

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ КОММУТАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ

В.Ю. Гойхман, начальник лаборатории ЛОНИИС

Как все начиналось

Управление по записанной программе

Отсчет начала внедрения цифровых УПАТС совпадает со временем появления первых ЭВМ. На тот момент в сетях активно использовалась координатная техника, в которой уже были заложены принципы разделения подсистем коммутации и управления. Такое разделение позволило внедрить вычислительные машины в оборудование телефонных станций с целью возложения на них функций по обслуживанию вызовов (управления). Возможность создания в управляющих ЭВМ дополнительных программ позволила неограниченно расширить набор функций, реализуемых станцией [1]. Большинство столь привычных дополнительных видов обслуживания, как переадресация, удержание, конференция и т.п., впервые были реализованы с помощью таких программ.

В начале 1970-х годов компания Northern Telecom представила первую учрежденческую станцию с управлением по записанной программе [2]. Несмотря на новый уровень функциональности, долгое время количество подобных станций в ведомственных сетях было весьма ограничено. Ощутимый сдвиг произошел лишь в середине 1980-х годов с появлением на рынке продуктов микропроцессорной техники. Так появились станции с управлением по записанным программам, однако коммутация по-прежнему осуществлялась аналоговым способом.

Цифровое коммутационное поле

Целесообразность перехода от аналоговой коммутации к цифровой была обусловлена рядом факторов, а именно:

- применением на межстанционном участке цифровых систем передачи;
- развитием микропроцессорной техники;
- растущими требованиями к качеству передачи информации на фоне снижения себестоимости продукции;
- возможностью предоставить пользователю интегрированный терминал, позволяющий передавать как речь, так и данные.

Цифровые системы передачи, уже успешно зарекомендовавшие себя в сетях связи, продиктовали требования к организации цифрового коммутационного поля - скорость первичного потока, количество временных интервалов, частота дискретизации и т.д.

Появление в середине 1970-х первых УПАТС с цифровым коммутационным полем позволило перенести точку аналого-цифрового преобразования с межстанционного участка на абонентский [1] и тем самым решить ряд вышеперечисленных проблем, за исключением лишь одной — интегрированных терминалов.

Цифровые телефонные аппараты

Спустя пять лет, в 1980 году, компания Intecom представила первый цифровой телефонный аппарат, в котором осуществлялось аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразования (АЦП-ЦАП) [2]. Эта разработка послужила толчком для производителей учрежденческих станций: каждый из них приступил к разработке собственных цифровых аппаратов с уникальным набором функций, а следовательно, и созданию системного протокола сигнализации, позволяющего осуществлять взаимодействие между телефонным аппаратом и станцией. Первые цифровые телефоны подключались по многоканальной цифровой линии к УПАТС. Один канал отводился под речь, другой под данные, третий под сигнализацию. В последующем подобная структура легла в основу базового доступа ISDN.

Модульное построение

Долгое время учрежденческие станции строились по централизованному принципу: централизованная система управления, единое цифровое коммутационное поле и, как следствие, единый конструктив. Такой вариант построения был оптимальным, так как абоненты учрежденческой сети рассредоточены на ограниченной, сравнительно небольшой территории, а длина аналоговых абонентских линий (2-3 км) вполне покрывалась такими УПАТС.

Однако появление цифрового терминального оборудования сократило радиус предоставления услуг в несколько раз. Так, в случае использования стандартного S-интерфейса базового доступа ISDN максимальное расстояние до терминального оборудования составляет 1 км при условии, что терминалы разнесены между собой на расстояние 25-50 м. Если же терминальное оборудование подключено по пассивной шине, расстояние до станции не должно превышать 200 м. Подобные проблемы привели к необходимости пересмотра основных принципов построения учрежденческих станций.

Традиционный подход к созданию распределенных УПАТС

В начале 1980-х годов появились первые распределенные системы, в которых взаимодействие центрального модуля с удаленными осуществлялось по внутристанционной шине. При использовании оптического волокна в качестве среды передачи для этой шины расстояние от центрального модуля до удаленного могло составлять десятки километров.

В дальнейшем закономерным развитием данной технологии стал переход от внутрифирменных физических интерфейсов к стандартным. За основу были взяты широко применяемые в телефонных сетях общего пользования интерфейсы E1/T1. Взаимодействие по стандартным цифровым соединительным линиям с использованием соответствующих протоколов сигнализации позволило строить территориально распределенные учрежденческие сети на базе одной системы коммутации.

Остановимся более подробно на принципах построения распределенной коммутационной системы. Множество реализаций, предлагаемых различными производителями, можно свести к двум вариантам:

- "кристалл";
- "звезда".

При варианте "кристалл" модули распределенной системы оснащены независимыми системами управления и коммутационными полями. Соединение модулей осуществляется по принципу "каждый с каждым". Рассмотрим процесс установления соединения на примере распределенной системы, состоящей из трех модулей А, В и С (рис. 1). Установление соединения двух абонентов, принадлежащих одному модулю, осуществляется в рамках этого модуля: А1-А2, В1-В2, С1-С2. В том случае, если необходимо установить соединение между абонентами различных модулей, взаимодействие этих модулей осуществляется напрямую. На рис. 1 показано установление соединения от абонента А1 к В1 и к С1 по путям А-В и А-С соответственно. Очевидным недостатком такого подхода является сложность наращивания емкости системы, так как добавление нового модуля возможно лишь при организации связи со всеми уже существующими.

В случае варианта "звезда" взаимодействие абонентов в рамках одного модуля также осуществляется непосредственно. Однако установление соединения между абонентами различных модулей происходит через центральный модуль (на рис. 2 это модуль С).

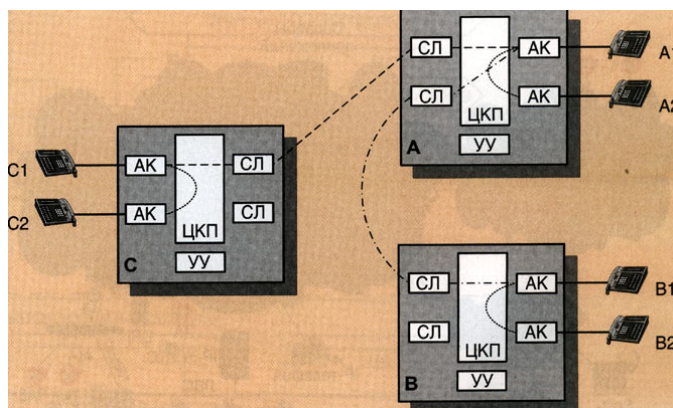


Рис. 1. Схематичное представление распределенной системы: "кристалл"

ЦКП – цифровое коммутационное поле;
 АК – абонентский комплект;
 СЛ – соединительная линия;
 УУ – устройство управления.

В таком случае установление соединения от абонента А1 к абоненту В1 будет происходить по пути А-С-В. Данный вариант компенсирует недостатки первого, однако выдвигает более жесткие требования к реализации центрального модуля.

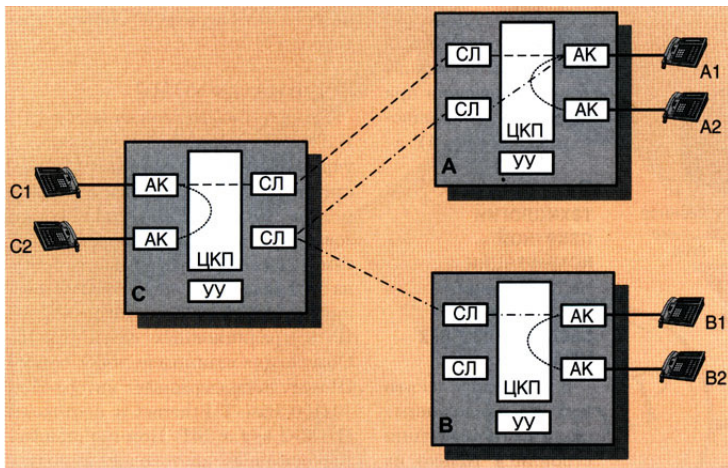


Рис. 2. Схематичное представление распределенной системы: "звезда"

Системный протокол

Следует отметить, что как в первом, так и во втором описанных выше вариантах построения взаимодействие модулей друг с другом осуществляется по системному протоколу.

Основная задача системного протокола - это прозрачный перенос услуг. Учитывая, что каждый производитель старается предоставить пользователю уникальный набор услуг своей УПАТС, системные протоколы также являются уникальными. Тем не менее, подобно тому, как в конце восьмидесятых годов девятнадцатого века была предпринята попытка создание международного языка общения людей - эсперанто, спустя сто лет была начата разработка международного языка общения учрежденческих станций - QSIG. Эсперанто до сих пор существует, QSIG - тоже, однако нельзя сказать, что и тот, и другой стали популярны. Хотя, как видно из рис. 3, часть производителей станций использует QSIG в качестве системного протокола, а часть брала за основу его спецификации при разработке фирменного решения (рис. 4).¹

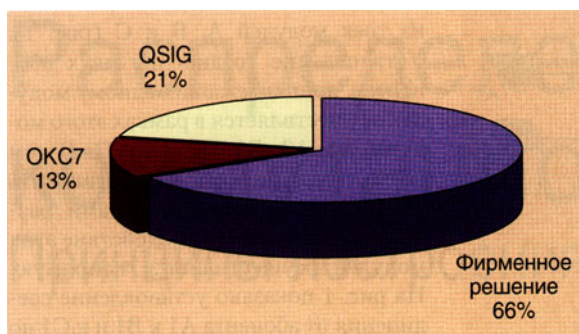


Рис. 3. Системный протокол, используемый в распределенных УПАТС

¹ Более подробную информацию о принципах организации распределенной структуры и о системном протоколе, полученную в результате анкетирования ведущих производителей коммутационного оборудования, см. в сводной таблице на сайте журнала (www.tss.gro-teck.ru/distr_switches).

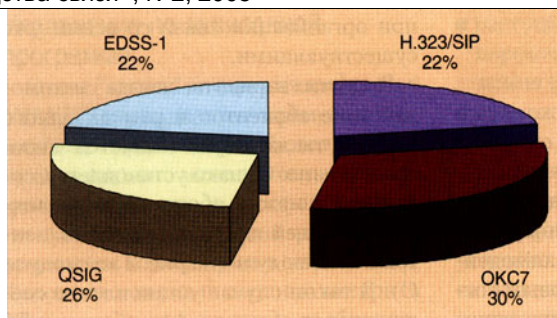


Рис. 4. Протокол, взятый за основу при разработке системного протокола

Влияние технологий пакетной коммутации на принципы построения распределенных УПАТС

В течение десяти лет распределенные системы коммутации строились только на основе выше описанных принципов, базирующихся на TDM-коммутации (трактах E1), пока в начале 1995 г. израильская компания VocalTec не выпустила программу Internet Phone. Программа устанавливалась на персональный компьютер со средствами мультимедиа (звуковая карта, микрофон, колонки) и позволяла осуществлять двустороннее голосовое соединение через сеть Интернет. С этого момента начала бурно развиваться IP-телефония: так, к концу того же 1995 г. количество ее пользователей достигло уже полумиллиона. Динамику развития пакетной коммутации в России хорошо иллюстрирует диаграмма (рис. 5), на которой показано количество оборудования, прошедшего сертификацию на соответствие требованиям РД 45.046-99 "Аппаратура связи, реализующая функции передачи речевой информации по сетям передачи данных с протоколом IP".



Рис. 5. Оборудование IP-телефонии, сертифицированное в России (источник: Инфобанк СОТСБИ [3])

Модернизация УПАТС

Технологии пакетной коммутации - H.323/SIP - не обошли стороной и учрежденческие станции. В существующих УПАТС появляется новый модуль - модуль IP, в котором реализованы функции передачи речи по сетям IP. Основные задачи, возлагаемые на этот модуль, сводятся к согласованию интерфейсов и протоколов сетей IP и традиционных сетей ТфОП. Обычно для взаимодействия с сетями IP-модуль поддерживает интерфейсы 10/100 Base-T Ethernet и протоколы H.323v2 и/или SIP. Помимо стандартизированных протоколов, в модуле также реализуется системный протокол, который используется для подключения терминального оборудования и модулей расширения емкости.

При таком варианте построения сеть Интернет рассматривается как резервная и используется в основном для организации альтернативных маршрутов и подключения удаленных офисов. Закономерен вопрос: сохраняется ли в таком случае весь набор сервисов, ставший столь привычным для абонентов корпоративных сетей? Ответы ведущих производителей телекоммуникационного оборудования представлены в таблице на стр. 58-59.

IP-УПАТС

Пакетная коммутация, в которой изначально заложена идея распределенности позволила появиться на рынке и принципиально новым продуктам - IP-УПАТС. Для решений этого класса широко распространены две основные технологии: с применением протокола H.323 и протокола SIP. Если за основу взят протокол H.323, то система состоит из IP-телефонов, шлюзов и гейткипера, если SIP, то агентов пользователей, шлюзов и сервера обработки

вызовов. Рассмотрим функции, которые реализуются сетевыми элементами IP-УПАТС, построенной на базе протокола H.323.

IP-телефоны

IP-телефоны - это многофункциональные телефонные аппараты, использующие сети IP в качестве среды передачи. Кроме поддержки традиционных телефонных функций, IP-телефоны обеспечивают также ряд новых возможностей посредством сервисного меню, которое позволяет пользователю IP-телефона получить доступ к определенной текстовой или графической информации, расположенной на Web-серверах. Сервисное меню может создавать администратор сети с помощью XML, при этом набор сервисов, доступных пользователю того или иного телефонного аппарата, может различаться. Подобные сервисные возможности помогают решить задачу быстрого и удобного доступа к информации с экрана IP-телефона, например, к персональному расписанию встреч абонента, к данным, хранящимся на корпоративных информационных серверах, к информации из Интернета.

IP-телефоны могут быть реализованы в виде отдельного устройства или в виде программного обеспечения (Softphone) для мультимедийного компьютера.

Шлюзы

Основная задача шлюзов - преобразование речевой информации, поступающей из телефонной сети, в вид, пригодный для передачи по сетям с коммутацией пакетов. Кроме того, на шлюз возлагаются задачи преобразования сигнальных сообщений систем сигнализации традиционных сетей в сигнальные сообщения H.323 или SIP.

Гейткипер

В гейткипере сосредоточен весь интеллект УПАТС, построенной на базе протокола H.323. На этот сетевой элемент возлагаются задачи регистрации оконечных устройств, обеспечения контроля доступа к услугам IP-телефонии, преобразования адресов, ретрансляции сигнальных сообщений H.323 между терминалами и контроля полосы пропускания.

Принцип построения

Обобщенный вариант построения УПАТС на базе H.323 представлен на рис. 6.

Как видно из рис. 6, принцип построения распределенной IP-системы сочетает в себе оба описанных выше варианта, но при этом учитывает их недостатки.

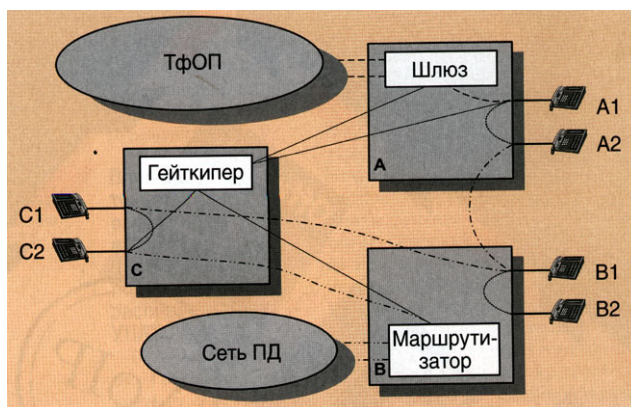


Рис. 6. Схематичное представление распределенной системы: H.323

Если устанавливается соединение к/от внешней сети, то в этом соединении обязательно участвует гейткипер. Например, при установлении исходящего соединения от пользователя A1 к ТфОП путь будет А-С-А. Таким образом, можно сказать, что при взаимодействии с внешними сетями используются те же принципы, что и в варианте "звезда". С другой стороны, при внутриванционной соединении дополнительное оборудование не требуется, что соответствует варианту "кристалл" (A2-B1, C1-B1). Например, в том случае, если оборудование гейткипера перестанет функционировать, связь оконечных пользователей внутри сети не нарушится, а лишь прекратится доступ к/от внешней сети.

В заключение отметим, что все выше сказанное касается лишь вариантов построения систем коммутации, но никак не сетей. Принцип построения учрежденческих сетей, интерфейсы и протоколы, используемые внутри этих сетей и для стыка с сетями общего пользования, могут стать предметом отдельной статьи.

Литература

1. Гольдштейн Б.С. Системы коммутации: Учебник для ВУЗов. 2-е изд., доп. и испр. - СПб.: BHV, 2004.
2. Allan Sulkin. PBX Systems for IP Telephony. McGraw-Hill, 2002.
3. Инфобанк СОТСБИ. www.sot-sbi.spb.ru.

Миграция УПАТС в сети IP

| Фирма | Оборудование | Перенесен ли системный протокол в среду IP? | Протокол VoIP | Какие услуги перенесены в сеть IP? | Какие услуги поддерживают системные ТА (все ли услуги остались, появились ли новые)? | К каким результатам привела возможность работы по IP? |
|------------------------|---|---|---|---|---|--|
| Avaya SMBS | Avaya IP Office | Системный протокол SCN изначально разработан для IP-сетей | H.323 | Все услуги (существенно более широкий набор по сравнению с QSIG) | Системный IP-телефон поддерживает все функции обычного системного ТА и работает с Web-приложениями | IP предлагает существенно большую прозрачность и гибкость, чем QSIG |
| Avaya | Avaya Media Servers S8700, S8500, S8300 | Да | H.323, SIP | Все | Все сохранились и появились новые | Совместное использование IP/TDM |
| Tadiran Telecom | Coral FlexiCom | Да (QSIG через IP) | H.323, MGCP | Отображение статуса абонента, системные функции | Появление новых функций и услуг на станции обязательно поддерживается всеми новыми системными ТА | Появилась возможность связывать в единую сеть физически удаленные офисы и создавать для них общий план нумерации. Сеть IP используется при необходимости, например, при невозможности использовать внешние исходящие городские линии |
| НТЦ "Протей" | Протей IP-PBX | От системного протокола отказались | SIP, SIP-T | Все | Появились новые услуги | Легко масштабируемая архитектура, гибкость конфигурации, простота развертывания сети |
| Информ-техника и Связь | МиниКом DX-500 | Да | H.323 | Все, за исключением услуги завершения вызова | Услуги системного ТА действуют в рамках системного протокола, автоматизированный сбор связи совещаний | Увеличение количества абонентов |
| Nortel | Communicatioun Server 1000/1000M | Системный протокол существует также и в варианте IP | SIP, H.323, инкапсуляция системного протокола MCDN в IP | Все услуги, поддерживаемые в TDM-сетях, реализованы для IP | Все услуги, поддерживаемые цифровыми ТА, реализованы в IP-телефонах; кроме того, в IP-TA поддерживаются уникальные услуги | Передача голоса по IP используется чаще всего для организации удаленных рабочих мест, офисов, работы из дома, при реализации дополнительных услуг в масштабах сети, организации видеоконференций и т.д. |
| Cisco Systems | Cisco CallManager | Система изначально полностью базируется на IP | H.323, SIP, MGCP | Доступны все функции системы, так как система изначально полностью базируется на IP | Система изначально полностью базируется на IP | Система использует распределенную IP-архитектуру, основанную на использовании IP-сети |
| 3Com | 3Com NBX | Протокол IP является системным | Протокол разработки 3Com | Система изначально проектировалась для использования в LAN/IP-сетях | Система изначально проектировалась для использования в LAN/IP-сетях | Система изначально проектировалась для использования в LAN/IP-сетях |

| | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--|---|--|
| Ericsson Enterprise | MD110 | Да | H.323. SIP будет введен позже | Все услуги, характерные для QSIG, перенесены в IP | IP-телефоны имеют практически ту же функциональность, что и системные цифровые ТА | Возможность работы по IP привела к увеличению гибкости и универсальности при построении распределенных сетей в корпоративном секторе |
| Samsung Electronics | OfficeServ 12/100/500/7200 | Да | QSIG no VoIP | Все | IP-телефоны обладают идентичным функционалом с цифровыми системными ТА | Корпоративная сеть, построенная на IP, может функционировать параллельно с сетью на ISDN PRI Q-SIG. Работа по IP привела к упрощению построения сети вообще и при работе с удаленными узлами и абонентами в частности |
| Tenovis | Integral 55 | Да | H.323 | Все | Все услуги остались | Станция позволяет создавать как резервную, так и основную сеть IP |
| Telrad Connegy | Telrad UNITE | Да | H.323.2. Proprietary, SIP | Все | Все остались, появились новые HTML-приложения | Появились новые возможности. Обе сети (IP и традиционная) работают вместе, дополняя друг друга |
| Alcatel Business Systems | Alcatel Omni PCX Enterprise Office | Да | Системный протокол инкапсулирован в IP | Все | Остались все услуги, добавилась возможность XML/VXML-интеграции | Построение распределенной сети не зависит от типа среды передачи голоса/данных (ISDN/IP/FR/ATM) |
| NEC | NEAX 2000/2400 | Да | Протоколы CCIS/FCCS over IP и PROTIMS, в основе которых лежит H.323. | Все услуги, ранее реализованные протоколом CCIS/FCCS - для традиционной коммутации с временным разделением каналов | Весь перечень услуг традиц. системных ТА полностью поддерживается системными IP-ТА. Появилась возможность доступа к внешним Web-серверам с системного IP-ТА для получения доп. услуг, разрабатываемых с помощью приложений, доступных пользователям | Возможность использования функции резервирования: в качестве резервного канала может использоваться IP-канал, канал E1 и даже сеть ТфОП. Все удаленные офисы, подключенные к сети, могут работать так, как будто все абоненты подключены к одной станции |
| Matsushita Electric Industrial | IP-ATC PANASONIC KX-TDA100/200 | Да (QSIG) | H.323 | - | - | IP используется как дополнительный канал связи в секторе мини-АТС, но может быть и основным |
| LG Electronics | LG LDK, STAREX-CS1000 | Да | H.323 | Все | Все услуги остались | Станция позволяет использовать смешанное построение сети |
| Siemens | HiPath 4000 | Да (CorNet-IP) | H.323 | Все | Все услуги остались | Разные комбинации в зависимости от требований заказчика |
| Искра-Уралтел | SI2000/VEGA | Да (туннелирование ОКС по сети IP) | H.323, поддержка SIP | Для собственных абонентов перенесены все услуги | Услуги остались, добавлена новая функциональность (зависит от модели ТА). Появились системные VoIP-ТА | Появилась большая гибкость в построении сети станций. Соединения по IP могут использоваться как резервный вариант и в качестве основного |

| | | | | | | |
|------------------------|--|--|---|---|--|---|
| Матрица | Матрица-РАВХ | - | SIP | Все | Все функции сохранены | Станция позволяет использовать смешанное построение сети |
| НПО "ТЕЛЕ-ОНИКА" | ЭПОТЕЛ ЕТ-1К | Да | H.323 | Все услуги перенесены в сеть IP | Все услуги остались | Соединения реализуются в соответствии с системой приоритетов путей выбора, реализованной в гибкой системе маршрутизации |
| КБ-Агат-РТ" | Иволга-2210, -3210 | Связь по IP-сетям по стандартным протоколам | ISP (специализир. стек протоколов оборудования "Иволга"), SIP, H.323 | При работе через протокол ISP доступны практически все услуги, поддерживаемые для обычных ТА. При работе через другие протоколы IP доступна часть услуг (их число постоянно растет) | Поддерживается произвольное количество системных ТА со стандартным набором услуг. Поддержка связи через IP-сети на этом наборе пока не сказалась | Комбинируя устройства, содержащие каналы разных типов, можно построить интегрированную сеть любого масштаба, объединяющую территориально удаленные подразделения одного предприятия |
| НПП "Спец-строй-Связь" | Протон-ССС, серия "Алмаз" | Используются оба варианта | В H.323 передаются доп. сообщения или используется фирменный протокол | Большинство поддерживаемых в сети с коммутацией каналов | Все услуги остались | Появилась возможность строить сети любой архитектуры (централизованной, с выносами, одноранговой распределенной). IP-сеть используется наравне с ТфОП |
| AltiGen Communications | Integrated IP PBX Call Center AltiServ | H.323 является одним из системных протоколов | H.323 с кодеками G.711,0.723,6.729 | Передача сигнальной и голосовой информации; конфигурация и мониторинг | Все функции сохранены | Работа по IP изначально встроена в линейку AltiServ, IP-линии и функционируют в системе на равных правах с аналоговыми и цифровыми |