Введение

К настоящему времени сформировались три основные самостоятельные сети связи с различной технологией:

- цифровая сеть интегрального обслуживания (Integrated Services Digital Network, ISDN). Сеть ISDN используют временное разделение каналов (Time Division Multiplex, TDM) и принцип коммутация каналов. На абонентском и межстанционном участках пользователю предоставляется цифровой B-канал с полосой 64 Кбит/с. Для передачи информации с более высокими скоростями применяются составные B-каналы: H0-канал со скоростью передачи 384 Кбит/с (шесть B-каналов) и H12-канал со скоростью передачи 1920 Кбит/с (тридцать B-каналов). В настоящее время ISDN используется, в основном, для речевых соединений;
- глобальная сеть Интернет (Internet). Для доставки информации пользователей и сигнальных сообщений используется только коммутация пакетов. Сопряжение с ISDN и PLMN осуществляется через мультимедийные шлюзы (Media Gateway, MGW).
- наземная сеть связи мобильных абонентов (Public Land Mobile Networks, PLMN). Обеспечивают беспроводную связь между абонентами в пределах планеты за счёт наземных средств. За время своего довольно короткого существования претерпела множество модернизаций от способов частотного уплотнения и принципа коммутации каналов до способа передачи и коммутации пакетов.

Взаимодействие сетевых элементов в любой сети происходит при помощи интерфейсов и протоколов. Интерфейс определяет порядок следования информационных сигналов и транспортные (электрические, оптические, радио) свойства для их доставки. Протоколы обмена определяют логические процедуры по их обработке. Описание интерфейсов и протоколов существуют в виде международных стандартов, выпускаемых различными организациями.

Сети ISDN используют Рекомендации сектора стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи (International Telecommunication Union - Telecommunication sector, ITU-T), сети PLMN – технические спецификации (3GPP TS), Internet – запросы для комментариев (Requests for Comments, RFC). Хотя все перечисленные документы формально носят рекомендательный характер, фактически они являются обязательными к применению, ибо взаимодействие сетей без единого толкования невозможно. По этой причине описание в книге всех процессов имеют соответствующие ссылки.

Предлагаемая книга состоит из введения, трёх глав, списка литературы и оглавления.

Первая глава посвящена цифровой сети интегрального обслуживания (ЦСИО), англоязычный термин – Integrated Services Digital Network (ISDN). Рассматриваются структура сети, состав сетевых элементов, используемые интерфейсы и протоколы для установления соединений.

Вторая глава посвящена Internet. Она содержит популярные протоколы Интернет, начиная от протоколов технологии локальных сетей до протоколов приложений. В ней дано описание протоколов мультимедийных приложений, способы достижения требуемого качества обслуживания в системах с интегральным и дифференцированным обслуживанием. Рассматриваются способы сопряжения сетей коммутации каналов и пакетов. Даны примеры построения мультимедийных сетей на основе протокола SIP, раскрыты методы обеспечения безопасности.

В ***третьей главе*** излагается концепция по построению наземной сети связи мобильных абонентов, англоязычный термин – Public Land Mobile Networks (PLMN). В ней приведены архитектура сетей стандартов второго, третьего и четвёртого поколений. Рассматриваются состав сетевых элементов, процессы установления соединений, обеспечение безопасности сетей.

Книга предназначена для студентов старших курсов по специальности сети связи и безопасность информационных систем. Вероятно, она окажется полезной для специалистов по телекоммуникации и обслуживающего персонала сетей связи.

Глоссарий

AAA (Authentication, Authorization, Accounting). Аутентификация, авторизация, учет. AAA-сервер хранит базу данных пользователей для доступа в Интернет. Аутентификация – установление легитимности абонента посредством запроса его имени и кода-пароля, авторизация – установление прав на заявленную услугу, учёт – определение стоимости предоставленной услуги.

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line). Асимметричная цифровая абонентская линия. Технология высокоскоростной передачи информации по абонентской линии с различными значениями скоростей в направлениях абонент-сеть и сеть-абонент. Скорость передачи в направлении сеть-абонент существенно выше.

ARP (Address Resolution Protocol). Протокол преобразования адресов, при помощи которого устанавливается соответствие между физическим адресом сетевой карты адаптера (***MAC***-адресом) и сетевым адресом (IP-адресом) в IPv4. В Ipv6 эти функции возложены на ***ICMP***.

AS (Autonomous System). Автономная система. Часть глобальной Internet, где используется единая политика маршрутизации.

ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Американский стандартный код обмена информацией.

ATM (Asynchronous Transfer Mode). Режим асинхронной передачи. Один из способов транспортировки информации в сети коммутации пакетов по ***VC***. Используются пакеты фиксированной длины 53 байта, из которых 5 байт занимает адресная часть, 48 байт – полезная нагрузка.

BHCA (Busy Hour Call Attempts). Час наибольшей нагрузки. Промежуток времени длиной 1 час, в течение которого поступающая нагрузка от пользователей принимает максимальное значение.

BSS (Base Station System). Разновидность ***RAN*** в ***GSM***.

CAMEL (Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic). Расширенное приложение платформы интеллектуальной сети связи для мобильных абонентов.

CBWFQ (Class-Based Weighted Fair Queuing). Алгоритм взвешенного справедливого обслуживания классов. Способ приоритетного обслуживания пакетов, при котором поступивший пакет с определенным приоритетом помещается в одну из выходных очередей. За один период прохода всех очередей из каждой очереди считывается различное число пакетов.

CCS (Common Channel Signalling). Общий канал сигнализации. Способ пакетной транспортировки сигналов управления и взаимодействия между станциями ***ISDN***.

CDMA (Code Division Multiple Access). Множественный доступ с кодовым разделением. Способ кодирования на радио интерфейсе, при котором одну и ту же полосу используют множество пользователей.

CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol). Протокол аутентификации по квитированию вызова. Способ аутентификации пользователя, при котором сервер сетевого доступа (***NAS***) высылает пользователю случайное число. Последний кодирует его с использованием своего пароля и в виде дайджеста возвращает серверу. Сервер повторяет ту же процедуру с ***AAA***-сервером. При совпадении дайджеста процедура аутентификации считается успешной.

CSCF (Call Session Control Function). Сервер управления сеансом связи в ***IMS***. Функционально состоит из серверов ***P-CSCF, S-CSCF, I-CSCF.***

CSMA/CD (Carrier Sense Multiply Access with Collision Detection). Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий. Способ пересылки пакетов между узлами внутри локальной сети ***Ethernet***.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Протокол динамической конфигурации оконечных устройств, при помощи которого с сетевого DHCP-сервера производится загрузка параметров хоста при его первоначальном включении.

DNS (Domain Name System). Система доменных имен. Устанавливает соответствие между символическим именем пользователя вида Ivan.@siemens.com и его сетевым IP-адресом вида 178.12.34.25.

DTMF (Dual Tone Multi frequency Signaling). 2-х частотная абонентская сигнализация. Один из способов транспортировки сигналов управления и взаимодействия при помощи двух частот из тонального спектра.

DSCP (Differentiated Service Code Point). Код дифференцированной услуги. Способ маркирования пакетов для приоритетного обслуживания. Имеет поле длиной 1 байт, старшая часть определяет приоритет обслуживания, младшая – приоритет отбрасывания пакета при перегрузке сети.

EPS (Evolved Packet System). Архитектура эволюционной сети четвёртого поколения. Аналог понятия ***LTE***.

EPC (Evolved Packet Core). Ядро сети ***LTE***.

EPROM (Erasable and Programmable Read Only Memory). Стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство. Используется для загрузки и дальнейшего постоянного

хранения функционального программного обеспечения и базы данных.

Ethernet Самая распространенная технология коммутации пакетов в ***LAN***.

E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network, E-UTRAN). Сеть радиодоступа в ***LTE***.

FCS (Frame Check Sequence). Проверочная последовательность. Используется для повышения достоверности принятых данных. Образуется как дополнение по модулю два от деления передаваемых данных на простое число и передаётся вместе с данными для обнаружения ошибок.

FTP (File Transfer Protocol). Протокол пересылки файлов. Используется для пересылки файлов между узлами. В качестве транспортного уровня использует ***TCP***.

GGSN (Gateway Support Node). Шлюз с внешними сетями в подсистеме ***GPRS.*** Выполняет функции схожие с ***GMSC***.

GMSC (Gateway Mobile services Switching Center). Шлюзовый ***MSC***. Граничный элемент в домашней сети для связи с сетями других операторов.

GPRS (General Packet Radio Service). Подсистема пакетной радиосвязи общего пользования.

GSM (Global System for Mobile Communications). Наземная сеть связи мобильных абонентов второго поколения.

HDLC (High Level Data Link Control). Высокоуровневый протокол управления каналом передачи данных. Обеспечивает высоко достоверную доставку данных путем нумерации каждого переданного кадра, снабжением кадра ***FCS***, подтверждением принятого кадра. При отсутствии подтверждения в течение тайм-аута передатчик повторяет передачу.

HLR (**H**ome **L**ocation **R**egister). Домашний регистр. Устройство для централизованного хранения базы данных мобильного абонента.

HSS (Home Subscriber Server). Домашний сервер абонента. Аналог ***HLR*** в сетях ***UMTS*** и ***LTE***.

HTTP (Hyper Text Transfer Protocol). Протокол передачи гипертекста. В поле данных имеет документ, имеющий ссылки на различные Web-страницы, каждая из которых может в свою очередь содержать ссылки на другие объекты и Web-документы, расположенные в любом узле сети.

ICMP (Internet Control Message Protocol). Протокол межсетевых управляющих сообщений. Является составной частью IP модуля и служит для извещения друг друга об ошибочных ситуациях при транспортировке пакетов по сети.

I-CSCF (Interrogating-CSCF). Сервер-справочник. Устройство для хранения адресов серверов ***IMS.***

IETF (Internet Engineering Task Force). Комитет по инженерным проблемам Интернет.

IGMP (Internet Group Management Protocol). Протокол группового управления. Является составной частью IP модуля и служит для групповой рассылки сообщений (типа “всем узлам-участникам данной группы”, аудио или видеопрограмм) большой группе слушателей или зрителей.

IMS (IP Multimedia Core Network Subsystem). Подсистема передачи мультимедийной информации на основе IP-протокола для обеспечения всех услуг, реализованных в ***ISDN***.

IMSI (International Mobile Subscriber Identity, IMSI). Международный идентификатор мобильного абонента. Используется для адресации к ***HLR***.

IP (Internet Protocol). Межсетевой протокол. Обеспечивает доставку пакетов в IP-сети в соответствии с адресом назначения. Имеет две версии: Ipv4 с длиной адреса 32 бита и Ipv6 с длиной адреса 128 бит.

ISD (Integrated Services Digital Network). Цифровая сеть интегрального обслуживания (ЦСИО). Обеспечивает доставку информации любого вида в сети с коммутацией каналов. Коммутируемой единицей является цифровой B-канал со скоростью передачи 64 Кбит/с. Для широкополосных услуг используется несколько B-каналов.

ISO (International Organization for Standardization). Международная организация по стандартизации.

ISP (Internet Service Provider). Провайдер услуг Интернет. Организация или юридическое лицо, решающие организационные, финансовые и технические вопросы по предоставлению доступа пользователей в Интернет.

ISUP (ISDN User Part). Приложение пользователя ЦСИО. Программное обеспечение для обслуживания стационарных абонентов ***ISDN***.

ITU-T (International Telecommunication Union). Сектор стандартизации телекоммуникаций международного союза электросвязи.

LAI (Local Area Identity). Идентификатор зоны. Используется для определения местоположения мобильного абонента.

LAN (Local Area Network). Локальная сеть. Обычно ***Ethernet***.

LTE (Long Term Evolution). Проект наземной сети связи мобильных абонентов четвёртого поколения.

MAC (Media Access Control). Физический адрес сетевого адаптера.

MAP (Mobile Application Part). Протокол обмена служебными сообщениями в ***GSM.***

MIB (Management Information Base). База данных управляющей информации. Хранится в памяти каждого сетевого узла. Доступна дистанционно по ***SNMP***.

MG (Media Gateway). Мультимедийный шлюз. Обеспечивает сопряжение ***NGN*** с другими типами сетей, например, с сетью коммутации каналов. Производит конвертирование мультимедийной информации пользователя в вид, пригодный для транспортировки по соответствующей сети.

MGCP (Media Gateway Control Protocol). Протокол управления ***MG***.

MME (Mobility Management Entity). Узел управления мобильностью. Устройство обрабатывающее сигнальный трафик в ***LTE***.

MPLS (Multiprotocol Label Switching). Многопротокольная коммутация по меткам. Способ коммутации пакетов путем подмены IP-адреса укороченной адресной меткой.

MS (Mobile Station). Мобильная станция. Название оконечного оборудования мобильного пользователя в ***GSM***.

MSISDN (Mobile Subscriber International ISDN Number). Сетевой международный номер мобильного абонента. Используется для адресации к мобильному абоненту.

MSC (Mobile services Switching Center). Центр коммутации мобильных абонентов. Устройство коммутации в ядре ***GSM***.

NAS (Network Access Server). Сервер сетевого доступа. Граничный сервер между сетями ***PSTN*** или ***ISDN*** и Интернет.

NAT (Network Address Translation). Граничный сервер ***LAN***, хранит таблицу соответствия адреса частной сети адресу публичной сети. Служит для экономии сетевых адресов Ipv4.

NGN (Next Generation Network). Сеть следующего поколения. Общее название сетей пакетной коммутации для доставки мультимедийной информации с заданным качеством обслуживания ***(QoS)***.

OSI (Open System Interconnection). Модель взаимодействия открытых систем. Стандарт иерархии расположения и взаимодействия различных протоколов.

OSPF (Open Shortest Path First). Открытый протокол маршрутизации выбора первого кратчайшего пути. Обеспечивает сбор и рассылку известных маршрутов другим маршрутизаторам. В отличие от ***RIP*** составляет таблицу кратчайших маршрутов по совокупности характеристик.

PAP (Password Authentication Protocol). Протокол аутентификации по паролю. Способ аутентификации пользователя, при котором пользователь высылает пароль в сервер сетевого доступа ***(NAS)*** в открытом виде.

P-CSCF (Proxy-CSCF). Сервер-посредник абонента. Устройство для взаимодействия с мобильным абонентом по протоколу ***SIP***.

PCRF (Policy and Charging Rules Function). Узел политики и оплаты. Хранит копии данных политики обслуживания (QoS-профайлы) и форму оплаты счетов за пользование ресурсами сети связи во время сессии.

PLMN (Public Land Mobile Networks). Наземная сеть связи мобильных абонентов.

POP3 (Post Office Protocol). Протокол обслуживания почтового офиса версии 3. Осуществляет доставку почтовых сообщений на участке входящий почтовый сервер – входящий хост. В качестве транспортного протокола использует TCP.

POTS (Plain Old Telephone Service). Общее название традиционных оконечных устройств с декадным или частотным ***(DTMF)*** набором номера, используемых в телефонной сети общего пользования ***(PSTN)***. Подключение таких оконечных устройств к ***ISDN*** производится через согласующее устройство (терминальный адаптер).

PPP (Point-to-Point Protocol). Протокол “точка-точка”. Совокупность протоколов для транспортировки информации по ***PSTN*** на участке пользователь-***NAS.***

PSTN (Public Switched Telephone Network). Телефонная сеть общего пользования. Коммутируемой единицей является канал тональной частоты 0.3-3.4 КГц.

QoS (Quality of Service). Качество сетевого обслуживания. Совокупность нормируемых параметров для обеспечения доставки пакета “из конца в конец” с заданными требованиями.

RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service). Протокол взаимодействия между серверами ***NAS*** и ***AAA***.

RAN (Radio Access Network). Сеть радиодоступа. Подсистема ***PLMN***, обеспечивающая взаимодействие мобильной станции с ядром сети.

RFC (Request for Comments). Запросы для комментариев. Документы регламентирующие правила функционирования Internet.

RED (Random Early Detection, RED). Алгоритм произвольного раннего обнаружения перегрузки, позволяющий избежать массовой потери пакетов при перегрузке сети.

RIP (Routing Information Protocol). Информационный протокол маршрутизации. Обеспечивает сбор и рассылку известных маршрутов другим маршрутизаторам. Составляет таблицу маршрутов по критерию наименьшего числа транзитов.

RSVP (Resource Reservation Protocol). Протокол резервирования ресурсов. Резервирует сетевые ресурсы для гарантированного обеспечения ***QoS***.

RTCP (Real time Control Protocol). Протокол управления транспортным протоколом реального времени. Обеспечивает отслеживание параметров ***RTP***.

RTP (Real time Transport Protocol). Транспортный протокол реального времени. Предназначен для транспортировки нагрузки от приложений реального масштабе времени.

S-CSCF (Serving-CSCF). Сервер-обслуживания. Устройство для обслуживания мобильного абонента по протоколу ***SIP.***

SCTP (Stream Control Transfer Protocol). Протокол управления передачей потока. Улучшенная версия протоколов ***TCP*** и ***UDP***.

SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line). Симметричная цифровая абонентская линия. Технология высокоскоростной передачи информации по абонентской линии с одинаковыми значениями скоростей в направлениях абонент-сеть и сеть-абонент.

SG (Signalling Gateway). Шлюз сигнализации. Устройство для обмена сигнализацией по ***CCS*** между различными сетевыми элементами.

SGSN (Serving GPRS Support Node). Сервисный узел поддержки в подсистеме ***GPRS.*** Выполняет функции схожие с ***MSC***.

SGW (Serving Gateway). Обслуживающий шлюз. Предназначен для обработки и маршрутизации пакетных данных пользователя в ***LTE***.

SIP (Session Initiation Protocol) – Протокола инициирования сеанса связи. Протокол обслуживания соединений в IP-сети, использующий адресацию Интернет.

SIP-сервер Устройство управления сетевыми элементами, использующих ***SIP***.

SLA (Service Level Agreement). Соглашение об уровне обслуживания между пользователем и ***ISP***.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol). Простой протокол передачи почты на участке исходящий хост – входящий почтовый сервер. В качестве транспортного протокола использует TCP.

SNMP (Simple Network Management Protocol). Простой протокол управления сетью.

SoftSwitch Программный коммутатор. Устройство управления ***MG***. Выполняет функции прокси-сервера при взаимодействии с ***SIP-сервером*** и ***GK***.

TCP (Transmission Control Protocol). Протокол управления передачей с гарантией доставки дейтаграмм.

TFTP (Простейший протокол пересылки файлов). Используется для пересылки файлов между узлами. В качестве транспортного уровня использует ***UDP***.

UDP (User Datagram Protocol). Протокол передачи дейтаграмм без гарантии доставки.

UE (User Equipment). Оборудование пользователя. Название оконечного оборудования мобильного пользователя в ***UMTS*** и ***LTE***.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Наземная сеть связи мобильных абонентов третьего поколения.

VC (Virtual Connection). Виртуальное соединение. Способ установления соединения, при котором сначала определяется путь следования пакетов.

VLR (Visitor Location Register). Гостевой регистр. Устройство для хранения копии базы данных мобильного абонента из ***HLR*** в гостевой сети.

VPN (Virtual Private Network). Виртуальная частная сеть. Сеть, имеющая совместную транспортную среду с другими сетями, но обслуживающая только своих пользователей.

WFQ (Weighted Fair Queuing). Алгоритм взвешенного справедливого обслуживания потока. Способ приоритетного обслуживания пакетов, при котором пакеты одного потока помещается в одну и ту же индивидуальную выходную очередь. За один период прохода всех очередей считывается пакет с наименьшим местом ожидания.