

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
РАДИОЧАСТОТНЫХ МИКРОСХЕМ**

**РАДИОЖИЛІКТІ МИКРОСҰЛБАЛАРДЫ ҚОЛДАНЫП МОБИЛЬДЫ ОБЪЕКТІЛЕРДІ  
СӘЙКЕСТЕНДІРУ**

**IDENTIFICATION OF MOBILE OBJECTS USING RFID CHIPS**

*В.З. КРУЧЕНЕЦКИЙ, А.В. БУРЬЯН, А.А. КАЛАБИНА*  
*V.Z. KRUCHENETSKY, A.V. BURIAN, A.A. KALABINA*

(Алматинский технологический университет)  
(Алматы технологиялық университеті)  
(Almaty Technological University)  
E-mail: [anesti-an@mail.ru](mailto:anesti-an@mail.ru)

*Рассматриваются пути, конструктивно-технологические особенности использования одноразовых компьютеров на базе радиочастотных интегральных микросхем RFID (Radio Frequency Identification) в системе идентификации, регистрации, учета и анализа мобильных объектов в широком диапазоне их параметров и характеристик, областей применения.*

*Параметрлері және сипаттамаларының, қолданылу аймақтарының кең ауқымында мобильды объектілерді сәйкестендіру, тіркеу, есепке алу және талдау жүйесінде rfid (radio frequency identification) радиожілікті интегралды микросұлбалар негізінде жұмыс істейтін, бір рет пайдаланылатын компьютерлерді қолданудың құрылымды-технологиялық ерекшеліктері, жолдары қарастырылған.*

*The ways, design and technological features of the use of disposable computers based on radio frequency integrated circuits RFID (Radio Frequency Identification) system identification, registration, recording and analysis of moving objects in a wide range of parameters and characteristics, application areas.*

**Ключевые слова:** идентификация, одноразовые компьютеры, радиочастотные интегральные микросхемы.

**Негізгі сөздер:** сәйкестендіру, бір рет пайдаланылатын компьютерлер, радиожілікті интегралды микросұлбалар.

**Key words:** identification, disposable computers, radio frequency integrated circuits.

**Введение**

Как известно, идентификация мобильных объектов, например, продукции, движущейся по конвейеру, автотранспорта, подвижного состава представляет значительный интерес. Существующие методы такой идентификации сводятся в основном к принципам контактной, электромагнитной реализации и видеонаблюдения. Они связаны с рядом неудобств, ограничений и недос-таточной надежностью, сложностью или зачастую невозможностью учета и

контроля ряда параметров, в частности групповых, даже немногочисленных, мобильных объек-тов. Одним из путей решения таких проблем может стать применение одноразовых компьютеров в виде радиочастотных инте-гральных микросхем RFID (Radio Frequency Identification).

Интегральные микросхемы (ИМС) уже сегодня повсеместно окружают нас, например, как встраиваемые в детские игрушки. Они имеют малые размеры, низкое

энергопотребление [1]. На эти микросхемы устанавливаются миниатюрные приемопередатчики радиосигналов. Разрядность ИМС отличается разнообразием и может составлять десятки-сотни, что позволяет записать большое число параметров, подлежащих идентификации, например, для автомобилей: марку, тип, государственный номер, номер шасси, двигателя, грузоподъемность и т.д., для коробок или других расфасованных продуктов, например, крупа, название, состав, калорийность, вес, дата изготовления, срок годности и т.д. При получении радиосигнала на расстоянии с внешней антенны микросхема отправляет ответный сигнал со считываемыми данными, подлежащими идентификации регистратором (считывателем), возможными для обработки на компьютере, отображения или выдачи в желаемом виде и разрезах.

Микросхемы RFID – миниатюрные, весьма дешевые (стоят за рубежом единицы-десятки центов), легко крепятся к различным поверхностям объектов, например, на клей.

Технологические основы использования микросхем RFID стремительно развиваются. Наиболее миниатюрные из микросхем обычно пассивные, т.е. не содержат внутреннего источника питания; их возможности ограничиваются передачей уникального идентификатора по внешним запросам. Несколько большие по размерам микросхемы RFID - активные; в них могут быть встроены аккумуляторы и элементарный компьютер (контроллер) и соответственно они способны выполнять некоторый набор вычислительных операций.

#### ***Объекты и методы исследований.***

Целью и задачей данной статьи является:

- описание возможностей эффективного использования радиочастотных интегральных микросхем, как одного из направлений передовых информационных технологий в приложении к актуальным задачам идентификации мобильных объектов;

- рассмотрение путей, конструктивно-технологических особенностей использования одноразовых компьютеров на базе радиочастотных интегральных микросхем RFID (Radio Frequency Identification) при идентификации на примере автотранспорта и

подвижного состава в широком диапазоне их параметров и характеристик, областей применения.

Идентификация, учет и анализ мобильных объектов, в том числе интенсивности движения автотранспорта, подвижного состава имеет огромное народно-хозяйственное значение, ибо автомобильные, железные дороги - артерии жизни страны, определяющие не только ее экономическое состояние, развитие, но и благосостояние людей, их социальные и другие блага. Одноразовые компьютеры вообще, и радиочастотные интегральные микросхемы RFID в частности, являются одним из направлений новых информационных технологий и могут быть эффективно использованы в различных отраслях науки, техники, народного хозяйства, например: идентификации товаров, услуг, как в сфере производства, так и обслуживания. Они позволяют автоматизировать учет товаров, услуг, что очень важно не только в статическом (неподвижные объекты), но и динамическом режимах (мобильные объекты). Использование радиочастотных интегральных микросхем принесет огромный эффект.

Ценность данного направления обусловлена тем, что использование одноразовых компьютеров является инновационным направлением передовых информационных технологий, но пока требует многих вопросов исследований, например, в части автоматизации процессов, использующих микросхемы RFID, в плане выбора и обоснования частоты радиосигналов, схемотехники приемопередатчиков, антенн, программного обеспечения. Не менее важным является исследование вопросов прикладного использования в технологических и других процессах применения одноразовых компьютеров применительно к различным отраслям народного хозяйства, например, в легкой и пищевой промышленности - в целях учета и анализа выпуска, реализации продукции, повышения ее качества; в отрасли транспорта и коммуникаций - в целях учета и анализа интенсивности движения автотранспорта, подвижного состава и решения на такой основе многочисленных задач развития,

совершенствования сети дорог, перевозки грузов и пассажиров. Идентификация многих параметров автотранспорта и подвижного состава открывает широкую возможность одновременно решать и другие важные задачи в вопросах безопасности дорожного движения, судебной экспертизы, таможенного провоза грузов, коммуникационных технологий и др.

Научно-практическая ценность использования одноразовых компьютеров очевидна: позволит получить несомненный экономический, технический эффект, стимулировать дальнейшее совершенствование технологических процессов, учет, контроль, отчетность, управление производством и потреблением. Весьма важно, что учет параметров идентификации мобильных объектов подлежит автоматизации и передаче их на любые расстояния с использованием коммуникационных сетей, в том числе дистанционного управления и связи, включая спутниковые системы.

При исследовании возможности использования радиочастотных ИМС в рамках данной статьи сформулированы цели, задачи проекта, пути реализации, определены основные конструктивно-технологические решения. Подлежат исследованию, выбору и обоснованию частоты сигналов приемопередатчика, от которых зависит дальность действия системы. Известно, что чем выше частота используемых сигналов, тем меньше расстояние до объектов идентификации. Экспериментальное исследование системы не вызывает непреодолимых трудностей, сомнений в ее работоспособности и эффективности. Более тщательному обоснованию подлежит выбор параметров идентификации мобильных объектов, от которых

напрямую будет зависеть формирование базы данных, ее системы управления (СУБД). Программная реализация СУБД и в целом системы учета, анализа идентифицируемых параметров, также не вызывает особых трудностей.

Принципы, идеи оценки, параметров мобильных объектов, например, расфасованных продуктов питания, учета интенсивности движения и автотранспорта и подвижного состава, идентификации их параметров с использованием одноразовых компьютеров в виде радиочастотных интегральных микросхем RFID, остаются неизменными [2]. Разница состоит лишь в конструктивно-технологической реализации и выборе параметров идентификации соответственно конкретных объектов. Последние естественно могут отличаться в зависимости от требований потребителей информации, характера, специфики решаемых задач и других особенностей.

Некоторые сведения об одноразовых компьютерах на основе радиочастотных ИМС RFID даны ниже. Интегральные микросхемы RFID отличаются относительным многообразием и, как пример, имеют вид (рис 1):

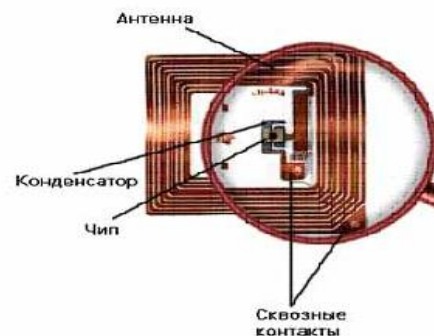


Рисунок 1 - Микросхема RFID.

Принципиальная схема RFID представлена на рисунке 2.

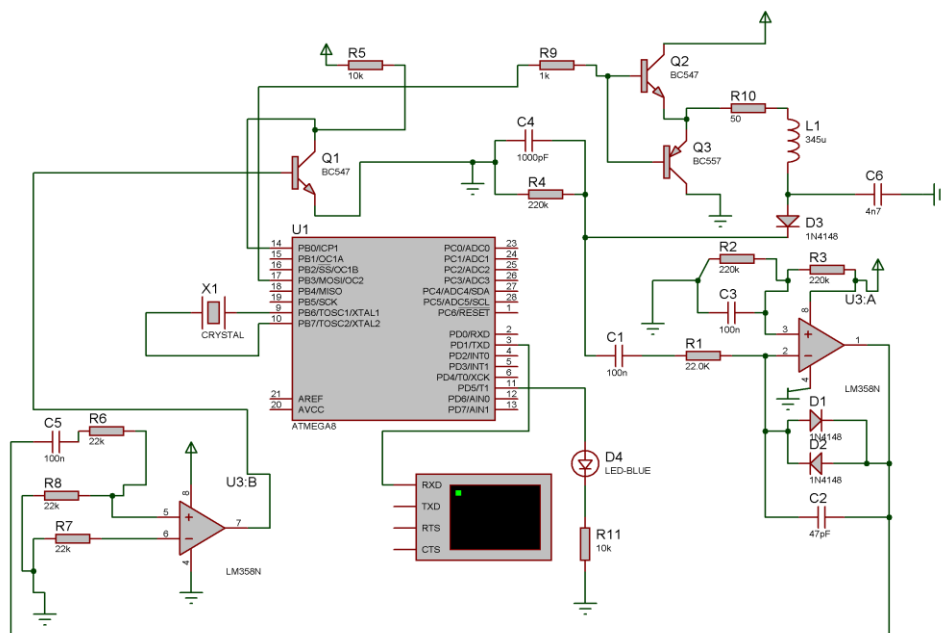


Рисунок 2 - Принципиальная схема RFID.

Диапазон частот, стандарты и сферы применения некоторых RFID следующие:

Таблица 1

Диапазон частот	Рабочая частота	Стандарт	Приложения
Низкие частоты (Lf)	125-150 КГц	ISO14223 ISO11784 ISO11785 ISO18000-2	Применяется в системах контроля и идентификации, в т.ч. параметров автомобилей
Высокие частоты (Hf)	1356 МГц	ISO14443 ISO15693 ISO10373 ISO18000-3	Применяется для идентификации товаров, книг в библиотечных системах
Сверхвысокие частоты (Uhf)	860-960 МГц 2.4 – 5 ГГц	U-CODE ISO18000-4 ISO18000-5	Применяется в системах логистики и учета движения транспорта. Отличительная особенность – повышенная дальность и высокая скорость чтения

Работа системы происходит следующим образом: на стойке или на какой-либо подставке размещается приемо-передатчик сигналов с антенной (рис 3). На мобильный объект устанавливается микросхема RFID - (например, приклеивается). Предварительно на микросхему заносятся параметры, подлежащие идентификации. Микросхема в свою очередь имеет также приемопередатчик, но крошечных размеров. Сигналы с антенны излучающего передатчика, принимаемые приемником

RFID, активизируют ее и поступают на считыватель, идентифицируя соответствующие параметры, фиксируются им (считывателем) и следуют на обработку в компьютер. Последний может быть соединен со считывателем непосредственно по месту его расположения, либо по коммуникационным каналам для передачи на расстояния, используя, например, Wi-Fi .

Типичная схема идентификации мобильных объектов может быть представлена, как показано на рис.1.

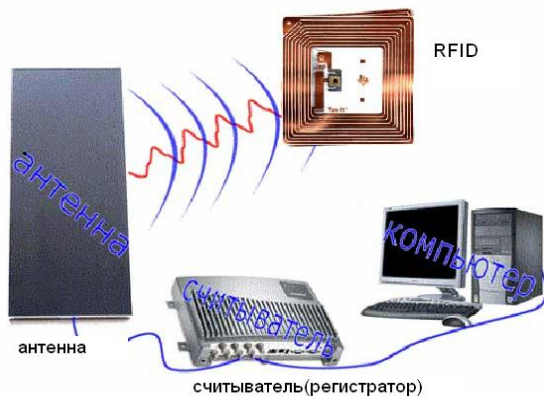


Рисунок 3 - Схема работы системы с использованием RFID.

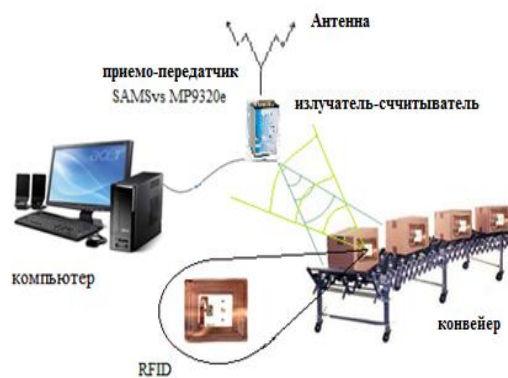


Рисунок 4 - Схема использования микросхем RFID для идентификации движущихся объектов по конвейеру.

Расстояние от приемо-передатчика до мобильных объектов зависит от мощности излучения передатчика, чувствительности приемника, особенностей антенны, частоты

сигнала и может составлять порядка десяти метров. Некоторые имеющиеся типовые решения приемо-передатчиков представлены на рис 4.

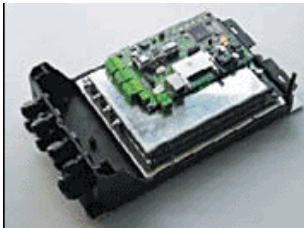


	Feig LRU1000	SAMSys MP9320e	SIRIT INfinity 510
Внешний вид			
Мощность, Вт	0,1-2		
Интерфейсы	RS-232, RS-485, Ethernet, WLAN	RS-232, RS-485, Ethernet	RS-232, Ethernet
Стандарты	ISO18000-6A/B Philips U-Code EPC Class1 EPC Class1 Gen2	ISO18000-6A/B Philips U-Code EPC Class0/0+ EPC Class1 EPC Class1 Gen2 EM4022/4222/4223 Intellitag	ISO18000-6B Philips U-Code EPC Class1 Gen2
Дальность, м	до 5	до 4	до 4
Диэлектрик	до 12	до 10	до 9
Металл			
Габариты, мм	180x320x110	127x178x241	220x300x56
Вес, кг	1,6	1,8	2,05

Рисунок 5 - Типовые решения приемо-передатчиков.

Число идентифицируемых параметров зависит от разрядности RFID и может достигать 128 [1]. Параметры идентификации

могут быть в цифровой или аналоговой форме, представленной кодами. Запись этих кодов подобна записи программ, например,

как в постоянное запоминающее устройство компьютера, через программатор, или магнитной записи, как на смарт-карты.

Для идентификации мобильных объектов важным является решение концептуальных вопросов конструктивно-технологического характера, включая размещение, как приемо-передатчика, так и самой микросхемы на объекте идентификации. При этом возможны различные варианты и их сочетания. Так, например, в части идентификации, учета интенсивности движения автотранспорта без сомнения на первый план выдвигается схема расположения приемо-передатчика и микросхемы на объектах учета их интенсивности движения. Поскольку диаграмма направленности излучаемых сигналов зависит от антенны, а последняя представляет из соображений желаемых минимальных размеров, в основном диполь с использованием магнитных материалов, то она не обладает когерентным излучением и не является узконаправленной. Кроме того, в качестве внешней антенны может использоваться patch-антенна Aerosolutions с круговой поляризацией.

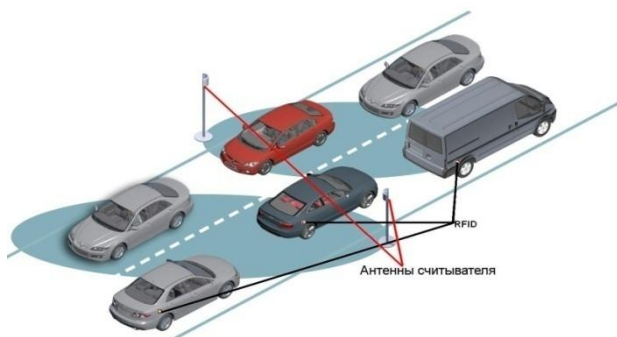


Рисунок 6 - Учет интенсивности движения и идентификация параметров автотранспорта.

Параметры и характеристики идентифицируемых объектов в значительной степени зависят от параметров микросхем RFID. Так, на расстояние до идентифицируемых объектов непосредственно влияют: частота сигнала, их мощность излучения передатчиком излучателя и чувствительность приемника, считывателя, диаграмма направленности антенн [1,2]. Очевидно, что на расстоянии до идентифицируемых объектов, кроме указанных параметров, должна сказываться и скорость движения (перемещения)

Поэтому, антенна может быть установлена на стойке не с особо строгой ориентацией на интегральную схему, в частности, по горизонтали, Это, в свою очередь, жестко не ограничивает размещение RFID на автомобиле по вертикали и, следовательно, не предъявляет строгих требований к установке ее на различных типах автомобилей или иных транспортных средствах, всегда отличающихся по высоте. Основное требование по размещению интегральной схемы на автотранспортном средстве – это ее сторона, обращенная к антенне. Очевидно, конструктивно схема размещения приемо-передатчика и интегральной схемы при идентификации автотранспорта имеет вид рис. 6.

Что касается размещения интегральной схемы на транспортном средстве. Она может быть установлена на лобовом стекле (рис. 6), бампере, или на борту, со стороны направления на него излучающей сигналы антенны, но для уверенного приема-передачи сигналов не должна быть защищена экранирующими материалами.



Рисунок 7 - Размещение RFID на лобовом стекле.

объектов, обусловленная доплеровским эффектом [3]. Суть эффекта Доплера состоит в изменении частоты и, следовательно, длин волн сигналов, регистрируемых приемником, вызванного движением их источника и/или приемника. В отличие от известных систем определения расстояния до объектов или их скорости движения, местоположения на основе использования эффекта Доплера, где в основном рассматриваются случаи удаления или приближения наблюдаемых объектов, при идентификации мобильных объектов,

например, в случае конвейера, мы наблюдаем изменение угла места объекта, что также равносильно его удалению от излучателя и считывателя сигналов или приближению к ним и также наличию доплеровского эффекта. Очевидно, что если источник волн движется относительно среды, то длина волны (расстояние между гребнями волн) зависит от скорости и направления движения; если источник движется по направлению к приёмнику, то есть догоняет испускаемую им волну, длина волны уменьшается, если удаляется – длина волны увеличивается. В общем случае длина волны равна:

$$\lambda = \frac{(c - v)}{\omega_0} \quad (1)$$

где:  $\omega_0$  - частота, с которой источник испускает волны,  $c$  - скорость распространения волн в среде,  $v$  - скорость источника волн относительно среды (положительная, если источник приближается к приёмнику и отрицательная, если удаляется). Частота, регистрируемая неподвижным приёмником, определяется, как:

$$\omega = \frac{c}{\lambda} = \omega_0 \frac{1}{\left(1 - \frac{v}{c}\right)} \quad (2)$$

Для неподвижного источника и движущегося приёмника

$$\omega = \omega_0 \left(1 + \frac{u}{c}\right) \quad (3)$$

где:  $u$  - скорость приёмника относительно среды (положительная, если он движется по направлению к источнику). Подставляя значение частоты  $\omega$  из (1) вместо  $\omega_0$  в (2), в общем случае имеем:

$$\omega = \omega_0 \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)}{\left(1 - \frac{v}{c}\right)} \quad (4)$$

Из (1 - 4) нетрудно определить длину волны сигнала и ее значимость при оценке расстояния до идентифицируемого объекта.

Выберем микросхемы RFID стандарта U-CODE ISO 18000-5 с частотой 2,2 ГГц, приемо-передатчик с типовым решением SIRIT Infinity, позволяющим идентифицировать объекты на удалении до 9 м. [1]. Рассмотрим пример идентификации объекта, движущегося со скоростью, пусть мало вероятной для конвейера, но 100 км/час, т.е. 27,8 м/с. Из (1) получим, что длина волны равна 0,021698931 м, а значение круговой частоты  $\omega$  из (2-4) соответственно 13816001258 гц, или циклическая частота, принимаемая с учетом эффектом Доплера, определится, как

$$F = \frac{w}{2\pi} = \frac{13816001258}{6.28} = 2200000200 \text{Гц}$$

То есть, частота Доплера, в данном случае, равная разнице между найденной выше и частотой RFID, составляет 200 гц и лежит в пределах полосы пропускания приемника, не превышающей в худшем случае 1% от 2,2 ГГц. Аналогично можно рассчитать частоту Доплера при других скоростях движения идентифицируемых объектов [3]. Но ясно, что они более вероятные, чем принятая выше в примере, и, следовательно, не вносят существенного вклада в допустимое расстояние до объекта идентификации для используемой микросхемы U-CODE ISO 18000-5 и соответствующего приемо-передатчика.

#### **Заключение**

Представленные сведения отражают использование инновационных технологий при решении таких важных задач, как идентификация мобильных объектов. В качестве основного сенсорного элемента рассмотрено одно из передовых средств информационных технологий – одноразовые компьютеры на базе радиочастотных интегральных схем RFID. Указанные схемы уже сегодня достигли высокого уровня совершенства и являются перспективной и динамичной областью научных исследований и практического использования.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Таненбаум Э. Архитектура компьютера, 5-изд.- СПб.- Питер, 2009. -844 с:-ил.

2. Крученецкий В.З., Кузина А.А., Сахова К.А. К использованию одноразовых компьютеров при идентификации продуктов, товаров, услуг, автоматизации их учета, выпуска, реализации. /Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии продуктов здорового питания, их качество и безопасность», посвященной 20-летию Независимости Казахстана и 20-летию Национальной Академии Республики Казахстан.- Алматы, 20-21 октября 2011. – С.223-225.

Крученецкий В.З., Бурьян А.В., Аста-фуров К.В. О влиянии частоты Допплера на параметры идентификации мобильных объектов.- /Материалы международной научно-практической конференции «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства» 17-18 октября 2013, Алматы, 2013.- С.99-101.