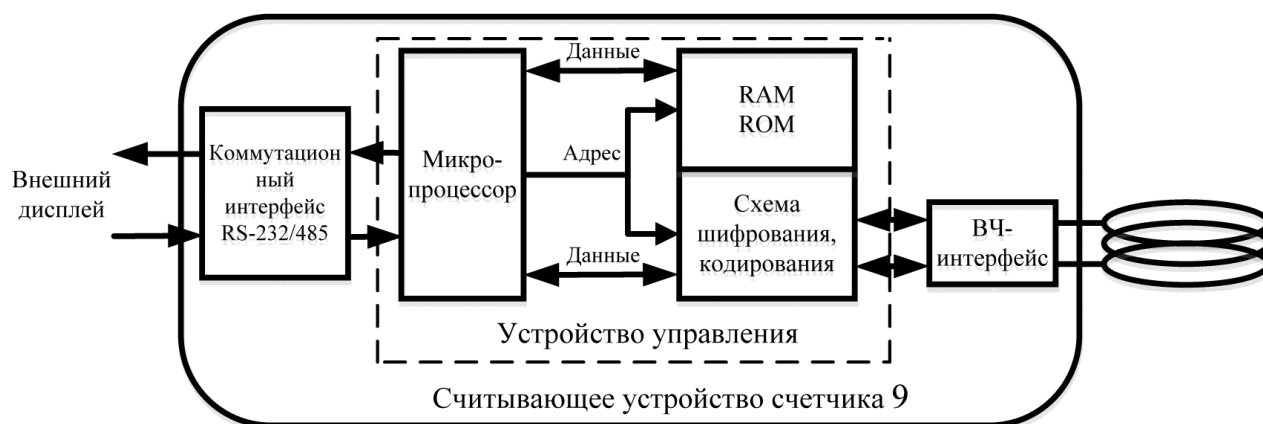


Рис. 5. Блок-схема считывающего устройства счетчика патронов в магазине стрелкового оружия с последовательным коммуникационным интерфейсом для индикации и внешнего управления

микросхемы (ASIC). Для транспондеров, у которых разрешено только чтение данных, значение счета добавляется к периодически передаваемому уникальному серийному номеру транспондера счетчика 3 (номеру идентификации магазина патронов).

Микроконтроллер транспондера счетчика 3 взаимодействует с микросхемами памяти ROM (оперативной памяти) и EEPROM (электрически стираемой и программируемой памяти). В памяти ROM хранится управляющая микроконтроллером программа, которая прошивается в процессе производства транспондера счетчика. Содержимое программы идентично для всех транспондеров в счетчиках данного типа магазинов патронов стрелкового оружия и не может быть изменено. Запоминающее устройство EEPROM позволяет реализовать алгоритмы защиты данных, например поточное шифрование, в ней хранятся данные счетчика (количество патронов в данном магазине). Запись и чтение из этой области производится микроконтроллером под управлением ROM.

На рис. 5 показан вариант блок-схемы бесконтактного считывающего устройства 9 счетчика патронов в магазине стрелкового оружия, которое входит в комплект экипировки стрелка и является внешним устройством для счетчика боеприпасов. Считывающее устройство 9 счетчика патронов в магазине стрелкового оружия конструктивно может выполняться как самостоятельное изделие в виде браслета на руке или отдельной накладки (например, на разгрузке с боеприпасами стрелка) с одним дисплеем-ин-

дикатором или с дисплеем и клавиатурой, так и входить в состав более сложного информационного устройства в современной и перспективной экипировке стрелка (например, с индикацией на очки стрелка или на стекле прицела стрелкового оружия).

Считывающее устройство 9 является ведущим устройством по отношению к транспондеру счетчика 3, транспондер счетчика 3 просто выполняет команды на чтение и запись данных, которые выдаются прикладной программой. Для выполнения команды прикладной программы считывающее устройство 9 посредством ВЧ-интерфейса для начала устанавливает соединение с транспондером счетчика 3 и осуществляет его аутентификацию, далее осуществляется чтение и запись данных транспондера счетчика 3 патронов в магазине.

ВЧ-интерфейс считывающего устройства 9 через антенну за счет формирования высокочастотного излучения обеспечивает передачу команд и энергии питания на транспондер счетчика 3 патронов (активизацию транспондера счетчика 3) в идентифицируемом магазине, находящемся в радиусе действия ВЧ-интерфейса, и получение данных о количестве патронов в нем. ВЧ-интерфейс осуществляет модуляцию передаваемого радиосигнала с целью передачи данных транспондеру счетчика 3 и прием с демодуляцией высокочастотных сигналов, передаваемых транспондером счетчика в ответ считывающему устройству 9.

Система управления работой считывающего устройства 9 (рис. 5) должна содержать ми-

кропроцессор со схемой включения питания, схему кодирования и декодирования используемых сигналов на основе специализированной микросхемы ASIC, оперативную память с произвольным доступом RAM (ROM) и коммуникационный интерфейс RS-232/485. Для повышения производительности доступ к микросхеме ASIC осуществляется по внешней шине микропроцессора (с помощью специальных регистров).

Последовательные интерфейсы RS-232 или RS-485 обеспечивают передачу информации об определяемом количестве патронов в магазине для индикации на дисплей какого-либо информационно-индикаторного устройства, входящего в современную и перспективную экипировку стрелка.

Предлагаемый счетчик патронов в магазине стрелкового оружия работает следующим образом. При включении питания считывающего устройства 9 счетчика боеприпасов, входящего непосредственно в экипировку стрелка, происходит активизация работы его схемы адресации и обеспечения безопасности данных на основе микропроцессора с прикладной программой счетчика боеприпасов, шифрование передаваемого сообщения опроса и передача данного сообщения на транспондер счетчика 3 в магазине для установления соединения с ним посредством ВЧ-интерфейса. ВЧ-интерфейс считывающего устройства 9 осуществляет модуляцию и усиление сигнала передаваемого сообщения опроса на транспондер счетчика 3 патронов в магазине, а ВЧ-интерфейс на входе транспондера счетчика 3 осуществляет демодуляцию сигнала передаваемого сообщения опроса от считывающего устройства 9. Модуляция и демодуляция передаваемого сигнала осуществляется с применением простой амплитудной или фазовой манипуляции. При приеме сигнала от считывающего устройства 9 счетчика ВЧ-интерфейсом транспондера счетчика 3 происходит быстрое накопление энергии на конденсаторе накопителя энергии транспондера счетчика 3 до требуемого уровня по обеспечению работы элементов его электрической схемы. Далее происходит активизация работы транспондера счетчика 3 и счетчика боеприпасов в целом. Схема адресации и обеспечения безопасности передачи данных транспондера счетчика 3 на основе микроконтроллера и схем памяти (ROM и EEPROM) осуществляет

декодирование переданного сигнала опроса и формирует ответный сигнал с данными номера магазина, количества боеприпасов в нем, с признаком «примкнут-отстыкован» магазин к стрелковому оружию. Количество патронов в магазине определяется уровнем напряжения на информационном входе микроконтроллера транспондера 3, который дискретно изменяется при перемещении в корпусе магазина 1 подавателя патронов 5 и замыкании толкателем контактов 6 электрически защищенного контакта в матрице сопротивлений 4 в соответствии с количеством патронов в опрашиваемом счетчиком магазине. Ответный сигнал транспондера 3 счетчика патронов в опрашиваемом считывающем устройстве 9 магазине стрелкового оружия кодируется с формированием адреса и посредством его ВЧ-интерфейса передается на считывающее устройство 9 счетчика. В считывающем устройстве 9 принятые данные демодулируются, декодируются, по ним идентифицируется опрашиваемый магазин и определяется число патронов в нем. Данная информация с микропроцессора считывающего устройства 9 счетчика патронов в магазине посредством стандартного для передачи данных внешнего коммуникационного интерфейса RS-232 или RS-485 передается на внешний для счетчика патронов дисплей информационного устройства в экипировке стрелка (например, с индикацией на дисплее наручного браслета, с индикацией на очки стрелка или на прицеле стрелкового оружия). Периодичность опроса состояния счетчика патронов в магазине определяется в 50 мс. Она может быть уменьшена с повышением скорострельности стрелкового оружия.

Техническая реализация счетчика патронов практически не затратна, с минимальными изменениями в магазинах стрелкового оружия в виде мелких технологических отверстий в их корпусе и не предусматривает конструктивных изменений в самом стрелковом оружии. Предлагаемый счетчик патронов в магазине стрелкового оружия может быть применен для любого вида оружия (автомата, карабина, пистолета и др.), заряжаемого с казенной части. Основное отличие в конструкции счетчика патронов будет определяться максимальным количеством патронов, снаряжаемых в используемых магазинах.

Предлагаемый счетчик патронов в магазине стрелкового оружия реализуется на известных

промышленно выпускаемых элементах электрических схем для RFID-систем различного назначения, что хорошо показано на различных примерах в [6].

Разработанный счетчик патронов в магазине может быть использован для создания автоматизированной системы сбора информации в реальном времени о количестве произведенных выстрелов из стрелкового оружия и количестве патронов, оставшихся в магазинах оружия, как примкнутых, так и не примкнутых к стрелковому оружию, целого подразделения стрелков. Построение счетчика на основе системы радиочастотной идентификации может способствовать осуществлению быстрого поиска для стрелка при полном расходе собственного боезапаса магазина с оставшимися патронами у другого стрелка, неспособного вести стрельбу и дать информацию о количестве патронов, находящихся у него. Для этого должна быть возможность увеличения дальности действия ВЧ-интерфейса считывающего устройства 9 (повышение мощности на его выходе).

Еще одним направлением применения счетчика патронов в магазинах стрелкового оружия с использованием системы радиочастотной идентификации могут быть автоматизированные системы контроля наличия боеприпасов в снаряженных магазинах в местах несения караульной службы.

Литература

1. Патент РФ № 93039586/02, 02.08.1993. Боровский П.Д., Камалов Р.А., Чугуевский С.В., Якимов О.Н. Магазин с указателем наличия патронов для стрелкового оружия // Патент России №2117231. 1998.
2. Патент РФ № 2002116007/02, 18.06.2002. Баранов В.В., Безбородов Н.А., Знахурко В.А., Иванов В.Н., Саморядов А.В., Турыгин Ю.А., Щитов В.Н. Магазин с указателем количества боеприпасов // Патент России № 2206036. 2003. Бюл. № 16.
3. Патент РФ № 2008125222/11, 24.06.2008. Топалов Н.Н. Счетчик оставшихся в магазине

патронов для стрелкового оружия // Патент России № 2427779. 2009. Бюл. № 36.

4. Патент РФ № 2007133093/02, 04.02.2005. Дельгадо А.Р. Счетчик патронов // Патент России № 2370718. 2009. Бюл. № 29.

5. Патент РФ № 2021104867, 25.02.2021. Савельев М.А., Косинов Е.С., Чернышов А.П. Счетчик патронов в магазине стрелкового оружия // Патент России № 2758503. 2021. Бюл. № 31.

6. Финкенцеллер К. RFID-технологии. Справочное пособие. Пер. с нем. Союнханова Н.М. — М.: ДМК Пресс, 2016. 490 с.

References

1. Patent of the Russian Federation No. 93039586/02, 02.08.1993. Borovsky P.D., Kamalov R.A., Chuguevsky S.V., Yakimov O.N. A magazine with an indication of the availability of cartridges for small arms // Russian Patent No. 2117231. 1998.
2. Patent of the Russian Federation No. 2002116007/02, 06/18/2002. Baranov V.V., Bezborodov N.A., Znakhurko V.A., Ivanov V.N., Samoryadov A.V., Turygin Yu.A., Shields V.N. Magazine with an index of the amount of ammunition // Patent of Russia No. 2206036. 2003. Byul. No. 16.
3. Patent of the Russian Federation No. 2008125222/11, 06/24/2008. Topalov N.N. Counter of small arms cartridges remaining in the store // Russian Patent No. 2427779. 2009. Byul. No. 36.
4. Patent of the Russian Federation No. 2007133093/02, 04.02.2005. Delgado A.R. Cartridge counter // Patent of Russia No. 2370718. 2009. Byul. No. 29.
5. Patent of the Russian Federation No. 2021104867, 02/25/2021. Savelyev M.A., Kosinov E.S., Chernyshov A.P. The cartridge counter in the small arms store // Russian Patent No. 2758503. 2021. Byul. No. 31.
6. Finkenzer K. RFID technologies. Reference manual. Trans. from it. Soyunkhanova N.M. — M.: DMK Press, 2016. 490 p.