

ТЕХНОЛОГИЯ PoC и системы профессиональной радиосвязи

Часть 1

Е.Трифонов, директор по продажам ГК "ТРИАЛИНК" / e.trifonov@trialink.ru

DOI: 10.22184/2070-8963.2021.94.2.62.68

Рассказывается о технологии PoC (Push-To-Talk over Cellular), которая может успешно применяться в системах управления и безопасности наряду с существующими сетями профессиональной мобильной радиосвязи (ПМР). Приведен обзор основных особенностей PoC, в частности возможностей выполнения вызовов PTT через сотовые сети 3G/LTE или Wi-Fi. Изложены основные принципы работы таких сетей, их архитектура, описание отдельных элементов. Рассказано о возможности интеграции систем PoC между собой, с системами ПМР и другими IT-решениями.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие систем профессиональной мобильной радиосвязи (ПМР) продолжается уже более 80 лет. Телекоммуникационные технологии совершили за это время гигантский скачок, в то время как базовые требования к голосовой связи остаются прежними: это возможности индивидуального, группового или экстренного вызова одним нажатием тангенты – кнопки PTT (Push-To-Talk). В PTT-связи используются полудуплексные вызовы, когда для передачи требуется нажать и удерживать тангенту. Отпустив тангенту, абонент дает возможность говорить собеседнику. Вызов может идти индивидуально одному абоненту или сразу в группу. Время соединения при этом должно быть менее 1 с (в некоторых стандартах радиосвязи это время регламентируется). Неизменными остаются также традиционные требования к надежности и качеству профессиональной связи, особенно в случае работы в кризисных ситуациях.

Современные системы ПМР используют цифровые протоколы. Системы радиосвязи имеют собственную инфраструктуру сети (базовые станции, вышки, антенно-фидерное оборудование).

Такой подход позволяет построить систему радиосвязи с заданным уровнем надежности. Но стоимость строительства и содержания инфраструктуры системы достаточно высока, а зона покрытия ограничена. В России на сегодняшний день даже системы радиосвязи полиции имеют покрытие только в городах и вдоль основных магистралей. И это при том, что работает не одна большая система связи, а большое количество не связанных между собой систем.

Различные системы радиосвязи очень сложно интегрировать в единую сеть даже если они построены на базе оборудования одного стандарта. Попытки создать оператора системы радиосвязи, который бы построил сеть с покрытием в различных регионах и предоставлял бы услуги связи различным ведомствам, пока не увенчались успехом.

Надо отметить, что ПМР представляет собой достаточно консервативную сферу. С одной стороны, системы радиосвязи у ряда заказчиков достаточно успешно работают без модернизации в течение десятков лет. С другой – внедрение новых технологий в данной области происходит очень медленно. Возможно, поэтому

в системах радиосвязи переход на цифровые протоколы в России не закончился до сих пор. Как следствие, пока сложно говорить о внедрении IT-решений в области ПМР.

Технологии и сети сотовой связи развиваются опережающими темпами. Постоянно и быстро растет количество абонентов, улучшается покрытие сетей. В России нет полного покрытия сотовой связью всей страны, но территории проживания 90% населения имеют хорошее покрытие, и ситуация постоянно улучшается.

Кроме традиционных услуг телефонной связи, сотовые операторы предлагают разнообразные дополнительные сервисы, основанные на функциях передачи данных, в первую очередь мобильный интернет. Соответственно, появляются новые абонентские устройства – мало кто сегодня продолжает пользоваться кнопочным телефоном. Постоянно совершенствуются смартфоны и планшеты. Рост возможностей сотовых сетей связан с бурным развитием технологий, в частности с увеличением скорости передачи данных при переходе от аналоговых протоколов к цифровым (2G/GSM) и при модернизации сетей от 2G к 3G и далее к LTE. Новый толчок этому процессу даст внедрение сетей 5G, которое уже идет во многих странах мира и делает первые шаги в России.

Развитие возможностей передачи данных через сотовые сети позволило реализовать все основные функции профессиональных систем радиосвязи (индивидуальные, групповые, экстренные PTT-вызовы), что и стало основой технологии PoC (Push-To-Talk over Cellular). Таким образом, внедрение этой технологии дает возможность реализовать все функции профессиональной радиосвязи, используя уже построенные сотовые сети. Абонентам систем PoC не нужно заботиться о строительстве и содержании собственной инфраструктуры системы связи.

Пользователи таких сетей сразу получают большое покрытие – везде, где работают сотовые сети. Здесь нужно сделать важную оговорку – для оптимальной работы системы PoC требуется наличие сети 3G или LTE. К сожалению, в России сегодня сети 3G/LTE имеют хорошее покрытие в основном в городах. За их пределами операторы по-прежнему преимущественно используют оборудование 2G и не спешат с модернизацией (в первую очередь по причине небольшого количества абонентов на этих территориях). Это может быть препятствием для использования систем PoC повсеместно, однако в городах они могут успешно работать.

В отличие от ПМР, для развертывания системы PoC не требуется получение разрешения на использование радиочастот.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ PoC

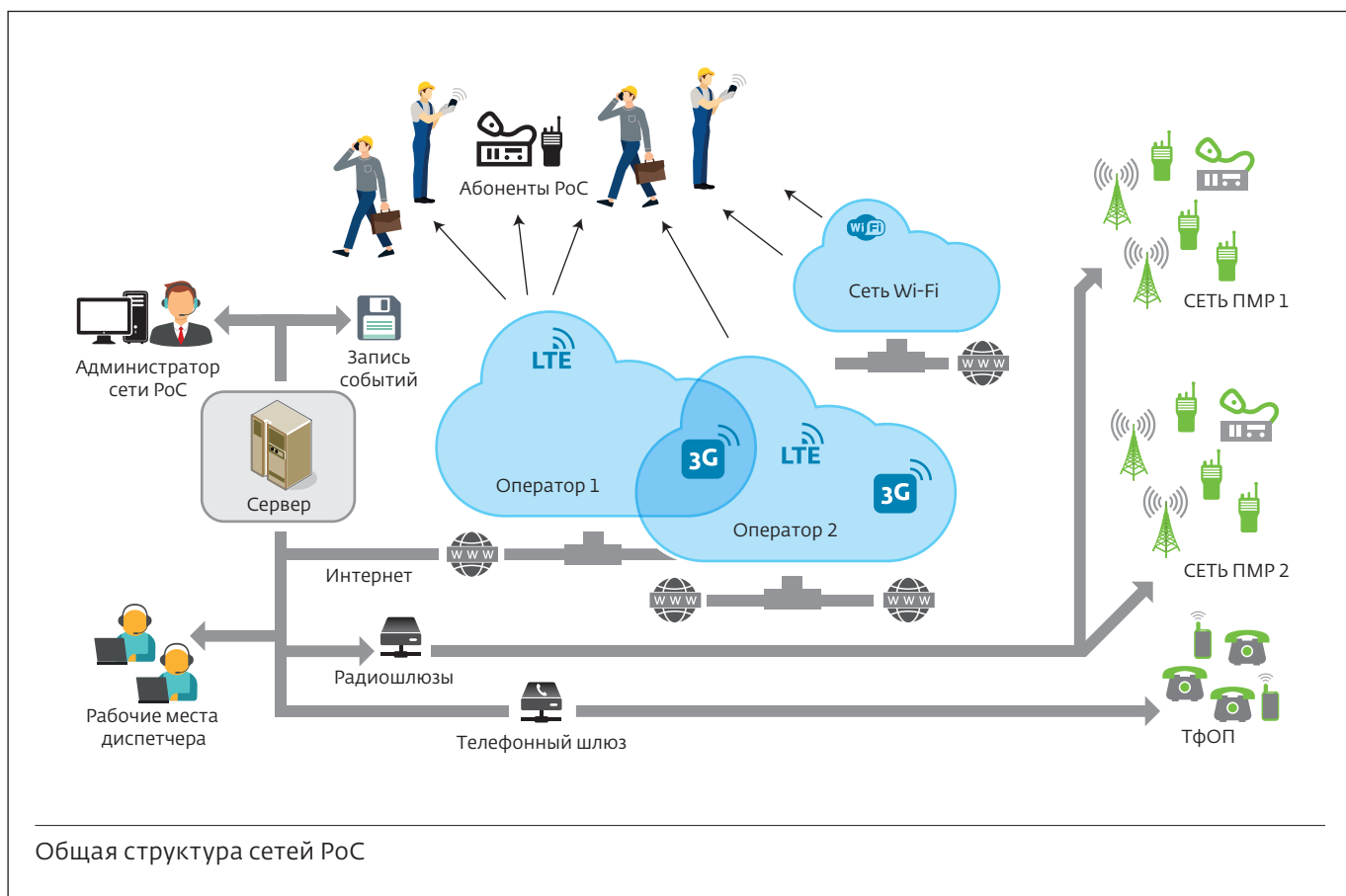
Мы говорим о технологии PoC (PTT over Cellular) как о новой, хотя первые примеры ее использования появились еще в 1987 году, когда компания Nextel начала развертывать в США и других государствах Северной и Южной Америки сотовые сети на базе оборудования iDen (разработанного и поставлявшегося компанией Motorola). Сети iDen работали в аналоговом протоколе, однако была возможность индивидуальных и групповых вызовов одним нажатием клавиши PTT. В 2005 году в сотовых сетях Nextel насчитывалось около 20 млн абонентов, большая часть которых использовала функцию PTT.

Новое развитие технология PoC получила вместе с внедрением цифровых сотовых сетей GSM, CDMA и позже LTE. Сегодня мобильными операторами предлагается и PTT-связь, основанная на технологии PoC. Однако современные технологии дают возможность пользователям построить собственную сеть PoC, не связанную с инфраструктурой сотового оператора. Такой подход позволяет владельцу сети PoC полностью контролировать подключение новых абонентов, настройку рабочих групп и другие административные функции. Сотовый оператор в этом случае обеспечивает только услуги мобильного интернета, продавая заказчику соответствующие SIM-карты и обеспечивая сервис.

СТРУКТУРА СЕТИ PoC

В сетях PoC реализована технология "клиент – сервер". В качестве клиента в этих сетях выступает клиентское приложение, установленное на абонентское устройство сотовой сети (смартфон или планшет). PoC-сервер – это программное обеспечение или программно-аппаратный комплекс, который управляет работой абонентских устройств (клиентов).

Ранее говорилось о возможности подключения абонентов через сети 3G или LTE. Однако подключение абонентских устройств к серверу PoC может быть осуществлено также через сети Wi-Fi, поскольку большинство современных терминалов имеет встроенные Wi-Fi-модули. Если в случае подключения через сотовую сеть в абонентском устройстве должна быть установлена SIM-карта с функциями мобильного интернета, то при организации работы через сети Wi-Fi симка для работы абонентского устройства не требуется.



Для доступа абонентов к серверу необходимо чтобы он был подключен к сети Интернет. Кроме того, обычно требуется, чтобы подключение сервера осуществлялось через статический IP-адрес, который используется при настройке и работе системы PoC. В случае подключения абонентов только через собственную сеть Wi-Fi сервер может быть расположен во внутренней сети (LAN) вместе с собственной Wi-Fi-сетью и работать без выхода в публичный интернет.

Возможны различные варианты размещения сервера PoC. Он может быть расположен в облаке (у оператора или в собственном облаке крупного пользователя). Размещение облачного PoC-сервера возможно у оператора системы PoC, независимой от сотовых сетей.

Этот сервер может располагаться и у пользователя. В этом случае заказчик может полностью контролировать доступ и настройки своей системы PoC.

В состав системы PoC, кроме сервера и абонентских устройств, могут входить также рабочие места администратора сети (предназначены для настройки абонентов, групп и других

параметров системы), рабочие места диспетчера (предназначенные для оперативного управления абонентами и группами абонентов), сервер записи событий (на нем записываются все переговоры между абонентами и другие события в системе с возможностью дальнейшего прослушивания).

Обычно ПО рабочих мест диспетчера и администратора устанавливается на компьютеры, подключенные к интернету. Диспетчерское ПО подключается к серверу PoC также по технологии "клиент - сервер".

Важно отметить, что система PoC может быть интегрирована с системами ПМР и с телефонными сетями. Для этого используются специальные шлюзы.

Общая структура сетей PoC показана на рис.1.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ PoC

В зависимости от способа размещения сервера и уровня его интеграции с инфраструктурой сотовой сети можно разделить системы PoC на несколько типов:

- OTT PTT (Over The Top PTT). В этом случае сервер PoC никак не связан

с инфраструктурой сотового оператора. Абоненты такой системы PoC могут работать через разных сотовых операторов (используя различные SIM-карты). При этом для сотового оператора абоненты PoC-системы ничем не отличаются от других абонентов, использующих функции мобильного интернета. Как следствие, в случаях перегрузки сотовой сети возможны перебои с обеспечением абонентов сервисом;

- **Advanced OTT PTT (Advanced Over The Top PTT).** Как и в предыдущем случае, сервер PoC и инфраструктура сотовой сети физически не связаны. Но при этом между оператором сотовой системы и владельцем сети PoC действует соглашение (SLA), по которому абонентам последней обеспечивается приоритетный сервис. Абоненты PoC-системы будут обеспечиваться сервисом (мобильным интернетом) даже при перегрузке сотовой сети (за счет других абонентов). Такой вариант возможен технически (используя возможности современной инфраструктуры сотовой сети), однако автору не известно применение данного варианта в России. Это связано, видимо, с нежеланием сотовых операторов менять свою бизнес-модель и ограничивать доступ большей части обычных абонентов к сети даже в условиях кризисной ситуации;
- **Carrier Integrated PTT.** При данном варианте сервер PoC принадлежит оператору сотовой сети и интегрирован с ее инфраструктурой. Оператор в этом случае может полностью контролировать подключение абонентов и предоставление им услуг (как телефонных звонков и мобильного интернета, так и PoC-сервиса). Заказчик в этом случае не контролирует настройки системы PoC и защиту передаваемой через нее информации;
- **MC PTT (Mission Critical PTT).** Данный тип системы означает соответствие требованиям стандартов 3GPP MC PTT. Кроме того, в этом случае сервер PoC интегрирован с инфраструктурой сотовой сети (как и в предыдущем варианте). Выполнение требований стандартов 3GPP MC PTT предполагает использование определенных протоколов обмена между сервером и абонентами (используется протокол

Таблица 1. Сравнительные характеристики различных типов систем PoC

	OTT PTT	Advanced OTT PTT	Carrier Integrated PTT	MC PTT
Работа в сети любого оператора	Да	Да	Нет	Нет
Поддержка абонентов, работающих в различных сотовых сетях	Да	Да	Нет	Нет
Quality of Service (QoS)	Нет	Возможно	Возможно	Да
QoS при работе в нескольких сотовых сетях	Нет	Возможно	Нет	Нет
Возможное размещение PoC-сервера				
В облаке	Да	Да	Да	Да
У сотового оператора	Нет	Нет	Да	Да
В стороннем ЦОДе	Да	Да	Да	Да
У заказчика	Да	Да	Нет	Да
Возможность резервирования сервера PoC (в том числе географическое)	Да	Да	Да	Да
Возможность интеграции с сетями ГМР	Да	Да	Нет	Да
Возможность интеграции с другими PoC-сетями	Да	Да	Нет	Да
Возможность интеграции с другими IT-приложениями	Да	Да	Нет	Да
Возможность быстро разворачиваемой сети PoC	Да	Да	Нет	Да
Возможность работы вне покрытия сотовой сети	Возможно только через Wi-Fi			
Direct Mode (связь между абонентами без какой-либо сети вообще)	Нет	Нет	Нет	Нет

SIP) и наличие дополнительного оборудования. Стоимость систем МС РТТ достаточно высока. Кроме соответствия стандарту МС РТТ, для гарантированной работы специальных заказчиков (таких как полиция) требуется использовать выделенную сеть 3G/LTE, которая будет устойчиво работать даже в кризисных условиях. Надежность и бесперебойность работы сети можно обеспечить или в случае если сеть 3G/LTE принадлежит и управляется самим специальным заказчиком (например, полицией) или при создании "специального оператора", который обслуживал бы только специальных заказчиков. Требуется резервирование всех основных элементов сети и изначальное планирование нагрузки на нее в условиях работы в кризисной ситуации. Такая модель использования сотовой сети очень сильно увеличивает ее стоимость. В результате, даже в США покрытие сетей МС РТТ ограничено и используется гибридная модель, когда в наиболее важных районах полиция работает через сеть МС РТТ, а на других территориях связь организуется через обычные операторские сети. Выделенные сети МС РТТ строятся с использованием специальных частотных диапазонов, отличных от гражданских диапазонов LTE. Во многих странах частные сети LTE для работы полиции и других организаций охраны общественной безопасности строятся в диапазоне 700 МГц, что, кроме прочего, позволяет получить большую дальность связи. В России этот диапазон недоступен для строительства сетей МС РТТ. В нашей стране уже несколько лет развивается сеть LTE для государственных заказчиков в диапазоне 450 МГц. Однако выбор абонентских устройств, работающих в данном диапазоне, очень ограничен, а стоимость их гораздо выше, чем стоимость LTE-устройств, работающих в общепринятых диапазонах. В связи с этим развитие и использование сети LTE-450 идет очень медленно. Ситуация может кардинально измениться с появлением абонентских устройств LTE-450 российского производства с разумными ценами.

Каждый из описанных типов сетей PoC имеет свои особенности, достоинства и недостатки. Неправильно было бы утверждать, что

какой-то конкретный вариант лучше других. Оптимальный выбор в конкретном случае можно сделать, оценив требования к системе связи как с точки зрения ее возможностей и надежности, так и стоимости (и строительства, и эксплуатации). Сравнительные характеристики различных типов систем PoC показаны в табл.1.

АБОНЕНТСКИЕ ТЕРМИНАЛЫ В СИСТЕМАХ PoC

На рынке в настоящее время предлагается большое количество абонентских терминалов PoC различных типов. Общей для них является возможность работы через сотовые сети 3G/LTE, что требует установки внутри терминала SIM-карты. Как уже отмечалось выше, возможна работа и без SIM-карты, при использовании только сети Wi-Fi (однако, это в целом не характерно для данной технологии).

Большинство терминалов PoC имеет специальную кнопку РТТ, одним нажатием которой обеспечивается быстрый вызов другого абонента или сразу группы абонентов (групповой вызов). Иногда в качестве такого терминала применяют и обычный смартфон, не имеющий физической кнопки РТТ. При этом используется "виртуальная кнопка", появляющаяся на экране смартфона, нажатием на которую выполняется вызов.

Такой способ PoC-связи возможен, но не рекомендуется по причине того, что в этом случае невозможно обеспечить быстрый вызов одним нажатием. Чтобы нажать на "виртуальную кнопку" на экране, требуется вывести смартфон из спящего состояния, разблокировать его (иногда введя PIN-код), вывести на экран необходимое приложение (с "виртуальной кнопкой") и только после этого нажать на нее. Наличие физической кнопки РТТ позволяет обеспечить вызов действительно одним нажатием – так же, как это происходит в системах ПМР.

Как и в системах ПМР, в PoC-системах могут работать носимые абонентские терминалы и мобильные терминалы (предназначенные для установки на транспортном средстве). Носимые терминалы PoC представлены на рынке в виде смартфонов или планшетов, имеющих кнопку РТТ, и терминалов, внешне похожих на радиостанции систем ПМР. Терминалы PoC типа радиостанции предназначены для работы сотрудников, которым не нужны никакие другие возможности, кроме голосовых вызовов различных типов. Использование в качестве терминалов смартфонов и планшетов позволяет абоненту

RONET

www.ronet.one | +7 495 232-11-32



Технология PoC – PTT без границ

Система индивидуальной
и групповой оперативной
связи через сети 3G/LTE и Wi-Fi



- В системе RONET реализованы технологии Push-To-Talk Over Cellular (POC) и Radio-Over-IP (RoIP).
- Сервер системы RONET размещается у пользователя и может успешно работать одновременно с несколькими различными сетями 3G/LTE и Wi-Fi.
- Абонентские Терминалы имеют клавишу PTT (Push-To-Talk), одним нажатием которой можно вызвать группу абонентов или отдельного абонента.
- Легко интегрируется с системами радиосвязи или IT-решениями.
- Приглашаем к сотрудничеству дилеров в России и странах СНГ.
- Предлагаем заинтересованным организациям принять участие в бесплатном тестировании комплекта оборудования RONET.

 **ТРИАЛИНК**
www.trialink.ru
Сделано в России



работать не только в системе PoC, но и пользоваться терминалом как обычным сотовым телефоном или использовать другие IT-приложения. Таким образом, смартфоны и планшеты могут быть универсальным средством коммуникации, имеющим возможности PoC и другие функции.

Для работы в сложных условиях эксплуатации требуются абонентские устройства с повышенными характеристиками по прочности и защищенности. Сегодня пользователям предлагается большой выбор смартфонов и планшетов, имеющих повышенную защиту от пыли и влаги (индекс IP), ударопрочные корпус и экран, соответствующие требованиям военного стандарта MIL 810.

Важно отметить, что надежность работы абонентских устройств определяется не только прочностью корпуса. В профессиональных терминалах обычно используются аккумуляторы большей мощности, предусмотрена возможность замены батареи и зарядки в настольном зарядном устройстве (типа "стакан"), что не требует постоянного применения разъема USB-C или Micro-USB, а также использование различных аксессуаров – наушников, гарнитур, выносных микрофонов (в том числе с кнопкой РТТ). Большинство терминалов PoC типа "радиостанция" позволяют использовать соответствующие аксессуары от радиостанций ПМР.

Важным фактором является громкость внешнего динамика. Большинство обычных смартфонов имеет внешний динамик, но громкость его работы значительно меньше, чем у радиостанций систем ПМР и недостаточна для нормальной работы в системах PoC. Специальные смартфоны, имеющие кнопку РТТ, комплектуются динамиком повышенной мощности.

Для работы на объектах с повышенным риском взрыва или пожара производятся специальные смартфоны и планшеты PoC, соответствующие требованиям стандарта АТЕХ (взрывозащита в пылевых и газовых средах).

Большинство из предлагаемых терминалов PoC работают под управлением распространенных операционных систем для мобильных терминалов. Чаще всего это Android, но есть и устройства, работающие под управлением российской защищенной мобильной ОС "Аврора". Ряд разработчиков систем PoC позволяет использовать и телефоны с ОС iOS (Apple), но автору не известно о наличии терминалов iPhone с физической кнопкой РТТ.

Некоторые терминалы PoC типа радиостанции работают под управлением ОС Linux.

Использование Linux может дать преимущество по скорости соединения, поскольку в этом случае ОС не выполняет никаких других задач, кроме выполнения вызовов PoC. Однако разработка соответствующих приложений для Linux может быть сложнее, чем аналогичная разработка для Android.

Чаще всего производители терминалов PoC как типа смартфона, так и типа радиостанции используют чипсеты, разработанные для производства сотовых телефонов на Android. Но в случае терминалов, работающих под управлением Linux, могут использоваться чипсеты, разработанные для Интернета вещей (IoT).

При выборе абонентского терминала, кроме его функциональности и параметров надежности, следует ориентироваться на устройства, использующие более поздние версии Android и чипсеты новых поколений.

Для работы терминала в системе PoC на нем должно быть установлено соответствующее клиентское приложение. Различные разработчики систем PoC (PoC-платформ) используют свои собственные приложения для терминалов. К сожалению, на сегодняшний день не существует совместимости между PoC-приложением и PoC-платформой (сервером) от различных производителей. Более того, в связи с особенностями в терминалах разного типа обычно требуются разные версии PoC-приложений для работы на этих терминалах даже при работе с общим сервером PoC.

Кроме терминалов PoC, работающих только в сетях 3G/LTE и Wi-Fi, некоторые производители предлагают заказчикам "двухрежимные" терминалы, позволяющие работать как в сотовых сетях (3G/LTE), так и в сетях ПМР (чаще всего стандарта DMR). В этом случае в одном корпусе размещены два радиопередающих устройства, работающих по различным технологиям. При этом используются единые средства управления устройством (клавиша РТТ, регулировка громкости и др.). Использование такого терминала позволит абоненту работать как в сети PoC, так и в сети радиосвязи, используя одно универсальное устройство.

Ряд производителей предлагает использовать такой "двухрежимный" терминал в качестве шлюза для возможного объединения сетей PoC и ПМР. Стоимость таких терминалов выше, чем у обычных PoC-терминалов. В связи с этим они используются не очень широко (даже на тех зарубежных рынках, где технология PoC получила большое распространение).

Окончание статьи – в следующем номере журнала.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ КНИГУ:



Джонс М.Х.

Электроника – практический курс

Издание третье, исправленное

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2021. – 512 с.
ISBN 978-5-94836-341-7

Цена 760 руб.

В книге – переводе последнего, третьего, английского издания – рассмотрены принципы построения базовых схем современной электроники, широкого спектра как аналоговых, так и цифровых устройств. Это учебное пособие для студентов средних и высших учебных заведений радиотехнических и электронных специальностей наверняка будет полезно широкому кругу радиолюбителей.

При переводе сохранены обозначения и терминология, отличные от принятых в отечественной литературе, что может быть полезно читателям при дальнейшем изучении технической литературы стран Запада.

Для элементов, используемых в рассматриваемых примерах, указаны отечественные аналоги.

Перевод выполнен доцентами кафедры радиотехники МФТИ.

Как заказать наши книги?

По почте: 125319, Москва, а/я 91
По факсу: (495) 956-33-46
E-mail: knigi@technosfera.ru
sales@technosfera.ru

ИНФОРМАЦИЯ О НОВИНКАХ
www.technosfera.ru