

## **Раздел 2.**

### **Телекоммуникационные сети**

В последние десятилетия сети и системы связи стали важнейшими компонентами информационной инфраструктуры общества, произошла интеграция средств связи и вычислительной техники, постепенно стираются границы между локальными и глобальными сетями, и происходит конвергенция сетей, предназначенных для передачи разных видов информации. Эти процессы породили понятия телекоммуникационных и информационных сетей.

Сектор стандартизации Международного союза электросвязи (ITU-T) определяет понятие «телекоммуникация» (telecommunication) как совокупность средств, обеспечивающих перенос информации, представленной в требуемой форме, на значительное расстояние посредством распространения сигналов в одной из сред (меди, оптическом волокне, эфире) или в совокупности сред. К указанным средствам, определяемым общим понятием «средства телекоммуникаций», относятся физические линии связи, системы передачи информации, системы распределения информации, устанавливаемые в узлах, где сходятся несколько линий связи, и прочее сетевое оборудование. Совокупность средств телекоммуникаций, обеспечивающих взаимодействие множества удаленных объектов, образуют телекоммуникационную сеть (telecommunication network). Удаленными объектами при этом могут быть как оконечные системы сети, так и отдельные локальные и территориальные сети.

Сочетание методов передачи, мультиплексирования и коммутации, с помощью которых в телекоммуникационной сети обеспечивается транспортировка информации от источника до получателя, определяется понятием «режим переноса» (transfer mode). В зависимости от способа реализации режим переноса информации может быть синхронным либо асинхронным.

Синхронный режим переноса (synchronous transfer mode) базируется на синхронном временном мультиплексировании и временном разделении каналов при транспортировке информации от одного узла коммутации к другому. При этом обеспечивается общая синхронизация всего тракта передачи от начала до конца. При асинхронном режиме переноса (asynchronous transfer mode) достаточно обеспечить синхронную передачу лишь между смежными пунктами сети, непосредственно соединенными линиями связи. В транзитном пункте блоки информации хранятся некоторое время в запоминающем устройстве, а затем передаются в следующий пункт сети, причем скорости во входящем и исходящем каналах могут не совпадать.

Особенности реализации того или иного режима переноса информации определяются *понятием телекоммуникационной технологии*. Используемая технология является определяющим фактором при оценке возможности использования телекоммуникационной сети для организации современной информационной сети. Телекоммуникационная сеть является транспортной системой информационной сети, в которой информационные процессы, выполняемые в оконечных системах, порождают потоки перемещаемой информации.

Телекоммуникационные сети принято оценивать рядом показателей, отражающих возможность и эффективность транспортировки информации.

Для передачи информации требуется работоспособность телекоммуникационной сети во времени, т. е. выполнение заданных функций в установленном объеме на требуемом уровне качества в течение определенного периода эксплуатации сети и в произвольный момент времени. Работоспособность сети характеризуется надежностью и живучестью.

Надежность сети характеризует ее свойство обеспечивать связь, сохраняя во времени значения установленных показателей качества в заданных условиях эксплуатации. Она отражает влияние на работоспособность сети главным образом внутренних факторов - случайных отказов технических средств, вызываемых процессами старения, дефектами изготовления или ошибками обслуживающего персонала. Показателями надежности являются, например, отношение времени работоспособности сети к общему времени ее эксплуатации, вероятность безотказной связи и т.д.

Живучесть сети связи характеризует ее способность сохранять полную или частичную работоспособность при действии причин, кроющихся за пределами сети и приводящих к разрушениям или значительным повреждениям некоторой части ее элементов (пунктов и линий связи). Подобные причины можно разделить на стихийные и преднамеренные. К стихийным факторам относятся землетрясения, оползни, разливы рек и т.п., а к преднамеренным - ракетно-ядерные удары противника, диверсионные действия и др.

Показателями живучести могут быть: вероятность того, что между любой заданной парой пунктов сети можно передать ограниченный объем информации после воздействия поражающих факторов; минимальное количество пунктов и/или линий сети, выход из строя которых приводит к несвязности сети относительно произвольной пары пунктов; среднее число пунктов, остающихся связными при одновременном повреждении нескольких линий связи, и др.

По экономическим соображениям сети не рассчитываются на безотказное во всех случаях обслуживание нагрузки, создаваемой оконечными системами. Величина реализованной нагрузки определяется пропускной способностью сети связи. Как правило, пропускную способность можно оценить количественно. Например, можно оценить величину максимального потока информации, который можно пропустить между некоторой парой пунктов (источник-приемник), или определить пропускную способность сечения сети, являющегося самым узким местом при разделении сети между источником и приемником на две части.

Пропускной способностью называют: а) максимальную интенсивность нагрузки, которая может быть обслужена с заданным качеством обслуживания вызовов; б) максимально допустимую скорость передачи информации, бит/с, при заданном качестве передачи. Качество обслуживания косвенно характеризуется эксплуатационными характеристиками сети (скоростью передачи данных, вероятностью ошибок и т.п.) и непосредственно показателями удобства пользования услугами, целостностью услуг (обычно оцениваемых в баллах) и др.

Телекоммуникационная сеть рентабельна, если затраты на ее организацию и обеспечение работоспособности окупаются доходом от предоставления услуг пользователям. Основной экономической характеристикой сети связи являются приведенные затраты, которые определяются стоимостью сети, затратами на ее эксплуатацию и управление.

Понятие «*информационная сеть*» включает все многообразие информационных процессов, выполняемых в оконечных системах и взаимодействующих через телекоммуникационную сеть. Информационные процессы в оконечных системах можно разделить на две группы.

К первой относятся прикладные процессы ввода, хранения, обработки и выдачи различных видов информации для нужд пользователей. Прикладной процесс (application process) – это процесс в оконечной системе сети, выполняющий обработку информации для конкретной услуги связи или приложения (пользователь, организуя запрос на предоставление той или иной услуги, активизирует в своей оконечной системе некоторый прикладной процесс). Прикладные процессы являются основными, а все остальные процессы - вспомогательными, предназначенными для обслуживания прикладных. Они составляют группу процессов взаимодействия, поскольку обеспечивают взаимодействие прикладных процессов. Прикладные процессы поддерживаются прикладными программами, а процессы взаимодействия - операционными системами.

Таким образом, *информационная сеть* - это совокупность территориально рассредоточенных оконечных систем и объединяющей их телекоммуникационной сети, обеспечивающей доступ прикладных процессов оконечных систем к ресурсам информационной сети и их совместное использование. Информационная сеть, в отличие от телекоммуникационной, обладает рядом возможностей, связанных с накоплением, хранением, переработкой всех видов информации, и обеспечивает механизмы эффективного ее поиска в любом месте сети и в любое время.

Потребитель информации, получивший доступ к информационной сети, становится ее пользователем (user). Пользователями могут быть физические и юридические лица (фирмы, организации, предприятия).

Оконечные системы информационной сети разделяют на:

- терминальные (terminal system), обеспечивающие доступ к сети и ее ресурсам;
- рабочие (server, host system), предоставляющие сетевое обслуживание (управление доступом к файлам, программам, сетевым устройствам, обслуживание вызовов и т.д.);
- административные (management system), реализующие управление сетью и отдельными ее частями.

Ресурсы информационной сети подразделяются на информационные, ресурсы обработки и хранения данных, программные и коммуникационные.

Информационные ресурсы - это информация и знания, накопленные во всех областях жизнедеятельности общества, а также продукция индустрии развлечений. Они хранятся и систематизируются в сетевых банках данных, с которыми взаимодействуют пользователи сети. Эти ресурсы определяют потребительскую ценность информационной сети и должны постоянно создаваться, расширяться и вовремя обновляться.

Ресурсы обработки и хранения данных - это процессоры сетевых компьютеров и объемы памяти их запоминающих устройств, а также допустимая продолжительность их использования.

Программные ресурсы представляют собой программное обеспечение (ПО), участвующее в предоставлении услуг и приложений пользователям, а также программы сопутствующих функций. К последним относятся: выписка счетов и учет оплаты услуг; навигация (обеспечение поиска информации в сети); организация сетевых электронных почтовых ящиков, мостов для телеконференций; преобразование форматов передаваемых сообщений; криптозащита информации (кодирование и шифрование); аутентификация (в частности, электронная подпись документов, удостоверяющая их подлинность) и др.

Коммуникационные ресурсы обеспечивают транспортировку информации и распределение потоков в коммуникационных узлах. Коммуникационные ресурсы характеризуются числом каналов (емкостью) линий связи, пропускными способностями трактов, коммутационными мощностями узлов и т.п. Они классифицируются в соответствии с типом телекоммуникационной сети: ресурсы коммутируемой телефонной сети общего пользования (ТфОП), ресурсы сети передачи данных с коммутацией пакетов, ресурсы сети мобильной связи, ресурсы наземной вещательной сети, ресурсы цифровой сети с интеграцией служб (ISDN) и т.д.

Все ресурсы информационной сети являются разделяемыми, т. е. могут использоваться одновременно несколькими прикладными процессами. Разделяемость может быть как фактической, так и имитируемой.

Конечная цель развития информационных сетей - создание Глобальной информационной инфраструктуры.

Глобальная информационная инфраструктура (Global Information Infrastructure, GII) должна предоставлять пользователям набор услуг, обеспечивающих открытое множество приложений, охватывающих все виды информации и дающих возможность ее получения в любом месте, в любое время, по приемлемой цене и с приемлемым качеством. Основопологающие принципы, на которых должна базироваться GII:

- обеспечение открытого доступа к сетям;
- гарантия всеобщего доступа к услугам, а именно мобильности, т. е. возможности доступа к услугам из разных мест и при движении (определение и локализация источника должны обеспечиваться сетью), и номадизма, т. е. непрерывности доступа в пространстве и времени или возможности перемещения в другое место с сохранением доступа к услугам вне зависимости от их доступности в местной среде;
- обеспечение равных возможностей для пользователей с учетом их культурного и языкового многообразия;
- международное сотрудничество с особым вниманием к наименее развитым странам;
- содействие открытой конкуренции и поощрение частных инвестиций.

Эти принципы будут реализовываться путем развития глобальных рынков для сетей, услуг и приложений; гарантирования конфиденциальности и защиты данных; защиты прав интеллектуальной собственности; сотрудничества в научно-исследовательской деятельности и в разработке новых приложений.

Обслуживание пользователей информационной сетью осуществляется путем предоставления услуг и приложений.

Услуга (service) предлагается сетью пользователю для удовлетворения его коммуникационных потребностей и характеризуется однократным потреблением. Ее стоимость зависит от вида и качества. Примеры услуг: отправка/получение сообщения по электронной почте, телефонное соединение и пр.

Приложение (application) в отличие от услуги предоставляется пользователю в виде многократно используемого конечного продукта. Это может быть, например, компакт-диск с обучающим курсом, специальный пакет программ для реализации мультимедийных услуг и пр.

Услуги традиционно предоставлялись индустрией электросвязи, в то время как индустрия информационных технологий изначально стала предоставлять приложения.

Эффективность обслуживания пользователей сетью характеризуется номенклатурой и качеством предоставляемых услуг и приложений, а также степенью легкости и скоростью доступа к информации. В соответствии со спецификой требований пользователей можно разделить на три категории: люди на работе, люди дома и люди в дороге.

В учреждении наиболее потребляемыми являются услуги телефонии, дополненные секретарскими услугами (накопление информации о поступивших вызовах, извещение о номере вызывающего абонента и т.п.), услуги электронной почты для передачи текстов, данных, факсимильных сообщений, услуги аудио- и видеоконференцсвязи, а также голосовой почты. Потребности в услугах связи в домашнем быту меньше, но имеются четкие тенденции расширения их номенклатуры, вызванные ростом количества частных деловых операций (взаимодействие с банком, страховой компанией, приобретение товаров), растут требования безопасности и т. д. К наиболее потребляемым в быту относятся услуги телефонии, электронной почты, а также такие услуги и приложения, как видео по запросу, развлечения (игры и пр.), телеобразование, предоставление информации по запросу, дистанционное управление и контроль коммунальных систем и домашней аппаратуры и пр.

Подвижные абоненты потребляют в основном услуги телефонии, однако важное значение имеет и получение информации по запросу (локализация местоположения, состояние дорожного движения, возможные места парковки и т.п.).

Для предоставления услуг организуются специальные сетевые службы. Службой сети называется комплекс аппаратных, программных и организационных средств, реализующий услугу или набор услуг. До последнего времени для предоставления пользователям услуг конкретного вида строились отдельные специализированные сети: ТфОП, телеграфная сеть общего пользования, общегосударственная сеть передачи данных

(ПД), сеть передачи программ телевизионного вещания и др. При этом понятие службы по существу идентифицировалось с сетью. С появлением так называемых телематических служб понятие службы приобрело более конкретный и самостоятельный смысл.

Телематические службы - пример расширения спектра услуг на базе существующих сетей. К ним относят: телефакс (использование ТфОП для факсимильной передачи сообщений), датафакс (использование каналов сети ПД для факсимильной передачи), телекс (передача текстовых сообщений по каналам сетей электросвязи), видеотекст (информационно-справочная служба, обслуживающая запросы пользователей на информацию из банков данных), телетекст (дополнение телевизионных программ информацией, передаваемой во время обратного хода луча кадровой развертки). Организация телематической службы связана с выбором некоторой платформы предоставления услуг, использующей ресурсы, как правило, уже существующих сетей.

*Платформой предоставления услуг* называется совокупность объединенных ресурсов сети или нескольких сетей, участвующих в производстве и предоставлении услуг. При формировании такой платформы могут быть задействованы ресурсы сетей общего пользования и частных сетей. Юридическое лицо (государственная структура или частная компания), являющееся собственником сети и обеспечивающее ее эксплуатацию, называется оператором сети. При организации платформы услуг могут быть использованы ресурсы сетей нескольких операторов, заключивших между собой коммерческие соглашения. Сетевые ресурсы, принадлежащие одному оператору, могут быть задействованы в различных платформах предоставления услуг.

Конкретные услуги могут предоставляться и компанией, не являющейся собственником сети, а формирующей платформу предоставления услуг путем аренды сетевых ресурсов (например, выделенных каналов связи) у операторов сети. Такая компания называется поставщиком услуг (*service provider*), или провайдером и также является юридическим лицом, с которым пользователь устанавливает коммерческое соглашение на предоставление услуг и приложений. Примером являются провайдеры Интернета. Поставщики услуг, в отличие от операторов сети, более гибко реагируют на конъюнктуру рынка услуг связи.

В процессе цифровизации сетей электросвязи появилась возможность предоставления различных услуг на базе единой интегрированной сети как общей телекоммуникационной среды для передачи любых информационных сообщений, представленных в цифровом виде. Это повлекло за собой интеграцию и самих служб и,

как итог, появление цифровых сетей с интеграцией служб (Integrated Services Digital Network, ISDN).

С точки зрения пользователя услуги интегральной сети можно классифицировать следующим образом:

- телекоммуникационные услуги (телефония, передача данных, телефакс, телетекс, аудио- и видеоконференцсвязь);
- информационные услуги (видеотекс, видео по запросу, телетекст);
- услуги развлечений (предоставление продукции индустрии развлечений);
- услуги, базирующиеся на информации (приобретение товаров на дому, когда по запросу пользователя организуется доставка товара на дом и т.п.).

Услуги могут предлагаться пользователям сети в обычной форме (со стандартным набором функций) либо с расширенным набором функций, обеспечивающим повышение их качества и удобства связи, например, сокращенным набором часто набираемых номеров, извещением о поступлении нового вызова в процессе сеанса связи, переадресацией вызовов, оплаты услуги вызываемым абонентом, отслеживания злонамеренных вызовов и т. п. Расширение функций предоставляемых услуг обеспечивается организацией дополнительных услуг. Они используются только по заявке пользователя и могут быть разными для разных абонентов.

Разделение услуг на основные и дополнительные позволило организовать новый принцип предоставления услуг, при котором основная услуга может дополняться одной или несколькими дополнительными в зависимости от запроса пользователя. Реализация в сети дополнительных услуг в виде выделенной надстройки получила название интеллектуализации сети, так как при этом предусматривается широкое использование элементов искусственного интеллекта (экспертных систем, синтезаторов и распознавателей речи и т.п.). Концепция интеллектуальной сети (Intelligent Network, IN), определенная в Рекомендациях ИТУ-Т серии Q.1200, предусматривает постоянное развитие спектра предоставляемых услуг и, как следствие, выделение отдельных стандартных компонентов услуг и приложений - независимых от услуг и друг от друга функциональных блоков (Service Independent Block, SIB), позволяющих компоновать из них практически любые услуги.

Следует отметить, что технология IN может реализовываться на базе любой сети, но наибольший эффект дает на основе ISDN.

Службы ISDN, в соответствии с Рекомендациями ИТУ-Т серии 1.200, разделяют в зависимости от выполняемых стандартизованных функций на службы переноса

(передачи) и телеслужбы. Службы переноса (bearer services) обеспечивают транспортировку информации с соблюдением установленных правил только между эталонными точками интегральной сети (стыками пользователь-сеть) и не обеспечивают совместимость функций оконечных устройств пользователей. Телеслужбы (teleservices) предназначены для организации связи пользователь-пользователь с поддержанием функций оконечных устройств и обеспечением их совместимости. Телефония, телетекст, телефакс, видеотекст являются примерами телеслужб.

Кроме этого, вне зависимости от вида связи и функций оконечных устройств службы разделяют на интерактивные и распределительные (дистрибутивные, или вещательные). И те, и другие могут предлагаться как телеслужбы и как службы переноса.

Интерактивные службы предполагают двусторонний информационный обмен. К ним относятся: диалоговые службы, службы с накоплением и службы по запросу.

Диалоговые службы обеспечивают двусторонний обмен информацией в реальном масштабе времени (без промежуточного накопления) между пользователями или между пользователем и ЭВМ. В диалоговом режиме могут предоставляться услуги телефонии, телекса, телефакса, передачи данных и др.

Службы с накоплением предназначаются для не прямой связи пользователей с помощью промежуточного хранения информационных сообщений. Это хранение производится в центральных устройствах сети, например, в электронных почтовых ящиках, из которых сообщения могут извлекаться адресатами либо автоматически переправляться сетью абоненту в соответствии с его условиями, в частности во время действия льготных тарифов. Службы с накоплением могут использоваться при передаче в режиме электронной почты аудио-, видео сообщений, текста, данных. В связи с этим появились названия «голосовая почта», «видеопочта» и т.п.

Службы по запросу дают возможность пользователю получать информацию из банков данных. Примером является предоставление услуг видеотекста и его разновидностей.

Распределительные службы без индивидуального управления со стороны пользователя распределяют сообщения от центрального источника информации к неограниченному числу абонентов, имеющих право приема. Пользователь может принимать или не принимать поток сообщений, но не может влиять на время его передачи и на содержание. Классические примеры таких служб - звуковое и телевизионное вещание, телетекст, однако возможны применения этих служб и для других видов сообщений. Распределительные службы с индивидуальным управлением со стороны

пользователя организуются как канал видеографики и обеспечивают получение именно нужной информации в удобное время.

Отметим, что понятия «службы переноса» и «телеслужбы» введены для ISDN, но распространяются в принципе на любые информационные и телекоммуникационные сети. При рассмотрении услуг, предоставляемых этими службами, используются также понятия «услуги переноса» и «телеуслуги».

Дальнейшее развитие технологии ISDN с переходом на оптоволоконную среду с применением асинхронной высокоскоростной пакетной передачи цифровых потоков обеспечило интеграцию более широкого спектра видов связи, включая кабельное телевидение. Поэтому Рекомендацией ITU-T 1.362 введены четыре класса служб А, В, С, D с учетом наличия или отсутствия временной зависимости между источником и получателем, постоянной или переменной скорости передачи и режима установления связи с соединением или без него.

*Конвергенция в электросвязи* означает процесс постепенного сближения различных по своему назначению технологий и служб электросвязи с целью унификации оборудования и расширения функциональных возможностей. В более широком смысле можно говорить о конвергенции электросвязи и информатики и образовании новой отрасли — инфокоммуникаций.

Иногда предпочитают вместо термина «конвергенция» использовать термин «интеграция», при этом можно сказать, что *«под интеграцией понимают концептуально продуманное объединение (с математической точки зрения — суммирование)»*. *Конвергенция же, в самом общем случае, определяется как эволюционное понятие, означающее сближение признаков объектов изначально разного происхождения в результате функционирования в сходных условиях. Т. е. конвергенция — это процесс сближения сущностей посредством взаимопроникновения. В этом смысле конвергенцию можно определить как высшую ступень интеграции»*. Действительно, интеграция разнородных технологий ведет к конвергенции, т.е. к возникновению совершенно новых продуктов, кардинально меняющих мир.

Процесс конвергенции стал возможным в результате, с одной стороны, технологического прогресса и, с другой стороны, новых требований, предъявляемых потребителями услуг. Можно говорить о нескольких аспектах конвергенции: конвергенции услуг, конвергенции оборудования и конвергенции сетей.

Конвергенция услуг обеспечивает пользователям новые расширенные функциональные возможности. Конвергенция оборудования позволяет, например,

объединить в единое устройство телефон, персональный компьютер и телевизионный приемник. Это устройство носит название «универсальный информационный терминал абонента». Эксперты указывают, что в результате конвергенции у потребителя будет устанавливаться «одна универсальная инфокоммуникационная розетка», через которую будут предоставляться все услуги.

Конвергенция сетей означает сближение или объединение различных сетевых технологий для создания возможностей предоставить пользователям разнородные услуги. В результате этого процесса мы наблюдаем, например, исчезновение различий между телефонными сетями и сетями передачи данных, или между сетями общего пользования и корпоративными сетями. В последние годы возникли мультисервисные сети, создающие возможность оказания услуг по передаче голосовой информации, данных, мультимедиа.

Мультимедиа означает интеграцию нескольких информационных типов сообщений, таких как текст, изображения, графика, анимация и многое другое. Создание мультимедиа стало главным направлением в развитии информационных технологий последнего десятилетия и привело не только к появлению новых технологий, но и возникновению новых сервисов.

Вполне логичным выглядит конвергенция сетей фиксированной и сухопутной подвижной связи. Сравнение архитектуры и принципов функционирования сетей фиксированной и подвижной связи показывает их идентичность, за исключением «последней мили» и функции «хэндовера». Поэтому процесс конвергенции сетей фиксированной и мобильной связи (Fixed-Mobile Convergence FMC) одним из первых из плоскости теоретических исследований перешел в плоскость практической реализации. Созданы мобильные терминалы, в которых автоматически или вручную можно выбрать для связи оптимальную сеть. Например, на улице используется сеть сухопутной подвижной связи стандарта GSM, а в помещении — сеть фиксированного абонентского доступа Wi-Fi. Так, недавно английский оператор фиксированной связи British Telecom (BT) открыл FMC сервис под названием BT Fusion (предыдущее название Bluephone). Партнером BT выступает транснациональный сотовый оператор Vodafone, занимающий четверть рынка сухопутной подвижной связи Великобритании. Сегодня известно несколько национальных проектов FMC, базирующихся на разных технических решениях. Какой из них окажется жизнеспособным и востребованным покажет время.

В последнее время наряду с термином Mobility появился термин Nomadity, означающий услуги связи с ограниченной мобильностью для пользователей персональных компьютеров. Здесь можно наблюдать как конвергенцию фиксированных и мобильных сетей, так и конвергенцию сетей электросвязи и информатики.

Конвергенция сетей неизбежно ставит вопрос о новых моделях распределения и пропуска трафика как в теоретическом, так и в практическом плане.

Процесс конвергенции в телекоммуникациях потребовал создания интегрированных систем биллинга.

Конвергенция в телекоммуникациях оказывает существенное влияние на развитие технологий управления телекоммуникационными сетями, и, в частности, ведет к созданию интегрированных систем управления. Интегрированное управление должно обеспечить предоставление всех возможных ресурсов конвергированных сетей для оказания любых инфокоммуникационных услуг.

Конвергенция телекоммуникационных, информационных и медийных услуг ведет к возникновению единой инфокоммуникационной технологии — Information & Communication Technology (ICT), но эффективность этой технологии во многом зависит от создания законодательной базы, адекватно отражающей регламентацию этих услуг. В законодательстве, регламентирующем процесс конвергенции, основным является установление согласованных норм в различных разделах, т.е. различные сегменты телекоммуникаций должны находиться в едином поле регламентации.

Перспективы дальнейшего углубления конвергенции в инфокоммуникациях многие исследователи связывают с созданием Глобальной информационной инфраструктуры (ГИИ). МСЭ в рекомендациях серии Y определяет Глобальную информационную инфраструктуру как «совокупность сетей, оборудования конечных пользователей, информации и людских ресурсов, которая может быть использована для доступа к полезной информации, связи пользователей друг с другом, работы, получения развлечений в любое время и из любого места по доступной цене». Таким образом, для пользователей ГИИ является, по сути, некой универсальной сетью, в которой осуществлена конвергенция всех возможных видов инфокоммуникационных услуг. Создание ГИИ будет осуществляться эволюционно путем непрерывной конвергенции как существующих технологий, так и существующих и вновь возникающих технологий.

Следующим ожидаемым этапом конвергенции, по мнению ряда экспертов, станет конвергенция нано-, био- и информационных технологий. Первые шаги в этом направлении уже сделаны. Появились, например, сотовые телефоны со встроенными датчиками отпечатков пальцев или измерителями содержания сахара в крови.

Организация использует имеющиеся у нее ресурсы для преобразования воздействующих на ее вход факторов в создаваемую продукцию (услуги). Производственная система включает пять основных ресурсов, которые в производственном менеджменте получили названия 5P's от следующих слов: персонал (People), заводы (Plants), материалы и комплектующие (Parts), процессы (Processes) и системы планирования и контроля (Planning and Control Systems).

В отрасли связи персонал - это работники, непосредственно либо косвенно занятые предоставлением услуг. Непосредственно услугу представляет, например, оператор, заключающий с клиентом договор об обслуживании. Косвенно в предоставлении услуги участвует персонал, обслуживающий оборудование и сооружения связи. Заводы - это производственные и сервисные подразделения организации, на которых создаются или предоставляются товары или услуги. В отрасли связи это операторы связи. Они оснащены соответствующим коммутационным, каналобразующим и линейным оборудованием и сооружениями, необходимыми для преобразования поступающих от клиентов сообщений в форму, пригодную для передачи по каналам связи, и последующего восстановления на входящем конце в первоначальный вид. Материалы и комплектующие преобразуются в производственной структуре. В отрасли связи роль этой составляющей ограничена, так как здесь нет производства конечного продукта в вещественной форме, а осуществляются процессы преобразования электрических сигналов для экономичной и надежной передачи информации на расстояние именно тому получателю, для которого она предназначена. Материалы и комплектующие выступают только как расходные материалы, т.е. запасные элементы и приборы, необходимые для поддержания оборудования в работоспособном состоянии. Оборудование применяется для организации процессов предоставления услуг. В отрасли связи, как уже сказано, ничего не производится в прямом понимании этого слова, но клиент получает вполне осязаемое благо в форме переданных сообщений, доступа к сетям связи и т.п. в результате согласованной работы Единой сети электросвязи (ЕСЭ) РФ, объединяющей сети множества операторов связи. Эти процессы часто не заканчиваются у одного оператора, поэтому необходимо сетевое взаимодействие операторов в реальном времени.

Системы планирования и контроля включают процедуры и информацию, используемые менеджерами в процессе эксплуатации производственной системы для

поддержания ее в работоспособном состоянии. Технологический контроль в основном заключается в наблюдении за работой оборудования (с помощью автоматических средств) и его восстановлении в случае отказа или ухудшения параметров ниже допустимого уровня. Другие виды контроля параметров экономической деятельности осуществляются в соответствии с действующим уставом предприятия и нормативно-правовой документацией. На [рис.2.1](#) представлены примеры взаимосвязей "вход-преобразование-выход" различных производственных систем. В ней указаны только основные ресурсы и производственные функции. Более полное описание включало бы также управленческие и вспомогательные функции и ресурсы. В отрасли связи производственное преобразование, понимаемое как предоставление услуги, являет собой передачу информации в пространстве без утери ее потребительских свойств.

Организации электросвязи взаимодействуют, создавая *систему электросвязи, или телекоммуникационную систему*, которую можно определить как совокупность технических средств для передачи сообщений в виде электрических сигналов, и людей, обеспечивающих нормальное функционирование этих средств и поддерживающих взаимоотношения с потребителями.

Система электросвязи определяется как совокупность организаций и обладает большим набором системообразующих признаков, таких, как организационная подчиненность, территория, способ создания услуги и др. Важнейшей характеристикой системы является ее разнообразие, которое определяется числом различных состояний. Если анализ и синтез всех элементов системы и связей между ними практически невозможен, то такая система является большой системой.

Система, которая характеризуется неоднородностью, разнокачественностью элементов и связей, структурным разнообразием, называется сложной системой.

Систему электросвязи, или телекоммуникационную систему, можно определить не только как большую и сложную, но и как динамическую систему. Понятие динамической системы является важным понятием в кибернетике - науке об управлении. Для того чтобы дать формальное определение динамической

системы, в ней выделяют входы и выходы, т.е. рассматривают ее как структурированный объект. Через входы из внешней среды в определенные моменты времени в систему поступают вещество, энергия и информация, в другие моменты времени через выходы во внешнюю среду поступают результаты их преобразования. Следовательно, динамическую систему можно определить как множество входов и выходов и отношений между ними. Отношения между входами и выходами любой системы представляют собой процессы (основные и вспомогательные), которые превращают то, что поступает на вход системы, в продукт ее полезной деятельности.

Кроме того, система электросвязи - открытая система, поэтому необходимо анализировать не только структуру производственно-хозяйственного комплекса, но и ее внешние связи. Система электросвязи испытывает воздействия со стороны органов управления, обеспечивающих систем, международной сети, пользователей. Все эти воздействия динамичны во времени и во многом зависят от изменений в экономической и политической жизни страны.

Функции телекоммуникационной системы показаны на [рис. 2.2](#). Для отрасли связи в целом и для телекоммуникаций, в частности, характерно то, что основной эффект деятельности отрасли проявляется за ее пределами. Другими словами, примерно 90-95% суммарного эффекта получают потребители услуг и лишь порядка 5% остается в отрасли в виде прибыли, что выдвигает особые требования к качеству услуг и защищенности информации и клиента.

Таким образом, можно утверждать, что электросвязь является инфраструктурой, главная цель которой заключается в наиболее полном удовлетворении потребностей всех пользователей в передаче всех видов сообщений.

Для того чтобы увеличивать объем уже имеющихся услуг и предоставлять новые услуги, необходимы обеспечивающие системы, которые можно условно разделить на следующие уровни. Первый уровень образует система подготовки специалистов (учебные заведения); финансовые системы (инвестиции); система научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). На втором уровне находится система материально-технического снабжения. На третьем уровне находятся проектные организации. Фундаментом, на который опираются эти системы,

является нормативно- правовая база.

Особое значение имеет система НИОКР, поскольку мировой опыт доказывает, что эта система является важнейшим и наиболее динамичным ресурсом экономического роста, а также одним из гарантов национальной суверенности в области авангардных технологий. Даже при ужесточении конкуренции на мировых рынках услуг и оборудования связи, растущей капиталоемкости и естественного в этом случае стремления к минимизации издержек объемы финансирования НИОКР в промышленно развитых странах не сокращаются. Для реализации определенного перечня услуг в требуемом объеме необходимо оборудование. Для развития ЕСЭ России необходимы разработки:

- перечня оборудования связи с учетом поэтапного развития связи РФ;
- единых технических требований на аппаратуру связи;
- технических заданий на аппаратуру связи для производства на отечественных заводах;
- протекционистских мер для отечественной промышленности, позволяющих, с одной стороны, защитить и поднять отечественную промышленность, а с другой - демонополизировать промышленность.

Основной законодательной базой комплекса связи является принятый Государственной Думой Федеральный закон "О связи". В рамках этого закона принимаются законодательные акты, например "Правила предоставления телефонной связи". Элементами нормативно-правовой базы в связи являются постановления Правительства РФ и Указы Президента страны. При оценке состояния на входе системы электросвязи следует определять направление влияния на систему анализируемых факторов, их силу и приоритетность. Для определения силы и приоритетности влияния этих факторов необходимо воспользоваться методиками, в основе которых лежит экспертный опрос. Следует подчеркнуть, что результаты подобных исследований зависят от ситуации на данную дату в мире, стране, телекоммуникационной отрасли.

Можно выделить следующие *особенности управления системой электросвязи*:

- сравнительно малые управляющие воздействия позволяют привести в движения мощные потоки материи, энергии и информации. Например, набор нескольких цифр теле-фонного номера заставляет заработать десятки коммутационных и иных приборов на территории разных стран;

- сложность системы управления должна соответствовать сложности

управляемой системы. Поэтому для обеспечения функционирования современных сетей электросвязи создаются сети управления сетями электросвязи;

- механизм управления может размещаться вдали от управляемой системы. Это означает, например, что развитием сети электросвязи страны можно управлять из одного центра.

Системы управления могут быть замкнутыми и разомкнутыми. В разомкнутых системах блок управления не является составной частью управляемой системы и не использует информацию о выходных параметрах. Например, при плановой профилактике оборудования не используется информация о состоянии оборудования, обслуживание ведется по плану в заранее определенные моменты времени.

В замкнутых системах для формирования управляющих воздействий используется информация о выходных параметрах и воздействии внешней среды. Другими словами, для таких систем характерно наличие информационного воздействия выхода на вход системы. В организациях многие информационные потоки имеют вид замкнутого контура (информационной обратной связи). Любая система, которая стремится к заранее выбранной цели, должна в любой момент времени располагать показателем степени достижения этой цели. Вообще каждая целенаправленная система имеет внутри себя замкнутые цепи управления, т.е. обратную связь.

При этом в действительности может быть не один, а несколько каналов обратной связи, т.е. данные от многих каналов измерений могут поступать в один центр. Новая парадигма современной управленческой философии основана на системном и ситуационном подходах к управлению. Организация рассматривается как открытая система, подверженная различным внешним воздействиям. Наука об управлении и опыт промышленно развитых стран доказывают, что главные предпосылки успешной деятельности любой организации находятся не внутри, а вне ее, т.е. успех деятельности обусловлен тем, насколько удачно организация приспосабливается к внешнему окружению - экономическому, научно-техническому, социально-политическому и т.п. Сумеет ли организация вовремя распознать угрозы для своего существования, будет ли устойчива к отрицательным воздействиям внешней среды, в то же время сможет ли не упустить возможности, создаваемые положительными воздействиями - вот главные критерии эффективности управления любой системой, в том числе и телекоммуникационной системой.

Из такого мышления логично вытекает ситуационный подход к управлению, согласно которому реакции системы управления есть не что иное, как ответ на различные воздействия со стороны внешней среды и составляющих системы друг на друга.

Поскольку система электросвязи также испытывает воздействия со стороны внешней среды, то для правильного представления о реакции системы на эти воздействия представим комплекс электросвязи и ее инфраструктуру в виде солнечной системы рис.2.3. Система электросвязи - это "солнце", вокруг которого вращаются "планеты", воздействующие на него. Ядром системы электросвязи являются услуги, для предоставления которых она возникла и развивается. Для того чтобы поступить к пользователю, услуга должна "пробиться" через несколько слоев, обладающих разной степенью инерционности. Воздействие на услугу оказывают, кроме очевидных внешних факторов - НИОКР и пользователей, все слои системы электросвязи по направлению от периферии к центру, но главным из этих факторов является технология предоставления услуги. Этот вывод подтверждается тем, что появление новой услуги или совершенствование существующей возможно только при модернизации действующей технологии или появлении новой.

Термин "технология" означает совокупность знаний о способах и средствах проведения действий для достижения определенной цели. Технологии испытывают на себе воздействия наиболее нестабильных внешних структур, причем от одних непосредственно, а от других, например от НИОКР, опосредованно. НИОКР в свою очередь испытывают сильные воздействия со стороны других внешних структур. Таким образом, технология оказывается самым динамичным слоем, и под нее должны адаптироваться все другие слои, снижая, таким образом, свою инерционность, что облегчает доступ пользователей к услугам. Кроме того, должны реализовываться адаптационные процессы между всеми слоями модели:

- технической системы под современные технологии;
- персонала к изменениям в технологии производства и, следовательно, в технической системе;
- производственно-хозяйственной деятельности организации к воздействию вышележащих слоев системы электросвязи.

Можно сделать вывод, что по мере усложнения среды организации и технологии, на которой базируется ее деятельность, система электросвязи

все больше должна заботиться о гибкости и адаптивности своих составляющих. Таким образом, состав услуг электросвязи и их свойства зависят от воздействия на услуги элементов технологической системы и внешних по отношению к телекоммуникационной системе факторов, а также от способности элементов "солнечной модели" согласованно взаимодействовать друг с другом.

Возникает вопрос: зачем было создавать такую сложную, следовательно, дорогую систему? Указать группы лиц, заинтересованных в создании системы электросвязи, несложно. Во-первых, это те, кто пользуется услугами системы. К ним относятся отдельные люди (население) и домохозяйства (семьи); производственные организации; организации инфраструктурных отраслей; правительственные учреждения (органы управления), организации культуры, образования и т.п. Каждая группа пользователей с помощью услуг электросвязи реализует свои цели. Требования, которые пользователи предъявляют к системе электросвязи, являются стимулом для ее развития и совершенствования. Процесс этот бесконечен, поскольку с ростом потребностей людей совершенствуются и средства удовлетворения этих потребностей. Эта группа является покупателями продукции связи. Во-вторых, это те, кто создает систему и обеспечивает ее функционирование и развитие. К этой группе относятся научно-исследовательские, конструкторские и проектные организации; заводы по производству оборудования связи; строительные организации, эксплуатационные организации, обеспечивающие доведение услуг до пользователей; поставщики информационного контента, профессиональные маркетологи, рекламные агентства, банки, страховые компании, органы управления связью. Назовем всю эту совокупность отраслью связи. Эта группа состоит из продавцов продукции связи (заводы по производству оборудования связи и эксплуатационные организации связи) и организаций, поддерживающих инфраструктуру.

Цели в отношении системы электросвязи различных организаций представлены на [рис.2.4](#). Для каждой группы совокупность целей имеет иерархическую структуру. Как видно, главная цель всех групп пользователей системы электросвязи (покупателей продукции связи) одна и та же - удовлетворение потребности в передаче сообщений. Одинаковыми являются и их явные цели: экономия времени и получение (передача) оперативной информации. В случае

принятия решений каждым пользователем эти цели нужно конкретизировать. Например, указать вид информации и форму ее представления, объемы передаваемой информации, время передачи и др. Для каждой группы потребителей конкретные цели могут отличаться. Так, информация может служить средством развлечения, общения, образования. Наличие явных целей усложняет проблему установления тарифов на услуги связи. С одной стороны, все покупатели приобретают продукцию связи с одинаковыми потребительскими свойствами, и поэтому ее цена (тариф) для всех категорий покупателей должна быть одинаковой. Но с другой стороны, цена связана с издержками, которые у всех предприятий различны. Кроме явных целей, есть и цели не столь очевидные - неявные. Между ними существует определенная количественная зависимость. Так, еще в конце 60-х годов было доказано, что увеличение количества информации, поступающей в систему управления производством, повышает уровень управления, а следовательно, и производительность труда в других отраслях национальной экономики. Поэтому связь становится составляющей технологического процесса для организаций других отраслей материального производства, инфраструктуры, органов управления. Если результаты деятельности этих отраслей оценивают в денежном выражении, то, значит, связь как участник процесса производства тоже может претендовать на свою долю дохода. Выделить эту долю непросто, но она должна быть учтена в тарифе на продукцию связи для этих отраслей, чем и объясняются более высокие тарифы на услуги для потребителей из сферы экономики. Однако достижение неявных целей потребитель редко связывает с функционированием системы связи, часто не желая понимать, что услуга связи - такой же товар, как любой другой, что усугубляется невещественным характером услуги.

Достижение названных целей возможно за счет постоянного совершенствования трех групп средств:

- технических элементов, из которых состоит система электросвязи;
- принципов построения технической системы;
- системы управления.

Эффективная экономическая деятельность в настоящее время основывается на преобразовании информации, которое представляет собой целенаправленный обмен упорядоченными данными с другими структурами и людьми. Можно сказать, что информация служит мерой упорядоченности и устойчивости экономической системы, являющейся совокупностью воздействий человека на определенные ресурсы с целью удовлетворения своих потребностей, в процессе которого многократно происходит преобразование информации. Современное материальное производство базируется на индустриальных технологиях, которые все больше требуют расширенного обмена информацией, т.е. зависят от степени совершенства процессов обработки данных. В целом взаимодействие субъектов производства имеет исключительно информационную сущность, реализация которой осуществляется посредством телекоммуникационных услуг.

*Телекоммуникации* - это любые формы связи, способы передачи информации на большие расстояния и это также процессы передачи, получения и обработки информации на расстоянии с применением электронных, электромагнитных, сетевых, компьютерных и информационных технологий. В общем случае, телекоммуникационные услуги можно определить как целенаправленную деятельность, результатом которой является полезный эффект, обеспечивающий потребности по передаче и приему информации с помощью специального оборудования.

Является необходимым уточнение, что специфика экономических отношений на рынке телекоммуникаций России заключается в том, что:

- телекоммуникации обеспечивают государство инструментом управления и сохранения национальной безопасности;
- выступают необходимым условием для выхода современного бизнеса за пределы локальных рынков;
- представляют собой необходимый и существенный элемент производственных затрат других отраслей;
- являются крупной и динамично развивающейся отраслью, темпы роста которой превышают темпы роста национальной экономики.

Рассматривая телекоммуникационные услуги как часть социальной инфраструктуры, нельзя их анализировать исключительно как техническую инфраструктуру, например, через такие показатели, как километраж телекоммуникационных линий, количество телекоммуникационных спутников, станций и др., их технические характеристики. Необходимым условием "социальности" телекоммуникационных услуг, обеспечивающим качество жизни, является рост доступности предоставляемых услуг, улучшение качества жизни отдельного человека и

общества в целом. Основными отраслями телекоммуникаций на сегодняшний день являются: Интернет, мобильная связь, сети передачи данных, спутниковые системы связи, цифровое и аналоговое телевидение, телефонная связь, электронный банкинг. На основании данных развития общества, объективно сложившейся динамики ВВП в разрезе “производство услуг / производство товаров” понятие “телекоммуникационные услуги” нуждается в расширении. Для этого выделим основные направления, которые необходимо учитывать при предоставлении и пользовании телекоммуникационными услугами:

- передача информации с одной точки в другую посредством использования определенных технических приборов;
- различные формы и виды передачи информации: буквы, цифры, схемы, графики, изображения и т.д.;
- средства передачи информации: телеграф, телефон, радио, телевидение, цифровое интерактивное телевидение, Интернет, сотовая связь и т.д. Передаются такие символы по проводам, радиоволнам, электрическим импульсам либо же путем соединения нескольких из этих средств;
- комплексность предоставляемых телекоммуникационных услуг;
- свобода выбора пользователями поставщика (сервис - провайдера) телекоммуникационных услуг, который осуществляется на основе набора его сервисных возможностей;
- открытость услуг как необходимое условие развития индустрии сервисов связи при современных рыночных условиях лавинообразного развития рынка;
- социальная значимость телекоммуникационных услуг;
- влияние на рынок труда: переток рабочей силы из центра в регионы, а из центра страны - в другие развитые страны;
- являются частью инфраструктуры общества.

Телекоммуникационные услуги наделены специфическими чертами услуг вообще, обычно описываемыми формулой 4 “Н”: неосязаемость, несохраняемость, неотделимость от производителя услуг, непостоянство по качеству. Кроме того, они обладают только им присущими особенностями:

- процесс их производства (предоставления) неотделим от процесса потребления;
- телекоммуникационные услуги оказываются в течение длительного периода.

При заключении контракта между потребителем и телекоммуникационной компанией определяется комплекс услуг, который может быть прерван потребителем досрочно в случае возникновения каких-либо объективных или субъективных причин

(например, потребитель решил сменить оператора);

- расчет стоимости услуг определяется с учетом многих показателей, обычно один раз в месяц, по совокупности оказанных за этот период услуг;
- процесс передачи информации двусторонний (возможен и многосторонний), между двумя абонентами, находящимися в разных географических точках внутри или за пределами страны.

Потребительский сектор рынка телекоммуникации характеризуется:

- высоким неудовлетворенным спросом на самый массовый вид услуг и неразвитым спросом на новые виды услуг;
- слабой защищенностью потребителей, не удовлетворенных низким качеством традиционных услуг;
- неравномерным обеспечением телекоммуникациями делового сектора и населения;
- неравномерностью развития сети связи в различных регионах страны.

Таким образом, *телекоммуникационные услуги* – это часть инфраструктуры общества, которая отвечает за передачу информации посредством использования различных форм, видов и средств передачи информации, предоставляет потребителю свободу в выборе открытых услуг на основе комплекса сервисных возможностей поставщика (провайдера) услуг и позволяет выполнять социальные и другие возможности и обязательства гражданина в обществе.

Отрасль телекоммуникаций представляет собой совокупность предприятий - операторов телекоммуникаций, имеющих взаимосвязанные технологические инфраструктуры, входящие в общий производственный процесс. Данная отрасль включает в себя сферу телекоммуникационных услуг и сферу телекоммуникационного оборудования.

*Сфера телекоммуникационных услуг* - совокупность продуктов деятельности оператора или провайдера телекоммуникаций, направленных на удовлетворение спроса потребителей в сфере телекоммуникаций. Она имеет в своем составе:

- услуги проводной связи - процесс передачи и приема информации с применением проводных линий с металлическими или оптико-волоконными жилами;
- услуги беспроводной связи - деятельность, направленная на обеспечение электросвязью с использованием радиотехнологий, во время которой конечное оборудование хотя бы одного из потребителей может свободно перемещаться с сохранением уникального идентификационного номера в пределах пунктов окончания телекоммуникационной сети;
- услуги передачи данных - передача информации в виде данных с использованием

- телекоммуникационных сетей;
- телематические услуги - услуги по доступу и обработке данных касательно управления и измерения параметров исполнительных или иных систем, механизмов, приборов и оборудования.

Отрасль телекоммуникаций сегодня выступает в качестве «кровеносной системы» всей экономики, связывая и обеспечивая функционирование государства, промышленности, потребительского сектора.

Понимание этой роли способствует дальнейшему развитию данной отрасли на благо всей страны. Современные телекоммуникационные технологии являются средством формирования информационной культуры, которая выступает фактором становления информационного общества.

Телекоммуникационные услуги и услуги связи занимают особое положение в рамках рынка информационных услуг. Последние десятилетия характеризуются стремительным развитием рынка телекоммуникационных услуг, основанном в значительной степени на достижениях микроэлектроники и материаловедения, позволивших резко повысить эффективность передачи, обработки и хранения информации.

Движущей силой роста услуг связи является в первую очередь увеличение деловой активности в различных странах. Существует прямая зависимость между темпами экономического развития, качеством жизни населения и масштабом применения в обществе информационных технологий: чем выше уровень благосостояния граждан в стране, тем больше объем потребляемых услуг. При этом существует и связь в обратном направлении, рост телекоммуникационной отрасли, помимо увеличения числа рабочих мест, увеличивает эффективность других отраслей экономики, т.е. выполняет инфраструктурные функции.

Для отдельных секторов экономики телекоммуникационные услуги имеют особенно важное значение. Например, к таким секторам услуг относятся банковский сектор, услуги в сфере воздушного транспорта (в частности бронирование авиабилетов) и др. В этой связи формирование и развитие рынка телекоммуникационных услуг становится важнейшей составляющей развития национальной экономики и всего общества.

Таким образом, услуги сегодня многофункциональны, инновационны, капиталоемки. Развитие телекоммуникационных услуг прямо или косвенно влияет на развитие и усовершенствование рынка услуг в целом.

## Раздел 2. Вопросы для самопроверки

1. Как определяет понятие телекоммуникация сектор стандартизации Международного союза электросвязи.
2. Что относится к понятию средства телекоммуникации.
3. Что образует телекоммуникационную сеть.
4. Какими показателями оценивают возможность и эффективность транспортировки информации через телекоммуникационные сети.
5. Что является показателем надежности сети.
6. Что определяет пропускную способность сети.
7. Что называют пропускной способностью сети.
8. Что является основной экономической характеристикой сети связи.
9. Как определяется понятие информационная сеть.
10. На какие группы делятся информационные процессы в оконечных системах.
11. Чем отличается информационная сеть от телекоммуникационной.
12. Как разделяются оконечные системы информационной сети.
13. Как делятся ресурсы информационной сети.
14. Чем характеризуются коммуникационные ресурсы.
15. Что такое Глобальная информационная инфраструктура.
16. На каких принципах базируется Глобальная информационная инфраструктура.
17. Что понимается под услугой и приложением при обслуживании пользователей.
18. Что является платформой предоставления услуг.
19. Как классифицируются услуги интегральной сети.
20. Что такое интеллектуализация сети.
21. Из чего состоит концепция интеллектуальной сети.
22. Что включает в себя интерактивные службы.
23. Что означает процесс конвергенции в электросвязи.
24. Что означает конвергенция сетей.
25. Что входит в понятие телекоммуникационная система.
26. Приведите примеры системообразующих признаков систем электросвязи.
27. Какие функции у телекоммуникационной системы.
28. Особенности управления системой электросвязи.
29. Специфика экономических отношений на рынке телекоммуникаций России.
30. Назовите основные отрасли телекоммуникаций.
31. Чем характеризуется потребительский сектор рынка телекоммуникаций.
32. Состав сферы телекоммуникационных услуг.