От авторов

Эта книга является результатом многолетнего опыта преподавания авторами курсов сетевой тематики в аудиториях государственных вузов, коммерческих учебных центров, а также учебных центров предприятий и корпораций.

Основу книги составили материалы курсов «Проблемы построения корпоративных сетей», «Основы сетевых технологий», «Организация удаленного доступа», «Сети TCP/IP», «Стратегическое планирование сетей масштаба предприятия» и ряда других. Эти материалы прошли успешную проверку в бескомпромиссной и сложной аудитории, состоящей из слушателей с существенно разным уровнем подготовки и кругом профессиональных интересов. Среди них были студенты и аспиранты вузов, сетевые администраторы и интеграторы, начальники отделов автоматизации и преподаватели. Учитывая специфику аудитории, курсы лекций строились так, чтобы начинающий получил основу для дальнейшего изучения, а специалист систематизировал и актуализировал свои знания. В соответствии с такими же принципами написана и эта книга — она является фундаментальным курсом по компьютерным сетям, который сочетает широту охвата основных областей, проблем и технологий этой быстро развивающейся области знаний с основательным рассмотрением деталей каждой технологии и особенностей оборудования.

Для кого эта книга

Книга предназначена для студентов, аспирантов и технических специалистов, которые хотят получить базовые знания о принципах построения компьютерных сетей, понять особенности традиционных и перспективных технологий локальных и глобальных сетей, изучить способы создания крупных составных сетей и управления такими сетями.

Книга будет полезна начинающим специалистам в области сетевых технологий, которые имеют только общие представления о работе сетей из опыта общения с персональными компьютерами и Интернетом, но хотели бы получить фундаментальные знания, позволяющие продолжить изучение сетей самостоятельно.

Сложившимся сетевым специалистам книга может помочь в знакомстве с теми технологиями, с которыми им не приходилось сталкиваться в практической работе, систематизировать

имеющиеся знания, стать справочником, позволяющим найти описание конкретного протокола, формата кадра и т. п. Кроме того, книга дает необходимую теоретическую основу для подготовки к сертификационным экзаменам таких компаний, как Cisco CCNA, CCNP, CCDP и CCIP.

Студенты высших учебных заведений, обучающиеся по направлению «220000. Информатика и вычислительная техника» и по специальностям «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», «Автоматизированные машины, комплексы, системы и сети», «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем», могут использовать книгу в качестве рекомендованного Министерством образования Российской Федерации учебного пособия.

Изменения в четвертом издании

Прошло ровно 10 лет со времени публикации первого издания этой книги. И с каждым новым изданием она существенно обновлялась. Не стало исключением и это, четвертое, издание. Одни разделы претерпели значительные изменения, а другие, которые потеряли свою актуальность и стали интересны лишь узкому кругу специалистов, были вовсе исключены из книги и перенесены на веб-сайт поддержки этой книги.

И, конечно, в книге появилось много нового. Так, в книге появилось три новые главы.

- Глава 21, «Ethernet операторского класса». Технология, давшая название этой главе, известная также как Carrier Ethernet, появилась совсем недавно, но ее популярность быстро растет. Выход Ethermet за пределы локальных сетей является знаковым событием, обещающим новые возможности как для пользователей, так и для провайдеров. В этой главе рассматриваются две основные ветви данной технологии: на базе MPLS и на базе усовершенствованной версии Ethernet.
- Глава 23, «Сетевые службы». В ответ на пожелания многих наших читателей мы расширили освещение сетевых средств прикладного уровня, добавив описания таких служб, как электронная почта, WWW и IP-телефония.
- Глава 24, «Сетевая безопасность». Появление этой главы отражает всевозрастающую обеспокоенность интернет-сообщества проблемами информационной защиты. В этой главе приведены описания различных угроз безопасности компьютерных сетей, связанных с внедрением вредоносных программ (вирусов, червей, троянских и шпионских программ), DoS-атаками, ответвлением трафика. Также рассматриваются методы и средства предупреждения и обнаружения атак: шифрование, аутентификация, авторизация, антивирусная защита, сетевые экраны, прокси-серверы, протоколы защищенного канала и виртуальные частные сети на основе шифрования.

Помимо отдельных глав в книге появилось несколько новых разделов.

В главу 7 добавлен раздел «Работа в недогруженном режиме». В нем описывается широко распространенная практика обеспечения временных характеристик передачи пакетов за счет поддержания избыточной пропускной способности.

В главу 11, посвященную первичным сетям, добавлено описание технологии оптических транспортных сетей (OTN), которая обеспечивает мультиплексирование и коммутацию высокоскоростных потоков данных в волновых каналах DWDM. В эту главу включено также описание новых функций технологии SDH, направленных на более эффективную

передачу трафика компьютерных сетей, таких как виртуальная конкатенация (VCAT), схема динамического изменения пропускной способности линии (LCAS) и общая процедура инкапсуляции данных (GFP).

Важным дополнением главы 18 стал раздел «Групповое вещание», освещающий очень перспективное направление в развитии технологии TCP/IP. Групповое вещание лежит в основе бурно развивающихся широковещательных сервисов Интернета, таких как IP-телевидение, аудиовещание, видеоконференции.

Переработанный и дополненный материал о технологии MPLS, которая утвердила себя в качестве надежного фундамента для построения разнообразных транспортных сервисов, выделен в отдельную главу (главу 20).

И наконец, были исправлены мелкие ошибки и опечатки в тексте и рисунках, замеченные читателями и самими авторами.

Структура книги

Книга состоит из 24 глав, объединенных в 5 частей.

В первой части, «Основы сетей передачи данных», состоящей из 7 глав, описаны основные принципы и архитектурные решения, которые лежат в основе всех современных сетевых технологий, рассматриваемых в последующих частях книги. В главе 1, рассказывающей об эволюции компьютерных сетей, особый акцент делается на конвергенции разных видов телекоммуникационных сетей. В главе 2 даются фундаментальные понятия коммутации, мультиплексирования, маршрутизации, адресации и архитектуры сетей. В следующей, третьей, главе обсуждаются два основных подхода к коммутации — коммутация каналов и пакетов. Глава 4 фокусируется на иерархической организации сетей и семиуровневой модели OSI. В главе 5 приводится классификация компьютерных сетей, в ней читатель найдет также описание основных типов сетей: сетей операторов связи, корпоративных сетей и глобальной сети Интернет. Завершают первую часть книги главы 7 и 8, относящиеся к анализу работы сети.

Вторая часть, «Технологии физического уровня», состоит из четырех глав, из которых первые две носят вспомогательный характер. В них описываются различные типы линий связи, детально излагаются современные методы передачи дискретной информации в сетях. Наличие этого материала в учебнике дает возможность читателю, не тратя время на просмотр большого количества литературы, получить необходимый минимум знаний в таких областях, как теория информации, спектральный анализ, физическое и логическое кодирование данных, обнаружение и коррекция ошибок. Глава 10 посвящена беспроводной передаче данных, которая приобретает все большую популярность. Высокий уровень помех и сложные пути распространения волн требуют применения в беспроводных каналах особых способов кодирования и передачи сигналов. В главе 11 изучаются технологии PDH, SDH/SONET, DWDM и OTN, создающие инфраструктуру физических каналов для глобальных телекоммуникационных сетей. На основе каналов, образованных первичными сетями, работают наложенные компьютерные и телефонные сети.

Третья часть, «Локальные вычислительные сети», включает три главы. В главе 12 рассматриваются технологии локальных сетей на разделяемой среде: основное внимание уделено классическим вариантам Ethernet со скоростью 10 Мбит/с на коаксиале и витой

паре; также здесь кратко рассмотрены принципы работы основных соперников Ethernet в 80-е и 90-е годы — технологий Token Ring и FDDI. Приводится описание двух наиболее популярных беспроводных технологий локальных сетей — IEEE 802.11 (LAN) и Bluetooth (PAN). Глава 13 посвящена коммутируемым локальным сетям. В ней рассматриваются основные принципы работы таких сетей: алгоритм функционирования коммутатора локальной сети, дуплексные версии протоколов локальных сетей, особенности реализации коммутаторов локальных сетей. В главе 14 изучаются расширенные возможности коммутируемых локальных сетей этого типа: резервные связи на основе алгоритма покрывающего дерева, агрегирование каналов, а также техника виртуальных локальных сетей, позволяющая быстро и эффективно выполнять логическую структуризацию сети.

Следуя логике, диктуемой моделью OSI, вслед за частями, в которых были рассмотрены технологии физического и канального уровней, *четвертую часть*, «Сети TCP/IP», мы посвящаем средствам сетевого уровня, то есть средствам, которые обеспечивают возможность объединения множества сетей в единую сеть. Учитывая, что бесспорным лидером среди протоколов сетевого уровня является протокол IP, ему в книге уделяется основное внимание. В главе 15 описываются различные аспекты IP-адресации: способы отображения локальных, сетевых и символьных адресов, использование масок и современных методов агрегирования IP-адресов, а также способы автоматического конфигурирования IP-узлов. В главе 16 детально рассмотрена работа протокола IP по продвижению и фрагментации пакетов, изучается общий формат таблицы маршрутизации и примеры ее частных реализаций в программных и аппаратных маршрутизаторах различных типов. При обсуждении особенностей новой версии IPv6 подробно обсуждается схема модернизации адресации, а также изменение формата заголовка IP. Глава 17 начинается с изучения протоколов TCP и UDP, исполняющих посредническую роль между приложениями и транспортной инфраструктурой сети. Далее подробно описываются протоколы маршрутизации RIP, OSPF и BGP, анализируются области применимости этих протоколов и возможности их комбинирования. Завершает главу рассмотрение протокола ICMP, являющегося средством оповещения отправителя о причинах недоставки его пакетов адресату. В главе 18 содержится описание тех функций маршрутизаторов, которые хотя и фигурируют в названии главы как «дополнительные», но без которых трудно представить существование современных компьютерных сетей. К таким функциям относятся трансляция сетевых адресов, фильтрация трафика, поддержка QoS, IPv6 и группового вещания. В завершении этой главы приводится классификация маршрутизаторов на основе их внутренней организации и областей использования. Всестороннее изучение в этой части протоколов стека TCP/IP придает ей самостоятельное значение введения в IP-сети.

Пятая часть, «Технологии глобальных сетей», состоит из шести глав. В главе 19 анализируются три основных типа транспортных услуг, предоставляемых операторами связи: доступ в Интернет, виртуальные частные сети и услуги выделенных каналов. Кроме того, в этой главе рассматривается многоуровневая структура сети оператора связи, включающая уровни первичной сети, канального уровня и уровня IP. Также дается обзор технологий Frame Relay и ATM. Глава 20 посвящена основным принципам и базовым элементам технологии MPLS, таким как протокол LDP, многоуровневая организация соединений, механизмы защиты соединений и тестирования их состояния. В главе 21 описаны различные варианты технологий, объединенных под общим названием Ethernet операторского класса (Carrier Ethernet). В главе 22 рассматриваются схемы и технологии удаленного доступа. Наиболее эффективными являются технологии, в которых используется существующая кабельная инфраструктура (например, линии ADSL, работающие на абонентских окон-

чаниях телефонной сети) или кабельные модемы, опирающиеся на системы кабельного телевидения. Альтернативным решением является беспроводной доступ, как мобильный, так и фиксированный. Прикладные службы глобальных сетей рассматриваются в главе 23. Именно информационные службы, такие как электронная почта и WWW, сделали в свое время Интернет столь популярным. И сегодня популярность Интернета растет благодаря появлению новых сервисов, среди которых в первую очередь нужно отметить IP-телефонию и видеоконференции. Часть, а вместе с ней и книга, завершается главой 24, посвященной сетевой безопасности. Уязвимость Интернета является оборотной стороной его открытости, так как в Интернете каждый может не только общаться с каждым, но и атаковать каждого. Вирусы, черви, распределенные атаки и, наконец, спам — все это, к сожалению, ежедневно мешает «жителям» Интернета нормально жить и работать. В главе 24 анализируются основные типы угроз, присущих глобальным сетям, и изучаются базовые механизмы и технологии защиты от этих угроз.

Авторы стремились сделать работу читателя с книгой максимально эффективной. Подробный индексный указатель позволяет быстро найти интересующий материал по одному из многочисленных терминов, используемых в сетевой индустрии. Каждая глава завершается выводами, которые призваны сконцентрировать внимание читателя на основных идеях, темах и терминах главы, помогая ему не упустить из виду главное за обилием, хотя и полезных, но частных фактов и деталей. В конце каждой главы помещены вопросы и упражнения для проверки степени усвоения основных концепций, а в отдельных случаях и для углубления понимания некоторых идей.

Веб-сайт поддержки книги

Дополнительную информацию по этой и другим книгам авторов читатели могут найти на сайте www.olifer.co.uk. В данный момент на сайте размещены следующие материалы, относящиеся к этому изданию книги:

- Дополнительные разделы, ссылки на которые помещены в тексте книги.
- Все иллюстрации из книги.
- Дополнительные вопросы и задания, а также ответы на них.
- Презентации в форматах Power Point и HTML последовательно по всем главам книги.
- Путеводитель по книге (road map) призван помочь преподавателю при создании учебных курсов на базе этой книги, таких, например, как «Беспроводные системы», «Введение в IP», «Качество обслуживания», «Удаленный доступ» и т. п. В этом путеводителе авторы перечисляют последовательность глав (маршрут), в которых содержится соответствующий материал, и по мере необходимости дают методические советы.
- Дополнительные примеры (case studies) могут быть использованы как темы для курсовых проектов.
- Информационные ресурсы Интернета связаны с темами книги.
- И наконец, мнения, замечания и вопросы читателей, замеченные опечатки и ошибки.

Мы с благодарностью примем ваши отзывы по адресу victor@olifer.co.uk и natalia@olifer.co.uk.

Благодарности

Мы благодарим наших читателей за их многочисленные пожелания, вопросы и замечания.

Мы признательны также всем сотрудникам издательства «Питер», которые принимали участие в создании этой книги. Особая благодарность президенту издательства «Питер» Вадиму Усманову, руководителю проектной группы «Компьютерная литература» Андрею Сандрыкину, ведущему специалисту этой группы Андрею Юрченко и нашему неизменному литературному редактору Алексею Жданову.

Виктор Олифер, к.т.н., CCIP

Наталья Олифер, к.т.н., доцент

От издательства

Подробную информацию о наших книгах вы найдете на веб-сайте издательства www.piter.com. Там же вы можете оставить ваши отзывы и пожелания.