

## **Глава 2. Номенклатура устройств**

### **2.1. Общие характеристики**

Как уже было сказано, iButton встраиваются в корпуса типа MicroCan из нержавеющей стали. Стенки имеют толщину 0.254мм. Диаметр корпуса - 16.3мм, высота - 3.1мм или 5.9мм. Приборы, которые питаются от линии данных, т. е. используют лишь режим пассивного питания, могут быть обоих видов. Все остальные имеют толщину MicroCan 5.9мм. Контактная пара в обеих модификациях выполнена одинаково, так что для обмена информацией используется один и тот же пробник. Изолирующим материалом между чашкой и верхним контактом является стабилизированный черный полипропилен. Такая конструкция обладает прекрасной механической прочностью и устойчива к коррозии. MicroCan выдерживают ускорение 500g и постоянную силу в 110Н во всех направлениях. Падение MicroCan с высоты 1.5м на бетонный пол не повреждает его и содержимого. Частые касания не повреждают металлизацию контактов, так как ее нет. iButton выдерживает минимум 1 миллион циклов использования.

iButton DS1990A и DS1982-DS1986 предназначены для работы в температурном интервале от -40°C до +85°C. Температурный интервал работы DS1920 еще шире. Приборы, использующие литиевые батарейки (DS1991-DS1996), не могут храниться или работать при температурах ниже -40°C или выше +70°C. При -55°C электролит литиевой батарейки замерзает. При температуре выше +85°C давление паров электролита возрастает, что приводит к высыханию батарейки.

Общим свойством всех iButton является запрограммированное лазером ПЗУ, содержащее 6-байтный уникальный серийный номер прибора, 1-байтный код семейства и байт результата проверки циклическим избыточным кодом (ЦИК). Код семейства - это величина, отражающая функциональное назначение прибора. Семь младших битов кода семейства указывают на тип прибора, старший бит содержит флаг, свидетельствующий о том, что данный тип изготовлен по спецзаказу. Таким образом, могут быть закодированы 128 различных стандартных изделия. 48-битовый (6-байтный) серийный номер представляет собой любое десятичное число

до  $2.81 \cdot 10^{14}$ . Если за год производить 1000 миллиардов ( $1.0 \cdot 10^{12}$ ) приборов с одним кодом семейства, то количества различных номеров хватит на 281 год. К тому же имеется 128 различных кодов семейства. Если старший бит (флаг потребителя) в коде семейства установлен, то функционирование прибора будет таким же, как и стандартного, но серийный номер при этом устанавливается по специальным правилам. Так, если флаг потребителя установлен, то часть всех возможных номеров зарезервирована определенными покупателями. Это означает, что 12 старших битов серийного номера позволяют 4096 разным покупателям иметь свой собственный номер прибора. Код для этих 12 битов определяется Dallas Semiconductor по заказам покупателей. Так как ПЗУ содержит 64 бита, из которых по 8 битов занимают код семейства и ЦИК, то остаются 36 битов для записи информации покупателя и серийного номера. Изделия под заказ требуют специальной регистрации и дополнительных процедур для того, чтобы обеспечить доступ лишь для данного покупателя. Они могут быть общедоступными, если это официально разрешено производителем.

В зависимости от своих требований покупатель имеет четыре варианта для использования оставшихся 36 битов ПЗУ. При выборе варианта А восемь старших битов будут заняты информацией покупателя, а оставшиеся 28 битов займет уникальный серийный номер (268.4 миллиона комбинаций). В случае варианта В двенадцать старших битов будут заняты информацией покупателя, а оставшиеся биты позволят записать 16.8 миллиона различных серийных номеров. С вариантом С покупатель может записать 16 старших битов, но тогда количество различных серийных номеров уменьшится до 1.05 миллиона. Выбор D позволяет покупателю записать информацию в 20 старших битах, при этом общее число различных серийных номеров составляет только 65536. Более полное описание приборов, выполненных под заказ, предоставляется по заявкам.

В табл. 2.1 приведен список выпускаемых iButton и их основные характеристики, а в табл. 2.2 - команды iButton (см. ниже).

**Таблица 2.1. Номенклатура iButton и их основные характеристики.**

Тип устройства	Код семейства	Наличие серийного номера	Количество бит памяти и ее тип	Число битов защищенного ЭНЗУ	Наличие часов реального времени	Наличие интервального таймера	Наличие счетчика циклов
DS1990A	01H	Да	-	-	-	-	-
DS1991	02H	Да	512, ЭНЗУ	3*384	-	-	-
DS1992	08H	Да	1К, ЭНЗУ	-	-	-	-
DS1993	06H	Да	4К, ЭНЗУ	-	-	-	-
DS1994	04H	Да	4К, ЭНЗУ	-	Да	Да	Да
DS1995	0AH	Да	16К, ЭНЗУ	-	-	-	-
DS1996	0CH	Да	64К, ЭНЗУ	-	-	-	-
DS1982	09H	Да	1К, СППЗУ	-	-	-	-
DS1985	0BH	Да	16К, СППЗУ	-	-	-	-
DS1986	0FH	Да	64К, СППЗУ	-	-	-	-
DS1920	10H	Да	16, ЭСППЗУ	-	iButton-термометр		

ЭНЗУ - энергонезависимое оперативное запоминающее устройство (Nonvolatile Random Access Memory - NVRAM);  
СППЗУ - стираемое программируемое ПЗУ (Erasable Programmable Read-Only Memory - EPROM);  
ЭСППЗУ - электрически стираемое программируемое ПЗУ (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory - EEPROM).

**Таблица 2.2. Команды устройств iButton.**

<b>Тип устройства</b>	<b>Команды функции ПЗУ</b> (чтение, игнорирование, выбор, исследование)	<b>Команды СОП</b> (чтение, запись, копирование)	<b>Команды функции памяти</b> (чтение)	<b>Команды функции памяти</b> (запись)	<b>Команды пароля</b> (запись)	<b>Команды статуса</b> (чтение, запись)
DS1990A	Да	-	-	-	-	-
DS1991	Да	Да	Да	Да	Да	-
DS1992	Да	Да	Да	-	-	-
DS1993	Да	Да	Да	-	-	-
DS1994	Да	Да	Да	-	-	-
DS1995	Да	Да	Да	-	-	-
DS1996	Да	Да	Да	-	-	-
DS1982	Да	-	Да	Да	-	Да
DS1985	Да	-	Да	Да	-	Да
DS1986	Да	-	Да	Да	-	Да
DS1920	Да	Да	Да	-	-	-

## 2.2. Типичные iButton

### DS1990A. Идентификационная кнопка (таблетка)

Самым простым прибором из серии iButton является DS1990A - ПЗУ, запрограммированное при изготовлении. Так как информация в ПЗУ записывается путем лазерного пережигания перемычек, то DS1990A не нуждается в энергии для хранения данных. Более того, почти не требуется энергии для его функционирования. DS1990A использует напряжение на линии передачи данных и хранит в себе минимальный заряд для обеспечения своей работы во время импульса присутствия или низкоуровневого промежутка любого временного слота при операции чтения. Рис. 2.1 демонстрирует организацию данных в DS1990A. Первый байт, передаваемый из ПЗУ, – это код семейства. Далее следует уникальный серийный номер, начиная с младшего байта. Последним расположен байт ЦИК (байт контроля циклическим избыточным кодом). ЦИК выступает в роли контрольной суммы первых 7 байтов.

Старший адрес	МЗР	СЗР	Младший адрес
Байт ЦИК	6-байтовый серийный номер	Код семейства 01h	ПЗУ

**Рис.2.1. Организация памяти DS1990A (МЗР - младший значащий разряд, СЗР - старший значащий разряд).**

Он позволяет быстро проверить верность переданной цепочки битов. Если ЦИК, вычисленный мастером, соответствует ЦИК, считанному из прибора, то операция чтения была выполнена корректно. Это одна из причин, почему iButton не требуются постоянные электрические контакты. Благодаря своему дизайну и жесткому контролю при изготовлении DS1990A является уникальным электронным идентификатором, который невозможно подделать. Он предназначен для случаев, где необходима абсолютная идентификация.

### DS1991. Контактный мультиключ

Как и DS1990A, DS1991 включает серийный номер с кодом семейства и ЦИК. Кроме этого, DS1991 содержит 64-байтное энергонезависимое сверхоперативное запоминающее

устройство и три энергонезависимые области ОЗУ по 48 байтов каждая с доступом через пароль, которые называются подключами. Для каждой защищенной области ОЗУ есть также общедоступное идентификационное поле, состоящее из 8 байтов. На рис. 2.2 изображена внутренняя организация прибора.

Старший адрес	МЗР		СЗР	Младший адрес
Байт ЦИК	6-байтовый серийный номер		Код семейства 02h	ПЗУ
48 байт защищенного ОЗУ	8-байтовый пароль	8-байтовое иденти- фикационное поле		стр. 0
48 байт защищенного ОЗУ	8-байтовый пароль	8-байтовое иденти- фикационное поле		стр. 1
48 байт защищенного ОЗУ	8-байтовый пароль	8-байтовое иденти- фикационное поле		стр. 2
64-байтовая незащищенная СОП				стр. 3

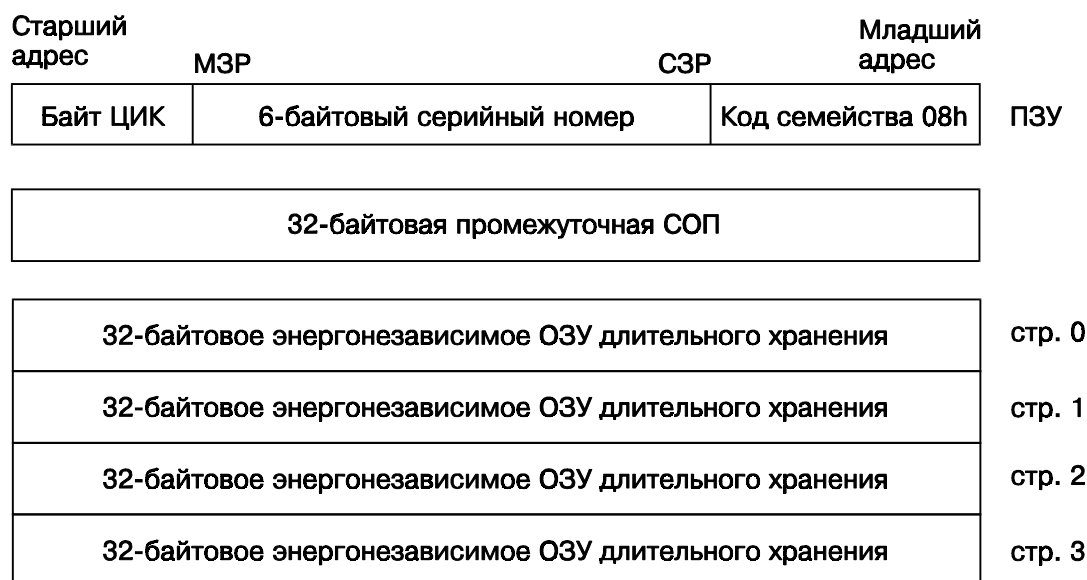
**Рис.2.2. Организация памяти DS1991.**

DS1991 сконструирован как электронный ключ с высокой степенью защиты, который открывает доступ к различным приложениям с помощью своих защищенных кодов. По сути, любой из трех подключей может рассматриваться как защищенный прикладной файл. Поле идентификации содержит имя файла, а защищенные ячейки ОЗУ - коды доступа. Несколько человек, имеющих разные DS1991, могут использовать один и тот же код доступа.

DS1991 защищен от фальсификации. Если для чтения данных используется неправильный пароль, прибор выдает случайные числа. Если вводится новый пароль, то вся информация в поле данных подключа автоматически стирается. Хотя возможен прямой доступ по записи во все ОЗУ, обычно при записи в качестве промежуточного хранилища данных используется сверхоперативная память (СОП) для их проверки перед размещением по окончательному адресу. Это исключает запись искаженных данных, даже если во время сеанса связи нарушался электрический контакт. В зависимости от приложения сверхоперативная память может альтернативно использоваться в качестве незащищенного ОЗУ.

### DS1992. 1K-битное энергонезависимое ОЗУ

Как и все iButton, DS1992 имеет уникальный серийный номер. 128 байтов его энергонезависимого ОЗУ разбиты на четыре области памяти (страницы) по 32 байта каждая и 32-байтную СОП (см. рис. 2.3). Для чтения доступен любой байт каждой страницы. Запись данных возможна только через СОП. После сравнения данных с оригинальными посредством чтения СОП по команде копирования СОП прибор переносит их по нужному адресу энергонезависимого ОЗУ. Такой способ записи гарантирует, что даже если во время связи с прибором прервется электрический контакт, то искаженные данные не будут записаны по окончательному адресу, а останутся в СОП.

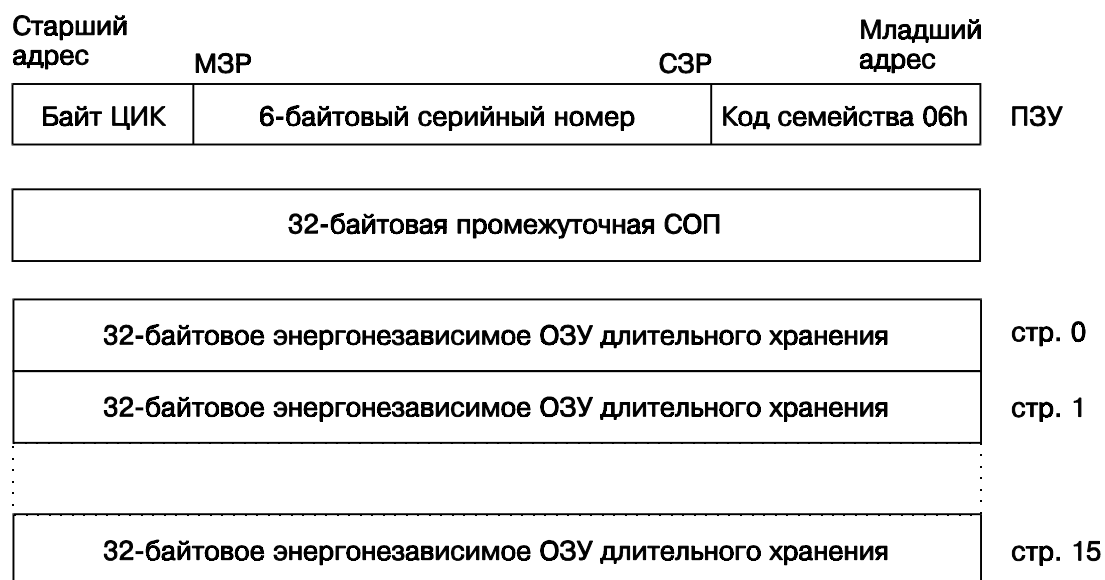


**Рис.2.3. Организация памяти DS1992.**

### DS1993. 4K-битное энергонезависимое ОЗУ

DS1993 является расширенной версией DS1992. Как показано на рис. 2.4, DS1993 имеет в четыре раза больший объем памяти, чем DS1992. Конечно, он имеет свой собственный код семейства, записанный в его ПЗУ. DS1992 и DS1993 являются одновременно идентификационными приборами и мобильными носителями данных. Благодаря специальной структуре данных эти приборы могут хранить многочисленные файлы, имеющие независимые области применения. Более того, для защиты информации общедоступный серийный номер может использоваться как ядро, которое совместно с секретным ключевым словом образует пароль для шифровки личных

файлов данных. Хотя такие данные могут быть прочитаны, их практически невозможно расшифровать, поскольку нет приборов с одним и тем же серийным номером.



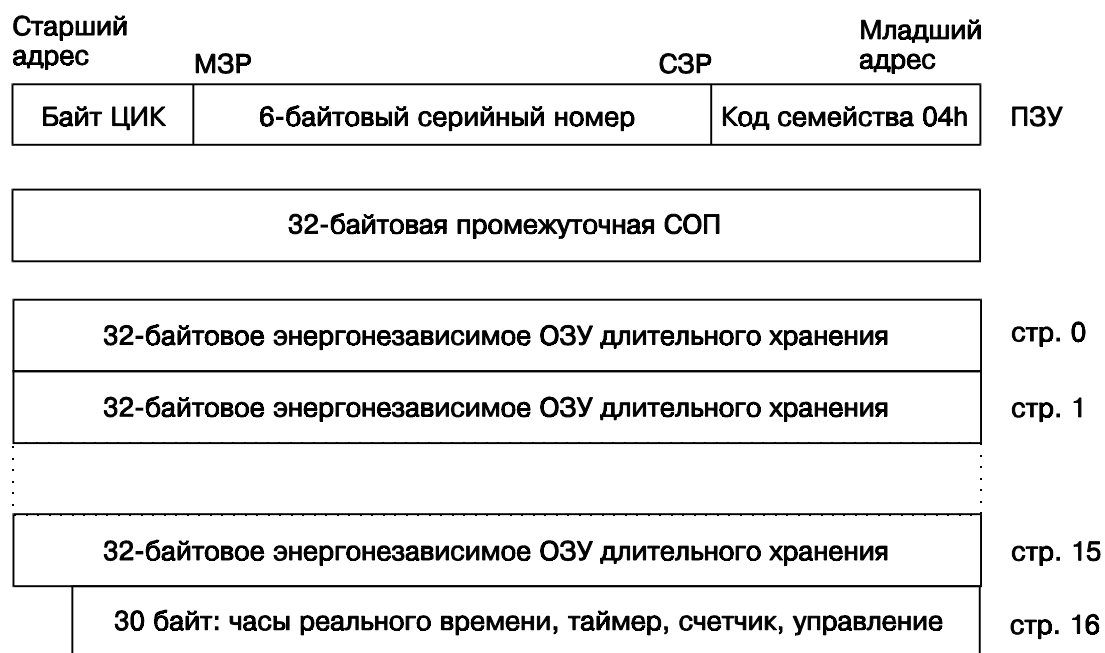
**Рис.2.4. Организация памяти DS1993.**

#### DS1994. Память плюс время: 4К-битное энергонезависимое ОЗУ

По сравнению с DS1993 в приборах DS1994 добавлены часы реального времени, таймер интервалов, счетчик циклов и сигналы тревоги для этих счетчиков. За исключением кода семейства, DS1994 полностью совместим с DS1993. Дополнительные регистры для часов и т. п. размещены на дополнительной странице в конце памяти. На рис. 2.5 показаны подробности структуры прибора. Что касается представления времени, то часы в приборе отличаются от обычных часов реального времени. В DS1994 они представляют собой двоичный счетчик с разрешением 1/256 секунды. Минута, час, день, месяц и год вычисляются на основе полного числа секунд, которые проходят с произвольно выбранного начального момента времени. Таким образом, вопросы привязки к часовым поясам и принятым в разных странах формам представления времени остаются головной болью прикладного программиста. Такое представление времени упрощает вычисление временных интервалов между событиями и дает простой алгоритм для улучшения точности калибровки.



Таймер интервалов может использоваться как секундомер с остановом, для того чтобы подсчитать время между определенными событиями, или как инструмент для временного контроля оборудования, поскольку DS1994 обладает способностью генерировать прерывания. Для получения статистических данных о функционировании контролируемого оборудования счетчик циклов отслеживает, как часто это оборудование включалось, а таймер интервалов дает информацию о продолжительности каждого включения. Для такого применения, однако, необходимо, чтобы DS1994 был закреплен на оборудовании. Когда DS1994 используется как iButton, он дает полезную информацию о частоте его использования и среднем времени каждого контакта. Часы реального времени совместно с регистром тревоги обеспечивают выполнение функции ограниченного во времени доступа. Как только достигается определенная временная точка, контролирующий компьютер прекращает доступ к охраняемому объекту. Прерывания и сигналы тревоги могут выдаваться и без использования компьютера.



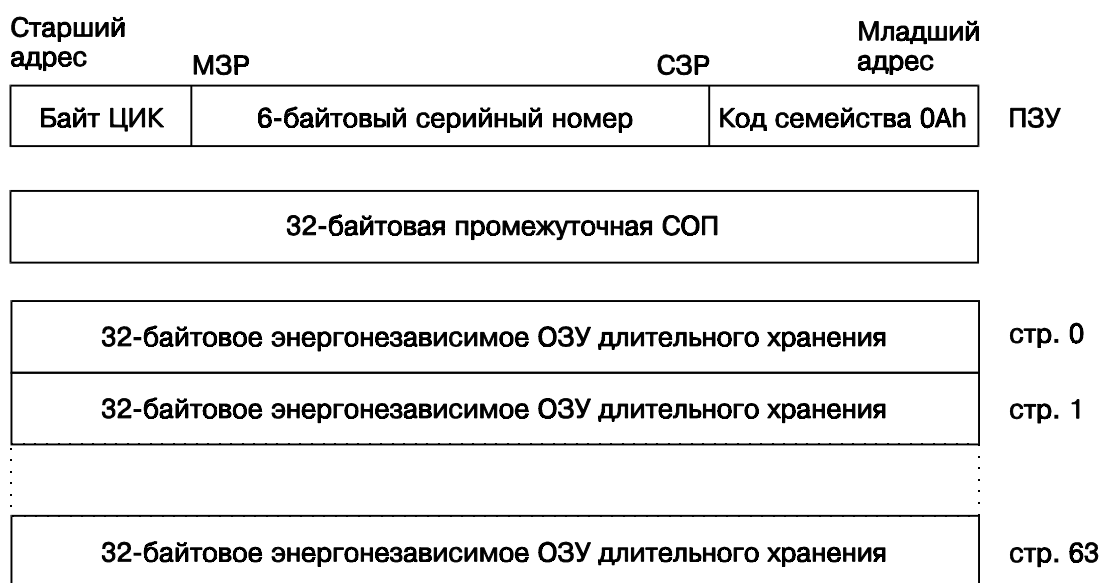
**Рис.2.5. Организация памяти DS1994.**

Способность DS1994 защищать от записи счетчики и блокировать регистры тревоги делает прибор контроллером, неперегружаемым до истечения определенного срока. Все эти

специфические особенности и связанные с ними регистры и флаги управления размещаются на странице 16 ОЗУ прибора. Доступ к этой странице осуществляется так же, как и к другим страницам ОЗУ. Хотя сверхоперативная память и вовлечена в процесс записи, но структура команды позволяет записывать байты по одному или пакетами.

#### DS1995. 16К-битовое энергонезависимое ОЗУ

Для приложений, в которых необходимо хранить несколько файлов разного размера, объем DS1993 может быть недостаточным. DS1995 в четыре раза увеличивает объем хранимой информации по сравнению с предыдущими версиями прибора – до 16Кбит, или 64 страниц по 32 байта (см. рис. 2.6). DS1995 имеет такую же логическую структуру и принимает те же команды, что и предыдущие версии iButton. Уникальный код семейства указывает на увеличенную емкость.

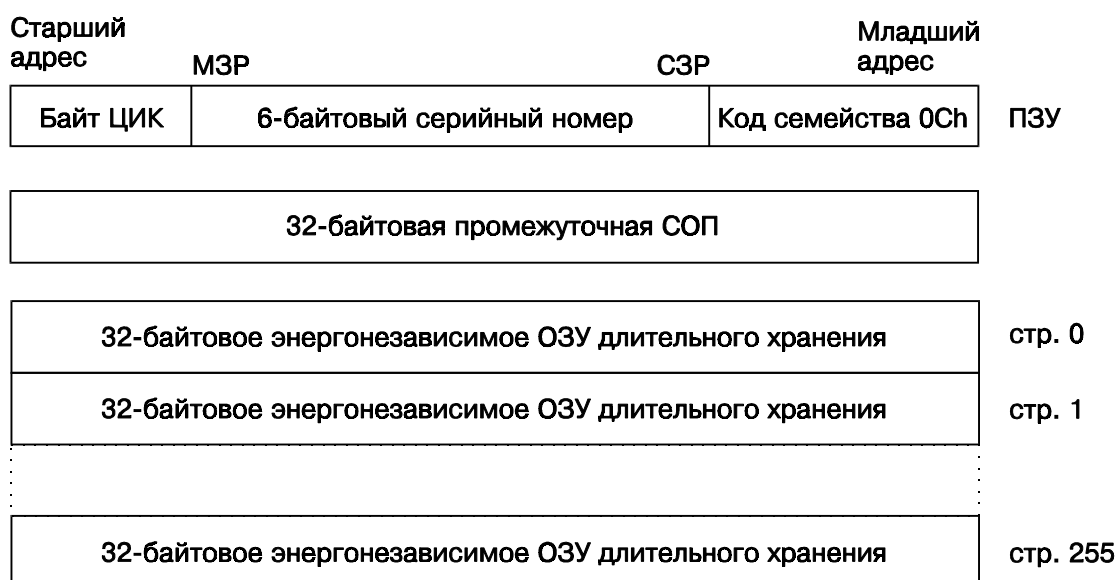


**Рис.2.6. Организация памяти DS1995.**

#### DS1996. 64К-битное энергонезависимое ОЗУ

Емкость DS1996 в четыре раза превосходит емкость DS1995 – она увеличивается до 64Кбит, или 256 страниц по 32 байта (см. рис. 2.7). Используя те же команды, что и другие iButton с энергонезависимым ОЗУ, DS1996 позволяет легко модернизировать существующие системы. Как и все приборы контактной памяти, этот прибор имеет уникальный код семейства.

Емкость и DS1995, и DS1996 значительно превосходит емкость существующих мобильных носителей данных, таких как карточки памяти или магнитные полосы. Использование серийного номера вместе с секретным ключевым словом позволяет хранить в одном приборе и зашифрованные, и общедоступные файлы данных.



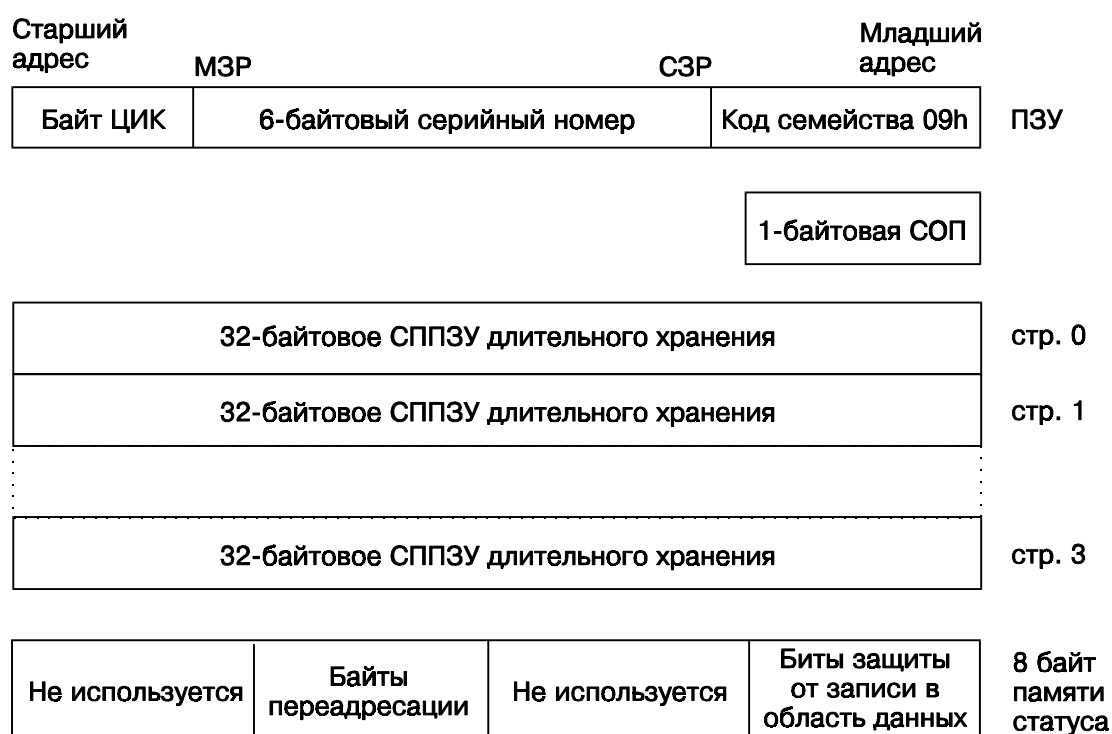
**Рис.2.7. Организация памяти DS1996.**

#### DS1982. 1К-битное ПЗУ

Серия приборов DS198х использует электрически программируемое ПЗУ и не нуждается во внутреннем источнике питания для хранения информации. Как и у DS1990А, энергия для работы берется прямо из линии передачи данных. Стандартной чертой является наличие ПЗУ с серийным номером и кодом семейства. Память разбита на 4 страницы по 32 байта каждая (см. рис. 2.8).

Чтение DS1982 происходит так же, как и других iButton, однако запись - иначе. Прежде чем байт записывается по окончательному адресу, он помещается в однобайтную СОП. Затем путем вычисления 8-битного ЦИК производится проверка правильности команды, адреса назначения и данных. Если проверка дает положительный результат, импульс длительностью 1 мс и напряжением 12В копирует данные из сверхоперативной памяти в ПЗУ прибора. Эта процедура исключает запись неправильных данных, даже если при сеансе связи происходит прерывание электрического кон-

такта. Такая сложная проверка необходима для приборов, использующих для хранения информации неперепрограммируемое ПЗУ, так как, если данные однажды записаны неверно, их невозможно изменить. Когда их необходимо модернизировать, старые данные помечаются как переадресованные, а новые добавляются в свободные ячейки памяти (если они еще есть в наличии). Такую память нельзя стереть, но исказить уже записанную информацию можно, пошлав по уже занятым адресам новые данные. Поэтому предусмотрена процедура защиты каждой страницы против последующих попыток записи.

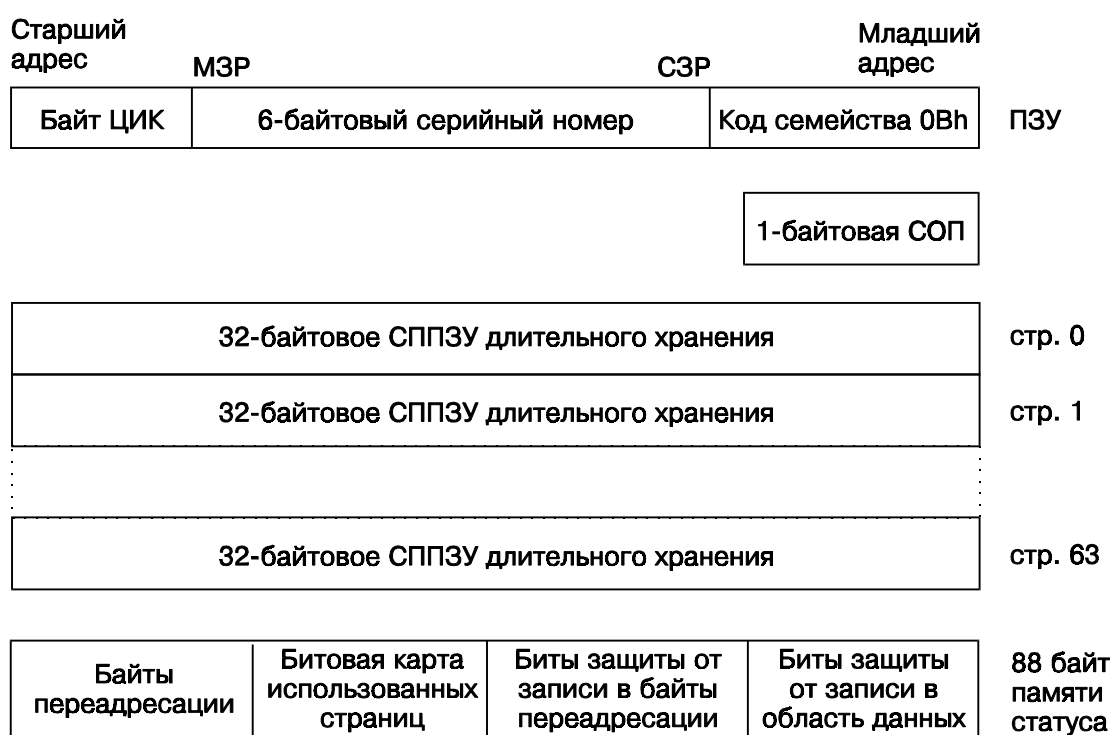


**Рис.2.8. Организация памяти DS1982.**

Флаги, указывающие на то, защищена ли страница данных от записи или переадресована, размещены в 8 байтах памяти статуса прибора. При записи в память статуса используются те же команды, что и при записи на страницы данных. При чтении статуса или данных встроенный генератор ЦИК защищает их поток от возможных ошибок передачи.

### DS1985. 16К-битное ПЗУ

Этот прибор имеет в 16 раз большую память, чем DS1982. Он является наименьшим среди iButton ПЗУ, полностью обеспечивающим хранение и модернизацию данных в многозадачном режиме, то есть обслуживающим одновременно файлы нескольких приложений. Память прибора разделена на 64 страницы по 32 байта (рис. 2.9). В дополнение к основной памяти есть еще 88 байтов памяти состояния, предназначенных для байтов переадресации, флагов и битов защиты от записи. Чтобы не тратить время на чтение испорченных данных, предусмотрена специальная команда, инициирующая сигнализацию о том, переадресована или нет та область памяти, из которой читается информация. Если сигнализация свидетельствует о переадресации, это значит, что информация в указанной области памяти испорчена, и пользоваться ею не следует. Другие функции DS1985 в точности такие же, как и функции DS1982.



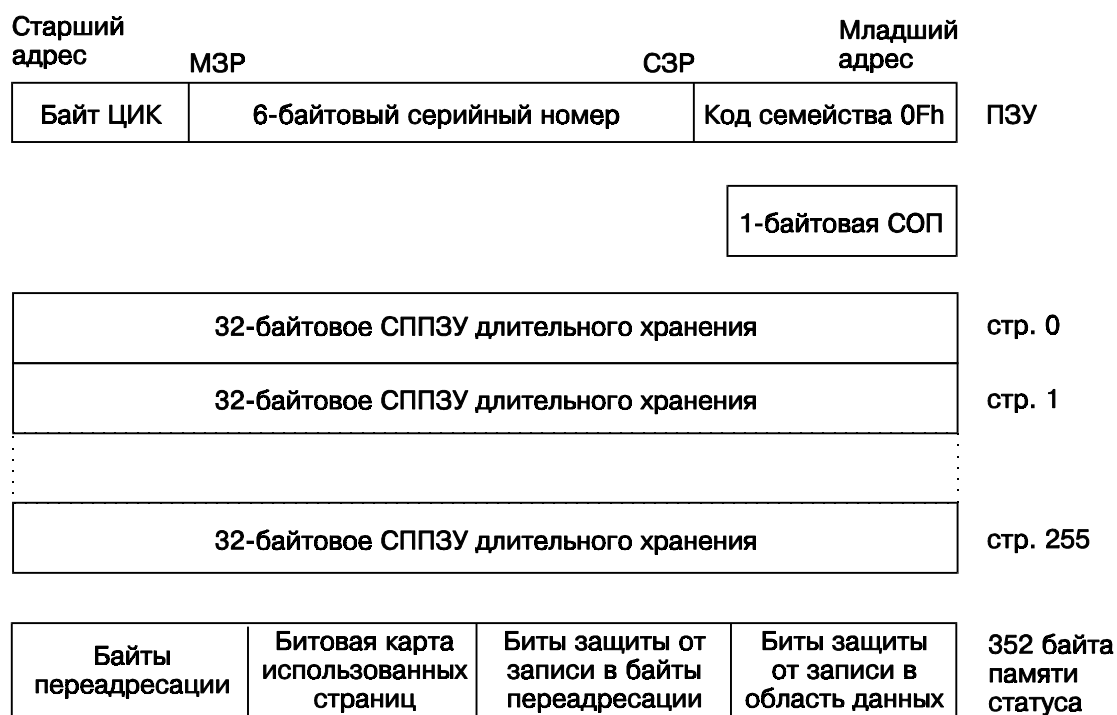
**Рис.2.9. Организация памяти DS1985.**

### DS1986. 64К-битное ПЗУ

Это 64К-битная расширенная версия DS1985. Как показано на рис. 2.10, память разбита на 256 страниц по 32 байта.

Увеличенная емкость означает, что память статуса увеличивается до 352 байтов. Во всем остальном DS1986 идентичен DS1985.

Следствием того, что в память можно лишь дописывать, является то, что информацию невозможно стирать. Если данные необходимо изменить, это делается при помощи размещения их на другой, свободной странице, при этом испорченные страницы остаются, образуя своеобразную "летопись" ошибок. Поэтому есть возможность восстановить первоначальные и промежуточные версии данных. Благодаря аппаратному свойству защиты от записи приборы невозможно фальсифицировать. Если определенным образом запрограммированы биты защиты от записи, то нет возможности фальсифицировать ни единого бита соответствующей страницы или байта переадресации.



**Рис.2.10. Организация памяти DS1986.**

### DS1920. Термометр

Это термометр в упаковке MicroCan. Вместо памяти пользователь имеет доступ к 9-битовому конвертеру, читая оттуда температуру прибора так, как если бы это была память. У этой группы приборов есть также стандартное ПЗУ, содержащее уникальный серийный номер, позволяющий составлять из этих

термометров сеть и читать показания всех их при помощи одного устройства. Точность измерения температуры 0.5°C в диапазоне от 0°C до +70°C. В диапазонах от -40°C до 0°C и от +70°C до +85°C точность измерений падает до 1°C. Дискретность преобразования - 0.5°C.

### **2.3. Команды**

Все iButton поддерживают команды функции ПЗУ для чтения кода семейства, серийного номера и ЦИК, а также команду "Исследование ПЗУ" (Search ROM). Команды "Игнорирование ПЗУ" (Skip ROM) и "Выбор ПЗУ" (Match ROM) не применимы к DS1990A потому, что в этом случае доступно лишь одно ПЗУ. Общими для многих приборов являются команды работы со сверхоперативной памятью: "Чтение СОП" (Read Scratchpad), "Запись в СОП" (Write Scratchpad), "Копирование СОП" (Copy Scratchpad). Широко используется также команда "Чтение памяти" (Read Memory). Из-за своего специфического применения DS1991 требует также команду для записи пароля. Для применений, где возможен постоянный контакт, прибор DS1991 поддерживает команду "Запись в память" (Write Memory). Если нет необходимости определять серийный номер устройства, то для ускорения обмена целесообразно использовать команду "Игнорирование ПЗУ" (Skip ROM). В табл. 2.2 собраны все команды для iButton.

Хотя некоторые приборы используют одинаковые (по названию) команды, двоичный код последних не всегда имеет тот же вид. Это справедливо для DS1991 из-за его специальных областей применения. Приборы от DS1992 до DS1996 имеют одни и те же коды команд. DS1982-DS1986 из-за различий в устройстве памяти подчиняются специальному набору команд. Несмотря на то, что они используют одинаковые с приборами энергонезависимых ОЗУ коды команд, результат выполнения последних будет другой. По соображениям совместимости результат выполнения команды "Чтение памяти" (Read Memory) такой же, как и у других iButton, за исключением DS1991 и DS1982.