

1.3. Модели взаимодействия абонентов ВС

Модель взаимодействия абонентов ВС, в общем случае, представляет собой иерархическую, упорядоченную последовательность процедур, описывающую процесс обмена данными между указанными абонентами.

Как следует из вышесказанного, этот процесс, в общем случае, включает в себя следующие основные процедуры:

- установление связи между абонентами, ее поддержка в течение сеанса обмена данными и разрыв связи по его окончании;
- получение одним абонентом (с помощью пользовательского программного обеспечения) доступа к сетевым ресурсам другого абонента, например, к представленной в электронном виде технической документации на продукцию некоторой фирмы, хранящейся на сервере этой фирмы;
- представление абонентом-отправителем запрашиваемых данных в форме, пригодной для передачи по ВС (в том числе их кодирование, сжатие и, при необходимости, шифрование для защиты от несанкционированного доступа);
- разбиение потока данных, представляющих запрашиваемый электронный документ, на пакеты (см. подп. 1.2.1);
- определение маршрута (маршрутов) передачи пакетов абоненту-получателю;
- продвижение каждого из пакетов по маршруту через последовательность подсетей, в том числе оформление пакета в кадр и его представление сигналом-носителем в соответствии со стандартами конкретной подсети, передача данного сигнала по подсети в следующий пункт маршрута, восстановление кадра из сигнала-носителя, извлечение пакета из кадра и направление его в следующую подсеть маршрута;
- объединение пакетов на приемной стороне в единый поток данных;
- преобразование принятых абонентом-получателем данных в форму, «понятную» его пользовательским программам (декодирование, распаковка, при необходимости – дешифрование).

Следует отметить, что данная последовательность процедур, в общем случае, характерна не только для ВС, но и для других распределенных систем обмена данными.

Вообще говоря, известны несколько разновидностей моделей взаимодействия абонентов таких систем [1, 2, 3, 7], описывающих вышеперечисленную последовательность процедур. Наиболее популярной из них является предложенная Международной организацией по стандартизации (*International Standards Organization, ISO*) в 1978 г. базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем (*Open Systems Interconnection Basic Reference Model, OSI*), обычно называемая моделью *OSI*. Модель *OSI* включает в себя семь уровней реализации процесса взаимодействия абонентов коммуникационной системы [2, 3, 7]:

- физический (*physical layer*);
- канальный (*data link layer*);
- сетевой (*network layer*);
- транспортный (*transport layer*);
- сеансовый (*session layer*);
- представительский (*presentation layer*);
- прикладной (*application layer*).

При этом модель *OSI* предполагает, что формирование трактов обмена данными осуществляется методом *коммутации пакетов*. Многоуровневые модели взаимодействия открытых систем с коммутацией каналов также существуют [1, 2, 3], однако их рассмотрение выходит за рамки настоящего учебного пособия. Интересующиеся лица могут ознакомиться с ними, например, по источнику [3].

Функции уровней модели *OSI* при обмене данными между абонентами ВС с коммутацией пакетов иллюстрирует рис. 1.7. Для определенности положено, что абонент 2 является пользовательским ПК, запрашивающим информацию от абонента 1, роль которого играет сервер некоторой фирмы. При этом, во избежание загромождения рис. 1.7, на нем показан только поток данных, получаемых от абонента 1 абонентом 2 в ответ на его запрос.

С пользовательской точки зрения, для обмена данными между абонентами, в первую очередь, необходимы программные средства, обеспечивающие:

- доступ абонента 2 к требующейся ему информации, размещенной на сервере абонента 1 (например, поиск и открытие Internet-сайта абонента 1 и запрашиваемой Web-страницы на этом сайте);
- активизацию абонентом 1 процесса передачи абоненту 2 запрашиваемой им страницы (средствами уровней с

представительского по физический включительно);

- контроль процесса передачи на пользовательском уровне, в том числе отображение прогресса загрузки данных, а также формирование соответствующих сообщений («Выполнено», «Выполнено, но с ошибками на странице», «Невозможно отобразить страницу» и т. п.).

Вышеперечисленные функции относятся к *прикладному* уровню модели OSI. Они реализуются сетевым программным обеспечением (в основном – пользовательским). При этом очевидно, что средства реализации функций прикладного уровня абонентов 1 и 2 должны быть *совместимы* друг с другом для обеспечения их корректного взаимодействия. Это означает, что они должны поддерживать одни и те же *протоколы/стандарты* прикладного уровня модели OSI. К таковым относится, например, HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), регламентирующий передачу по сети *гипертекстовых* документов, т. е. Web-страниц, представленных HTML-кодом [3]. Естественно, известен и ряд других протоколов прикладного уровня.

Однако наличие у абонентов взаимно совместимых программных средств, реализующих перечисленные ранее функции, как несложно увидеть, не является достаточным для удовлетворения запроса абонента 2. Для этого необходимо выполнение еще нескольких условий.

Наиболее очевидным из них является представление запрашиваемых данных (например, содержимого Web-страницы, передаваемой абонентом 1 в ответ на запрос абонента 2) при передаче по сети в форме, обеспечивающей:

- корректное декодирование и представление данных на приемной стороне, в том числе при использовании различных стандартов / протоколов представления данных на сервере абонента 1 и на ПК абонента 2;

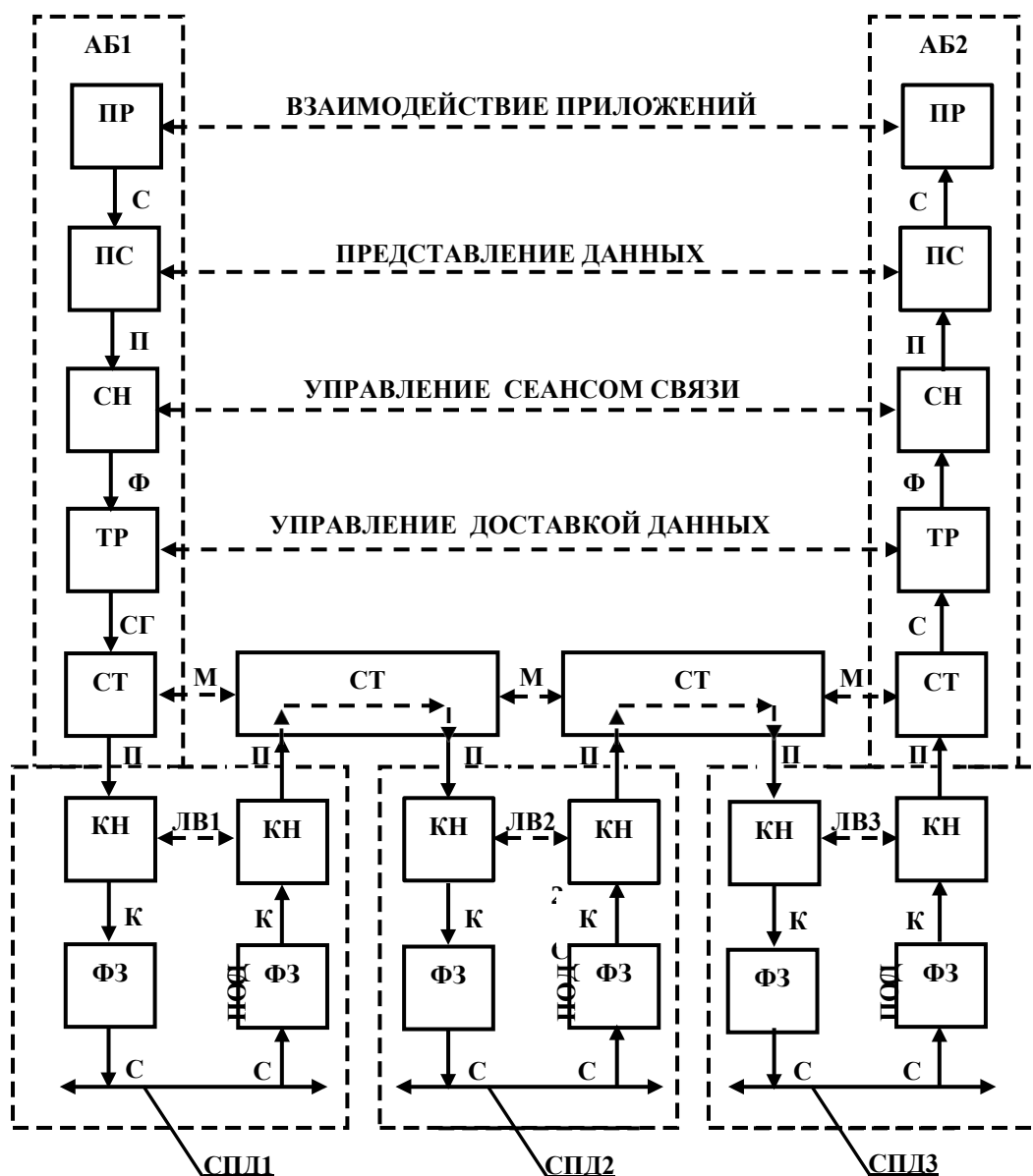
- минимальный объем при передаче по системе связи ВС (например, компрессию представленных на странице изображений);

- при необходимости – защиту от несанкционированного доступа при передаче.

Вышеперечисленные условия обеспечиваются стандартами / протоколами *представительского* уровня модели OSI. В частности, к ним относятся [2, 3, 7]:

- NetWare Core Protocol (NCP), Network Data Representation (NDR), External Data Representation (XDR) и ряд других стандартов / протоколов, регламентирующих представление данных при передаче по сети;

- стандарты группы JPEG, MPEG и др., оговаривающие способы и алгоритмы сжатия (компрессии) данных;
- протокол SSL (Secure Socket Layer), обеспечивающий секретный обмен сообщениями для протоколов прикладного уровня.



АБ1, АБ2 – абоненты ВС;
 ФЗ – физический уровень;
 КН – канальный уровень;
 СТ – сетевой уровень;
 ТР – транспортный уровень;
 СН – сеансовый уровень;
 ПС – представитель уровня;
 ПР – прикладной уровень;

СПД_і – среда передачи данных *і*-ой подсети;
 С_і – сигнал-носитель данных *і*-ой подсети;
 К_і – кадры *і*-ой подсети;
 ЛВ_і – логическое взаимодействие абонентов *і*-й подсети;
 П – пакеты;
 М – маршрутизация;
 СГ – сегменты;
 ФР – фрагменты;
 ПД – потоки данных;
 СБ – сообщения.

Рис. 1.7. Модель OSI (применительно к ВС)

При этом, чтобы данные, передаваемые прикладным уровнем абонента 1, были «понятны» прикладному уровню абонента 2, их средства реализации функций представительского уровня, очевидно, должно поддерживать одни и те же стандарты / протоколы.

Но представление запрашиваемых данных в форме, удовлетворяющей ранее перечисленным требованиям, также не является достаточным условием корректного обслуживания запроса абонента 2. Очевидно, запрашиваемые данные должны быть *доставлены* получателю. Доставка обеспечивается средствами реализации уровней модели OSI с сеансового по физический включительно.

Протоколы/стандарты *сеансового* уровня и средства их реализации обеспечивают:

- разделение потока данных, поступающего с представительского уровня, на фрагменты, передаваемые в течение одного сеанса связи;
- установление соединения между абонентами;
- определение, какой из них является инициатором соединения (вызывающим абонентом), а какой – отвечающим на вызов;
- поддержку соединения в течение сеанса связи (в том числе в течение интервалов времени, когда пользовательские сетевые приложения не активны);
- синхронизацию процесса обмена данными (путем помещения в поток данных контрольных точек, начиная с которых возобновляется процесс обмена при его нарушении);
- разрыв соединения по окончании данного сеанса.

Естественно, для корректного установления и поддержки связи между абонентами необходимо, чтобы их средства реализации сеансового уровня модели OSI поддерживали одни и те же протоколы. Примерами таких протоколов являются [2, 3, 7]: ISO-SP (OSI Session Layer Protocol), NetBIOS (Network Basic Input Output System), PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol), RPC (Remote Procedure Call Protocol), RTCP (Real-time Transport Control Protocol).

Следует при этом отметить, что на практике сеансовый уровень достаточно редко реализуется специально созданными для этого протоколами / средствами. Чаще, функции этого уровня объединяются с функциями прикладного уровня и реализуются в рамках одних и тех же протоколов [3].

В целом, протоколы / стандарты прикладного, представительского и сеансового уровней и средства их реализации относятся к *подсистеме предоставления прикладных сервисов* ВС.

По установлении соединения начинается собственно процесс передачи запрашиваемых данных, реализуемый на основе протоколов / стандартов уровней с транспортного по физический включительно, которые относятся к *транспортной подсистеме* ВС.

Протоколы / стандарты *транспортного* уровня и средства их реализации обеспечивают управление доставкой запрашиваемых данных от отправителя получателю. При этом, образно говоря, транспортный уровень «не интересуется» маршрутами продвижения данных по сети, они определяются на сетевом уровне (см. далее). Транспортный же уровень «интересует» только «конечный результат»: доставка данных получателю без ошибок, потерь и дублирования, в той последовательности, в которой они были переданы. Для достижения этого результата на транспортном уровне решаются следующие основные задачи:

- разбиение передаваемого сообщения на сегменты (каждый из которых оформляется в пакет на сетевом уровне);
- снабжение сегментов информацией о требованиях к качеству их доставки (доставка с минимальной задержкой; доставка с максимальной надежностью, в том числе с подтверждением получения и т. п.), а также информацией, обеспечивающей корректное объединение сегментов в исходный поток данных (в простейшем случае – их нумерация);
- передача сегментов сетевому уровню для их оформления в пакеты и дальнейшей передачи по сети;
- прием сегментов с сетевого уровня на стороне получателя, контроль правильности их доставки и объединение сегментов в исходный поток данных.

К наиболее известным протоколам транспортного уровня относятся [2, 3, 7]: TCP (Transmission Control Protocol), предполагающий передачу пакетов по сети с установлением логического соединения между абонентами, и UDP (User Datagram Protocol), предусматривающий дейтаграммный способ продвижения пакетов. Естественно, известны и другие протоколы транспортного уровня [3]. При этом, как и на ранее рассмотренных уровнях, для обеспечения корректного обмена данными между абонентами ВС их средства реализации транспортного уровня модели OSI должны поддерживать одни и те же протоколы.

Следует отметить, что уровни модели OSI, с прикладного по транспортный включительно, являются *сквозными*, т. е. на этих уровнях связь осуществляется непосредственно между сетевым ПО або-

ентов (см. рис. 1.7). Функции данных уровней также реализуются практически исключительно указанным ПО.

В свою очередь, на сетевом, канальном и физическом уровнях реализуются функции продвижения данных через последовательность коммутационных узлов коммуникационной системы ВС. Поэтому говорят, что протоколы вышеперечисленных уровней и реализующие их средства действуют на основе принципа звеньев составной цепи. При этом, в отличие от сквозных уровней, для реализации функций сетевого, канального и физического уровней необходимо не только соответствующее ПО, но и специальное сетевое оборудование: маршрутизаторы, коммутаторы, модемы, сетевые адаптеры и т. п. (см. далее).

Основной функцией средств реализации *сетевого* уровня модели OSI является обеспечение передачи данных через составную сеть (см. рис. 1.5 и пояснения к нему), в том числе [2, 3, 7]:

- оформление каждого из сегментов, поступающих с транспортного уровня, в пакет, содержащий соответствующий сегмент в качестве поля данных, а также сетевые адреса отправителя и получателя, требования к доставке пакета (наименьшая задержка, наивысшая надежность и т. п.) и другую служебную информацию в качестве заголовка (см. рис. 1.6, а также гл. 4);

- сбор информации о текущем состоянии маршрутов (пропускной способности, уровне ошибок передачи и т. п.) с целью выбора наиболее рациональных маршрутов с точки зрения требований к качеству доставки пакетов;

- определение маршрутов продвижения пакетов по сети на основании применяемого способа их передачи и алгоритмов маршрутизации (см. подп. 1.2.1), содержащихся в заголовке пакета сетевых адресов отправителя и получателя и служебной информации, а также текущего состояния маршрутов;

- продвижение пакетов по этим маршрутам, по цепи подсетей и маршрутизаторов (см. рис. 1.5) от отправителя получателю.

Как следует из вышесказанного, сетевой уровень имеет практический смысл в основном для составных сетей. В ВС, состоящих только из одной подсети (сегментированной или построенной в виде моноканала), сетевой уровень как таковой и средства его реализации обычно отсутствуют [3, 7]. К таким сетям относятся многие ЛВС.

Примерами протоколов сетевого уровня являются:

- различные версии протокола IP (Internet Protocol), регламентирующего адресацию абонентов составных сетей и процесс продвижения по ним пакетов дейтаграммным способом;

- RIP (Routing Information Protocol), представляющий собой протокол дистанционно-векторной маршрутизации (см. подп. 1.2.1) с периодическим обновлением маршрутной информации;

- ICMP (Internet Control Message Protocol), регламентирующий процедуры обмена сообщениями между маршрутизаторами сети и источниками пакетов об ошибках их передачи (невозможности доставки пакета, аномальных значениях его параметров и т. п.), а также о текущем состоянии сети (например, о том, что какой-либо маршрутизатор не отвечает).

Основными средствами реализации функций сетевого уровня являются *маршрутизаторы* (см. рис. 1.5 и пояснения к нему), а также ПО сетевого уровня.

Необходимо отметить, что при реализации функций сетевого уровня не важно, по каким протоколам / стандартам реализованы подсети, через которые проходят маршруты продвижения пакетов. Обеспечение передачи пакетов через каждую из подсетей в соответствии с ее протоколами / стандартами осуществляется на канальном и физическом уровне (см. далее). Однако средства реализации сетевого уровня модели OSI, очевидно, должны быть совместимы по протоколам в пределах всей составной сети.

Основной задачей, решаемой на *канальном и физическом* уровнях, как указано выше, является передача данных в пределах одной подсети, между двумя ее абонентами. В их качестве могут выступать как ПК и/или серверы, так и подключенное к соответствующей подсети коммутационное оборудование (маршрутизаторы, коммутаторы и т. п.).

Протоколы / стандарты *канального* уровня и средства их реализации обеспечивают *логическое* взаимодействие абонентов подсети, в том числе [2, 3, 7]:

- оформление данных, подлежащих передаче между абонентами подсети (например, пакетов) в кадры (см. рис. 1.6), форматы которых соответствуют протоколам конкретной подсети, в том числе снабжение кадров локальными адресами отправителя и получателя;

- управление доступом абонентов к моноканалу при их запросах на передачу кадров через моноканал, а также разрешение конфликтов при одновременной попытке доступа к моноканалу двух или нескольких абонентов;

- инициализацию сеансов связи между абонентами подсети и поддержку соединений в течение этих сеансов;

- управление передачей кадров адресатам через подсеть, в том числе в сегментированных подсетях (см. рис. 1.4) – передачу кадра только в тот сегмент, в котором находится абонент-получатель;

- контроль и исправление ошибок передачи кадров, в том числе их снабжение на передающей стороне контрольными разрядами, вычисляемыми в соответствии с протоколом помехоустойчивого кодирования подсети, проверку на приемной стороне наличия ошибок в кадре (по его контрольным разрядам) и запрос повторной передачи кадра при обнаружении в нем ошибок;

- разрыв соединения между абонентами подсети по окончании сеанса связи между ними.

В свою очередь, протоколы / стандарты *физического* уровня и средства их реализации обеспечивают *физическое* взаимодействие абонентов подсети, в том числе [2, 3, 7]:

- на передающей стороне – представление кадров канального уровня электрическими или оптическими сигналами-носителями и их передачу в канал связи;

- на приемной стороне – восстановление кадров из сигнала-носителя и их передачу средствам канального уровня для дальнейшей обработки.

Также протоколы / стандарты физического уровня регламентируют тип и параметры среды передачи данных (передающей среды) подсети, например, электрического или волоконно-оптического кабеля (данные вопросы рассмотрены далее, в п. 2.3).

Функции как физического, так и канального уровней в настоящее время, как правило, реализуются посредством одного и того же сетевого оборудования – модемов, сетевых адаптеров, коммутаторов, интерфейсных блоков маршрутизаторов и т. п. (в совокупности с программным обеспечением / драйверами перечисленного оборудования) [3, 7]. При этом функции указанных двух уровней часто регламентируются одними и теми же стандартами / протоколами. Их типовыми примерами являются [3, 7]:

- стандарты группы IEEE 802.11, оговаривающие функционирование беспроводных Wi-Fi-ЛВС на физическом и канальном уровнях;

- стандарты группы IEEE 802.16, регламентирующие обмен данными по беспроводным абонентским WiMAX-окончаниям (подп. 2.2.3) на тех же уровнях;

- стандарты группы IEEE 802.3, применяемые в Ethernet-ЛВС.

Естественно, известны и стандарты / протоколы только канального или только физического уровня [1, 3, 7]. В частности, протоколы модуляции, применяемые для передачи цифровых данных по кабельным абонентским линиям телефонной сети общего пользования (V.34, V.90, V.92 и др.) относятся только к физическому уровню [1, 3, 7].

Необходимо отметить, что поддержка одних и тех же стандартов / протоколов канального и физического уровней требуется только в пределах подсети (но не сети в целом).

Взаимодействие протоколов и средств сетевого, канального и физического уровней модели OSI вкратце описано в подп. 1.2.2, в пояснениях к процессу обмена данными между абонентами составной сети. Подробное изложение вопросов реализации функций физического, канального и сетевого уровней будет представлено в гл. 2, 3 и 4 соответственно.

Краткие характеристики вышеописанных уровней модели OSI (применительно к ВС) представлены в табл. 1.3. Аббревиатуры в ней совпадают с аналогичными на рис. 1.7.

Таблица 1.3

Краткие характеристики уровней модели OSI (применительно к ВС)

Уровень	Тип данных	Основные функции	Средства реализации	Примеры протоколов
1	2	3	4	5
ПК	Сообщение	Взаимодействие приложений удаленных абонентов	Сетевое ПО	HTTP, FTP, SMTP, POP3
ПС	Поток данных	Представление и кодирование		NCP, NDR, XDR, JPEG, MPEG, SSL
СН	Фрагмент	Управление сеансом связи: его инициализация, поддержка и завершение		ISO-SP, NetBIOS, PPTP, RPC, RTCP
ТР	Сегмент	Управление доставкой данных между конечными пунктами маршрута		TCP, UDP, SCTP, SST, SPX

1	2	3	4	5
СТ	Пакет	Маршрутизация данных	Маршрутизаторы и их ПО	IP, RIP, ICMP, ARP
КН	Кадр	Логическое взаимодействие абонентов в пределах подсети	Сетевые адаптеры, модемы, коммутаторы, интерфейсные блоки	IEEE 802.3, IEEE 802.11, IEEE 802.16, HDLC, ATM
ФЗ	Сигнал – носитель данных	Физическое взаимодействие абонентов в пределах подсети	интерфейсные блоки маршрутизаторов и ПО / драйверы	IEEE 802.3, IEEE 802.11, IEEE 802.16, V.34, V.90, V.92

Следует отметить, что кроме описанной выше модели OSI, известны и другие модели взаимодействия абонентов ВС [3]: TCP/IP, ARPANET и др. Однако модель OSI большинством специалистов считается в наибольшей степени соответствующей общему случаю реализации ВС и поэтому наиболее распространена. В частности, на модели OSI основывается изложение материала большинства монографий и учебников по тематике ВС, в том числе и дальнейшее изложение материалов настоящего учебного пособия.

Необходимо также заметить, что каждой из вышеназванных моделей взаимодействия абонентов ВС соответствует конкретный *стек* (набор) *протоколов*, каждый из которых предназначен для реализации функций определенного уровня соответствующей модели. При этом интересно отметить, что, несмотря на значительно большую популярность модели OSI, чем всех остальных моделей, при изложении принципов реализации ВС, стек протоколов OSI не нашел распространения на практике [3, 7]. С другой стороны, наиболее широко распространенным стеком протоколов является TCP/IP, в то время как модель TCP/IP сравнительно редко используется в качестве базы при изложении принципов построения ВС [2, 3, 7].

Последующие главы настоящего учебного пособия посвящены основам реализации описанных ранее уровней модели OSI.

Выводы по главе 1

ВС представляет собой совокупность объединенных некоторой системой связи территориально распределенных компьютеров, ориентированную на коллективное использование указанными компьютерами общесетевых аппаратных, программных и информационных ресурсов.

Использование ВС предоставляет ее пользователям следующие основные *преимущества*: быстрый доступ к источникам информации непосредственно с рабочего места, оперативный обмен сообщениями, документацией и денежными средствами, возможность разделения пользователями дорогостоящих аппаратно-программных общесетевых ресурсов, свободу в территориальном размещении компьютеров. Благодаря этим преимуществам, ВС в настоящее время являются одной из важнейших компонент информационных технологий, в значительной степени определяющей технологический облик современного общества.

Основным компонентом ВС является система связи, представляющая собой совокупность аппаратных и программных средств, обеспечивающих обмен данными между абонентами ВС, определяющая эффективность обмена данными между абонентами ВС и, как следствие, эффективность работы ВС в целом. Поэтому основной проблемой теории и практики ВС является создание протоколов, алгоритмов, аппаратных и программных средств связи между абонентами ВС.

Наиболее распространенным критерием *классификации* ВС является территориальный. По нему выделяют следующие основные типы ВС: локальные (ЛВС, LAN) и глобальные (ГВС, WAN). ЛВС характеризуются относительно малым числом абонентов (порядка нескольких десятков – сотен), распределенных по сравнительно небольшой территории (не более нескольких километров в радиусе), а также специально выделенными для ЛВС высококачественными, скоростными линиями связи. ГВС, в свою очередь, характеризуются достаточно большим числом абонентов (от десятков тысяч до сотен миллионов), территориально распределенных по различным городам, странам и континентам, а также использованием как специально выделенных каналов связи, так и каналов связи общего пользования при отсутствии гарантии высокого качества обмена данными. При этом ГВС обычно представляет собой составную сеть, т. е. совокупность территориально распределенных и, в общем случае, разнородных ЛВС, объединенных между собой системой связи. Кроме ЛВС и ГВС, выделяют также ряд промежуточных типов ВС [3, 7], в частности, сети мегаполисов (MAN). В настоящее время наблюдается тенденция к сближению принципов реализации ЛВС и ГВС.

Основными *характеристиками* ВС являются: производительность, надежность, информационная безопасность, расширяемость, масштабируемость, прозрачность, поддерживаемые сетью виды трафика, управляемость, а также совместимость (интегрируемость).

При *построении* ВС любого типа и назначения необходимо решать следующие основные *проблемы* [3, 7]:

- организацию надежного и высокопроизводительного обмена данными между абонентами ВС по линиям связи;
- выбор рациональной структуры ВС, топологии физических и логических связей между ее абонентами;
- создание системы адресации абонентов ВС, обеспечивающей их уникальную идентификацию;
- обеспечение совместной работы в составе ВС разнотипных и разнородных аппаратных и программных средств;
- организацию «прозрачного» (т. е. независимого с точки зрения пользователя от состава, физической и логической топологии ВС) доступа абонентов ВС к общесетевым ресурсам (информационным, аппаратным или программным).

Обмен данными между абонентами ВС, в общем случае, предполагает решение следующих *задач*:

- компактное и помехоустойчивое кодирование подлежащих передаче данных и, при необходимости, их защита от несанкционированного доступа;
- представление подвергнутых кодированию данных в формате, обеспечивающем их доставку абоненту, которому они предназначены, и их корректное распознавание получателем;
- представление данных сигналами-носителями с параметрами и характеристиками, предпочтительными для передачи данных по тому или иному типу канала связи;
- извлечение (детектирование) данных, представляемых сигналом-носителем, из этого сигнала, их корректное распознавание и декодирование на приемной стороне.
- установление и разрыв соединения между абонентами;
- коммутация и маршрутизация данных.

Решение вышеперечисленных задач осуществляется посредством сетевого оборудования (модемов, сетевых адаптеров, коммутаторов, маршрутизаторов и т. п.), в том числе его ПО, а также сетевого ПО абонентских компьютеров.

Установление соединения между абонентами ВС, коммутация и маршрутизация данных могут осуществляться одним из двух основных методов: *коммутации каналов и коммутации пакетов* (см. рис. 1.2 и пояснения к нему). На практике более распространен метод коммутации пакетов; коммутация каналов применяется в основном при передаче мультимедийного трафика в реальном масштабе времени. Основными способами передачи пакетов по сети являются: дейтаграммный, с формированием логических соединений и с формированием виртуальных каналов. На практике применяются все три перечисленных способа. Выбор маршрутов передачи пакетов (их маршрутизация) осуществляется по специальным алгоритмам (адаптивной маршрутизации; маршрутизации от источника; лавинной маршрутизации; маршрутизации, управляемой событиями). Исходными данными при маршрутизации служат адреса отправителя и получателя пакета, а также указываемые в его заголовке требования к качеству доставки (максимальная надежность, минимальная задержка и т. п.).

Структура ВС, конфигурация связей между ее абонентами и система их адресации определяются, в первую очередь, территорией, охватываемой ВС, и количеством ее абонентов. Известны следующие базовые структурные решения ВС: моноканал, сегментированная коммутируемая сеть, составная сеть (см. рис. 1.3 – 1.5 и пояснения к ним). В виде моноканала реализуются в основном достаточно простые ЛВС, с количеством абонентов не более нескольких десятков. Большинство ЛВС строится в виде сегментированных коммутируемых сетей. ГВС и достаточно крупные ЛВС (с числом абонентов более нескольких сотен и радиусом охватываемой территории порядка нескольких километров) обычно реализуются в виде составных сетей.

Обеспечение совместной работы в составе ВС разнотипных и разнородных аппаратных и программных средств и организация «прозрачного» доступа абонентов ВС к общесетевым ресурсам осуществляются за счет реализации указанных средств по принципу *открытых систем*, т. е. в соответствии с общедоступными стандартами, протоколами и рекомендациями, едиными в пределах сети или подсети. Их группирование и упорядочивание осуществляются на основе иерархических многоуровневых *моделей взаимодействия* абонентов ВС в процессе обмена данными. Наиболее популярной из них является базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем,

обычно называемая моделью OSI (см. рис. 1.7 и пояснения к нему). На данной модели основывается дальнейшее изложение материалов настоящего учебного пособия.

Контрольные вопросы

1. Что является основным назначением ВС?
2. Приведите примеры общесетевых аппаратных, программных и информационных ресурсов.
3. Что является основным компонентом ВС?
4. В чем состоит основное различие между ЛВС и ГВС?
5. Дайте определения основных параметров ВС, характеризующих ее производительность: времени реакции, пропускной способности, задержки передачи.
6. Какими параметрами характеризуется надежность ВС?
7. Поясните различие между расширяемостью и масштабируемостью ВС.
8. В чем состоит прозрачность ВС на уровне пользователя и на уровне программиста?
9. Охарактеризуйте особенности компьютерного и мультимедийного трафиков.
10. Перечислите основные проблемы реализации ВС.
11. Поясните сущность методов коммутации каналов и коммутации пакетов.
12. В чем состоит сущность дейтаграммного способа передачи пакетов?
13. Поясните различие между способами передачи пакетов с формированием логических соединений и с формированием виртуальных каналов.
14. По каким причинам коммутация пакетов более распространена в практике ВС, чем коммутация каналов? В каких случаях рационально применять коммутацию каналов?
15. Дайте определение моноканала. Обоснуйте, по каким причинам в настоящее время наиболее распространена шинная топология моноканала.
16. Какие категории ВС рационально реализовывать в виде моноканала?

17. Опишите принцип построения, перечислите основные достоинства и недостатки сегментированных коммутируемых ВС.

18. Поясните принцип реализации и функционирования составной сети.

19. В чем заключается различие между локальным и сетевым адресами? Каково происхождение второго названия локального адреса – «аппаратный»?

20. Поясните смысл понятий «кадр» и «пакет», каково назначение основных полей кадра и пакета (см. рис. 1.6)?

21. Разъясните принцип открытой системы применительно к ВС.

22. Перечислите уровни модели OSI и основные функции, решаемые на этих уровнях.

23. Поясните различия между задачами, решаемыми на сеансовом и транспортном уровнях.

24. По какой причине уровни модели OSI с прикладного по транспортный включительно называют сквозными?

25. Обоснуйте отсутствие средств реализации сетевого уровня модели OSI в большинстве ЛВС.

26. Существует ли необходимость единства стандартов / протоколов канального и физического уровня в пределах составной сети? В пределах подсети? Ответ обоснуйте.

27. Поясните различия между понятиями «модель взаимодействия абонентов» и «стек протоколов ВС».