

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Санкт-Петербургский  
государственный университет аэрокосмического приборостроения

---

А. А. Востриков, В. П. Калужный, М. Б. Сергеев

ПЛАСТИКОВЫЕ КАРТЫ  
С ОТКРЫТОЙ ПАМЯТЬЮ

Учебное пособие

Санкт-Петербург  
2002

УДК 681.3.04(075)

ББК 32.973-04

В78

**Востриков А. А., Калюжный В. П., Сергеев М. Б.**

В78 Пластиковые карты с открытой памятью: Учеб. пособие/ СПбГУАП. СПб., 2002. 104 с.: ил.

Рассматриваются технологические вопросы организации смарт-карт, стандарты на их параметры. Изложены основные вопросы организации взаимодействия универсального контроллера смарт-карт с компьютером, в том числе при работе в сетях. Описаны протоколы I<sup>2</sup>C, RS-232, ASK-BUS, команды универсального контроллера, алгоритмы шифрации по ГОСТ 28147-89.

Приведены примеры программной реализации фрагментов систем с использованием универсального контроллера смарт-карт.

Учебное пособие предназначено для студентов старших курсов, обучающихся по специальностям 220101, 201600 и по направлению 552800.

Рецензенты:

кафедра информатики и информационных таможенных технологий  
Российской таможенной академии им. В. Б. Бобкова;  
доктор технических наук профессор *З. М. Юлдашев*

Утверждено

редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

Учебное издание

**Востриков Антон Александрович**  
**Калюжный Виталий Павлович**  
**Сергеев Михаил Борисович**

## ПЛАСТИКОВЫЕ КАРТЫ С ОТКРЫТОЙ ПАМЯТЬЮ

Учебное пособие

Редактор *А. В. Семенчук*

Компьютерная верстка *А. Н. Колешко*

---

Сдано в набор 02.09.02. Подписано к печати 23.10.02. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,16. Усл. кр.-отт. 6,75. Уч. -изд. л. 6,54. Тираж 150 экз. Заказ № 446.

---

Редакционно-издательский отдел

Отдел электронных публикаций и библиографии библиотеки

Отдел оперативной полиграфии

СПбГУАП

190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 67

© СПбГУАП, 2002

© А. А. Востриков, В. П. Калюжный,  
М. Б. Сергеев, 2002

## ПРЕДИСЛОВИЕ

С момента появления и до настоящего времени развитие и внедрение смарт-технологий происходит такими стремительными темпами, что трудно найти этому аналогичное сравнение в других областях жизнедеятельности человека. Следствием этого и одновременно показателем стремительности развития служит появление множества новых видов технических устройств и систем, используемых в военных, банковских, страховых, медицинских, бытовых и многих других сферах. В качестве носителя информации здесь выступают смарт-карты. Все это приводит к необходимости изучения смарт-технологий при подготовке инженеров по многим специальностям в области информационных технологий, защиты информации, систем управления, банковских систем и др.

Зарубежное происхождение рассматриваемых смарт-технологий, отсутствие отечественной учебной литературы и лабораторной базы привело к необходимости создания универсального контроллера смарт-карт и написания учебного пособия, систематизирующего информацию о технической стороне вопроса, а также выявляющего современные тенденции в проектировании и организации систем.

Значительное место в пособии занимают технические сведения, ставшие классическими на настоящее время. Это относится к способам защиты информации с использованием алгоритмов шифрации данных по российскому ГОСТ 28147-89; интерфейсу, по которому происходит обмен данными с карточками; вопросам структурной организации смарт-карт и стандартам на их параметры; протоколам взаимодействия с универсальным контроллером.

При написании данного учебного пособия авторы использовали свой богатый инженерный опыт разработок и создания реальных систем, использующих смарт-карты как средства идентификации и расчетов, а также предоплаты за потребляемые энергоресурсы на основе сетевых решений.

Авторы считают, что приведенные примеры программной реализации на персональном компьютере фрагментов систем с использованием

ем универсального контроллера смарт-карт позволят студентам приобрести навыки самостоятельной реализации на основе смарт-карт систем идентификации, защиты информации и компьютеров от несанкционированного доступа, систем защиты от несанкционированных действий и др.

## Список используемых сокращений

ПУ	– периферийное устройство
DTE	– терминальное оборудование
DCE	– связное оборудование
DMA	– прямой доступ к памяти
PPI	– программируемый интерфейс периферии
NMI	– немаскируемое прерывание
UART	– универсальный асинхронный приемопередатчик
BIOS	– базовая система ввода/вывода
DOS	– дисковая операционная система
DES	– стандартный алгоритм шифрования данных (США)
ASCII	– американский стандартный код обмена информацией
POST	– тест, выполняемый после включения питания
COM port	– COMunication port, последовательный порт
ISO	– международная организация по стандартам (МОС)
LAN	– локальная сеть
EIA	– ассоциация электронной промышленности
FIFO	– First-In, First-Out (первый вошел, первый вышел)
EEPROM	– энергонезависимая память, допускающая возможность оперативной записи и считывания информации

## **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛАСТИКОВЫХ КАРТ**

Понятие «пластиковая карта с интегрированным чипом», или «смарт-карта» («smart» от английского – умный, смекалистый) плавно вошло в современную жизнь как олицетворение новейших технологий, базирующихся на их основе. Первая пластиковая карта с интегрированным в нее чипом была создана в 1974 г. независимым французским изобретателем Роландом Морено (Roland Moreno). Сегодня такие карточки пришли на смену карточкам с магнитной полосой, что и определило довольно тернистый путь «умных» собратьев «магниток». Прошло много лет, прежде чем это, без сомнения, технически более совершенное устройство заняло достойное место в роду пластиковых карт.

### **1.1. Сферы использования пластиковых карт**

Появившись, как альтернатива карточкам с магнитной полосой, смарт-карты вытесняют последних из традиционных сфер их использования, которые можно разделить на следующие группы.

Первая группа объединяет в себе финансовые приложения: хранение денег или эквивалента денег, электронная коммерция, ведения банковских счетов и баланса предприятия, другие банковские операции. Главное достоинство карточек, входящих в эту группу, – способность противостоять попыткам взлома или кражи. Идентификация владельца производится при помощи персонального идентификационного номера (Personal identification number) – PIN-кода.

Вторая – приложения, удостоверяющие права пользователя в момент обращения к ресурсам общего пользования (и поэтому не столь привлекательные для взлома), не требующие уникальной идентификации и, возможно, не столь надежные карточки, обеспечивающие безопасную работу в сети учебных учреждений, интеллектуальные дисконтные карты на товары повседневного спроса (любой из членов семьи, организации или ее подразделения вправе пользоваться дисконтной кар-

той), библиотечные, гостиничные, стояночные и клубные карточки, карточки сотовых телефонов и т. п.

Третья группа – приложения, для которых абсолютно критична индивидуальность владельца смарт-карты, но хранимая информация вообще не носит финансового характера. Это контроль прав доступа к определенным ресурсам (доступ на стратегические объекты, в системы расчетов банк–клиент и др.), предотвращение несанкционированных действий и др.

Следует отметить, что смарт-технология находит и другие области применения, такие как замена ключей, железнодорожных и авиационных билетов, медицинских карт, студенческих удостоверений. Разрабатываемые уже сегодня электронные паспорт и медицинская карта – аналоги бумажных «паспорта» и «истории болезни» в обычном понимании. Объем информации, которая может быть размещена на смарт-карте, в настоящее время составляет десятки килобайт, что вполне достаточно для всех перечисленных применений.

Принципиально новые возможности открывает объявленная фирмой Sun инициатива по поддержке смарт-карт Web-браузерами, в первую очередь браузером HotJava. Помимо идентификации личности самого пользователя, такой браузер, избавляющий его от обременительной процедуры введения/запоминания пароля, может проверять цифровые подписи и контролировать полномочия и действия всех загружаемых им приложений из среды Интернет.

На выставке Comdex2000 компания Numetrix представила особую смарт-карту доступа Netissimo, которая, работая с устройством, имеющим выход в Интернет (мобильный телефон, портативный компьютер и др.), обеспечивает автоматическое соединение и загружает какой-либо из запрограммированных сайтов. При этом используются записанные вне настройки, а не установки провайдера. В памяти Netissimo содержатся URL-адреса, логины и пароли доступа к заданным страницам. Таким образом, смарт-карта является электронным пропуском для посещения определенных сайтов, осуществляющих загрузку без ее владельца. Приведенные примеры использования смарт-технологии, учитывая нарастающий бум мобильного Интернета, очень актуальны и современны.

Перечисленные и другие применения не вызывают лавинообразного роста числа узкоспециализированных разновидностей смарт-карт, а удовлетворяются существующими их видами и обслуживаются одними и

теми же устройствами. Согласно прогнозам, в течение ближайших 5 лет в мире будет изготавливаться и использоваться до 1 млрд пластиковых карт в год, хотя такой объем производства был зафиксирован уже в 1998 г. (количество находящихся в обращении кредитных карт достигают 900 млн). При этом 95% общего количества эмиссии смарт-карт приходится на развитые страны Европы и Северной Америки, Южную Африку и Юго-Восточную Азию. Последняя известна как регион наиболее взрывного роста популярности смарт-карт. По ряду причин использование смарт-карт в России более предпочтительно, чем магнитных карточек. Основной причиной можно назвать неразвитость и низкое качество электронных коммуникаций, так необходимых для авторизации и проведения транзакций с использованием карточек с магнитной полосой.

В начале третьего тысячелетия, по мнению экспертов, в мире единовременно в обращении будет находиться около 3 млрд смарт-карт. По использованию будут доминировать различные финансовые сервисы, а также обеспечение безопасности в приложениях для сотовых телефонов, компьютерных игр и телевидения, хотя возможно и коренное изменение этих пропорций. Эксперты предсказывают, например, неминуемую интеграцию технологии смарт-карт с новейшими изобретениями в области идентификации личности на основе распознавания уникальных биологических параметров человеческого организма.

Мировой опыт использования смарт-технологий указывает на то, что наиболее впечатляющие результаты от расширения сфер их использования ожидаются не от усложнения элементной базы смарт-карт, а от развития ее интеллектуальных качеств.

## **1.2. Характеристики смарт-карт**

Смарт-карты, в противовес магнитным карточкам, имеют ряд существенных преимуществ.

Во-первых, *стойкость к внешним воздействиям*. Смарт-карту можно окунать в воду, держать в кармане, ронять, класть на постоянный магнит и т. д.; стандарт на них специфицирует защиту от воздействия статического электричества. Единственное механическое движение, которое происходит при помещении карты в устройство считывания (считыватель, смарт-ридер), – это собственно помещение, а для бесконтактных смарт-карт нет даже и этого.

Во-вторых, *безопасность и защищенность информации*. В отличие от магнитных карт, которые можно переделать путем копирования на

оборудовании стоимостью менее 1000 дол. США, процесс создания смарт-карт под силу только крупной промышленной компании. На этапе производства чипов в них вносятся уникальные коды, позволяющие в дальнейшем производить действия с ними. Партия смарт-карт и партия их кодов доставляются потребителю разными путями, что гарантирует невозможность утечки «болванок» и использования их для подделок. На этапе непосредственного использования смарт-карт действия становятся возможными только при вводе PIN-кода владельца. В противном случае карта «молчит». Против попыток подбора PIN-кода (более определенного заранее числа раз) используется система блокировки карточки. Кроме того, современная смарт-карта содержит в себе специальные программно-аппаратные средства криптографической защиты всей содержащейся информации.

В-третьих, *удобство работы*. Смарт-карта содержит всю необходимую информацию о ее владельце (группе владельцев), количестве средств, его правах и др., которыми он (они) могут пользоваться. Работа со смарт-картой не требует режима on-line.

Есть и другие преимущества смарт-карт – это *стоимость и гибкость*. Когда считают общую стоимость системы, использующей пластиковые карты, принимают во внимание стоимость изобретения, издания, замены и обновления самих карт и ридеров (терминалов), их надежность и долговечность, необходимость использования телекоммуникационного оборудования. С учетом сказанного смарт-карта предлагает самое экономичное решение. Смарт-карта является и самым гибким звеном в цепи дальнейших расширений системы, использующей широкий диапазон электрически и физически совместимых смарт-карт, которые могут выполнять самые различные функции: от простого идентификатора личности до носителя файлов с высоким уровнем важности и секретности информации. Выбор смарт-карты – это часть большой политики достижения высокого уровня и эффективности приложения с одновременным снижением его себестоимости.

Смарт-технология бурно развивается, и в обозримом будущем можно ожидать того, что смарт-карты лишатся таких характерных особенностей, как наличие только чипа и контактного способа работы с ним. Сегодня происходит интенсивное вытеснение контактных карт их бесконтактными вариантами, в том числе и имеющими собственный источник питания, жидкокристаллический дисплей, встроенную антенну для бесконтактного ввода информации и клавиатуру (так называемые су-

персмарт-карты). Одна из первых промышленных реализаций этой технологии, носящая название Micro 680, была продемонстрирована компанией Gemplus на выставках Smart Card '98, прошедшей в апреле в Лондоне, и на CeBIT'98 в Ганновере в марте; значительно более широкий спектр был представлен на выставке JavaOne в Сан-Франциско в марте 1998 г.

### **1.3. Обзор смарт-карт и перспективы развития смарт-технологии**

Важнейшее преимущество смарт-карт перед обыкновенными пластиковыми картами с магнитной полосой состоит в том, что смарт-карта все необходимое для выполнения операций может производить самостоятельно, для пассивной же магнитной карты требуется обслуживание со стороны удаленного компьютера-сервера (как правило, доступ к базам данных для проведения транзакции) при участии торгового терминала (POS), банкомата (АТМ) или другого оборудования в режиме прямого доступа. Сеанс непрерывной связи, который необходим при работе пластиковой магнитной карты, делает ее нерентабельной в странах с высокими тарифами на сетевой трафик. В Европе к таким государствам относится, например, Франция. Именно в этой стране смарт-карты впервые были применены на практике. В России интерес к использованию смарт-карт обусловлен несколькими важными для нашей страны причинами:

во-первых, это плохое качество телефонных сетей, делающих режим on-line ненадежным;

во-вторых, высокий криминальный менталитет среднестатистического российского пользователя таких карточек;

в-третьих, использование технологий магнитных карт пришло на российский рынок с опозданием на много лет, в период расцвета смарт-технологии, что способствовало ее выбору как более новой и надежной.

Наиболее ярко выражен интерес к смарт-картам на азиатском рынке, участники которого до сих пор отдают предпочтение наличности перед использованием платежей в счет кредитов (что характерно для большинства стран запада, исключая, как ни странно, Швейцарию). Сегодня 4/5 всех платежей в Гонконге осуществляется через наличность. Но к 2003 г. азиатский регион обещает обеспечить приблизительно треть всего обращения смарт-карт.

Обычная смарт-карта – это пластиковая карта с расположенными на одной из ее сторон контактами. Размер, расположение и значение контактов смарт-карт, физические характеристики пластмассы, типы температурных допусков, а также другие требования определяет международный стандарт ISO-7618. Как правило, все производители смарт-карт гарантируют 100 000 циклов перезаписи и 10 лет хранения последней записи. Стоимость смарт-карточки у различных производителей колеблется от 1,5 до 12 дол. США. Стоимость услуг, предоставляемых эмитентами таких карточек, определяется их назначением и спектром предоставляемых услуг.

Имеется несколько типов пластмасс, используемых для смарт-карт. Основные типы – это PVC и ABS. Карточка из PVC может быть эмбоссирована (содержит надписи и имена выпуклыми словами), но ее нельзя утилизировать и переработать. Карточка из ABS не может быть эмбоссирована, но может быть переработана.

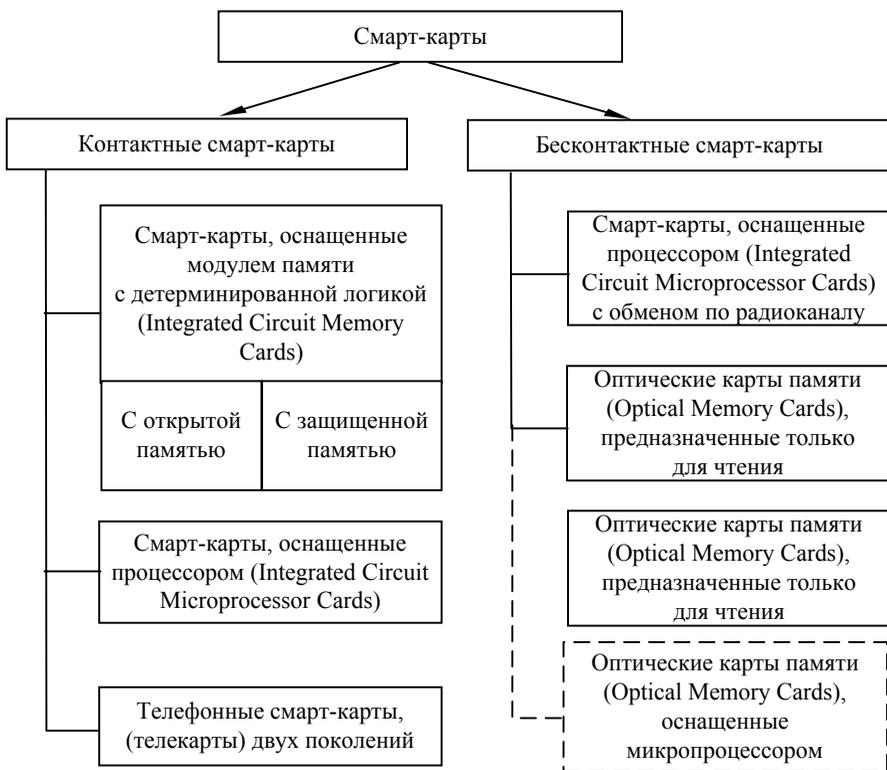
Несмотря на чрезвычайную широту спектра типов и подтипов существующих смарт-карт, приведем классификацию этого вида пластиковых карт. Она представлена на рис. 1.1, где пунктиром выделены перспективные разработки.

*Контактные смарт-карты с открытой памятью* реально представляют собой чипы электрически перепрограммируемой энергонезависимой памяти (EEPROM или ЭППЗУ). Чаще всего для обмена информацией с такой картой (т. е. сохранение информации и ее чтение) используется протокол I<sup>2</sup>C фирмы Philips. Это протокол последовательной передачи данных между двумя устройствами: «Master» (хозяин) и «Slave» (раб). Применение последовательного протокола передачи данных обусловлено ограниченным числом контактов.

Многие фирмы-изготовители чипов предлагают готовые кристаллы EEPROM для размещения на смарт-картах. Фирме-разработчику таких карт остается только разместить чип на ее поверхности и закрыть некоторым подобием микрокорпуса с металлическими контактами на поверхности.

*Карты с защищенной памятью* отличаются от описанных выше тем, что доступ к ячейкам памяти возможен только при вводе (передаче) заданной кодовой последовательности (пароля).

Наибольший интерес, естественно, представляют смарт-карты, обладающие собственным процессором, способным производить вычисления, криптографическое кодирование/декодирование данных, иден-



**Рис. 1.1. Классификация смарт-карт**

тификацию, а также умеющим оптимально использовать память. По физическим параметрам – это до 16 кбайт ПЗУ, до 512 байт ОЗУ и восьмиразрядный процессор. Такие карточки близки исходному варианту персонального компьютера IBM XT, хотя значительно уступают ему по объему памяти. Ввиду таких вычислительных мощностей смарт-карты с микропроцессором имеют встроенную микрооперационную систему, управляющую многими процессами внутри карты, а также обменом информацией со считывателем.

Микропроцессор на смарт-карте – это, как правило, восьмиразрядный процессор с RISC-архитектурой. Однако уже в 1998 г. было объявлено о разработке и выпуске для смарт-карт шестнадцати- и даже тридцатидвухразрядных микропроцессоров (в том числе, с процессором, выполняющим только криптографическое преобразование данных).

Программное обеспечение для микропроцессора на смарт-карте при разработке проходит те же этапы, что и при разработке программного обеспечения для микропроцессорных встроенных систем управления. Одной из ведущих операционных систем на рынке смарт-карт является операционная система MULTOS компании Mondex, которая позволяет осуществлять быструю разработку конечных приложений и использует язык С. Однако существенным недостатком MULTOS является то, что она не опирается на открытый стандарт, из-за чего в последнее время неоднократно подвергалась критике. В частности, Mondex пока не опубликовала технические детали протокола, используемого смарт-картой и интерпретирующим устройством (банкоматом). Большие возможности в разработке программного обеспечения для смарт-карт дает проходящая сейчас этапы стандартизации технология Java Card.

*Телекарты* (телефонные смарт-карты) в приведенной классификации выделены в отдельный тип не случайно. В силу специфики работы этих смарт-карт и очень узкой их специализации они получили существенные отличия от своих «ближайших родственников» во внутренней организации. Телекарты также располагают некоторым объемом памяти, лишь пять байт из которой участвуют непосредственно в процессе фиксации количества оставшихся на карте единиц. Для этих карт был специально разработан протокол обмена, позволяющий только уменьшать кредит и читать все содержимое памяти карты.

*Бесконтактные смарт-карты* внешне выглядят как и простые кредитные карты. Однако отличие состоит в ее «начинке» – внутри кроме чипа расположена встроенная антенна. Для того чтобы заставить работать такую карту, достаточно расположить ее в непосредственной близости от антенны считывателя. Обмен информацией между считывателем и картой ведется по радиоканалу без физического контакта. Бесконтактные карты идеальны для приложений, где считывание должно производиться очень быстро, например в массово-посещаемых местах.

Идентификация карты ведется как выбором по частоте, так и с помощью заданных кодовых последовательностей. Максимальное расстояние между считывателем и картой колеблется от 10 см до нескольких метров.

*Оптические карты памяти* выглядят как магнитные карточки с миниатюрным CD-диском, прикрепленным сверху. Внешнее сходство не является обманчивым, так как именно при помощи CD-технологии оптические карты способны хранить до 4 Мбайт данных. Однако инфор-

мация может быть записана на поверхность карты только один раз и не подлежит стиранию или перезаписи. Такие устройства идеально подходят для замены медицинских карт, водительских удостоверений, паспортов, аттестатов и др. Сегодня оптические смарт-карты сопоставимы по цене со смарт-картами других типов, однако, требуют существенно более дорогостоящих считывающих устройств, а это значит, что разработка стандарта на такие устройства еще далека от завершения. В будущем смарт-карты с оптическим носителем предполагается оснастить собственным процессором.

Очевидно, что во всем многообразии пластиковых карт карточки с открытой памятью представляют не самую большую группу и имеют не самое широкое применение, но без детального их изучения понимание работы других видов смарт-карт существенно затруднено.

## 2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС РС

Основное назначение периферийного устройства (ПУ) – обеспечить поступление в ЭВМ из окружающей среды программ и данных для обработки, а также выдачу результатов работы ЭВМ в виде, пригодном для восприятия человеком или для передачи на другую ЭВМ, или в иной, необходимой форме. ПУ в немалой степени определяют возможности применения ЭВМ.

ПУ ЭВМ включают в себя внешние запоминающие устройства, предназначенные для сохранения и дальнейшего использования информации, устройства ввода-вывода, для обмена информацией между оперативной памятью машины и носителями информации, либо другими ЭВМ, либо оператором. Входными устройствами могут быть: клавиатура, дисковая система, манипуляторы типа «мышь», модемы, микрофон; выходными – дисплей, принтер, дисковая система, модемы, звуковые системы, другие устройства. С большинством этих устройств обмен данными происходит в цифровом формате. Для работы с разнообразными датчиками, предоставляющими информацию в аналоговой форме, а также некоторыми исполнительными устройствами используются аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи для преобразования цифровых данных в аналоговые и наоборот.

Цифровой интерфейс проще по сравнению с цифроаналоговым. Однако для него также требуются специальные схемы, преобразующие при передаче исходный информационный алфавит (т. е. полный набор информационных символов, которые встречаются в блоках передаваемой информации) в алфавит сигналов, использующийся для передачи по физическому каналу, а при приеме, наоборот, – из сигнального в информационный. Необходимость такого преобразования объясняется непригодностью форматов, в которых информация хранится, к передаче по реальным физическим каналам, поскольку последние обладают различными характеристиками, уменьшающими вероятность правильного выделения на приемной стороне содержимого переданной информации. Кроме того, не всегда возможно использовать в качестве линии переда-

чи наборы проводников, количество которых равно разрядности передаваемых информационных символов.

Для передачи по физическому каналу различают последовательную и параллельную передачу данных, с синхронизацией (т. е. с использованием специальных синхронизирующих импульсов, обеспечивающих своевременную фиксацию передаваемой информации на приемной стороне) и без нее. Как правило, для передачи данных на небольшие расстояния при сравнительно высоких требованиях на скорость передачи используют синхронные параллельные методы. При передаче на большие расстояния чаще применяют последовательные интерфейсы. Причем с увеличением длины физического канала обычно уменьшается скорость передачи и возрастают требования к техническим характеристикам самого канала и аппаратуре приемопередатчиков.

## 2.1. Стандарт RS–232C

Один из наиболее распространенных стандартов последовательной асинхронной передачи данных – RS–232C (Reference Standard № 232 Revision C). Данный интерфейс, определенный стандартом *Ассоциации электронной промышленности (EIA)*, подразумевает наличие оборудования двух видов: *терминального DTE* и *связного DCE*. Чтобы не составить неправильного представления об интерфейсе RS–232C, необходимо отчетливо понимать различие между этими видами оборудования. *Терминальное оборудование*, например микрокомпьютер, может посылать и (или) принимать данные по последовательному интерфейсу. Оно как бы оканчивает (terminate) последовательную линию. *Связное оборудование* – устройства, которые могут упростить передачу данных совместно с терминальным оборудованием. Наглядным примером связного оборудования служит модем (модулятор-демодулятор). Он оказывается соединительным звеном в последовательной цепочке между компьютером и телефонной линией.

Различие между терминальными и связными устройствами довольно расплывчато, поэтому возникают некоторые сложности в понимании того, к какому типу оборудования относится то или иное устройство. Рассмотрим ситуацию с принтером. К какому оборудованию его отнести? Как связать два компьютера, когда они оба действуют как терминальное оборудование. Для ответа на эти вопросы следует рассмотреть физическое соединение устройств. Произведя незначительные изменения в линиях интерфейса RS–232C, можно заставить связное оборудование функционировать как терминальное. Чтобы разобраться в том, как это сделать, нуж-

но проанализировать функции сигналов интерфейса RS–232С, которые приведены в табл. 2.1.

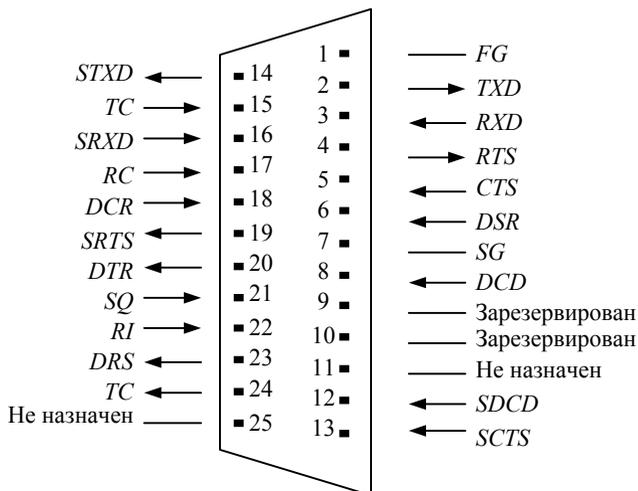
Таблица 2.1

Наименование сигналов разъема интерфейса RS–232С

Номер контакта	Сокращение	Направление	Полное название
1	<i>FG</i>	–	Основная или защитная земля
2	<i>TD (TXD)</i>	К <i>DCE</i>	Передаваемые данные
3	<i>RD (RXD)</i>	К <i>DTE</i>	Принимаемые данные
4	<i>RTS</i>	К <i>DCE</i>	Запрос передачи
5	<i>CTS</i>	К <i>DTE</i>	Сброс передачи
6	<i>DSR</i>	К <i>DTE</i>	Готовность модема
7	<i>SG</i>	–	Сигнальная земля
8	<i>DCD</i>	К <i>DTE</i>	Обнаружение несущей
9	–	К <i>DTE</i>	(Положительное контрольное напряжение)
10	–	К <i>DTE</i>	(Отрицательное контрольное напряжение)
11	<i>QM</i>	К <i>DTE</i>	Режим выравнивания
12	<i>SDCD</i>	К <i>DTE</i>	Обнаружение несущей вторичных данных
13	<i>SCTS</i>	К <i>DTE</i>	Вторичный сброс передачи
14	<i>STD</i>	К <i>DCE</i>	Вторичные передаваемые данные
15	<i>TC</i>	К <i>DTE</i>	Синхронизация передатчика
16	<i>SRD</i>	К <i>DTE</i>	Вторичные принимаемые данные
17	<i>RC</i>	К <i>DTE</i>	Синхронизация приемника
18	<i>DCR</i>	К <i>DCE</i>	Разделенная синхронизация приемника
19	<i>SRTS</i>	К <i>DCE</i>	Вторичный запрос передачи
20	<i>DTR</i>	К <i>DCE</i>	Готовность терминала
21	<i>SQ</i>	К <i>DTE</i>	Качество сигнала
22	<i>RI</i>	К <i>DTE</i>	Индикатор звонка
23	–	К <i>DCE</i>	(Селектор скорости данных)
24	<i>TC</i>	К <i>DCE</i>	Внешняя синхронизация передатчика
25	–	К <i>DCE</i>	(Занятость)

Линии 11, 18, 25 обычно считают незаземленными. Приведенная в табл. 2.1 спецификация относится к спецификациям Bell 113В и 208А. Линии 9 и 10 используются для контроля отрицательного (*MARK*) и положительного (*SPACE*) уровней напряжения. Во избежание путаницы между *RD* (*Read* – считывать) и

*RD* (*Received Data* – принимаемые данные) будут использоваться обозначения *RXD* и *TXD*, а не *RD* и *TD*. Стандартный последовательный порт RS-232C имеет форму 25-контактного разъема типа *D* (рис. 2.1).



Стрелками показаны направления сигналов для *DTE*

**Рис. 2.1. Назначение линий 25-контактного разъема типа *D* для интерфейса RS-232C**

На практике вспомогательный канал RS-232C применяется редко, и в асинхронном режиме вместо 25 линий используются 9 линий (табл. 2.2). Терминальное оборудование обычно оснащено разъемом со штырьками, а связанное – разъемом с отверстиями (но могут быть и исключения).

Сигналы интерфейса RS-232C подразделяются на следующие классы:

*Последовательные данные* (например, *TXD*, *RXD*). Интерфейс RS-232C обеспечивает два независимых последовательных канала данных: первичный (главный) и вторичный (вспомогательный). Оба канала могут работать в дуплексном режиме, т. е. одновременно осуществляют передачу и прием информации.

*Управляющие сигналы квитирования* (например, *RTS*, *CTS*). Сигналы квитирования – средство, с помощью которого обмен сигналами позволяет *DTE* начать диалог с *DCE* до фактической передачи или приема данных по последовательной линии связи.

*Сигналы синхронизации* (например, *TC*, *RC*). В синхронном режиме (в отличие от более распространенного асинхронного) между устрой-

ствами необходимо передавать сигналы синхронизации, которые упрощают синхронизм принимаемого сигнала в целях его декодирования.

Таблица 2.2

Основные линии интерфейса RS–232C

Номер контакта	Сигнал	Выполняемая функция
1	<i>FG</i>	Подключение земли к стойке или шасси оборудования
2	<i>TXD</i>	Последовательные данные, передаваемые от <i>DTE</i> к <i>DCE</i>
3	<i>RXD</i>	Последовательные данные, принимаемые <i>DTE</i> от <i>DCE</i>
4	<i>RTS</i>	Требование <i>DTE</i> послать данные к <i>DCE</i>
5	<i>CTS</i>	Готовность <i>DCE</i> принимать данные от <i>DTE</i>
6	<i>DSR</i>	Сообщение <i>DCE</i> о том, что связь установлена
7	<i>SG</i>	Возвратный тракт общего сигнала (Земли)
8	<i>DCD</i>	<i>DTE</i> работает и <i>DCE</i> может подключиться к каналу связи

## 2.2. Виды сигналов

В большинстве схем, содержащих интерфейс RS–232C, данные передаются асинхронно, т. е. в виде последовательности пакета данных. Каждый пакет содержит один информационный символ (например, код ASCII), причем информация в пакете достаточна для его декодирования без отдельного сигнала синхронизации.

RS–232C предполагает передачу информации двумя уровнями напряжения «без возврата к нулю». При этом перед началом информационной последовательности (количество информационных бит от 5 до 8) следует так называемый «старт-бит» определенной длительности (высокий уровень), а по окончании – «стоп-бит» одинарной, полуторной или двойной длительности (низкий уровень).

Кроме того, перед стоп-битом иногда добавляются так называемые биты «четности» или «нечетности», которые позволяют обнаруживать нечетные количества ошибок в информационной части пакета данных. Следует отметить, что поскольку передача асинхронная, то очень большое значение для безошибочной передачи имеет правильная настройка по скорости приемной и передающей аппаратуры.

Для примера рассмотрим формат передачи по RS–232C одного из кодов символов ASCII. Символы кода ASCII представляются семью битами, например буква *A* имеет код 1000001. Чтобы передать букву *A* по

интерфейсу RS-232C, необходимо ввести дополнительные биты, обозначающие начало и конец пакета. Кроме того, как указывалось выше, желательно добавить лишний бит для простого контроля ошибок по паритету (четности).

Наиболее широко распространен формат, включающий в себя один стартовый бит, один бит паритета и два стоповых бита. Начало пакета данных всегда отмечает низкий уровень стартового бита. После него следует семь битов данных символа кода ASCII. Бит четности содержит 1 или 0 так, чтобы общее число единиц в восьмибитной группе было нечетным. Последним передаются два стоповых бита, представленных высоким уровнем напряжения. Эквивалентный ТТЛ-сигнал при передаче буквы *A* показан на рис. 2.2.

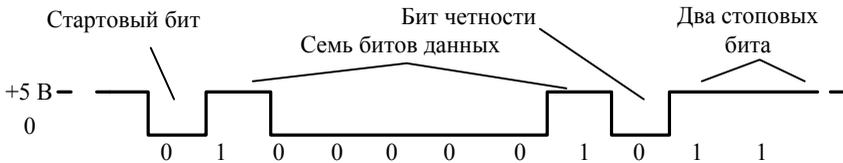


Рис. 2.2. Представление кода буквы *A* сигнальными уровнями ТТЛ

Таким образом, полное асинхронно передаваемое слово состоит из 11 битов (фактически данные содержат только семь битов) и записывается в виде 01000001011.

Используемые в интерфейсе RS-232C уровни сигналов отличаются от уровней сигналов, действующих в компьютере. Логический 0 (*SPACE*) представляется положительным напряжением в диапазоне от +3 до +25 В, логическая 1 (*MARK*) – отрицательным напряжением в диапазоне от –3 до –25 В (за счет такой большой разности потенциалов между уровнями нуля и единицы данный стандарт достаточно устойчив к внешним помехам). На рис. 2.3 показан сигнал в том виде, в каком он существует на линиях *TXD* и *RXD* интерфейса RS-232C.

Сдвиг уровня, т. е. преобразование ТТЛ уровней в уровни интерфейса RS-232C и наоборот, производится специальными микросхемами *драйвера* и *приемника линий*.

На рис. 2.4 представлен типичный микрокомпьютерный интерфейс RS-232C. Программируемая микросхема *DDI* последовательного ввода осуществляет параллельно-последовательные и последовательно-параллельные преобразования данных.

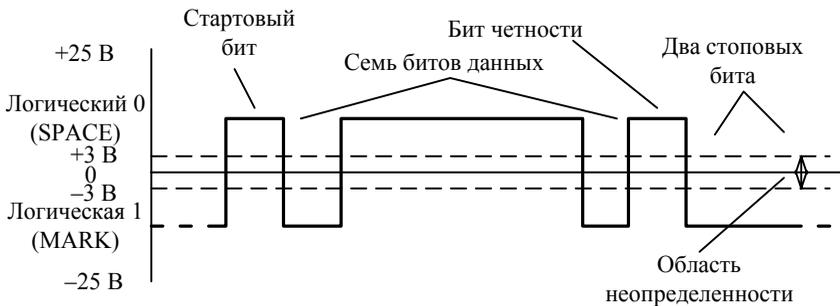


Рис. 2.3. Вид кода буквы А на сигнальных линиях TXD и RXD

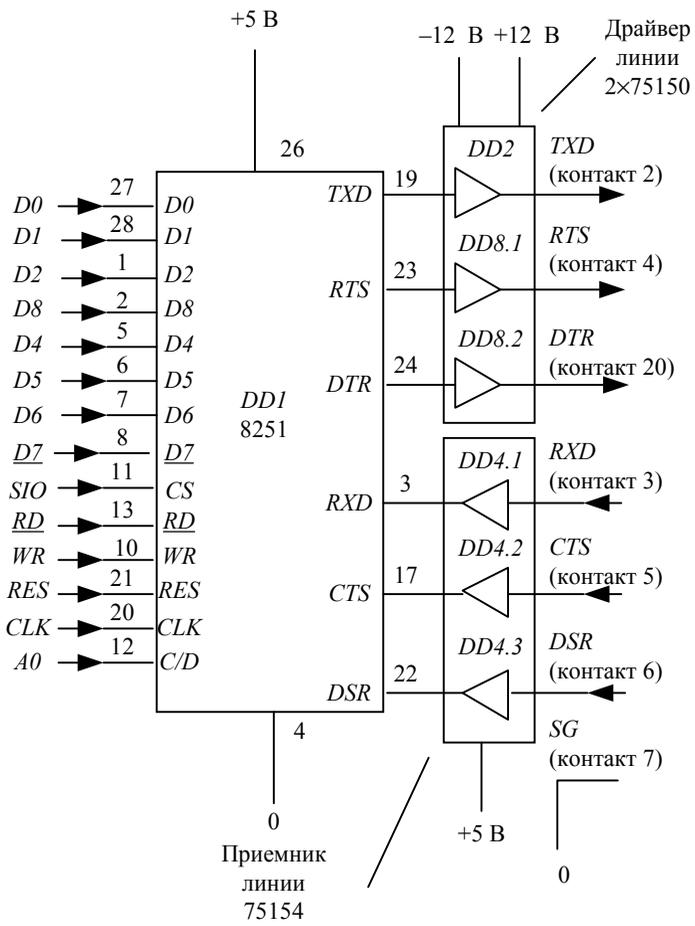


Рис. 2.4. Типичная схема интерфейса RS-232C

Микросхемы *DD2* и *DD3* производят сдвиг уровней для трех выходных сигналов: *TXD*, *RTS*, *DTR*, а микросхема *DD4* – для трех входных сигналов *RXD*, *CTS*, *DSR*. Микросхемы *DD2* и *DD3* требуют напряжения питания  $\pm 12$  В, хотя сейчас выпускаются чипы преобразователей уровня, не требующие дополнительного источника (только +5В), а имеющие встроенные повышающие преобразователи постоянного напряжения (например, MAX232 фирмы MAXIM или ADM232 фирмы Analog Devices).

### 2.3. Усовершенствования стандарта

Разработано несколько новых стандартов, направленных на устранение недостатков первоначальных спецификаций интерфейса RS–232C. Среди них можно отметить интерфейс RS–422 (балансная система, допускающая импеданс линии до 50 Ом), RS–423 (небалансная система с минимальным импедансом линии 450 Ом) и RS–449 (стандарт с высокой скоростью передачи данных, в котором несколько изменены функции схем и применяется 37-контактный разъем типа *D*).

Обмен информацией с периферийными устройствами у IBM PC-совместимых компьютеров осуществляется через регистры ввода/вывода (порты). Таким образом, архитектура данных ПК предполагает отдельный обмен с оперативной памятью и портами ввода/вывода, так как они имеют различные адресные пространства. Ввиду этого в системе команд процессора введены команда записи в порт (OUT) и команда чтения из порта (IN).

Через порты передается и получается информация об устройствах – клавиатуре, видеоконтроллере, дисковых контроллерах и т. д. Для одного устройства можно иметь несколько портов различного назначения.

Каждый порт идентифицируется 16-битным адресом от 0 до 65535. Адрес порта задается как операнд инструкций IN и OUT. Как при обращении к памяти, так и при обращении к портам процессор использует шину адреса и шину данных. Чтобы разграничить эти два вида сообщений, процессор посылает сигнал на шину управления. Он информирует все устройства ввода/вывода о том, что адрес, установленный на шине адреса – это адрес порта. Устройство, имеющее порт с таким адресом, открывает его для заявки процессора. В табл. 2.3 описаны основные порты IBM PC-совместимого компьютера.

## Адреса портов PC

Адреса	Назначение
000-00F	Контроллер I8237A-5 прямого доступа к памяти (DMA)
020-021	Контроллер прерывания I8259A
040-043	Часы I8253-5
060-063	Программируемый интерфейс периферии (PPI)
080-083	DMA-контроллер
0A0	Для маскирования извне немаскируемого прерывания (NMI)
0C0-0CF	Управление кириллицей (сейчас не используется)
200-20F	Джойстик
278-27F	Параллельный интерфейс номер 2 (номер 3, если установлен монохроматический адаптер с параллельным интерфейсом)
2F8-2FF	Последовательный интерфейс RS-232 номер 2
320-32F	Жесткий диск
378-37F	Параллельный интерфейс номер 1 (номер 2, если установлен монохроматический адаптер с параллельным интерфейсом)
3B0-3BF	Монохроматический адаптер (если он с параллельным интерфейсом, для него порты 3BC, 3BD, 3BE)
3D0-3DF	Цветной графический адаптер
3F0-3F7	Дискетное устройство
3F8-3FF	Последовательный интерфейс RS-232 номер 1

Устройства со стандартным последовательным интерфейсом RS-232C подключаются к ПК через адаптеры последовательного интерфейса (далее для краткости – последовательные адаптеры). Такой адаптер может представлять собой самостоятельный модуль или часть модуля, который выполняет и другие функции. У современных ПК последовательный адаптер расположен на материнской плате и входит в состав ее логики. Широкое применение и относительная сложность последовательного интерфейса привели к созданию микросхем специального типа, которые осуществляют формирование, перенос данных и облегчают управление. Схемы этого типа называются UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter).

Операционная система DOS может управлять двумя последовательными адаптерами с именами COM1 и COM2. Драйвер последовательного интерфейса BIOS может управлять четырьмя последовательными адаптерами с номерами 0 (COM1), 1 (COM2), 2 и 3.

Управление одним последовательным адаптером осуществляется через семь портов ввода-вывода с последовательными адресами. Адрес первого порта называется *базовым адресом адаптера*. Для последовательных адаптеров резервированы четыре группы по восемь адресов портов, приведенных в табл. 2.4. Для управления адаптером используются первые семь портов в группе. Некоторые адаптеры можно настроить для любой из четырех групп адресов, а другие – только для первых двух групп.

Таблица 2.4

Группы портов ввода-вывода для последовательных адаптеров

Группа	Адреса портов	Группа	Адреса портов
1	3F8H-3FЕH	3	3E8H-3EFH
2	2F8H-2FЕH	4	2E8H-2EFH

Во время POST (Power On Self Test – самотестирование по включению питания) выполняется специальная процедура для обнаружения смонтированных последовательных адаптеров. Поиск адаптеров осуществляется в последовательности групп, представленных в табл. 2.4.

Базовые адреса обнаруженных адаптеров записываются в последовательные слова памяти, начиная с адреса 400H (там резервированы для этого 4 слова). Первый обнаруженный адаптер становится адаптером 0 (COM1), второй становится адаптером 1 (COM2) и т. д. Если, например, смонтирован только один адаптер, его базовый адрес будет записан в слово по адресу 400H, и он становится адаптером 0, независимо для какой группы он настроен. Остальные три слова с адресами 402H, 404H и 406H останутся без изменений, т. е. сохраняют нулевые значения. Записанные таким образом базовые адреса используются позднее драйвером последовательного интерфейса. При получении запроса для работы с определенным адаптером (от 0 до 3) драйвер извлекает его базовый адрес из соответствующего слова и выполняет запрос. Если значение слова равно 0, драйвер немедленно возвращает управление.

К приведенной выше схеме необходимо сделать одно уточнение. В процедуру для обнаружения адаптеров включены только первые две группы, т. е. BIOS может обнаружить не более двух адаптеров. Это ограничение можно обойти. Если, например, необходимо работать с тремя последовательными адаптерами, можно настроить их, соответствен-

но, для первой, второй и третьей групп. BIOS обнаружит первые два, и драйвер последовательного интерфейса будет распознавать их под номерами 0 и 1. Затем нужно записать базовый адрес третьего адаптера (3E8H) в слово по адресу 404H. Далее драйвер последовательного интерфейса будет распознавать его под номером 2.

Число последовательных адаптеров, обнаруженных BIOS, записываются в биты 9–11 слова по адресу 410H и его можно получить при помощи прерывания 11H BIOS. BIOS считает, что адаптер данной группы существует, если после чтения из третьего порта группы (3FАН или 2FАН) биты 3–7 равны нулю.

Во время POST в байты по адресам 47CH, 47DH, 47EH и 47FH записывается единица. Эти байты соответствуют адаптерам с номерами 0, 1, 2 и 3. Они определяют интервал времени, по истечении которого BIOS считает, что соответствующий адаптер не выполнил запрос (тайм-аут). Проверка окончания операции осуществляется в цикле, и значение соответствующего байта используется как счетчик цикла. При обнулении счетчика BIOS принимает, что операция не выполнена. В BIOS нет обслуживающей функции для изменения этих байтов, но пользовательские программы могут изменять их непосредственно как адреса памяти.

BIOS имеет четыре обслуживающие функции для работы с последовательным интерфейсом. Они обособлены в отдельный модуль BIOS-драйвер последовательного интерфейса. Все функции выполняются посредством прерывания 14H, а номер функции задается в регистре АН. Нужно обратить внимание, что при инициализации последовательного адаптера (функция 00H) BIOS запрещает ему выполнять аппаратное прерывание. Объясним это подробнее. Последовательный адаптер можно программировать так, чтобы он выполнял аппаратное прерывание в определенных случаях: при получении данных, при изменении состояния линии и др. Это позволяет программам выполнять другую работу до наступления ожидаемого изменения интерфейса. Однако BIOS работает по-другому. Для обнаружения изменения она проверяет в цикле один из портов адаптера (поулинг). Следовательно, для осуществления асинхронной работы с последовательным интерфейсом необходимо программировать адаптер непосредственно. Последовательные адаптеры с базовыми адресами 3F8H и 3E8H (первая и третья группы) выполняют прерывание 0CH (уровень 4), в адаптеры с базовыми адресами 2F8H и 2E8H (вторая группа) – прерывание 0BH (уровень 3).

## 2.4. Обслуживающие функции BIOS для работы с последовательным интерфейсом

### **Функция 00H. Параметризация**

Эта функция задает различные параметры последовательного интерфейса и инициализирует последовательный адаптер. В регистре DX задается номер адаптера. Параметры кодируются в регистре AL, как показано в табл. 2.5. После завершения функции регистр AX содержит информацию о состоянии линии и модема (точнее, линии и осведомительных сигналов), как и при функции 03H.

Таблица 2.5

Параметры последовательного интерфейса

Номера битов	Значения
7,6,5	Скорость: 110; 150; 500; 600; 1200; 2400; 4800; 9600 бит/с
4,3	00 и 10 – без контроля; 11 – контроль по четности; 01 – контроль по нечетности
2	Стоп-биты: 0 – один стоп-бит; 1 – два стоп-бита
1,0	Размер символа: 10 – 7 бит; 11 – 8 бит

### **Функция 01H. Передача символа**

Эта функция посылает один символ по интерфейсу. Символ должен быть в регистре AL. После завершения функции регистр AH содержит информацию о результате операции. Если бит 7, регистр AH равен 1, операция неуспешна. В этом случае дополнительная информация имеется в битах 4, 5 и 6 (функция 03H). Если бит 7, регистр AH равен 0, операция успешна. В этом случае остальные биты показывают состояние линии, как и при функции 03H.

### **Функция 02H. Получение символа**

Эта функция ожидает получение символа по интерфейсу. Символ получается в регистре AL. Функция завершает свое выполнение как при получении символа, так и при получении сигнала об ошибке или при состоянии тайм-аута. После завершения функции регистр AH содержит информацию о результате операции. Если регистр AH равен 0, операция успешна, и регистр AL содержит полученный символ. Если регистр AH не равен 0, операция неуспешна. В этом случае дополнительная информация имеется в битах 1, 2, 3, 4 и 7 (функция 03H). Если бит 7 равен 1, остальные биты недействительны.

Таблица 2.6

Состояние линии, отраженное в регистре АН

Номер бита	Значения при единичном состоянии бита
7	Тайм-аут
6	Регистр для передачи пуст (TX SHIFT EMPTY)
5	Буфер для передачи пуст (TX HOLD EMPTY)
4	Получен BREAK (BREAK DETECT ERROR)
3	Ошибка формата данных (FRAMING ERROR)
2	Ошибка четности (PARITY ERROR)
1	Потеря данных (OVERRUN ERROR)
0	Получены данные (DATA READY)

Таблица 2.7

Состояние модема (осведомительных сигналов адаптера),  
отраженное в регистре AL

Номер бита	Значения при единичном состоянии бита
7	DCD активен (DATA CARRIER DETECT)
6	RI активен (RING INDICATOR)
5	DSR активен (DATA SET READY)
4	CTS активен (CLEAR TO SEND)
3	Осуществлена смена DCD
2	Осуществлена смена RI
1	Осуществлена смена DSR
0	Осуществлена смена CTS

**Функция 03Н. Информация о состоянии**

Эта функция возвращает в регистр АН информацию о состоянии линии и в регистр AL – информацию о состоянии модема. Значения отдельных битов регистров АН и AL показаны в табл. 2.6 и 2.7.

### 3. СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА. РОССИЙСКИЙ СТАНДАРТ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ ГОСТ 28147-89

Криптостойкость, заложенная в рассматриваемом в этом разделе алгоритме, значительно превосходит стандартизованный алгоритм США DES. Кроме того, применяя разумные приемы программирования, можно достичь превосходства в быстродействии по сравнению с реализацией на языке С, приведенной в ГОСТе, в 8 раз.

#### 3.1. Основные понятия

Официально ГОСТ называется: ГОСТ 28147-89. Алгоритм криптографического преобразования данных. Это несколько шире, чем просто зашифровывание или расшифровка данных.

Все режимы криптопреобразований данных, согласно ГОСТу, базируются на трех циклах алгоритма (далее – базовые циклы):

- зашифровывания (32–3);
- расшифровки (32–Р);
- выработки имитоприставки (16–3).

Смысл кода, приведенного в скобках, будет пояснен несколько позже.

Кроме ГОСТа используется дополнительная информация, секретность которой обеспечивает секретность шифрованного сообщения. Эта информация представляет собой два массива данных – *ключ* и *таблицу замен*. Приведем их характеристики:

1. *Ключ* – это массив из восьми 32-битовых элементов, обозначаемых в дальнейшем  $X_i$ , где  $i$  изменяется от 0 до 7. Таким образом, размер ключа составляет  $32 \times 8 = 256$  битов, или 32 байта.

2. *Таблица замен* – двумерная таблица – набор из восьми одномерных массивов (узлов замен), каждый из которых содержит 16 различных 4-битовых чисел (от 0 до 15) в произвольном порядке. Обозначим  $K_m$  (1) значение 1-го элемента в  $m$ -м узле замен. При этом  $m$  изменяется в пределах 0, ..., 7, а 1 – в пределах 0, ..., 15. Таким образом, общий объем табли-

цы замен равен: 8 узлов  $\times$  16 элементов  $\times$  4 бита/элемент = 512 бит = 64 байт.

Рассмотрим основной шаг криптопреобразования, структура алгоритма которого представлена на рис. 3.1. На входе шага заданы два 32-битовых элемента данных –  $N_1$ ,  $N_2$ . С этими элементами выполняются следующие манипуляции:

- добавление к  $N_1$  элемента ключа – сложение по модулю  $2^{32}$ ;
- поблочная замена результата по четыре бита по таблице замен;
- циклический сдвиг результата на 11 битов влево;
- побитовое сложение результата по модулю 2 с элементом  $N_2$ ;
- перестановка элементов:  $N_2 \rightarrow$  старое  $N_1$ ,  $N_1 \rightarrow$  результат.

После этого новые элементы  $N_1$ ,  $N_2$  выдаются в качестве результата шага. Так как в основном шаге используется только один элемент ключа, еще одним параметром шага является номер этого элемента.

Рассмотрим теперь базовые циклы криптоалгоритма ГОСТа. Они отличаются друг от друга только числом повторений основного шага и порядком просмотра элемента ключа. В обозначении цикла  $nn-P$  первый элемент ( $nn$ ) – это число повторений основного шага, а второй кодирует порядок просмотра элементов ключа (буква  $З$  – порядок шифровки или  $P$  – расшифровки). Кроме того, в конце циклов шифрования предусмотрена дополнительная перестановка элементов.

Приведем порядок использования элементов ключа для трех базовых циклов:

- цикл зашифровывания (32–З) – 3 раза вперед, 1 раз назад:  
0,1,2,3,4,5,6,7,0,1,2,3,4,5,6,7,0,1,2,3,4,5,6,7,7,6,5,4,3,2,1,0;
- цикл расшифровки (32–P) – 1 раз вперед, 3 раза назад:  
0,1,2,3,4,5,6,7,7,6,5,4,3,2,1,0,7,6,5,4,3,2,1,0,7,6,5,4,3,2,1,0;
- цикл выработки имитоприставки (16–З) – 2 раза вперед:  
0,1,2,3,4,5,6,7,0,1,2,3,4,5,6,7.

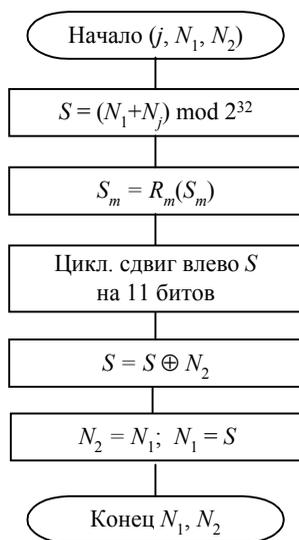


Рис. 3.1. Схема алгоритма основного шага криптопреобразования

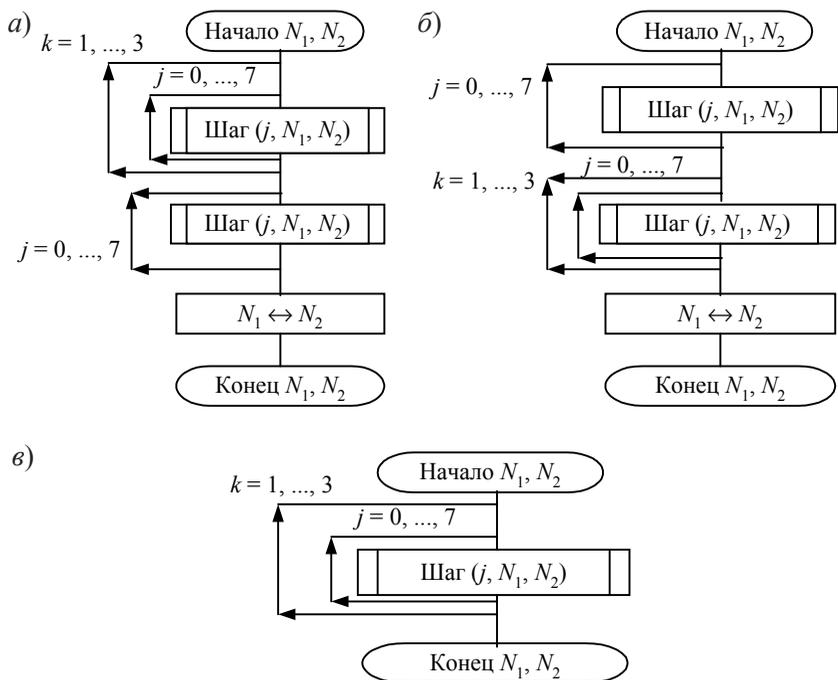


Рис. 3.2. Блок-схемы базовых циклов: а – шифровки; б – расшифровки; в – выработки имитоприставки

Блок-схемы базовых циклов приведены на рис. 3.2, а, б, в. Каждый из циклов получает на входе два 32-битовых слова и после серии основных шагов выдает в качестве результата также два 32-битовых слова.

### 3.2. Основные режимы шифрования

ГОСТ 28147-89 предусматривает четыре режима шифрования данных:

- 1) простая замена;
- 2) гаммирование;
- 3) гаммирование с обратной связью и дополнительный режим;
- 4) выработка имитоприставки.

В любом из этих режимов данные обрабатываются блоками по 64 бита – именно поэтому ГОСТ относится к блочным шифрам. Кратко опишем основные режимы шифрования.

*Простая замена.* Зашифровывание заключается в применении цикла 32–3 к блокам открытого текста, расшифровка – в применении цикла 32–Р к блокам шифротекста. Это наиболее простой режим шифрования, и он имеет следующие недостатки:

- с точки зрения стойкости шифра, одинаковые блоки исходных данных дают одинаковые блоки шифротекста; понятно, что для такой характеристики, как криптостойкость алгоритма, это очень плохо;

- с точки зрения удобства применения, если длина массива информации не кратна 8 байтам, то возникают две небольшие проблемы: чем и как дополнять последний блок до полных 8 байтов; после зашифровывания неполного блока в нем все 8 байтов станут значащими, т. е. вместе с шифротекстом надо хранить количество байтов в последнем блоке исходного текста.

ГОСТ ограничивает возможные случаи применения простой замены шифрованием ключевой информации (ключи и таблицы замен).

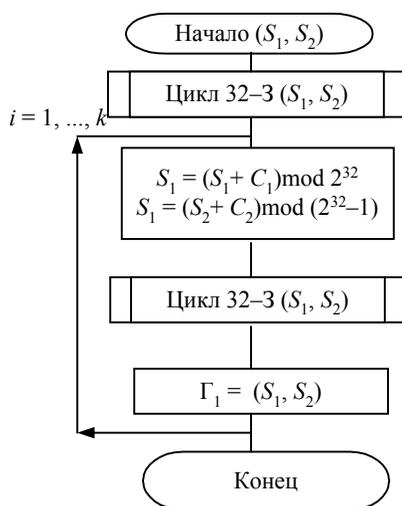
*Гаммирование.* Этот режим заключается в наложении на открытые данные гаммы с помощью побитовой функции «исключающее или». Зашифровывание и расшифровка в этом режиме не отличаются друг от друга

$$T_i^{\text{ш}} = T_i^{\text{о}} \oplus \Gamma_i;$$

$$T_i^{\text{о}} = T_i^{\text{ш}} \oplus \Gamma_i;$$

для  $i = 1, \dots, k$  ( $k$  – число блоков данных в шифруемом массиве).

Здесь  $T_i^{\text{о}}$ ,  $T_i^{\text{ш}}$ ,  $\Gamma_i$  – 64-битовые блоки открытого текста, шифротекста и гаммы соответственно. Блоки гаммы получаются зашифровыванием в режиме простой замены некоторой последовательности 64-битовых блоков, вырабатываемых датчиком псевдослучайных чисел. От этого датчика не требуется обеспечения никаких статистических характеристик выходной последовательности, а нужен лишь максимальный период повторения данных. Схема алгоритма шифрования в режиме гаммирования приведена на рис. 3.3. В качестве входного параметра алгоритма шиф-



**Рис. 3.3.** Схема алгоритма выработки гаммы для шифрования

рования в этом режиме используется 64-битовый блок данных  $S$ , именуемый синхропосылкой, или начальным заполнением. Константы  $C_1$ ,  $C_2$  из блока генерации гаммы имеют следующие значения в шестнадцатеричном представлении:

$$C_1 = 01010101h;$$

$$C_2 = 01010104h.$$

*Гаммирование с обратной связью.* Данный режим похож на режим гаммирования и отличается от него только тем, что для выработки блока гаммы для шифрования следующего блока данных используется блок шифротекста, полученный на предыдущем шаге. Этим достигается сцепление блоков – каждый блок при шифровании зависит от всех предыдущих. Какое это имеет значение, поясним на примере: пусть почтальон-злоумышленник (лицо, имеющее полный доступ к шифрованным данным, но не владеющее ключом и не способное расшифровать сообщение) узнал, что в передаваемом сообщении 13-й байт от начала является старшим разрядом числа, например, суммы некоторого контракта. Пусть также ему известно значение этой цифры, допустим, это будет 1. Тогда он элементарно может заменить ее любой другой цифрой, например на 2, не расшифровывая сообщения:  $A_{13} = A_{13} \oplus '1' \oplus '2'$

Если бы данные шифровались в режиме простой замены, это привело бы к порче всего блока – после расшифровки получаем совершенно случайную комбинацию символов на месте с 9-го по 16-й байты нашего текста. Если зашифровывание выполнено в режиме гаммирования, то после расшифровки получим текст, в котором в 13-й позиции вместо верной цифры 1 стоит цифра 2 и больше никаких изменений нет. Очевидно, не надо объяснять, насколько потенциально опасной может быть такая подмена. Если же зашифровывание выполнено в режиме гаммирования с обратной связью, то после расшифровки получим в блоках данных до испорченного включительно тот же результат, что и при гаммировании, но все последующие блоки окажутся запорченными, т. е. после расшифровки их содержимое окажется бессмысленной комбинацией расширенных кодов ASCII. Отсюда становится ясно, что шифрование в режиме гаммирования с обратной связью делает очевидным нарушение целостности данных, если только изменения не внесены лишь в последний блок данных шифротекста. Схемы алгоритмов зашифровывания и расшифровки в режиме гаммирования с обратной связью приведены на рис. 3.4, *a* и *б* соответственно.

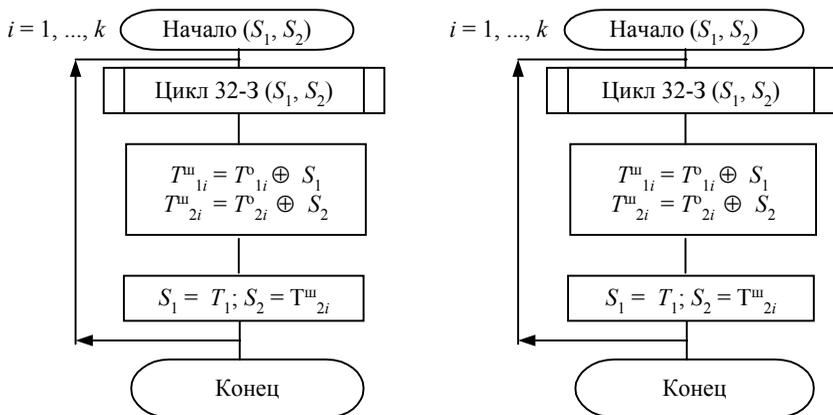


Рис. 3.4. Схемы алгоритмов в режиме гаммирования:  
 а – шифровки, б – расшифровки

*Выработка имитоприставки.* Это – контрольная комбинация, зависящая от открытых данных и секретной ключевой информации. Цель использования имитоприставки – обнаружение всех случайных или преднамеренных изменений в массиве информации. Проблема, описанная в предыдущем пункте, может быть успешно решена с помощью добавления к шифрованным данным имитоприставки.

Для потенциального злоумышленника две следующие задачи, если он не владеет секретным ключом, практически неразрешимы:

- вычисление имитоприставки для заданного открытого массива информации;
- подбор открытых данных под заданную имитоприставку.

Схема алгоритма выработки имитоприставки приведена на рис. 3.5. В качестве имитоприставки берется не весь блок, полученный на выходе последнего цикла 16–3, а только его часть. Как правило, это 32 младших бита блока, т. е.  $N_1$ .

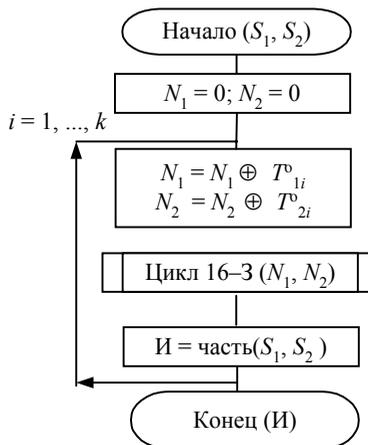


Рис. 3.5. Схема алгоритма выработки имитоприставки

### 3.3. Криптостойкость алгоритма

При выборе криптоалгоритма для использования в конкретной разработке одним из определяющих факторов является его криптостойкость. Вопрос о стойкости шифра при ближайшем рассмотрении сводится к двум взаимосвязанным вопросам:

- можно ли вообще раскрыть данный шифр;
- если да, то насколько это трудно сделать практически.

Шифры, которые вообще невозможно раскрыть, называются абсолютно или теоретически стойкими. Существование подобных шифров доказывается теоремой Шеннона.

Цена этой стойкости настолько велика, что они могут использоваться только в каналах передачи сообщений исключительной важности, задействованных нечасто.

Это значит, что наиболее употребительные схемы шифрования теоретически нестойки, т. е. могут быть раскрыты за конечное время или, что, точнее, за конечное число шагов. Тем не менее, это не мешает с успехом их использовать. Для таких алгоритмов не существует понятия практической стойкости, отражающего практическую трудность их раскрытия. Количественной мерой этой трудности может служить число его элементарных арифметических и логических операций, которые необходимо выполнить, чтобы раскрыть шифр, т. е. чтобы для заданного шифротекста с вероятностью, не меньшей заданной величины, выдать соответствующий открытый текст. При этом в дополнение к дешифруемому тексту криптоаналитик может располагать блоками открытого текста и соответствующего шифротекста, или даже возможностью получить для любого выбранного им открытого текста шифротекст.

Все современные криптосистемы построены по принципу Кирхгоффа, т. е. секретность зашифрованных сообщений определяется секретностью ключа. Это значит, что даже если сам алгоритм шифрования известен криптоаналитику, он, тем не менее, не в состоянии расшифровать сообщение, если не располагает соответствующим ключом. Все классические блочные шифры, в том числе DES (американский алгоритм шифрования) и ГОСТ, построены по этому принципу и спроектированы таким образом, чтобы не было пути вскрыть их более эффективным способом, чем полным перебором по всему ключевому пространству, т. е. по всем возможным значени-

ям ключа. Ясно, что стойкость таких шифров определяется размером используемого в них ключа.

В криптоалгоритме ГОСТа используется 256-битовый ключ, а объем ключевого пространства составляет  $2^{256}$ .

Российский стандарт проектировался с большим запасом, и по стойкости на много порядков превосходит американский стандарт DES с его размером ключа в 56 битов и объемом ключевого пространства  $2^{56}$ . В свете прогресса современных вычислительных средств этого явно недостаточно. В конце 80-х годов стоимость аппаратуры для вскрытия DES оценивалась специалистами в несколько миллионов долларов США. С учетом постоянного прогресса в области микроэлектроники сейчас эта величина на порядок ниже, что вполне по плечу спецслужбам даже не очень крупного государства.

В этой связи создание новых программных реализаций DES может представлять скорее исторический или спортивный, чем практический интерес. Но этого мало, DES уступает ГОСТу не только в криптостойкости, он также гораздо хуже приспособлен для программной реализации.

### 3.4. Качество ключевой информации

Еще один вопрос, оставшийся без рассмотрения, – это выработка ключевой информации и ее качество. Исчерпывающий ответ на вопрос о критериях качества ключей и таблиц замен ГОСТа можно получить только у разработчиков алгоритма. Соответствующие данные не были опубликованы в открытой печати, однако косвенным свидетельством в пользу существования таких критериев является практика использования государственными организациями ключевой информации, полученной из специализированных источников. Для обычного же пользователя вполне достаточно статистического качества ключевой информации, заключающегося в следующем:

- узлы таблицы замен должны быть случайными независимыми подстановками в 16-элементном множестве;
- ключ должен быть массивом случайных независимых равновероятных битов.

Термины «случайный» и «независимый» понимаются на практике как «удовлетворяющий определенным тестам на случайность и независимость». Например, равновероятность значений битов ключа проверяется с помощью *критерия Пирсона*, а независимость – с помощью *критерия серий*.

При написании программ, использующих криптографические средства, необходимо позаботиться об утилитах, вырабатывающих ключевую информацию, а для таких утилит необходим источник случайных чисел (СЧ) высокого статистического качества и криптостойкости. Наилучшим подходом здесь было бы использование аппаратных датчиков СЧ, однако это не всегда приемлемо по экономическим соображениям. В качестве разумной альтернативы возможно (и очень широко распространено) использование различных программных датчиков СЧ.

## 4. СМАРТ-КАРТЫ С ОТКРЫТОЙ ПАМЯТЬЮ GFM-2K. ПРОТОКОЛ СИНХРОННОГО ОБМЕНА I<sup>2</sup>C

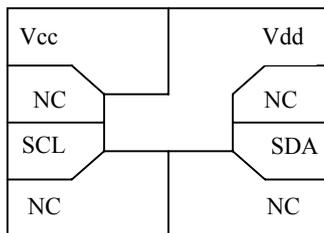
Смарт-карты с открытой памятью с точки зрения внутренней организации представляют собой перепрограммируемую энергонезависимую память (EEPROM). Доступ к этой памяти ведется с использованием протоколов последовательной передачи данных. Причиной последнего является то, что такие карты ориентированы на стандарт ISO 7816-2. Вследствие этого ограничено количество контактов.

### 4.1. Общие сведения

Одним из наиболее крупных поставщиков смарт-карт на российский рынок является фирма Gemplus. Эта фирма разрабатывает и изготавливает разные смарт-карты: от самых простых и дешевых (с открытой памятью) до самых дорогих и, естественно, наиболее защищенных (микропроцессорные асинхронные карты). В общем случае стоимость и область применения любой смарт-карты определяется, прежде всего, ее защищенностью от несанкционированного доступа к записанной на ней информации.

Используемый в лабораторных работах контроллер смарт-карт предназначен для работы со смарт-картами с открытой памятью фирмы Gemplus – GFM-2K. Некоторые технические характеристики этих карт приведены в табл. 4.1.

GFM-2K соответствует стандартам ISO 7816-1,2. Расположение контактов карты показано на рис. 4.1. Контакты  $V_{cc}$  и  $V_{dd}$  предназначены для подачи питания на схему смарт-карты ( $V_{dd}$  – нулевой потенциал источника;  $V_{cc}$  – положительный потенциал). Контакты  $SCL$  и  $SDA$  используются при формировании синхронного протокола информационного обмена с картой. Остальные контакты смарт-карты не используются.



**Рис. 4.1. Расположение и наименование контактов смарт-карты с открытой памятью GFM-2K**

Характеристики смарт-карт GFM-2K

Параметр	Значение	Единица измерения	Примечание
Уровни сигналов	ТТЛ	–	–
Питающее напряжение	$5 \pm 25\%$	В	–
Время выборки	$< 10$	мкс	–
Время записи	Около 10*	мс	–
Протокол работы	I2C (Philips)	–	–
Объем защищенной памяти	–	–	–
Объем незащищенной памяти	2048	бит	Организация памяти: 256 × 8 бит или 32 × 8 байт **

\* – зависит от значения напряжения питания;

\*\* – такая организация памяти определяется протоколом работы карт

Функциональная схема чипа смарт-карт GFM-2K изображена на рис. 4.2, где представлены функции каждого из блоков.

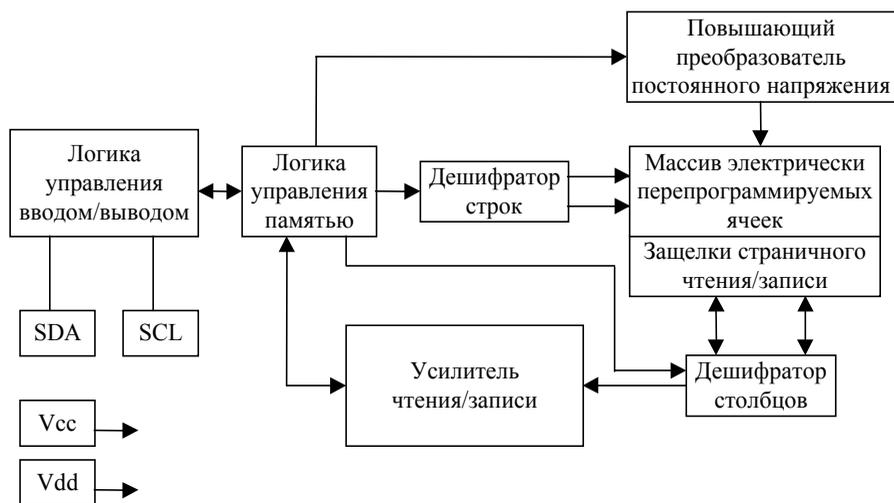


Рис. 4.2. Функциональная схема чипа смарт-карты GFM-2K

Логика управления вводом/выводом является логической схемой, анализирующей состояние выводов *SCL* и *SDA* при ожидании передачи от считывателя. Она формирует выходной протокол при передаче данных.

В соответствии с текущей операцией схема управления вводом/выводом выдает управляющие и информационные сигналы остальным функциональным блокам.

Логика управления памятью является центральным блоком, так как под его управлением происходят все операции с памятью карты (запись, считывание, стирание).

При выполнении операций записи и считывания на дешифраторы строк и столбцов выдается необходимая кодовая последовательность, зависящая от адреса ячейки и позволяющая адресоваться к конкретным электрически перепрограммируемым ячейкам в соответствии с этим адресом. При этом при считывании с выхода массива электрически перепрограммируемых ячеек формируются импульсы, характеризующие состояние выбранных ячеек. После усиления в усилителе чтения/записи данные импульсы воспринимаются как информационные и сформированные биты данных передаются внешнему считывающему устройству.

При записи слова усилитель чтения/записи формирует импульсы записи, управляющие переводом выбранных ячеек памяти в нулевое или единичное состояние. Процесс записи в электрически перепрограммируемую память происходит с помощью высокого напряжения, получаемого повышающим преобразователем постоянного напряжения по команде от логики управления памятью.

Блок защелок страничного чтения/записи используется при реализации так называемого режима постраничной записи (под страницей понимается 8 байт памяти, начинающихся с адреса, кратного восьми) и представляет собой набор регистров-защелок, т. е. регистров, предназначенных для кратковременной фиксации данных. Данный режим позволяет значительно уменьшить время чтения и записи содержимого памяти.

Как было указано выше, смарт-карты с открытой памятью GFM-2K работают по протоколу последовательной передачи данных I<sup>2</sup>C, формируемому логикой управления вводом/выводом. Данный протокол – двухпроводный, т. е. использует две линии: одну – для передачи данных, другую – для синхронизации. Протокол разработан фирмой Philips и используется уже достаточно длительное время.

## 4.2. Описание протокола I<sup>2</sup>C

Шина, с которой работают два (или более) устройства для передачи данных, представляет собой совокупность синхронизирующей линии (SCL) и линии передачи данных (SDA). Устройства работают по принципу Master–Slave (Хозяин–Раб). Устройство Master генерирует синхроимпульсы, управляет доступом в шину и реализует состояния «Старт» и «Стоп». Любое из устройств может работать как передатчик данных и как приемник, однако именно Master определяет, какой из режимов будет выбран в следующий момент.

Метод доступа к шине следующий:

- передача данных может быть начата только тогда, когда шина свободна;
- при передаче данных состояние линии передачи данных не должно изменяться.

В противном случае это будет воспринято как сигналы «Старт» или «Стоп».

Далее описаны основные состояния шины (рис. 4.3).

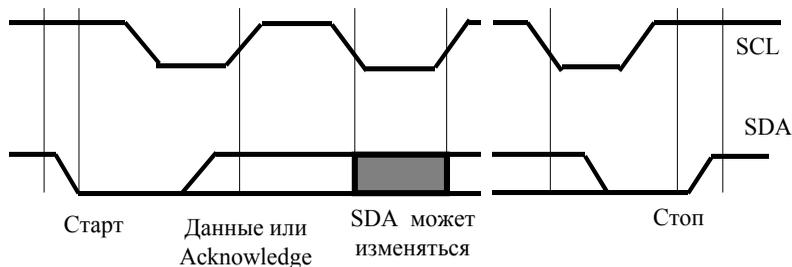


Рис. 4.3. Состояния шины данных

*Шина не занята*

*SCL и SDA имеют высокий уровень.*

*Начало передачи данных*

Изменение *SDA* от высокого уровня к низкому, когда *SCL* имеет высокий уровень. Любая команда должна начинаться с состояния «Старт».

*Конец передачи данных*

Изменение *SDA* от низкого уровня к высокому, когда *SCL* имеет высокий уровень. Все операции должны заканчиваться состоянием «Стоп».

Когда после «Старта» состояние линии *SDA* не меняется на время высокого значения сигнала *SCL*, считается, что передан очередной бит данных команды или адреса. Подготовка к следующей передаче

бита (т. е. изменение состояния линии *SDA*) должна осуществляться во время низкого уровня на линии *SCL*.

Количество передаваемых битов между сигналами «Старт» и «Стоп» задается устройством Master и, теоретически, не ограничено. Однако только последние 16 битов будут зафиксированы приемником.

Таким образом, память, предварительно накапливающая принимаемые биты, работает по принципу FIFO (First-In, First-Out). Передача битов в составе байта осуществляется старшими разрядами вперед.

Устройство, работающее на прием, после приема каждого байта данных обязано послать сигнал уведомления (Acknowledge). Master специально генерирует для этого лишний тактовый импульс. Во время осуществления цикла записи в EEPROM управляющий блок запоминающего устройства Slave не генерирует сигнал уведомления до окончания цикла записи. Сигналом уведомления является удержание в низком состоянии линии *SDA* на все время присутствия специального такта. Устройство Master должен сигнализировать устройству Slave об окончании получения данных путем удержания (отсутствия генерации) сигнала уведомления. Slave должен ответить на это установкой линии *SDA* в высокое состояние, чтобы позволить устройству Master послать «Стоп».

Протокол I<sup>2</sup>C предполагает наличие на шине множества устройств. Тогда для обращения к конкретному устройству необходимо сгенерировать некоторый сигнал выбора. Однако поскольку I<sup>2</sup>C – последовательный протокол, то это должно быть реализовано в последовательном виде. Делается это следующим образом. Каждая операция начинается с посылки «Старта» и, вслед за ним, управляющего байта. Структура управляющего байта показана на рис. 4.4. Первые четыре бита адреса устройства Slave показывают тип устройства, с которым планируется осуществлять работу. Последние три бита позволяют выбирать конкретное устройство среди устройств одного типа. Следует отметить, что протокол I<sup>2</sup>C имеет еще один формат с расширенным полем адресов устройств. Для смарт-карт GFM-2K адрес показан на рис. 4.4. Восьмой бит управляющего байта задает режим работы: чтение или запись.

#### *Запись байта*

После передачи управляющего байта и получения уведомления устройство Master должно отправить восьмибитный адрес, который устройство Slave записывает в свой адресный указатель, отвечая на прием адреса сигналом уведомления. После получения данного сигнала устройство Master посылает восьмиразрядное слово, которое устройство

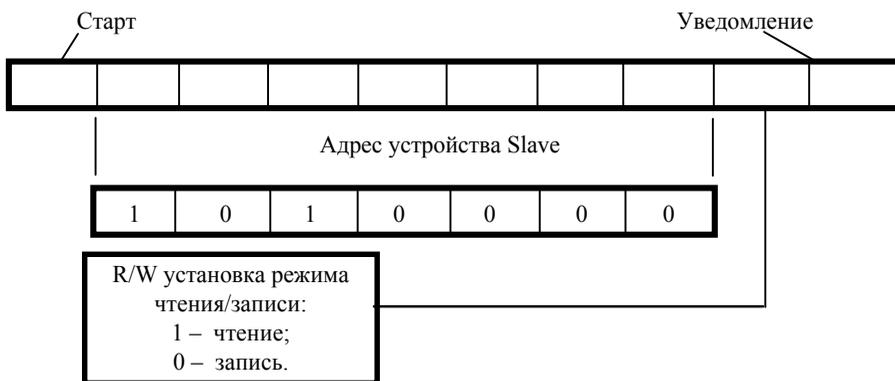


Рис. 4.4. Управляющее слово смарт-карт GFM-2K

Slave запишет по указанному адресу, а затем отправит сигнал уведомления. В конце операции Master обязан отправить «Стоп» для уведомления устройства Slave (рис. 4.5).

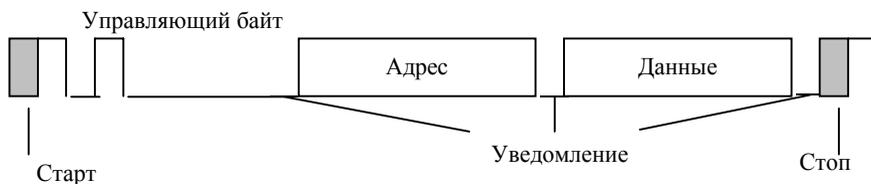


Рис. 4.5. Временная диаграмма записи байта в картах GFM-2K

Последний сигнал уведомления отправляется только после того, как запись произведена. Таким образом, для увеличения пропускной способности шины I<sup>2</sup>C целесообразно после отправки последнего бита записываемого слова поллингом (т. е. постоянным опросом) ожидать появления уведомления, после чего немедленно продолжать работу.

#### *Запись страницы*

С точки зрения быстродействия, операция записи байта не рациональна при работе с большими объемами информации. Для уменьшения временных затрат предусмотрена запись страницами. В нашем случае страница представляет собой восемь последовательно расположенных в памяти байтов. Причем первый байт из этой серии расположен по адресу, младшие три бита которого – нулевые. Вследствие этого всю память GFM-2K можно представить как последовательность из 256 байтов или 32 неперекрывающиеся страницы по 8 байтов.

Если устройство Master начинает запись не с начала какой-либо страницы, то даже в этом случае выхода из пределов этой страницы не произойдет. Причиной этого является то, что при инкрементировании адреса старшие пять битов не изменяются.

Таким образом, начав запись с середины страницы, после переполнения младших трех битов запись продолжится с ее начала.

Протокол этой операции отличается от протокола операции записи байта следующим:

- после отправки 1-го байта информации и получения уведомления устройства Master не отправляет «Стоп», а продолжает посылку еще 7 байтов, получая уведомление после каждого из них;

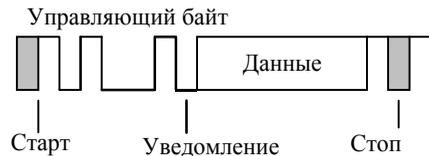
- при отправке более 8 байтов младшие три бита адреса будут циклически инкрементироваться, затирая записанные ранее там значения.

Цикл записи полученной информации непосредственно в EEPROM начинается после получения бита «Стоп». Однако необходимо помнить, что уведомление о получении очередного байта команды будет послано не ранее, чем закончится цикл записи.

#### *Чтение по текущему адресу*

Как было указано выше, чип устройства Slave имеет внутренний адресный указатель. Этот указатель после каждой операции чтения и записи инкрементируется на 1. Если, например, операция записи была произведена по адресу  $n$ , то следующая за ней операция чтения по текущему адресу прочитает байт, содержащийся в ячейке  $(n+1)$ .

После получения управляющего байта с  $R/W = 1$  устройство Slave посылает сигнал уведомления о получении команды, а затем байт, адрес которого содержится в данный момент во внутреннем счетчике. Устройство Master после получения байта данных не уведомляет об этом устройство Slave, но обязано сгенерировать сигнал «Стоп» (рис. 4.6).

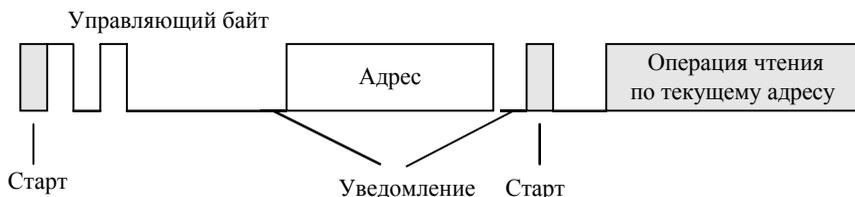


**Рис. 4.6. Временная диаграмма чтения по текущему адресу в картах GFM-2K**

#### *Произвольное чтение*

Операция произвольного чтения дает устройству Master возможность доступа к любой ячейке памяти устройства Slave. Для реализации этой операции, прежде всего, необходимо установить интересующий адрес во внутренний указатель устройства Slave. Это делается отправкой ад-

реса как части операции записи байта. Таким образом, после отправки управляющего байта с  $R/W = 0$  и адреса, а также получения уведомления, устройство Master снова генерирует «Старт». Это прерывает операцию записи, но требуемый адрес оказывается в адресном указателе устройства Slave (рис. 4.7).



**Рис. 4.7. Временная диаграмма чтения по произвольному адресу в картах GFM-2K**

Далее (см. рис. 4.6) осуществляется операция чтения по текущему адресу.

В протоколе I<sup>2</sup>C предусмотрена также операция последовательного чтения, которая позволяет за одно обращение прочитать целиком всю память. Однако разработчики чипов смарт-карт GFM-2K сочли использование подобной операции излишним.

## 5. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЛЕР СМАРТ-КАРТ

Здесь приводится описание универсального контроллера смарт-карт *Card Lab* (далее – смарт-контроллер), предназначенного для выполнения лабораторных работ.

### 5.1. Техническое описание

Технические параметры смарт-контроллера приведены в табл. 5.1.

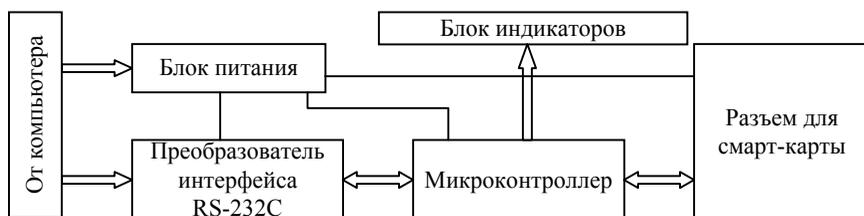
*Таблица 5.1*

Параметры смарт-контроллера

Интерфейс связи с компьютером	RS-232
Скорость обмена информацией с компьютером	9600 бит/с
Протокол обмена	ASK BUS (v. 2.0)
Алгоритм шифровки данных	ГОСТ 28147-89
Длина ключа шифровки	256 бит
Максимальное время срабатывания электронной пломбы	0,2 с
Напряжение питания	~220 В/50 Гц
Потребляемая устройством мощность не более	1 Вт
Габаритные размеры	200×112×50 мм
Температурный диапазон	0...+40 °С

Обмен информацией с компьютером производится через стандартный СОМ-порт (RS–232) на скорости 9600 бит/с. В системе применяется протокол обмена ASK-BUS (v. 2.0) между смарт-контроллером и компьютером. Описание протокола ASK-BUS (протокол для информационно-управляющих сетей нижнего уровня ASK Lab) приведено ниже. Для защиты данных от произвольного чтения в смарт-контроллере реализован алгоритм шифровки данных ГОСТ 28147-89. Ключ шифровки и таблица замен заносятся в контроллер при производстве.

Функциональная схема смарт-контроллера приведена на рис. 5.1



**Рис. 5.1. Функциональная схема контроллера смарт-карт**

Питание смарт-контроллера осуществляется от сети переменного тока с частотой 50–60 Гц и напряжением 220 В. Потребляемая при этом мощность не превышает 1Вт.

## 5.2. Подготовка к работе

В рассматриваемом варианте исполнения смарт-контроллер предназначен для работы со смарт-картами типа GFM-2К через программную оболочку верхнего уровня.

Смарт-контроллер позволяет производить запись данных на карту, чтение данных с карты и при необходимости автоматическую шифровку/дешифровку данных.

На лицевой панели расположена горизонтальная щель для смарт-карт и три светодиодных индикатора, позволяющих определить состояние смарт-контроллера.

Зеленый светодиод с надписью «Питание» загорается после включения смарт-контроллера в сеть. Этот светодиод индицирует наличие питания на схеме контроллера. Если светодиод не горит, то следует проверить положение выключателя, работоспособность шнура питания и наличие номинального напряжения в сети. Если смарт-контроллер не удастся подключить, то необходимо обратиться к инженеру.

Средний зеленый светодиод с надписью «Готов» загорается в случае, когда смарт-контроллер готов к работе. Зажигание светодиода происходит после самотестирования отдельных узлов смарт-контроллера при включении питания.

Красный светодиод с надписью «Авария» загорается, если была обнаружена ошибка при самотестировании внутренних узлов смарт-контроллера. Данная ситуация возникает в результате нарушения нормального режима работы внутренних узлов смарт-контроллера.

На задней стороне смарт-контроллера расположен разъем для его подключения к сети и интерфейсный разъем для работы с компьютером.

На первом этапе необходимо подготовить смарт-контроллер к работе. Вначале производится подключение питающего и интерфейсного проводов к смарт-контроллеру. Шнур питания подключается через разъем с надписью ~220 В / 50 Гц. Интерфейсный провод подключается через разъем с надписью RS-232. Второй конец интерфейсного провода должен быть подключен к СОМ-порту компьютера.

*Внимание! Подключение интерфейсного провода к СОМ-порту компьютера производится только при выключенном питании компьютера и смарт-контроллера во избежание перегрузки интерфейсных микросхем и, соответственно, выхода их из строя.*

Если после включения правый зеленый светодиод не загорается, то следует проверить подключение сетевого провода и положение выключателя.

При включении питания смарт-контроллер начинает тестирование своих внутренних узлов. Если после тестирования загорается светодиод «Авария», то смарт-контроллер не готов к работе и необходимо обратиться к персоналу лаборатории.

При успешном завершении тестирования происходит загорание светодиода «Готов» на передней панели смарт-контроллера, после чего смарт-контроллер готов к работе.

Программная оболочка для работы со смарт-контроллером может быть загружена как заблаговременно до включения питания смарт-контроллера, так и после готовности смарт-контроллера к работе. При помощи программы верхнего уровня необходимо установить связь со смарт-контроллером.

Пользователь должен быть заранее ознакомлен с программной оболочкой верхнего уровня.

Смарт-карту необходимо вставлять чипом вверх (контакты чипа показаны на рис. 4.1) в специальную щель считывателя смарт-карт на корпусе смарт-контроллера.

Смарт-карта должна входить в считыватель без усилий примерно на 50 мм. Затем смарт-карта упирается в пружину, и с небольшим усилием карту следует вставить до упора, а затем отпустить. При этом карта должна отойти обратно не более, чем на 5 мм.

Это говорит о том, что карта зафиксирована в считывателе. Если смарт-карта отходит обратно примерно на 20 мм, то это означает, что карта в считывателе не зафиксирована и необходимо повторно нажать на карту до упора. Если все попытки вставить карту в смарт-контроллер неудачны, то необходимо обратиться к персоналу лаборатории.

Изъятие карты из смарт-контроллера производится в том же порядке. Вначале необходимо надавить на карту до упора (примерно 4–5 мм при нормально вставленной карте), а затем отпустить карту. При этом карта выйдет из считывателя на 20 мм. Это говорит о том, что смарт-карта снята с фиксатора. После чего смарт-карту можно вынуть из смарт-контроллера.

*Внимание! Запрещается вытаскивать карту из смарт-контроллера, если она не снята с фиксатора. Это может привести к преждевременному выходу из строя считывателя смарт-карт.*

После того, как смарт-карта помещена в смарт-контроллер, с ней можно начинать работу с помощью программы верхнего уровня.

После завершения работы со смарт-картой она должна быть вынута из смарт-контроллера.

*Внимание! Запрещается отключение смарт-контроллера от сети, либо изъятие смарт-карты из считывателя при работе с этой картой. Это может привести к потере данных на карте.*

При завершении работы со смарт-контроллером достаточно отключить его питание.

*Внимание! При отключении смарт-контроллера от компьютера необходимо сначала отключить питание компьютера и смарт-контроллера, а затем производить отключение интерфейсного провода.*

### **5.3. Система команд смарт-контроллера**

Смарт-контроллер предназначен для работы со смарт-картами типа GFM-2K, представляющих собой энергонезависимую память, эквивалентную EEPROM 24LC02. Она имеет тот же интерфейс (I<sup>2</sup>C) и протокол обмена, что и 24LC02, и тот же объем памяти 2048 бит (256 байт).

В рассматриваемой версии смарт-контроллера вся карта, на которую производится запись данных, логически разбита на 4 блока по 64 байта в каждом. Поэтому если на карту необходимо произвести запись 256 байтов информации, то записываемая информация должна быть разбита на 4 части по 64 байта.

Если на карту необходимо записать менее 64 байт информации в каждый блок, то вначале необходимо произвести чтение данных с карты из блока, в котором необходимо произвести модификацию данных, затем произвести модификацию данных в нужных ячейках и произвести запись блока на карту.

В смарт-контроллере используется семь команд, приведенных в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Команды контроллера

№ команды	Действие
90h	Запись данных без шифровки
91h	Чтение данных без дешифровки
92h	Стирание карты
93h	Запись данных с шифровкой
94h	Чтение данных с дешифровкой
95h	Формирование протокола для записи на карту
96h	Формирование протокола для чтения с карты
97h	Звуковой сигнал

**Команда 90h.** *Запись данных на карту без шифровки*

Кадр для записи данных на карту должен иметь длину 75 байт, из которых, соответственно, первые 8 байтов – служебные, затем следуют 65 байтов данных и 2 байта контрольной суммы. В поле данных нулевой байт определяет банк памяти, в который производится запись данных.

Всего контроллером поддерживаются четыре банка памяти с 0 по 3 длиной 64 байта. Если невозможно произвести запись на карту, то контроллер возвращает ответный кадр длиной 16 байт, а в нулевом байте содержится код ошибки (табл. 5.3). В случае успешного завершения команды в ответном кадре в нулевом байте поля данных содержится 0, при этом кадр имеет длину 75 байт и поле данных содержит записанную на карту информацию.

**Команда 91h.** *Чтение данных с карты без дешифровки*

Кадр для чтения данных с карты может иметь длину от 16 до 75 байт, из которых, соответственно, первые 8 байт – служебные, затем следуют поле данных и 2 байта контрольной суммы. В поле данных нулевой байт определяет банк памяти, из которого производится чтение данных. Если невозможно произвести чтение данных с карты, то контроллер возвращает ответный кадр длиной 16 байт, а в нулевом байте содержится код ошибки (табл. 5.3). В случае успешного завершения команды в ответном кадре в нулевом байте поля данных содержится 0, при этом кадр имеет длину 75 байт и в поле данных содержит прочитанную с карты информацию.

### **Команда 92h. Стирание карты**

Данная команда производит стирание всей памяти на карте. После выполнения этой команды все ячейки памяти содержат FFh. Длина кадра может изменяться от 16 до 75 байт. Длина ответного кадра имеет такую же длину, как и кадр запроса. Если невозможно произвести чтение данных с карты, то в нулевом байте содержится код ошибки (табл. 5.3). В случае успешного завершения команды в ответном кадре в нулевом байте поля данных содержится 0.

### **Команда 93h. Запись данных на карту с шифровкой**

Эта команда полностью аналогична команде 90h, но перед записью данных производится их шифровка по ГОСТ28147-89.

### **Команда 94h. Чтение данных с карты с дешифровкой**

Эта команда полностью аналогична команде 91h, но перед передачей данных производится их дешифрация по ГОСТ28147-89.

### **Команда 95h. Формирование протокола для записи на карту**

### **Команда 96h. Формирование протокола для чтения с карты**

Таблица 5.3

Коды состояний контроллера

Значение нулевого байта поля данных	Состояние
00h	Команда успешно завершена
81h	Ошибка чтения EEPROM
82h	Ошибка записи EEPROM
83h	Ошибка чтения карты
84h	Ошибка записи карты
85h	Данные записаны не верно
86h	Карта отсутствует
87h	Карта вставлена
88h	Банк памяти не поддерживается

Данные команды предназначены для формирования любых протоколов обмена с картами, не поддерживаемыми контроллером. Формат данных, пересылаемых на карту, следующий:



где config содержит побитовую конфигурацию портов: 1 – вход, 0 – выход;

– delay содержит задержку между передаваемыми на карту данными в микросекундах;

– Byte0...ByteN, соответственно, данные, которые необходимо переслать на карту.

Каждый бит байта соответствует выводу порта. Длина кадра запроса может быть от 16 до 75 байтов. При записи данных на карту ответный кадр в поле данных содержит записанную информацию, а при чтении, соответственно, прочитанную.

## **6. ПРОГРАММНАЯ ОБОЛОЧКА ДЛЯ РАБОТЫ С УНИВЕРСАЛЬНЫМ КОНТРОЛЛЕРОМ СМАРТ-КАРТ CARD LAB**

Для обеспечения возможности выполнения заданий из настоящего учебного пособия с использованием универсального контроллера смарт-карт разработано специализированное программное обеспечение. Оно реализует интерфейс с пользователем с целью организации обмена информацией между персональным компьютером и контроллером.

Программная оболочка (далее – программа) предназначена для работы только с универсальным контроллером смарт-карт *Card Lab*. Без него она может быть использована для просмотра и изменения файлов в характерном только для данной программы формате.

Программа позволяет:

- создавать, просматривать созданный ранее, записывать и читать из файла, а также редактировать дампы смарт-карты с открытой памятью в двоичном или шестнадцатеричном виде;
- читать дампы смарт-карты, изменять его и записывать на карту;
- устанавливать связь с контроллером, выполняя все необходимые действия в соответствии с протоколом ASK-BUS;
- отображать все переданные контроллером данные о своих характеристиках и прочую служебную информацию;
- передавать контроллеру команды на генерацию звукового сигнала, стирание содержимого памяти карты в соответствии с протоколом ASK-BUS;
- формировать запросный кадр ASK-BUS, осуществлять информационный обмен с контроллером и отображать ответный кадр;
- просмотреть помощь по программе и макету, а также рекомендации по совместной работе макета и компьютера.

### **6.1. Назначение и возможности программы**

Для корректной работы программной оболочки необходимо подключение контроллера к компьютеру через исправный, правильно распаян-

ный кабель последовательного (прямое включение сигналов TXD, RXD) порта, а также правильное подключение питания.

Чтобы убедиться в исполнении данных требований:

– посмотрите, горит ли светодиод «Питание» (крайний, зеленого свечения) на плате контроллера. Если нет, то необходимо проверить подключение шнура питания как к сети, так и к контроллеру;

– установите связь с контроллером из программы, выбрав пункт меню <Контроллер – Установить связь>.

При этом выдача программой сообщения об ошибке при горящем светодиоде макета «Готов» (средний, зеленого свечения) будет свидетельствовать о неисправности интерфейсного соединения или о неправильной настройке последовательного порта.

## 6.2. Работа с программой

Запуск программы при работе под управлением или при эмуляции MS-DOS осуществляется набором строки SMART-11.EXE с указанием пути к программе (если соответствующий каталог не является текущим) и нажатием <Enter>.

При запуске с пустой командной строкой устанавливаются следующие параметры последовательного интерфейса:

Номер COM-порта 2;

Скорость 9600;

Параметры пакета: 1 старт, 8 инф., 1 стоп, без контроля.

Для настройки интерфейса на другие параметры необходимо задать командную строку в соответствии с шаблоном:

<кол-во инф. бит> <кол-во стоп-бит> <COM-порт> <контроль> <скорость>  
(5,6,7,8) (1,2) (COM1, COM2) (NO,ODD,EVEN) (любая из стандартного ряда).

Например, если контроллер подключен к первому COM-порту, необходимо набрать: SMART-11.EXE 8, 1, COM1, NO, 9600.

При первоначальной загрузке программы доступны следующие команды меню: <Загрузить дамп>, <Установить связь> и команда на получение помощи. Командой <Загрузить дамп> можно просмотреть и изменить дамп памяти смарт-карты, содержащийся в ранее сохраненном файле текстового формата с расширением .dmp.

Для начала работы с контроллером необходимо убедиться, что соответствующий порт компьютера настроен на работу с внешней периферией.

Универсальный контроллер смарт-карт *Card Lab* представляет собой интеллектуальное периферийное устройство с обменом по последовательному интерфейсу RS-232C. Протоколом, по которому обмениваются информацией компьютер и контроллер, является ASK-BUS. Данный протокол является внутренним стандартом ASK Lab DC и разработан для обмена управляющего ПК с периферийными устройствами, объединенными в сеть ASK LAN, или единичными, с целью сбора информации с интеллектуальных датчиков, управления удаленными объектами и т. д. Начало работы с устройствами в соответствии с ASK-BUS состоит из следующих действий управляющего ПК:

1. Обнулить (сбросить) адреса всех узлов сети.

2. Запросить в сети устройство, не имеющее сетевого адреса. Если ни один из узлов не ответил, то работа по распределению сетевых адресов закончена. При этом отвечает первый узел без адреса по пути прохождения кадра. В ответном содержится идентификационный номер данного устройства и некоторые прочие данные о нем.

3. Присвоить ответившему узлу сетевой адрес. Адрес состоит из 5 байт. Протокол ASK-BUS предполагает использование в структуре сети иерархии «кольца». Максимальное количество уровней – 5. Таким образом, каждый байт адресует узел внутри соответствующего кольца.

После распределения адресов управляющий ПК может производить обмен с любым из узлов сети.

Вся описанная последовательность действий выполняется программой при выборе пункта меню <Установить связь>.

Настоящая версия программы (1.X) позволяет работать только с одним контроллером смарт-карт (при выполнении контроллеров в виде сетевых узлов возможна работа со многими такими устройствами, объединенными в сеть).

После присвоения адреса контроллеру программа выдает в специальном окне все известные данные о контроллере.

При этом становятся доступными следующие пункты меню:

- <Загрузить дамп>;
- <Установить связь>;
- <Звуковой сигнал>;
- <Информационный обмен>;
- <Параметры>;
- <Читать дамп без расшифровки>;
- <Читать дамп с расшифровкой>;
- <Стереть информацию>;

а также команды на выдачу помощи.

Пункты меню:

- <Сохранить дампы>;
- <Сохранить как...>;
- <Запись без шифровки>;
- <Запись с шифровкой>

становятся доступными при открытии окне шестнадцатеричного дампа или открытым окне бинарного дампа.

### 6.3. Описание меню программной оболочки

*Пункт меню <Загрузить дампы>*

Позволяет выбрать с любого диска и из любого каталога файл с дампом для чтения (расширение по умолчанию .dmp). После выбора имени файла нажмите кнопку <Открыть> или клавишу <Enter>. Прочитанный дампы (при условии целостности файла) будет отображен в окне шестнадцатеричного дампа или в окне бинарного дампа – в зависимости от того, в каком виде последний раз отображался дампы.

Ниже описано содержимое и действия с окнами шестнадцатеричного и бинарного дампа.

**Окно шестнадцатеричного дампа.** Данное окно предназначено для отображения прочитанного из файла или со смарт-карты дампа памяти в шестнадцатеричном виде в строках по 16 байт. В каждый момент может быть открыто не более одного окна шестнадцатеричного дампа или одного окна бинарного дампа.

Для просмотра всего дампа используйте курсорные клавиши, а также <Home>, <End>, <PageUp>, <PageDown>.

В окне также возможно изменение дампа. Для этого, установив подсвеченную строку на необходимую позицию, нажмите клавишу <Ins>. После этого можно изменить содержимое первого байта дампа в текущей строке.

Для перехода к другим байтам используйте курсорные клавиши <Влево>, <Вправо>, а также клавиши <Tab>, <Enter>. Переход к другой строке осуществляется курсорными клавишами и клавишами <Home>, <End>, <PageUp>, <PageDown>, после чего необходимо снова нажать клавишу <Ins>.

Измененный дампы можно сохранить в файле или записать на карту. Для этого необходимо из основного меню выбрать соответствующий пункт.

По окончании работы с дампом для закрытия окна нажмите кнопку <Закрыть>.

**Окно бинарного дампа.** Данное окно предназначено для отображения прочитанного из файла или со смарт-карты дампа памяти в двоичном виде в виде списка двоичных строк.

Для просмотра всего дампа используйте курсорные клавиши, а также <Home>, <End>, <PageUp>, <PageDown>.

Кроме того, в этом окне возможно изменение дампа. Для этого, установив подсвеченную строку на необходимую позицию, нажмите клавишу <Ins>. После этого можно изменить любое количество двоичных разрядов выбранного байта. Для перехода к другой строке используйте курсорные клавиши и клавиши <Home>, <End>, <PageUp>, <PageDown> с последующим нажатием клавиши <Ins>.

Измененный дамп можно сохранить в файле или записать на карту. Для этого необходимо из основного меню выбрать соответствующий пункт.

По окончании работы с дампом для закрытия окна нажмите кнопку <Закрыть>.

*Пункт меню <Установить связь>*

При выборе этого пункта выполняется вся последовательность действий по назначению подключенному контроллеру смарт-карт сетевого адреса. Настоящая версия программы (1.X) позволяет работать только с одним контроллером смарт-карт (при выполнении контроллеров в виде сетевых узлов возможна работа со многими такими устройствами, объединенными в сеть).

После присвоения адреса контроллеру программа выдает в специальном окне все известные данные о контроллере.

*Пункт меню <Звуковой сигнал>*

Выбор данного пункта меню приводит к передаче команды подключенному контроллеру на генерацию кратковременного звукового сигнала. Если информационный обмен проходит успешно, то никаких сообщений не выдается.

*Пункт меню <Информационный обмен>*

При выборе этого пункта меню разворачивается окно информационного обмена, которое предназначено для ввода полей запросного кадра, направляемого контроллеру, и отображения ответного кадра, полученного от контроллера.

В окне с помощью строк ввода отображена структура запросного и ответного кадров в соответствии с внутренним стандартом ASK Lab DC ASK-BUS. Не показаны только контрольная сумма кадров, которая представляет собой простую сумму по модулю  $2^{16}$  и для запросного кадра формируется автоматически перед передачей, а для ответного – подсчитывается и проверяется при приеме. Перемещаться между строками ввода можно клавишей <Tab> или с использованием манипулятора «мышь». Рекомендуется при изменении полей запросного кадра использовать режим текстовой вставки, который включается нажатием клавиши <Ins>. Это упрощает процесс редактирования содержимого длинных полей.

При задании необходимого содержимого полей нажмите кнопку <Передать>. Программа сформирует запросный кадр и передаст его в требуемом формате контроллеру.

Если после этого контроллер отвечает также передачей кадра, то содержимое полей этого кадра отображается в нижней части окна, а пользователю сообщается о приеме ответной информации. Если же контроллер в течение примерно секунды не отвечает, то фиксируется ошибка истечения времени ожидания ответа, о чем сообщается в специальном окне.

*Пункт меню <Параметры>*

Отображает все известные параметры контроллера смарт-карт, с которым последний раз было установлено соединение.

*Пункт меню <Читать дамп без расшифровки>*

При выборе этого пункта меню у пользователя запрашивается тип карты, которая помещена в считыватель контроллера, а также система счисления, в которой следует отображать прочитанный дамп. После получения данных параметров контроллеру передаются команды на чтение содержимого карты без расшифровки по ГОСТ 28147-89 и его передачу управляющему ПК.

Внимание! *Перед выбором этого пункта необходимо поместить смарт-карту в считыватель.*

*Пункт меню <Читать дамп с расшифровкой>*

При выборе этого пункта меню у пользователя запрашивается тип карты, которая помещена в считыватель контроллера, а также система счисления, в которой следует отображать прочитанный дамп. После получения данных параметров контроллеру передаются команды на чтение содержимого карты с расшифровкой по ГОСТ 28147-89 при ис-

пользовании ключа и таблицы замен, содержащихся в энергонезависимой памяти программ контроллера, и передачу полученных данных управляющему ПК.

*Пункт меню <Стереть информацию>*

Выбор этого пункта меню вызывает передачу команды контроллеру на заполнение энергонезависимой памяти смарт-карты фиксированным значением (FFh). О результатах выполнения команды сообщается в специальном окне.

*Пункт меню <Сохранить дамп>*

Данный пункт меню необходимо использовать в случаях, когда текущий дамп понадобится для дальнейшей работы или сравнения с последующими изменениями. Сохранению в файле подвергается дамп, отображенный в настоящее время в окне шестнадцатеричного дампа или окне бинарного дампа. Если ранее файл не сохранялся и не был прочитан из файла, то у пользователя запрашивается имя файла, в который будет записан дамп.

Дамп сохраняется в текстовом виде, удобном для просмотра из любого текстового редактора под DOS.

Причем, если необходимо изменить содержимое дампа для дальнейшего использования в программе, то это также можно сделать из любого редактора, а затем открыть из программы командой <Загрузить дамп>.

Внимание! *При изменении самого дампа нельзя изменять другие строки программы, а также дописывать недопустимые символы в строки с дампом.*

Допустимые символы: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F.

*Пункт меню <Сохранить как...>*

Позволяет сохранить дамп под заданным, отличным от текущего именем.

(описание пункта <Сохранить дамп>).

*Пункт меню <Запись без шифровки>*

Выбор данного пункта меню вызывает запись отображенного в настоящее время дампа в окне шестнадцатеричного дампа или в окне бинарного дампа с помощью контроллера на смарт-карту. Запись производится без какого-либо преобразования информации.

Внимание! *Перед выбором этого пункта необходимо поместить смарт-карту в считыватель*

*Пункт меню <Запись с шифровкой>*

Выбор данного пункта меню вызывает запись отображенного в настоящее время дампа в окне шестнадцатеричного дампа или в окне би-

нарного дампа с помощью контроллера на смарт-карту. Запись производится с шифровкой по ГОСТ 28147-89 при использовании ключа и таблицы замен, хранящихся в энергонезависимой памяти программ контроллера.

*Внимание! Перед выбором этого пункта необходимо поместить смарт-карту в считыватель.*

При необходимости окончить работу с программой, если открыто окно шестнадцатеричного дампа или окно бинарного дампа, убедитесь в том, что изменения дампа сохранены в файле или на карте и закройте окно. После этого можно выйти из программы нажатием сочетания клавиша <Alt-X> или выбором пункта меню <Файл – Выход>.

## **7. КОЛЬЦЕВАЯ СТРУКТУРА МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ СЕТИ ASK-LAN1.2**

Для организации взаимодействия множества терминальных устройств и управляющего устройства сети разработана спецификация кольцевой информационно-управляющей сети нижнего уровня ASK-LAN 1.2. Эта сеть обеспечивает полудуплексный обмен между участниками. В качестве базового физического канала используется RS-485 на «витой паре». Протокол обмена – ASK-BUS.

Достоинством кольцевой организации в данном случае является повышенная надежность сети. Однако в предельном случае структура сети может быть вырождена в обычное соединение «точка – точка» между управляющим устройством и каким-либо контроллером, как в случае с подключением к персональному компьютеру контроллера смарт-карт. При этом логически функционирование системы остается точно таким же.

### **7.1. Топология сети**

Сеть показана на рис. 7.1. Она состоит из следующих компонентов:

- управляющее устройство (например, IBM PC с сетевой картой ASK-NC1, вставленной в свободный слот расширения);
- контроллер сети (КС) – устройство, включенное в разрыв любого кольца сети любого уровня и поддерживающее установленный протокол обмена;
- периферийное устройство (ПУ) – терминал пластиковых карт или любое другое цифровое или аналоговое устройство с любым интерфейсом, подключенное к контроллеру сети;
- узел сети – контроллер сети со всеми подключенными к нему периферийными устройствами. Физическая топология сети – двунаправленное кольцо, логическая топология – звезда. Несмотря на кольцевую структуру, выход из строя одного узла или нарушение линии связи в одном месте не влечет за собой потерю управления всеми ПУ за счет наличия «запасного» выхода в сеть через порт *B*.

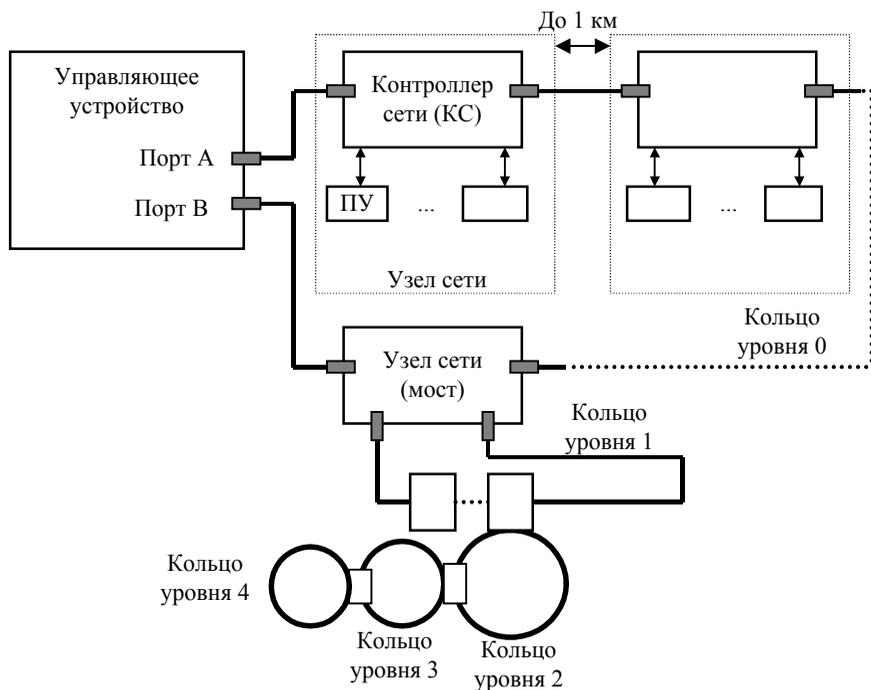


Рис. 7.1. Топология сети ASK-LAN1

Контроллеры сети обеспечивают двунаправленный информационный обмен между управляющим устройством и большим числом разнообразных ПУ по кольцевой линии связи. КС могут быть разнесены друг от друга на значительные расстояния (до ~1 км) и состоять из нескольких разнородных ПУ (в зависимости от типа КС). Возможно подключение к КС кроме ПУ сети следующего уровня и т. д. до пяти уровней (в этом случае узел носит название моста).

Внутренняя конструкция узла сети в самом сложном случае (мост с поддержкой нескольких ПУ) представлена на рис. 7.2. Он состоит из следующих элементов:

- устройство отключения узла от сети осуществляет замыкание кольца сети и отключение внутренних приемопередатчиков от сети при пропадании питания на узле или при нажатии специальной кнопки исключения узла из сети;
- приемопередатчики RS-485 обеспечивают преобразование дифференциального сигнала в линии в цифровой сигнал 0 – 5В и наоборот;

- ретранслятор кадров обеспечивает прохождение сетевых кадров сквозь узел в обоих направлениях, коррекцию временных параметров кадров, искажающихся за время прохождения от узла к узлу по длинной линии, отвлечение проходящих кадров к микроконтроллеру, передачу ответных кадров микроконтроллера в сеть и защиту кадров от наложения друг на друга;
- микроконтроллер обеспечивает поддержку установленного протокола обмена, обмен данными с ПУ и управление кольцом сети нижестоящего уровня.

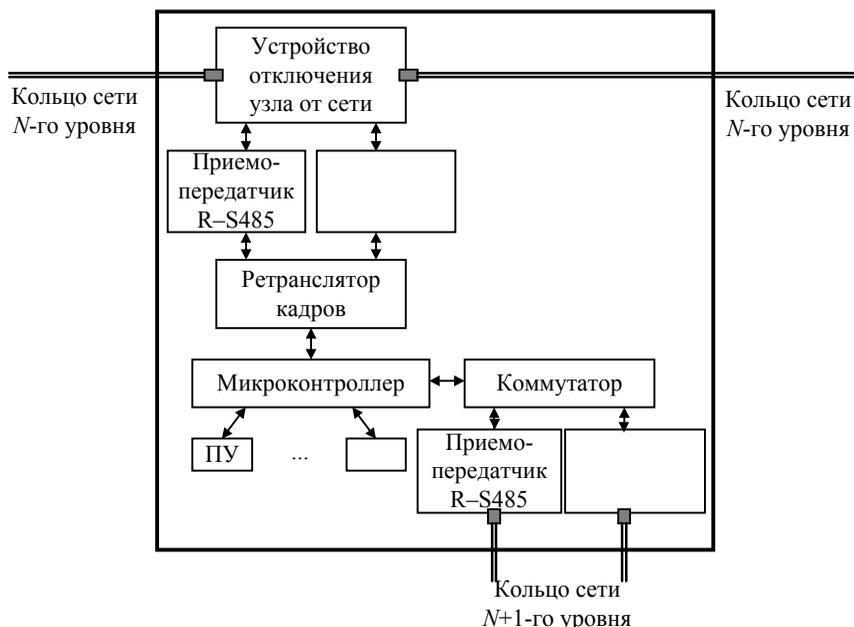
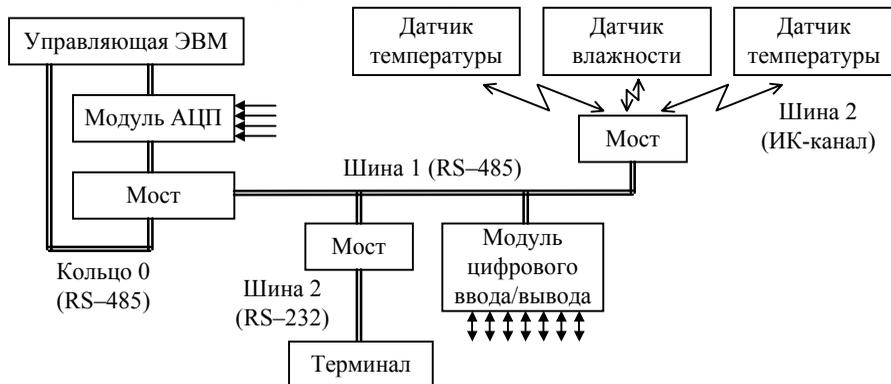


Рис. 7.2. Структурная схема узла сети

В приведенной схеме физические интерфейсы и топологии вышестоящей и нижестоящей сетей совпадают и имеют кольцевую структуру. Возможен, однако, такой случай, когда применение кольцевой структуры нецелесообразно из экономических, энергетических или каких-либо других соображений, тогда допускается применение другой физической топологии, допускающей логическую топологию «звезда» (например, можно использовать шину RS-485). В этом случае из структурной схемы узла убирается один приемопередатчик, ретранслятор и, возможно, устройство отключения узла от сети.

Аналогично может возникнуть необходимость в изменении физического канала, например сеть нижестоящего уровня должна работать на RS-422 или ИК-канале. Такое также вполне допускается, однако в некоторых случаях число узлов в сети этого уровня не сможет быть больше 1 (например, интерфейс RS-232).



**Рис. 7.3. Пример построения распределенной системы с разнотипными интерфейсами в рамках сети ASK-LAN1**

На рис. 7.3 в качестве примера приведена возможная структура трех-уровневой сети.

## 7.2. Организация обмена информацией

Весь процесс обмена информацией базируется на следующих принципах:

- инициатором любого обмена в сети любого уровня всегда является Master-устройство этой сети, т. е. управляющее устройство сети (для сети 0-го уровня) или мост (для сетей 1–4-го уровней);

- любой единичный обмен информацией состоит из двух транзакций: 1 – передача запроса от Master-устройства к какому-либо узлу сети; 2 – передача ответа от узла к Master-устройству.

При работе сети в кольцевом режиме обмен инициируется через один порт Master-устройства, запрос распространяется последовательно через все узлы и приходит на другой порт. Ответ распространяется от отвечающего узла в обоих направлениях и приходит на оба порта Master-устройства.

При нарушении кольцевой связи (например, при выходе из строя узла) Master-устройство выдает информационный кадр в сеть через

тот порт, который остался связан с адресуемым узлом. Ответный кадр в этом случае приходит на этот же порт. Если нарушение кольцевой связи произошло из-за неисправности ветви линии связи, то система сможет продолжать работу почти без потери качества обмена. Если вышел из строя узел, то связь с ПУ, подключенными к нему, будет утеряна.

В целях повышения надежности системы возможно использование дистанционного управления сигналом аппаратного сброса узлов. Это осуществляется следующим образом.

В нормальном состоянии при отсутствии обменов Master-устройство постоянно передает по сети одинаковые байты, не несущие никакой информационной нагрузки. КС узлов детектируют наличие сигнала в сети и удерживают линию аппаратного сброса в неактивном состоянии (в кольцевой сети эту функцию выполняет ретранслятор). При необходимости аппаратного сброса Master-устройство прекращает выдачу каких-либо байтов в сеть в течение ~5 с. Логика КС построена так, что каждый приходящий по сети байт вызывает сброс таймера с временем ожидания ~5 с. При отсутствии байтов в течение этого времени таймер активизирует сигнал аппаратного сброса узла.

### **7.3. Идентификация узлов в сети**

Сеть имеет иерархическую структуру с количеством уровней до 5. Число узлов на каждом уровне до 255. Каждый узел «знает» свой номер в сети, к которой он подключен. Адрес любого узла в сети (сетевой адрес) состоит из пяти чисел в диапазоне 1–255. Для определенности будем записывать сетевой адрес узла в виде  $L_0L_1L_2L_3L_4$ , где  $L_0$  – номер узла на самом верхнем уровне (1..255),  $L_4$  (1..255) – номер узла внутри последнего уровня.

Адрес 0 на каждом уровне зарезервирован для обмена с Master-устройством этого уровня. Кроме сетевого адреса, с каждым узлом связан тип и серийный номер, которые присваиваются узлу на стадии производства.

### **7.4. Инициализация сети (присвоение сетевых адресов)**

Перед началом работы с сетью после включения питания необходимо произвести нумерацию всех узлов в сетях всех уровней, т. е. присвоить им сетевые адреса в диапазоне 1–255. Для идентификации узлов на этой стадии используются их серийные номера. Присвоение сетевого

адреса осуществляется посылкой специального кадра, содержащего серийный номер узла.

При работе сети в кольцевом режиме за счет наличия ретрансляторов в узлах имеется возможность узнать серийные адреса узлов, которым еще не присвоен адрес, посылкой специального безадресного кадра. В ходе одного обмена всегда будет получен один из серийных номеров, так как ретрансляторы не допустят наложения нескольких ответов.

При необходимости можно аннулировать сетевые адреса всех узлов в сети любого уровня посылкой специального безадресного кадра.

### 7.5. Протокол обмена между Master-устройством и узлами сети ASK-BUS (версия 2.0)

Здесь описываются типы и форматы кадров, а также команды, используемые для обмена между управляющим устройством (PC) и терминалом пластиковых карт.

#### *Форматы сетевых кадров*

Обмен может происходить как кадрами фиксированной длины по 64 байт, так и кадрами переменной длины по 16–255 байт. Формат кадра схематично можно изобразить следующим образом.

FT/FL	NA/SN	Cmd	S	Data	CS
-------	-------	-----	---	------	----

Ниже приводится расшифровка полей кадра.

#### *Frame type/Frame length (FT/FL) – 1 байт*

Данное поле определяет назначение кадра и его длину. Значения 00h – 0Fh означают длину кадра 64 байт и полностью соответствуют версии 1 протокола:

00h – «пустой кадр», не обрабатывается ни одним узлом. Может использоваться для заполнения пауз между информационными обменами, в режиме отладки и т. п.

01h – сброс адреса узла, обрабатывается всеми узлами независимо от содержания остальных полей и приводит к аннулированию текущего адреса узла;

02h – запрос идентификационного номера узла с аннулированным адресом;

03h – присвоение адреса узлу с указанным идентификационным номером;

04h – информационный запрос Master-устройства;

05h – ответ узла;

06h – 0Fh – зарезервированы.

Если поле FT/FL содержит число в диапазоне 10h–FFh, то это число равно длине передаваемого кадра в байтах, включая контрольную сумму.

#### *Serial number / Net address (SN/NA) – 5 байт*

Данное поле содержит сетевой адрес узла с которым идет обмен, или серийный номер узла на стадии инициализации сети.

NA = |L0|L1|L2|L3|L4| – сетевой адрес;

SN = |NT|SN0|SN1|SN2|SN3|, где NT – тип узла, SN0–SN3 – 4-байтовый серийный номер узла.

В настоящее время использованы следующие типы узлов:

01h – сетевая плата ISA ASK-NC1;

02h – КС с SPI-интерфейсом для подключения модуля АЦП;

03h – узел сбора данных с квартирных счетчиков;

04h – светодиодное информационное табло.

#### *Command (Cmd) – 1 байт*

Значения 00h–3Fh в номере команды узла зарезервированы для однотипного использования всеми узлами. Подробное описание команд дается в документации конкретных узлов.

#### *Status (S) – 1 байт*

Содержит статус выполнения команды. Значения статуса 00h–3Fh зарезервированы для однотипного использования всеми узлами:

00h – команда выполнена успешно;

01h – идет передача запроса в нижестоящем уровне сети;

02h – идет прием ответа в нижестоящем уровне сети;

03h – ожидается ответ в нижестоящем уровне сети;

04h – ожидается готовность нижестоящего уровня сети к обмену;

05h – нет выполняемых команд;

06h – команда принята мостом;

07h – запрошенная команда не поддерживается КС;

08h – кадр содержит длину передаваемого файла;

09h – кадр содержит смещение запрашиваемого блока файла;

0Ah – кадр содержит запрошенный блок файла;

0Bh – кадр содержит длину передаваемого файла и смещение запрашиваемого блока файла;

0Ch – кадр содержит запрошенный блок файла и смещение запрашиваемого блока файла;

0Eh – ошибка при обмене файлами.

В отличие от версии 1 при получении кадра узел производит дешифровку поля статуса при операциях с файлами.

Значения 40h–FFh отведены для произвольного использования узлами. Подробное описание статуса дается в документации конкретных типов узлов.

### *Data – 6–245 байт*

Здесь содержится информация, пересылаемая узлу или получаемая от узла. Подробное описание пересылаемых данных дано в описании узлов. Байты данных ответа узла, не имеющие значения, должны оставаться такими же, как в принятом запросе, либо равны 0.

### *Check sum (CS) – 2 байт*

Контрольная сумма кадра используется для проверки правильности принятого кадра и содержит сумму предыдущих байтов.

### *Типы кадров*

#### *Тип 0 – «пустой» кадр*

FT = 0; SN/NA = XXXXX; Cmd = X; S = X; Data = X. Кадр не требует никакой обработки узлом.

#### *Тип 1 – сброс адреса узла*

FT = 1; SN/NA = XXXXX; Cmd = X; S = X; Data = X. При получении такого кадра узел должен аннулировать свой сетевой адрес.

#### *Тип 2 – запрос идентификационного номера узла с аннулированным адресом*

FT = 2; SN/NA = XXXXX; Cmd = X; S=X; Data = X. При получении такого кадра узел, не имеющий сетевого адреса, должен ответить кадром следующего вида:

FT = 5; SN/NA = X; Cmd = X; S = 0; Data = NT|SN0|SN1|SN2|SN3|PV|Dmax|Tmax0|Tmax1, где NT – тип узла, SN0-SN3 – 4-байтовый серийный номер узла; PV – версия протокола (2 для данного описания).

ния); Dmax – максимальный размер поля Data; Tmax – 2-байтовое число, определяющее максимальное время обработки команды узлом, мс.

### *Тип 3 – присвоение адреса узлу*

FT = 3; SN/NA = NT|SN0|SN1|SN2|SN3; Cmd = X; S = X; Data = NA. При получении такого кадра узел должен проверить равенство поля SN своему и при совпадении присвоить себе сетевой адрес NA. Ответный кадр может использовать поле FL и должен содержать S = 0.

### *Тип 4 – информационный запрос мастер-устройства*

FT = 4; SN/NA = NA; Cmd = ?; S = ?; Data = ?. Это обычный кадр Master-устройства, инициирующий обмен с узлом, использующийся в версии 1 протокола. В версии 2 целесообразнее для этого пользоваться полем FL вместо FT = 4.

## **Общие команды узлов**

### *Команда 0 – Инициализация*

Может использоваться для приведения узла в исходное состояние (более «мягкий» вариант аппаратного сброса).

### *Команда 1 – Само тестирование*

По этой команде узел осуществляет тестирование внутренних цепей и возвращает результат самотестирования. Отсутствие ошибок сигнализирует нулевое значение поля статуса. Детальную информацию о результатах тестирования узел может сообщить в поле Data, ее дешифровка осуществляется в соответствии с документацией на узел.

### *Команда 2 – Получить тип и серийный номер КС*

В версии 1 по этой команде узел возвращает байт типа и 4-байтовый серийный номер в поле Data. В настоящей версии узел сообщает следующую информацию:

00h – тип узла (1 байт);

01h – серийный номер узла (4 байт);

05h – номер версии протокола, поддерживаемой узлом (1 байт);

06h – максимальная длина поля Data, поддерживаемая узлом (1 байт);

07h – максимальное время обработки команды узлом, мс (2 байт).

### *Команда 3 – Получить результат выполнения последней команды*

Данная команда используется для проверки готовности данных в том случае, если в ответ на запрос был возвращен статус 06h. Значение статуса 00h свидетельствует о том, что команда успешно завершена и поле Data действительно.

### *Команда 4 – Получить идентификационную строку KC*

По этой команде узел возвращает идентификационную строку в ASCIIZ-формате. В настоящее время строка имеет вид: ASK Lab Design Center PT=XXX VN=XXX SN=XXXXXXXXXX, где PT (product type) соответствует типу узла, VN (version number) содержит номер версии узла, SN (serial number) соответствует серийному номеру узла.

### *Форматы кадров обмена файлами*

Для управления процессом обмена файлами используется поле S кадра. Оно определяет формат поля Data кадра.

S = 08h – кадр содержит длину передаваемого файла

Data = 

File Length	X
-------------	---

S = 09h – кадр содержит смещение запрашиваемого блока файла

Data = 

Request Offset	X
----------------	---

S = 0Ah – кадр содержит запрошенный блок файла

Data = 

Block Offset	File Block
--------------	------------

S = 0Bh – кадр содержит длину передаваемого файла и смещение запрашиваемого блока файла

Data = 

File Length	Request Offset	X
-------------	----------------	---

S = 0Ch – кадр содержит запрошенный блок файла и смещение запрашиваемого блока файла

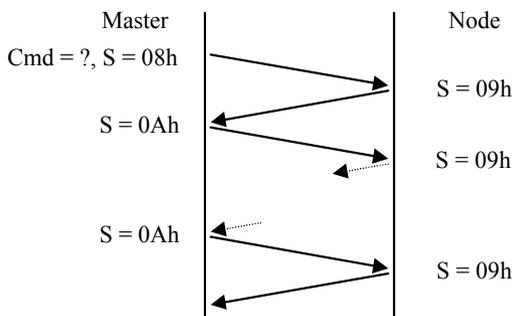
Data = 

Request Offset	Block Offset	File Block
----------------	--------------	------------

S = 0Eh – ошибка при обмене файлами.

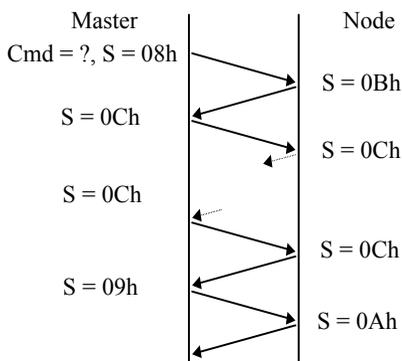
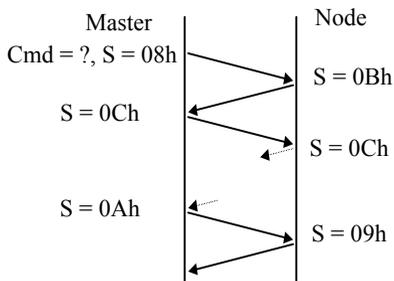
Это означает, что нарушен ход обмена файлами, либо параметры файла не устраивают приемную сторону, либо какую-то другую причину, по которой обмен файлами не может быть выполнен.

*Передача файла от Master-устройства к узлу*



*Передача файла от узла к Master-устройству*

1. Двухнаправленная передача файлов (файл от Master-устройства длиннее файла от узла).
2. Двухнаправленная передача файлов (файл от Master-устройства короче файла от узла).



## 8. ОПИСАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

Процедуре обмена данными с пластиковой картой GFM-2K в режимах простой записи и считывания и с шифровкой по ГОСТ 28147-89 должен предшествовать ряд действий.

Сначала необходимо настроить (инициализировать) СОМ-порт, аннулировать сетевой адрес терминала, присвоить новый адрес и только после этого можно начинать обмен.

Рассмотрим простой пример. Пусть необходимо вызвать генерацию звука терминалом. Поскольку к вырожденной сети подключен лишь один терминал через интерфейс RS-232C, нет необходимости устанавливать связь с другими терминальными устройствами. В этом случае блок-схема соответствующего алгоритма может выглядеть так, как это показано на рис. 8.1.

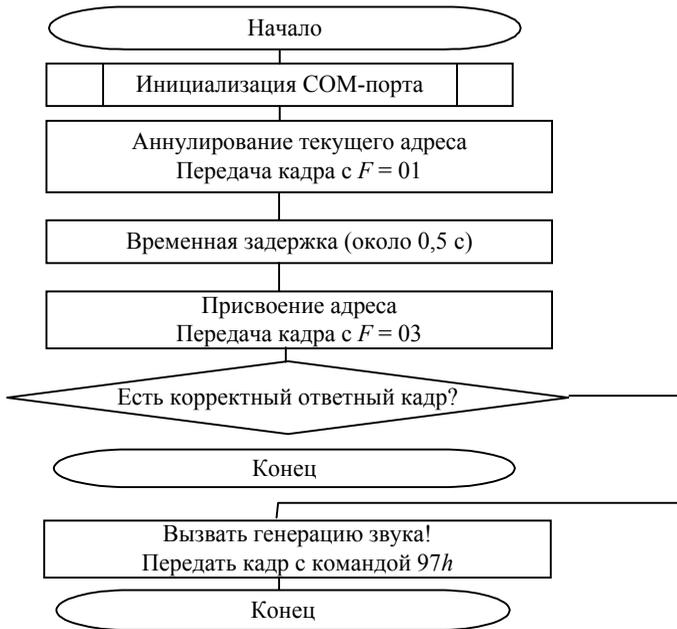


Рис. 8.1. Схема алгоритма генерации звука



но назвать «установлением связи с терминалом». Практическая работа с картой GFM-2K предусматривает операции записи данных на карту и их чтение.

Рассмотрим пример реализации этой задачи для случая, когда шифровка не производится. Под данными будем понимать строку символов. Запись строки будем производить в нулевой банк смарт-карты, причем первый байт записываемой последовательности будет указывать на длину строки.

Для записи на смарт-карту контроллеру должен быть передан информационный кадр со следующим значением полей (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Значение полей информационного кадра

FL = 4Bh	В поле типа указана длина кадра
SN = 0000000001h	Сетевой адрес устройства
Cmd = 90h	Команда записи на смарт-карту без шифровки
Data[x] = 00h	Нулевой банк смарт-карты
Data[1–64]	Записываемые в банк данные

Формат кадра записи приведен на рис. 8.3.

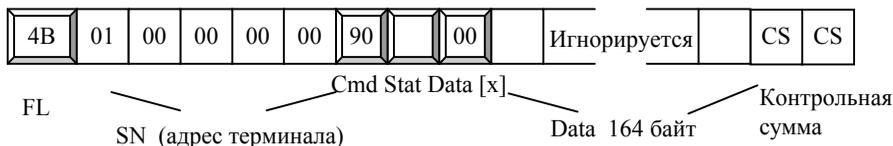


Рис. 8.3. Формат кадра данных

Этот кадр принуждает терминал записать на карту 64 байт данных, содержащихся в поле Data. Запись производится в нулевой банк карты. Общая длина кадра 4Bh = 75 байт. Служебная информация занимает 75 – 64 = 11 байт. Байт статуса игнорируется, контрольная сумма располагается в последнем и предпоследнем байтах кадра и представляет собой простую сумму по модулю  $2^{16}$  всех остальных байтов. Если запись данных произошла успешно, то терминал возвращает кадр, в младшем байте поля данных которого будет содержаться нулевое значение, а остальные 64 байт будут содержать записанную на карту информацию (ретрансляция кадра).

Если терминалу по каким-либо причинам не удалось произвести корректную запись, то он отвечает кадром длиной 16 байт, в младшем байте поля данных которого будет содержаться код ошибки (см. табл. 5.3).

Чтение данных осуществляется передачей в терминал запросного кадра длиной от 16 до 75 байт. Формат кадра такой же, как и для записи. Младший байт поля данных определяет банк памяти карты, с которого производится чтение. Если терминалу не удастся корректно прочитать данные из банка, он возвращает кадр длиной в 16 байт, в младшем байте поля данных которого содержатся под ошибки. Если команда чтения выполнена успешно, терминал отвечает кадром длиной 75 байт, формат которого полностью совпадает с кадром записи. Его поле данных содержит прочитанный банк памяти, а младший его разряд – код успешного выполнения, т. е. 00h.

Для записи строки на смарт-карту и чтения с нее необходима программа, которая выполняла бы действия в соответствии с алгоритмом, блок-схема которого показана на рис. 8.4.



**Рис. 8.4.** Схема алгоритма записи и чтения строк со смарт-карты

Функция ввода строки символов отображает набираемую на клавиатуре строку на экран монитора. Для передачи этой строки в терминальное устройство, ее сначала необходимо преобразовать в массив чисел размером 64 байт,

что соответствует размеру одного банка памяти смарт-карты. Пример программы, осуществляющей запись массива в нулевой банк смарт-карты, приведен ниже. Эта программа оформлена в виде функции Send-Frame. В ее задачу входит формирование кадра заданной длины, подсчет контрольной суммы и передача кадра с контролем опорожнения сдвигового регистра.

Пример программы чтения нулевого банка памяти приведен ниже в виде функции Receive-Frame. Эта функция ожидает кадр, принимает его и проверяет контрольную сумму. Прочитанный банк преобразуется в строку символов и затем выводится на экран монитора.

Возможность эффективной шифровки информации на основе ГОСТ 28147-89 позволяет использовать карты с открытой памятью GFM-2K для предотвращения несанкционированного доступа, и, в частности, для создания электронного паспорта. Рассмотрим эту задачу полагая, что паспорт должен содержать поля, представленные в табл. 8.2.

Таблица 8.2

Поля электронного паспорта

№ поля	Наименование поля	Объем, байт
1	Номер электронного паспорта	4
2	Ф.И.О. владельца	60
3	Дата и место рождения	64
4	Место жительства	64
5	Дополнительная информация	64

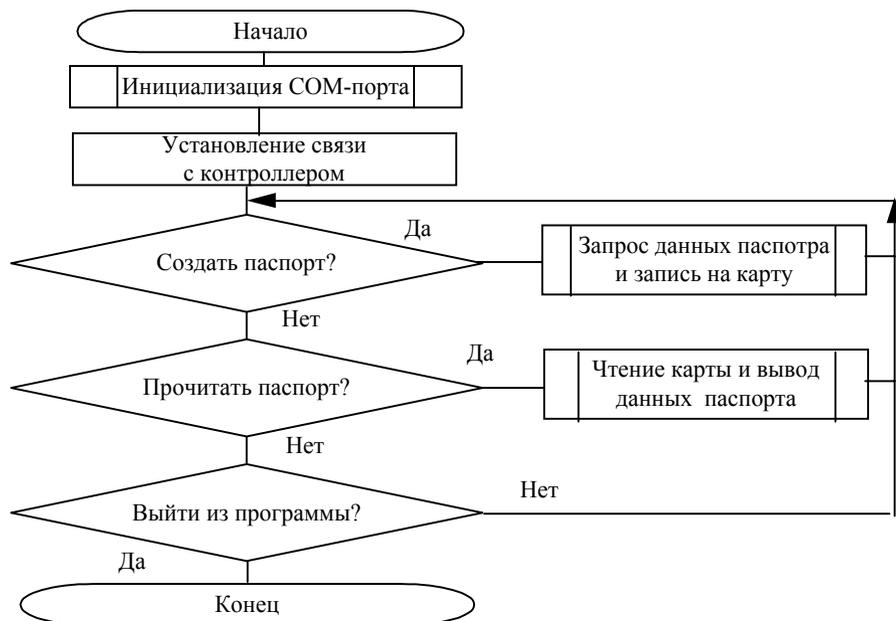
Как следует из табл. 8.2, запись необходимо производить во все банки смарт-карты в четыре приема по одному банку за одну запись. Поскольку при записи служебная информация занимает 11 байт (см. рис. 8.3), то для записи кадра длиной 64 байт требуется  $11+64 = 75$  байт (4Bh). При этом целесообразно использовать кадры, параметры которых приведены в табл. 8.3.

Таблица 8.3

Параметры для записи кадров длиной 64 байт

FT = 4Bh	В поле типа указана длина кадра
SN = 000000001h	Сетевой адрес устройства
Cmd = 93h	Команда записи на карту с шифровкой
Data[x] = 0Xh	Банк смарт-карты (X – от 0 до 3)
Data[1–.64]	Записываемые в банк данные

Блок-схема алгоритма программы, осуществляющей запись и считывание полей электронного паспорта (см. табл. 8.2) с шифровкой, может выглядеть так, как это изображено на рис. 8.5. Нетрудно видеть, что эта блок-схема содержит части алгоритма, рассмотренные ранее.



**Рис. 8.5. Схема алгоритма записи и считывания полей электронного паспорта с шифровкой**

Отличие состоит главным образом в том, что алгоритм оперирует не с одной, а с несколькими строками, а также в том, что в нем реализован простейший интерактивный интерфейс.

Если запись полей паспорта прошла успешно, терминальное устройство (контроллер) ответит кадром с нулевым значением нулевого байта поля данных.

Поскольку кадр, используемый для чтения, данных, как таковых, не содержит, его длину целесообразно сделать минимальной, т. е. 10h.

Для чтения следует использовать кадр, значения полей которого приведены в табл. 8.4.

Значение полей кадра для чтения

FT = 10h	Данные кадра (может быть любой от 10h до 4Bh)
SN = 0000000001h	Сетевой адрес терминала
Cmd = 94h	Команда чтения смарт-карты с дешифровкой
Data[0] = 0Xh	Банк смарт-карты ( X – от 0 до 3)

В ответ контроллер должен вернуть кадр со следующим содержанием поля Data:

- Data [0] = 00h свидетельствует об успешном выполнении команды;
- Data [1–64] – прочитанные данные.

## 9. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ

Данный раздел содержит формулировку заданий, предназначенных для закрепления полученных теоретических знаний и получения практических навыков работы со специализированным периферийным оборудованием и смарт-картами с открытой памятью.

1. В режиме эмуляции DOS (или DOS) запустить оболочку с помощью исполняемого файла `smart_11.exe`. Выбрать пункт меню «Контроллер» и установить связь с терминалом. Определить серийный номер и тип терминала, а также присвоенный ему сетевой адрес. Записать эти данные в протокол, а в отчете представить форматы кадров, используемые для установления связи с терминалом.

2. Выбрать пункт меню «Звуковой сигнал». Генерация сигнала будет свидетельствовать о передаче команды терминалу на генерацию звукового сигнала. В отчете представить форматы кадра, с помощью которого эта команда была передана в терминальное устройство.

3. Выбрать пункт меню «Параметры». Полученные данные записать в протокол и сравнить их с теми, которые были получены в п. 1.

4. Выбрать пункт меню «Загрузить дампы». Загрузить один из имеющихся файлов с расширением `.dmp`. Загрузку произвести в окно шестнадцатеричного дампа. Внести изменения в дампы памяти таким образом, чтобы первая его половина содержала число `FFh` во всех байтах дампа. Модифицированный дампы сохранить под новым именем. Выйти из программной оболочки, выбрав соответствующий пункт меню.

5. Запустить в режиме эмуляции DOS (или DOS) программу `example1.exe`. Убедиться в наличии звукового сигнала. Определить серийный номер, тип и сетевой адрес терминала и сравнить их с теми, которые были получены в пп. 1 и 3. В отчете представить блок-схему программы, с помощью которой осуществляется аннулирование текущего сетевого адреса, присвоение нового сетевого адреса и генерация звукового сигнала. Выйти из программы `example1.exe`.

6. Запустить в режиме эмуляции DOS (или DOS) программу `example2.exe`. На приглашение ввести строку символов для записи на смарт-карту введи-

те заданную преподавателем строку и нажмите «Enter». На запрос программы нужно ли прочитать записанную на карту строку, ответить (Y). Наблюдать прочитанную с карты строку символов. В отчете представить форматы кадров, которые использовала программа для записи и считывания строки без шифровки. Выйти из программы example2.exe.

7. Запустить в режиме эмуляции DOS (или DOS) оболочку swart\_11.exe. Выбрать пункт меню «Контроллер» и установить связь с терминалом, убедиться, что связь установлена. Затем выбрать пункт меню «Карта». Вставить пластиковую карту в приемник терминала и выбрать пункт меню «Чтение без расшифровки». Прочитать содержимое банка памяти смарт-карты в шестнадцатеричном представлении. Воспользовавшись таблицей кодировки стандартного кода ASCII, убедиться, что прочитанная строка соответствует записанной в п. 6. Выйти из программной оболочки smart\_11.exe.

8. Запустить в режиме эмуляции DOS (или DOS) программу example3.exe. Вставить карту в приемник терминала. Выбрать пункт меню «Создать новый паспорт». По согласованию с преподавателем, ввести в русском регистре следующие данные паспорта:

- Номер;
- Ф.И.О.;
- Дата и место рождения;
- Адрес места жительства;
- Дополнительные данные.

Выбрать пункт меню «Прочитать паспорт». Убедиться в правильности информации, записанной на карте с использованием шифровки. Выйти из программы example3.exe. Представить в отчете блок-схему программы, осуществляющей информационный обмен с терминалом в режиме записи и чтения данных электронного паспорта с использованием шифровки.

9. Запустить в режиме эмуляции DOS (или DOS) оболочку smart\_11.exe. Установить связь с терминалом. Выбрать пункт меню «Карта». Вставить смарт-карту в приемник терминала и выбрать пункт меню «Чтение без расшифровки» в шестнадцатеричном представлении. Наблюдать данные паспорта без расшифровки, которые имеют вид массива случайных чисел. Выбрать пункт меню «Чтение с расшифровкой». Убедиться, что данные в этом случае имеют упорядоченный характер (использование русской кодировки дает возможность прочесть паспорт из шестнадцатеричного окна).

10. Не выходя из программы smart\_11.exe, выбрать пункт меню «Стереть информацию». Прочитать данные с карты и убедиться, что она не содержит данных. Выйти из программной оболочки smart\_11.exe.

В качестве заданий повышенной сложности предлагается по усмотрению преподавателя один из вариантов:

I. Написать программу на языке высокого уровня, которая аннулирует текущий сетевой адрес терминала, присваивает ему новый сетевой адрес, а также вызывает генерацию звукового сигнала.

II. Написать программу на языке высокого уровня, которая позволяет ввести с консоли компьютера строку символов, записать эту строку без шифровки в память смарт-карты, а также прочитать в случае необходимости эту строку.

Для выполнения заданий повышенной сложности можно пользоваться блок-схемами алгоритмов соответствующих программ, процедурами и функциями, приведенными ниже, а также листингом программы на языке Pascal из Приложения. Эта программа позволяет выводить на экран строки электронного паспорта, редактировать их, записывать с шифровкой на смарт-карту, а также считывать эти строки с дешифровкой и выводить на экран монитора.

## 10. ПРИМЕРЫ ПРОЦЕДУР И ФУНКЦИЙ, ОПИСАНИЕ ТИПОВ ДАННЫХ НА ЯЗЫКЕ TURBO PASCAL

Ниже приведены примеры функций инициализации СОМ-порта, проверки контрольной суммы, формирования кадра, ожидания, а также процедуры чтения контрольной суммы.

### *Описание типов данных*

```
tNA = Array [1..5] of Byte;  
      {Сетевой адрес по ASK-BUS 2.0}  
tData = Array [1..MaxFrameLen-10-2] of Byte;  
      {Область данных кадра по ASK-BUS 2.0}  
tBuffer = Record  
{Буфер для содержания кадра по ASK-BUS 2.0 в виде записи}  
  FT: Byte;  
  NA: tNA;  
  Cmd: Byte;  
  Status: Byte;  
  Data: tData;  
  End;  
tLinkBuffer = Array [0..MAXFrameLen-1] of Byte;  
{Буфер для содержания кадра по ASK-BUS 2.0 в виде  
неструктурированного массива}  
tNoteData=Record  
  {информация об обнаруженном устройстве}  
  SN: tNA;  
  Ver: Byte;  
  ID_String: String;  
  Address: tNA;  
  Buf_Size: Byte;  
  Delay: Word;  
  End; { of Record }  
tDump=Array [0..511] of Byte; {Рабочий массив}
```

## Процедура инициализации COM-порта

```
Function COMInit(Num: Byte): Boolean;
  {Процедура инициализации COM-порта}
Begin
  COMInit:=False;
  If (Num>4) or (Num=0) Then Exit;           1,2,3,4
  Case Num of {Базовые адреса в зависимости от номера порта}
    1: COMBase:=$3F8;
    2: COMBase:=$2F8;
    3: COMBase:=$3E8;
    4: COMBase:=$2E8;
  End; { of Case }                          В ассемблере
  asm
    mov     dx,COMBase      Адрес порта в DX
    add     dx, 3
    in      al,dx
    or      al,$80
    out     dx,al          {Установить бит DLAB}
    mov     ax,$0C         {Коэффициент для скорости 9600}
    mov     dx,COMBase
    out     dx,ax          {Установить скорость}
    mov     dx,COMBase
    add     dx, 1
    xor     ax, ax
    out     dx,ax          {Установить скорость}
    mov     al,$03
    mov     dx,COMBase
    add     dx, 3
    out     dx,al          {Установить параметры: без
                           бита четности, 1 топ-бит}
    mov     al,$00
    mov     dx,COMBase
    add     dx, 1
    out     dx,al          {Запретить прерывания}
    mov     dx,COMBase
    in      al,dx          {Прочитать состояние
                           регистра данных}

  end; { of asm }
  CurCOM:=Num;
  COMInit:=True;
End; { of COMInit }
```

### *Функция проверки контрольной суммы*

```
Function CheckLinkCRC : Boolean;
  {Проверить контрольную сумму. False - не совпала}
  Var i: Word;
      Chk_Calc, Chk_Frame: Word;
  Begin
    Chk_Calc:=0;
    For i:=0 To COMFrameLen-3 Do
      Chk_Calc:=Word(Chk_Calc+RXBuf[i]);
    Move(RXBuf[COMFrameLen-2], Chk_Frame, SizeOf(Chk_Frame));
    If Chk_Calc=Chk_Frame Then CheckLinkCRC:=True Else
      CheckLinkCRC:=False;
  End; {of CheckLinkCRC }
```

### *Процедура чтения контрольной суммы*

```
Procedure CalcLinkCRC;
  {Прочитать контрольную сумму и записать в конец кадра}
  Var i: Word;
      Chk_Calc: Word;
  Begin
    Chk_Calc:=0;
    For i:=0 To COMFrameLen-3 Do
      Chk_Calc:=Word(Chk_Calc+TXBuf[i]);
    Move(Chk_Calc, TXBuf[COMFrameLen-2], SizeOf(Chk_Calc));
  End; {of CalcLinkCRC }
```

### *Функция формирования кадра*

```
Function Send_Frame(FT: Byte; NA: tNA; Cmd: Byte; Status: Byte;
  Data: tData): Boolean;
  {Формирование кадра длины COMFrameLen для передачи, подсчет КС,
  передача с ожиданием ухода всего кадра}
  Var Res: Boolean; Start: LongInt; i: Word; Symb: Byte;
  Begin
    Send_Frame:=False;
    Out_Buf.FT:=FT;
    Out_Buf.NA:=NA;
    Out_Buf.Cmd:=Cmd;
    Out_Buf.Status:=Status;
    For i:=1 To COMFrameLen-2 Do Out_Buf.Data[i]:=Data[i];
    CalcLinkCRC;
```

```

Start:=Cur_Time;          {Запомнить начало отправки кадра}
For i:=0 To COMFrameLen-1 Do {Цикл отправления запросного
                               кадра}
Begin
  Symb:=TXBuf[i];
  asm
  mov dx, COMBase
  mov al, Symb
  out dx, al          {Отправить очередной байт}
  add dx, 5
@1:
  in al, dx
  test al, $40        {Сдвиговый регистр порта пуст?}
  jz @1               {Нет}
  end; { of asm }
  If (Cur_Time-Start)>Time_Out Then Exit; {Отслеживание
Тайм-Аута}
  End; { of For }
  Send_Frame:=True;
End; { of Send_Frame }

```

### *Функция ожидания кадра (Poling)*

```

Function Receive_Frame: Boolean;
{Ожидать кадр, пока не тайм-аут. Если принят - проверить КС}
Var Start_Time: LongInt;
    Cnt, Symb: Byte; Got: Boolean;
Begin
  Cnt:=0; Start_Time:=Cur_Time;
  In_Buf.FT:=0;
  While Abs(Cur_Time-Start_Time)<Time_Out Do
  Begin
    asm
    mov dx, COMBase
    add dx, 5
    in al, dx
    mov Got, 0
    test al, $01
    jz @1
    mov Got, 1
    mov dx, COMBase
    in al, dx

```

```

    mov Symb, al
@1:
    end; { of asm }
    If Got Then
        Begin
            RXBuf[Cnt]:=Symb;
            Inc(Cnt);
        End; { of If }
    End; { of While }
    If In_Buf.FT>$0F Then COMFrameLen:=In_Buf.FT
        Else COMFrameLen:=64;
    If Cnt<$10 Then Receive_Frame:=False
        Else Receive_Frame:=CheckLinkCRC;
End; { of Receive_Frame }

```

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ГЛАВАМ

### *К главе 2*

1. Назовите сигналы интерфейса RS–232C, обеспечивающие синхронизацию, управление, передачу и прием данных соответственно.
2. Сколько независимых каналов данных обеспечивает интерфейс RS–232C и в каком режиме они работают?
3. Сколько символов содержит один пакет при асинхронной передаче?
4. Сколько битов используется для передачи одного символа ASCII по интерфейсу RS–232C?
5. Объясните, как можно обнаружить ошибку по паритету (четности)?
6. Какие значения напряжений соответствуют «0» (SPACE) и «1» (MARK)?
7. Поясните назначение элементов и выводов на схеме рис. 2.4.
8. Расскажите, как BIOS обнаруживает последовательные адаптеры?
9. Является ли интерфейс RS–232C асинхронным?

### *К главе 3*

1. Назовите базовые циклы алгоритма криптографического преобразования данных ГОСТ 28147-89.
2. Что такое «ключ»?
3. Что такое «таблица замен»?
4. Расскажите, какие операции содержит алгоритм основного шага преобразования.
5. Что общее и в чем отличие алгоритмов базовых циклов шифровки, расшифровки и выработки имитоприставки?
6. Какие режимы шифровки данных Вы знаете?
7. Какие достоинства и недостатки у «простой замены»?
8. В чем заключается «гаммирование»?
9. Чем отличается «гаммирование с обратной связью»?
10. Что такое «имитоприставка» и как она используется для повышения криптостойкости ГОСТ 28147-89?
11. Что такое «криптостойкость алгоритма» по Кирхгоффу?
12. Какой объем ключевого пространства обеспечивает ключ по ГОСТ 28147-89?
13. В чем достоинства ГОСТ 28147-89 по сравнению с DES?

#### *К главе 4*

1. Является ли протокол I<sup>2</sup>C асинхронным?
2. Расскажите о назначении и взаимодействии блоков на функциональной схеме карты типа GFM-2K.
3. Перечислите основные состояния шины I<sup>2</sup>C.
4. Как протокол I<sup>2</sup>C реализует возможность коммуникации нескольких устройств на одной последовательной шине?
5. Для какой цели в протоколе I<sup>2</sup>C используется сигнал уведомления (Acknowledge)?
6. Объясните, как при помощи I<sup>2</sup>C осуществляется запись байта?
7. Объясните, как при помощи I<sup>2</sup>C осуществляется запись страницы?
8. Как осуществляется чтение по текущему адресу?
9. Как в протоколе I<sup>2</sup>C осуществлена возможность произвольного чтения?
10. Как протокол I<sup>2</sup>C регламентирует передачу и прием адресов и данных?

#### *К главе 5*

1. Какие операции позволяет производить терминал (смарт-контроллер)?
2. Поясните назначение светодиодов на плате смарт-контроллера.
3. Объясните в каком порядке следует осуществлять коммутацию интерфейсного провода и питания при включении и отключении смарт-контроллера.
4. Какой тип памяти использован в микроконтроллере смарт-карт (рис. 5.1) и каков объем этой памяти?
5. Как логически организована EEPROM карты GFM-2K?
6. Каков алгоритм записи данных в банк памяти GFM-2K, если их объем меньше 64 байт?
7. Какова длина кадра записи данных на карту и как распределены байты этого кадра?
8. Какова длина кадра чтения данных с карты и как распределены байты этого кадра?
9. Как реагирует смарт-контроллер на невозможность прочесть данные с карты?
10. Перечислите команды смарт-контроллера карт GFM-2K.

#### *К главе 6*

1. Под управлением какой операционной системы работает программная оболочка?
2. Какие параметры последовательного интерфейса следует установить перед началом работы смарт-контроллера?

3. Какие действия выполняет программная оболочка при выборе пункта меню «Установить связь»?
4. Какое расширение должен иметь файл с дампом памяти, чтобы его можно было загрузить для работы с ним?
5. Как осуществляется редактирование запросного кадра и его передача?
6. Перечислите команды, на которые контроллер отвечает передачей ответного кадра.
7. Какие данные необходимо внести в программную оболочку для выполнения пункта меню <Читать дамп ...>?
8. Каким пунктом меню программной оболочки следует воспользоваться для сохранения вновь созданного дампа?
9. Используется ли гаммирование при записи дампа с помощью пункта меню <Запись с шифровкой>?

#### *К главе 7*

1. Какая сетевая технология использована в сети ASK-LAN 1.2 на физическом уровне?
2. Какие устройства входят в состав сети?
3. Какая физическая и логическая топологии использованы в ASK-LAN 1.2 и какие у них особенности и достоинства?
4. Объясните принцип действия и устройство узла сети, изображенного на структурной схеме (рис. 7.2).
5. Опишите логику организации обмена информацией в сети ASK-LAN 1.2.
6. Опишите логику аппаратного сброса узлов.
7. Как происходит присвоение сетевых адресов?
8. Изобразите структурную схему вырожденной сети, которая предусматривает наличие лишь одного терминала (смарт-контроллера).
9. В соответствии с используемой терминологией, назовите устройства, входящие в состав вырожденной сети (вопрос 8).
10. В каком режиме (симплексном, дуплексном или полудуплексном) работает интерфейс RS-232C в возрожденной сети?

## Библиографический список

1. *Винокуров А.* ГОСТ не прост ..., а очень прост // Монитор. 1995. № 1. С. 45.
2. *Лагутенко О. И.* Модемы. Справочник пользователя. СПб.: Лань, 1997. 368 с.
3. *Востриков А. А., Сергеев М. Б.* Учебно-лабораторный макет смарт-карт // Тез. докл. VII Междунар. школы-семинара «Новые информационные технологии». М.: МГИЭМ, 1999. С. 144–145.
4. *Анисимов А. Л. и др.* Система предоплаты за потребляемую электроэнергию на базе смарт-карт Кредо-Смарт-500// Микропроцессорные информационно-управляющие системы реального времени. Семинары ASK Lab 2000 / Под общ. ред. *М. Б. Сергеева*. СПб.: Политехника, 2000. С. 198–215.
5. *Астапкович А. М. и др.* Проблемы и перспективы создания интегрированных коммунальных систем учета потребления энергоресурсов// Информационно-управляющие системы и сети. Структуры, моделирование, алгоритмы / Под общ. ред. *М. Б. Сергеева*. СПб.: Политехника, 1999. С. 165–185.
6. *Астапкович А. М. и др.* Выбор топологии сетей нижнего уровня для коммунальных систем учета потребления энергоресурсов// Автоматизация технологических процессов/ НИИ. Норильск, 2000. С. 35–41.
7. Адрес в Интернете [www.ruscard.org](http://www.ruscard.org) .
8. Адрес в Интернете [www.gemplus.com](http://www.gemplus.com) .

**Пример программы**

```

Program Example1;
Uses CRT;
Const
    MAXFrameLen      = 256;    { Максимальная длина кадра }
Type
    tNA = Array [1..5] of Byte;
    tData = Array [1..MAXFrameLen-10-2] of Byte;
    tBuffer = Record
        FT: Byte;
        NA: tNA;
        Cmd: Byte;
        Status: Byte;
        Data: tData;
    End; { of Record }
    tLinkBuffer = Array [0..MAXFrameLen-1] of Byte;
    tNoteData=Record
        SN: tNA;
        Ver: Byte;
        ID_String: String;
        Address: tNA;
        Buf_Size: Byte;
        Delay: Word;
    End; { of Record }
    tDump=Array [0..511] of Byte;

Const
    Time_Out: Byte = 18*1; {тайм-аут ожидания кадра - одна
                            секунда }

{Константы, задающие все типы кадров, команды, статус для
обмена с контроллером смарт-карт в соответствии с ASK-BUS v.2.0}

{-----Типы кадров -----}
    aftEmpty      =      0;
    aftReset      =      1;
    aftIDRequest  =      2;
    aftSetAddress =      3;
    aftMasterRequest =    4;

```

```

    aftNoteAnswer    =      5;
{-----}

{----- Команды -----}
{Контроллер сети}
    acmNoteInit      =      0;
    acmNoteSelfTest =      1;
    acmGetNotesSN   =      2;
    acmLastCom      =      3;
    acmNoteIDString =      4;
{Периферийное устройство }
    acmBoardInit     =     $80;
    acmBoardSelfTest =     $81;
    acmGetBoardSN    =     $82;
    acmBoardIDString =     $83;
{Только для смарт-контроллера }
    acmWriteWoCoding =     $90;
    acmReadWOCoding  =     $91;
    acmClearCard     =     $92;
    acmWriteWCoding  =     $93;
    acmReadWCoding   =     $94;
    acmWriteProtocol =     $95;
    acmReadProtocol  =     $96;
    acmGenerateBeep  =     $97;
{-----}
{----- Статусы -----}
    astSuccessNote   =      0;
    astSuccessBoard  =     $80;
    astSendingCom     =      1;
    astGettingCom     =      2;
    astWaitAnswer     =      3;
    astWaitReady      =      4;
    astNoCommands     =      5;
    astLongCommand    =      6;
    astComErrorNote   =      7;
    astComErrorBoard  =     $87;
{-----}
{----- Типы узлов -----}
    antNetCard       =      1;
    antTimos         =      2;

```

```
antSymmetron      =      3;
antDIP            =      4;
antBridge         =      5;
antSmart          =      6; { Контроллер смарт-карт }
{-----}
{----- Ошибки (только для смарт-контроллера ) -----}
sstSuccess        =      0;
sstEEPROMFailR   =     $81;
sstEEPROMFailW   =     $82;
sstCardFailR     =     $83;
sstCardFailW     =     $84;
sstWriteDataFail =     $85;
sstNoCard        =     $86;
sstCardIn        =     $87;
sstInvalidBank   =     $88;
{-----}
```

Var

```
RXBuf : tLinkBuffer;      {Приемный буфер кадров}
TXBuf : tLinkBuffer;      {Буфер для ответных кадров}
```

```
Out_Buf: tBuffer absolute TXBuf; {Структурированный исходящий
буфер}
```

```
In_Buf : tBuffer absolute RXBuf; {Структурированный ответный
буфер}
```

```
{-----}
```

```
Frame_FT: Byte; Frame_NA: tNA; Frame_Cmd: Byte; Frame_Status:
Byte;
```

```
Frame_Data: tData;
{-----}
```

```
Cur_Time : LongInt absolute $0000:$046C; {Текущее
состояние счетчика системного времени}
```

```
CurCOM : Byte; {Текущий COM-порт}
```

```
COMBase : Word; {Базовый адрес текущего COM-порта}
```

```
COMFrameLen : Byte; {Длина принятого или отправляемого
кадра}
```

```
{-----}
```

```
Note : tNoteData; {Запись с данными о текущем устройстве,
с которого установлена связь}
```

```
{-----}
```

Dump: tDump;

```
Function COMInit (Num: Byte) : Boolean;
{Проинициализировать COM-порт}
Begin
  COMInit:=False;
  If (Num>4) or (Num=0) Then Exit;
  Case Num of           {Базовые адреса в зависимости от номера
                        порта}
    1: COMBase:=$3F8;
    2: COMBase:=$2F8;
    3: COMBase:=$3E8;
    4: COMBase:=$2E8;
  End; { of Case }
  asm
    mov     dx,COMBase
    add     dx, 3
    in      al,dx
    or      al,$80
    out     dx,al      {Установить бит DLAB}
    mov     ax,$0C     {Коэффициент для скорости 9600}
    mov     dx,COMBase
    out     dx,ax      {Установить скорость}
    mov     dx,COMBase
    add     dx, 1
    xor     ax, ax
    out     dx,ax      {Установить скорость}
    mov     al,$03
    mov     dx,COMBase
    add     dx, 3
    out     dx,al      {Установить параметры: без бит
                        четности,1 стоп-бит}

    mov     al,$00
    mov     dx,COMBase
    add     dx, 1
    out     dx,al      {Запретить прерывания}
    mov     dx,COMBase
    in      al,dx      {Прочитать состояние регистра
                        данных}
  end; { of asm }
```

```
CurCOM:=Num;  
COMInit:=True;  
End; { of COMInit }
```

```
Function CheckLinkCRC : Boolean;  
{Посчитать контрольную сумму и записать в конец кадра}  
Var i: Word;  
    Chk_Calc, Chk_Frame: Word;  
Begin  
    Chk_Calc:=0;  
    For i:=0 To COMFrameLen-3 Do  
        Chk_Calc:=Word(Chk_Calc+RXBuf[i]);  
    Move(RXBuf[COMFrameLen-2], Chk_Frame, SizeOf(Chk_Frame));  
    If Chk_Calc=Chk_Frame Then CheckLinkCRC:=True Else  
        CheckLinkCRC:=False;  
End; { of CheckLinkCRC }
```

```
Procedure CalcLinkCRC;  
{Проверить контрольную сумму}  
Var i: Word;  
    Chk_Calc: Word;  
Begin  
    Chk_Calc:=0;  
    For i:=0 To COMFrameLen-3 Do  
        Chk_Calc:=Word(Chk_Calc+TXBuf[i]);  
    Move(Chk_Calc, TXBuf[COMFrameLen-2], SizeOf(Chk_Calc));  
End; { of CalcLinkCRC }
```

```
Procedure TickWait(Const Num: Byte);  
{Ожидание Num тиков, т. е. Num количеств инкрементов системного  
счетчика}  
Var StartTime: LongInt;  
Begin  
    StartTime:=Cur_Time;  
    While (Cur_Time-StartTime)<>Num Do;  
End; { of TickWait }
```

```
Function Send_Frame(FT: Byte; NA: tNA; Cmd: Byte; Status: Byte;  
    Data: tData): Boolean;
```

{Формирование кадра длины COMFrameLen для передачи, подсчет K',  
передача с ожиданием ухода всего кадра}

```
Var Res: Boolean; Start: LongInt;  
    i: Word; Symb: Byte;  
Begin  
    Send_Frame:=False;  
    Out_Buf.FT:=FT;  
    Out_Buf.NA:=NA;  
    Out_Buf.Cmd:=Cmd;  
    Out_Buf.Status:=Status;  
    For i:=1 To COMFrameLen-2 Do Out_Buf.Data[i]:=Data[i];  
    CalcLinkCRC;  
    Start:=Cur_Time;           {Запомнить начало отправки  
                                кадра}  
    For i:=0 To COMFrameLen-1 Do {Цикл отправления  
                                запросного кадра}  
        Begin  
            Symb:=TXBuf[i];  
            asm  
                mov dx, COMBase  
                mov al, Symb  
                out dx, al           {Отправить очередной байт}  
                add dx, 5  
@1:  
                in al, dx  
                test al, $40         {Сдвиговый регистр порта  
                                    пуст?}  
                jz @1               {Нет}  
            end; { of asm }  
            If (Cur_Time-Start)>Time_Out Then Exit; {Отслеживание  
                                                    Тайм-Аута}  
        End; { of For }  
        Send_Frame:=True;  
    End; { of Send_Frame }
```

```
Function Receive_Frame: Boolean;  
{Ожидать кадр, пока не тайм-аут. Если принят - проверить K' }  
Var Start_Time: LongInt;  
    Cnt, Symb: Byte; Got: Boolean;  
Begin
```

```
Cnt:=0; Start_Time:=Cur_Time;
In_Buf.FT:=0;
While Abs (Cur_Time-Start_Time)<Time_Out Do
  Begin
    asm
      mov dx, COMBase
      add dx, 5
      in al, dx
      mov Got, 0
      test al, $01
      jz @1
      mov Got, 1
      mov dx, COMBase
      in al, dx
      mov Symb, al
@1:
    end; { of asm }
    If Got Then
      Begin
        RXBuf[Cnt]:=Symb;
        Inc(Cnt);
      End; { of If }
    End; { of While }
    If In_Buf.FT>$0F Then COMFrameLen:=In_Buf.FT
      Else COMFrameLen:=64;
    If Cnt<$10 Then Receive_Frame:=False
      Else Receive_Frame:=CheckLinkCRC;
  End; { of Receive_Frame }

Function Note_Address_Reset: Boolean;
{Существить сброс адреса всех узлов}
Begin
  COMFrameLen:=64; Note_Address_Reset:=False;
  If Not Send_Frame(aftReset, Frame_NA, Frame_Cmd,
    Frame_Status, Frame_Data) Then Exit
  Else Note_Address_Reset:=True;
End; { of Note_Address_Reset }

Function No_Address_Request (Var Note_Type: Byte; Var Note_SN:
  Longint): Boolean;
```

{Запросить устройства в сети, не имеющие сетевого адреса. При успехе возвращает тип и серийный номер одного из таких устройств, а также другие параметры устройств по ASK BUS. Параметры заносятся в глобальную переменную Note}

```
Begin
COMFrameLen:=64; No_Address_Request:=False;
If Not Send_Frame(aftIDRequest, Frame_NA, Frame_Cmd,
                  Frame_Status, Frame_Data) Then Exit;
If Receive_Frame Then
  Begin
  If In_Buf.Status<>astSuccessNote Then Exit;
  If In_Buf.FT<>aftNoteAnswer Then Exit;
  With In_Buf Do
    Begin
      Note_Type:=Data[1];
      Move(Data[2], Note_SN, SizeOf(Note_SN));
      Move(Data[1], Note.SN, SizeOf(Note.SN));
      Move(Data[6], Note.Ver, SizeOf(Note.Ver));
      Move(Data[7], Note.Buf_Size, SizeOf(Note.Buf_Size));
      Move(Data[8], Note.Delay, SizeOf(Note.Delay));
    End; { of With }
    No_Address_Request:=true;
  End; { of If }
End; { of No_Address_Request }
```

```
Function Set_Note_Address(Note_Type: Byte; Note_SN: LongInt;
Note_Address: tNA): Boolean;
```

{Присвоить узлу сети с серийным номером Note\_SN и типом Note\_Type адрес Note\_Address}

```
Begin
COMFrameLen:=64; Set_Note_Address:=False;
Frame_NA[1]:=Note_Type;
Move(Note_SN, Frame_NA[2], SizeOf(Note_SN));
Move(Note_Address, Frame_Data[1], SizeOf(Note_Address));
If Not Send_Frame(aftSetAddress, Frame_NA, Frame_Cmd,
                  Frame_Status, Frame_Data) Then Exit;
If Receive_Frame Then
  Begin
  If In_Buf.Status<>astSuccessNote Then Exit;
  Set_Note_Address:=True; Note.Address:=Note_Address;
```

```
End; { of If }  
End; { of Set_Note_Address }
```

```
Function Generate_Beep: Boolean;  
{ Дать команду на генерацию кратковременного звукового сигнала }  
Begin  
  COMFrameLen:=16; Generate_Beep:=False;  
  Frame_FT:=COMFrameLen;  
  Frame_NA:=Note.Address; Frame_Cmd:=acmGenerateBeep;  
  If Not Send_Frame(Frame_FT, Frame_NA, Frame_Cmd,  
                    Frame_Status, Frame_Data) Then Exit;  
  If Receive_Frame Then  
    Begin  
      If In_Buf.Status<>astSuccessNote Then  
        Generate_Beep:=False  
      Else  
        Generate_Beep:=True;  
    End; { of If }  
End; { of Generate_Beep }
```

```
Function Check_Card(Var Present: Boolean): Boolean;  
{ Проверить наличие карты в считывателе путем попытки чтения с  
карты из нулевого банка }  
Begin  
  COMFrameLen:=16; Check_Card:=False;  
  Frame_FT:=COMFrameLen;  
  Frame_NA:=Note.Address; Frame_Cmd:=acmReadWOCoding;  
  Frame_Data[1]:=0;  
  If Not Send_Frame(Frame_FT, Frame_NA, Frame_Cmd,  
                    Frame_Status, Frame_Data) Then Exit;  
  If Receive_Frame Then  
    Begin  
      If In_Buf.Status<>astSuccessNote Then  
        Check_Card:=False  
      Else  
        Check_Card:=True;  
    End;  
  If In_Buf.Data[1]=sstNoCard Then Present:=False  
  Else  
    Begin  
      If (In_Buf.Data[1]=sstSuccess) or
```

```
(In_Buf.Data[1]=sstCardIn) Then Present:=True
  Else Exit;
End; { of Else }
End; { of If }
End; { of Check_Card }
```

Function Card\_Write(Bank: Byte; Crypto: Boolean): Boolean;  
{ Записать из содержания массива Dump на карту в соответствующий банк.

```
crypto=False - без шифрования, Crypto=True - с шифрованием}
Begin
  COMFrameLen:=75; Card_Write:=False;
  Frame_FT:=COMFrameLen;
  Frame_NA:=Note.Address;
  If Crypto Then Frame_Cmd:=acmWriteWCoding Else
Frame_Cmd:=acmWriteWOCoding;
  Frame_Data[1]:=Bank;
  Move(Dump[Bank*64], Frame_Data[2], 64);
  If Not Send_Frame(Frame_FT, Frame_NA, Frame_Cmd, Frame_Status,
Frame_Data) Then Exit;
  If Receive_Frame Then
    Begin
      If (In_Buf.Status<>astSuccessNote) or
(In_Buf.Data[1]<>sstSuccess) Then
        Card_Write:=False
      Else
        Card_Write:=True;
      If In_Buf.FT<>75 Then Card_Write:=False;
    End; { of If }
  End; { of Card_Write }
```

Function Card\_Read(Bank: Byte; Crypto: Boolean): Boolean;  
{ Прочитать с карты из соотв. банка в массив Dump.  
Crypto=False - без расшифровки, Crypto=True - с расшифровкой}

```
Begin
  COMFrameLen:=16; Card_Read:=False;
  Frame_FT:=COMFrameLen;
  Frame_NA:=Note.Address;
  If Crypto Then Frame_Cmd:=acmReadWCoding Else
Frame_Cmd:=acmReadWOCoding;
```

```
Frame_Data[1]:=Bank;
If Not Send_Frame(Frame_FT, Frame_NA, Frame_Cmd, Frame_Status,
Frame_Data) Then Exit;
If Receive_Frame Then
  Begin
    If (In_Buf.Status<>astSuccessNote) or
(In_Buf.Data[1]<>sstSuccess) Then
      Card_Read:=False
    Else
      Begin
        Card_Read:=True; Move(In_Buf.Data[2], Dump[Bank*64],
          64);
      End; { of Else}
    If In_Buf.FT<>75 Then Card_Read:=False;
  End; { of If }
End; { of Card_Read }
```

Var

```
NoteType: Byte; NoteSN: LongInt;
Card_In: Boolean;
PPNum: LongInt; Action: Byte;
FIO, Birthday, Home, Appendix: String;
```

Begin { ——— Основная часть программы ——— }

```
ClrScr; {Очистить экран}
```

```
COMInit(2); {Проинициализировать COM2}
```

```
Writeln;
```

```
Writeln('Сброс сетевых адресов...');
```

```
If Not Note_Address_Reset Then {Сбросить адрес узла}
```

```
  Begin
```

```
    Writeln('Ошибка! Не удалось передать кадр на сброс
      адресов!'); Halt(1);
```

```
  End; { of If }
```

```
TickWait(9); {Ожидание около 0.5 с}
```

```
Writeln('Запрос узлов с неустановленным адресом...');
```

```
If Not No_Address_Request (NoteType, NoteSN) Then
  Begin
    Writeln('Ошибка! Контроллер не обнаружен!'); Halt(1);
  End { of If }
Else
  Begin
    Writeln(' Обнаружено устройство: тип = ', NoteType, '
            серийный номер = ', NoteSN);
  End; { of Else }

FillChar(Note.Address, SizeOf(Note.Address), 0);
Note.Address[1]:=1;
Writeln('Присвоение сетевого адреса...');
If Not Set_Note_Address (NoteType, NoteSN, Note.Address) Then
  Begin
    Writeln(' Ошибка! Не удалось присвоить сетевой адрес!');
Halt(1);
  End { of If }
Else
  Begin
    Writeln(' Присвоен сетевой адрес = 0000000001');
  End; { of Else }

TickWait(36); {Ожидание около 2 с}

While True Do { Бесконечный цикл }
  Begin
    Repeat
      ClrScr; Writeln;
      Writeln(' Выбор:');
      Writeln(' 1. Создать новый паспорт. ');
      Writeln(' 2. Прочитать паспорт. ');
      Writeln(' 3. Выход. ');
      Write(': ');
      Readln(Action);
      If Action=3 Then Halt(0);
    Until (Action>0) and (Action<4);
    Writeln;
    Case Action of
      1:
```

```
Begin
Write('Введите номер паспорта:');
Readln(PPNum);
Write('Введите ФИО владельца:');
Readln(FIO);
Write('Введите дату и место рождения владельца:');
Readln(Birthday);
Write('Введите место жительства владельца:');
Readln(Home);
Write('Введите дополнительную информацию: ');
Readln(Appendix);
Move(PPNum, Dump[0], SizeOf(PPNum));
Move(FIO[0], Dump[4], 60);
Move(Birthday[0], Dump[64], 64);
Move(Home[0], Dump[128], 64);
Move(Appendix[0], Dump[192], 64);
Repeat
Check_Card(Card_In);
Writeln;
If Not Card_In Then
Begin
Write(' Поместите смарт-карту в считыватель и нажмите
любую клавишу. ');
While Not KeyPressed Do;
End; { of If }
Until Card_In;
If (Not Card_Write(0, True)) or (Not Card_Write(1, True)) or
(Not Card_Write(2, True)) or (Not Card_Write(3, True))
Then
Begin
Writeln(' Ошибка! Не удалось записать смарт-карту! ');
Halt(1);
End { of If }
Else
Begin
Writeln(' Карта записана ... ');
End; { of Else }
End;
2:
Begin
```

```
Repeat
  Check_Card(Card_In);
  Writeln;
  If Not Card_In Then
    Begin
      Write('Поместите смарт-карту в считыватель и нажмите
любую клавишу.');
```

любую клавишу.');

```
      While Not KeyPressed Do;
      End; { of If }
    Until Card_In;
  If (Not Card_Read(0, True)) or (Not Card_Read(1, True)) or
    (Not Card_Read(2, True)) or (Not Card_Read(3, True)) Then
    Begin
      Writeln('Ошибка! Не удалось прочитать смарт-карту!');
Halt(1);
    End { of If }
  Else
    Begin
      Move(Dump[0], PPNum, SizeOf(PPNum));
      Move(Dump[4], FIO[0], 60);
      Move(Dump[64], Birthday[0], 64);
      Move(Dump[128], Home[0], 64);
      Move(Dump[192], Appendix[0], 64);
      Writeln('Предъявлен паспорт № ', PPNum);
      Writeln(' ФИО владельца: ', FIO);
      Writeln(' Дата и место рождения владельца: ', Birthday);
      Writeln(' Место жительства владельца: ', Home);
      Writeln(' Дополнительная информация: ', Appendix);
      End; { of Else }
    End;
  End; { of Case }
  Writeln; Write(' Нажмите любую клавишу...');
  While Not KeyPressed Do; {Ожидание нажатия любой клавиши}
  End; { of While }

End. { _____ }
```

## Оглавление

Предисловие .....	3
Список используемых сокращений .....	5
1. Общие сведения и классификация пластиковых карт .....	6
1.1. Сферы использования пластиковых карт .....	6
1.2. Характеристики смарт-карт .....	8
1.3. Обзор смарт-карт и перспективы развития смарт-технологии .....	10
2. Последовательный интерфейс PC .....	15
2.1. Стандарт RS-232C .....	16
2.2. Виды сигналов .....	19
2.3. Усовершенствования стандарта .....	22
2.4. Обслуживающие функции BIOS для работы с последовательным интерфейсом .....	26
3. Способы защиты информации от несанкционированного доступа. Российский стандарт шифрования данных ГОСТ 28147-89 .....	28
3.1. Основные понятия .....	28
3.2. Основные режимы шифрования .....	30
3.3. Криптостойкость алгоритма .....	34
3.4. Качество ключевой информации .....	35
4. Смарт-карты с открытой памятью GFM-2K. Протокол синхронного обмена I <sup>2</sup> C .....	37
4.1. Общие сведения .....	37
4.2. Описание протокола I <sup>2</sup> C .....	40
5. Универсальный контроллер смарт-карт .....	45
5.1. Техническое описание .....	45
5.2. Подготовка к работе .....	46
5.3. Система команд смарт-контроллера .....	48
6. Программная оболочка для работы с универсальным контроллером смарт-карт Card Lab .....	52
6.1. Назначение и возможности программы .....	52
6.2. Работа с программой .....	53
6.3. Описание меню программной оболочки .....	55
7. Кольцевая структура микроконтроллерной сети ASK-LAN1.2 .....	60
7.1. Топология сети .....	60
7.2. Организация обмена информацией .....	63
7.3. Идентификация узлов в сети .....	64
7.4. Инициализация сети (присвоение сетевых адресов) .....	64
7.5. Протокол обмена между Master-устройством и узлами сети ASK-BUS (версия 2.0) .....	65
8. Описание выполнения заданий .....	71
9. Задания для выполнения .....	78
10. Примеры процедур и функций, описание типов данных на языке Turbo Pascal .....	81
Контрольные вопросы по главам .....	86
Библиографический список .....	89
Приложение .....	90