

# СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ – СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ

В.Ефремов v.efremov@ranet.ru

Сегодня видеонаблюдение применяется в таких областях как системы безопасности, авиастроение, танкостроение, робототехника, медицинская диагностика, мониторинг движения автотранспорта, производство. К передаче видеоданных предъявляются высокие требования по отсутствию задержки, качеству изображения, возможности отображения на большом количестве дисплеев и др. Цифровые системы передачи и обработки видео, построенные на основе гигабитного Ethernet (GigE), обеспечивают необходимую производительность и гибкость, чем обусловлено их широкое применение. Рассмотрим современные решения для организации Ethernet-систем видеонаблюдения.

## АРХИТЕКТУРА СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Простейшая система передачи видео в режиме реального времени строится на основе архитектуры точка-точка: видеокамеры подключаются непосредственно к блоку захвата изображения ПК (рис. 1а). Когда необходимо обеспечить отображение видео на более чем одном дисплее или его программную обработку на нескольких ПК, требуются дополнительные линии связи точка-точка между ПК, контроллерами дисплеев и прочими составляющими системы. В таком случае организация сети в формате точка-точка может стоить дорого, а управлять ею будет сложно. Кроме того, при переходе на видеокамеры с высокими разрешением и частотой развертки, требующими широкого канала передачи данных, ресурсов сети с такой архитектурой

может оказаться недостаточно для передачи видео в режиме реального времени.

Технология Ethernet обеспечивает превосходную гибкость при формировании практически

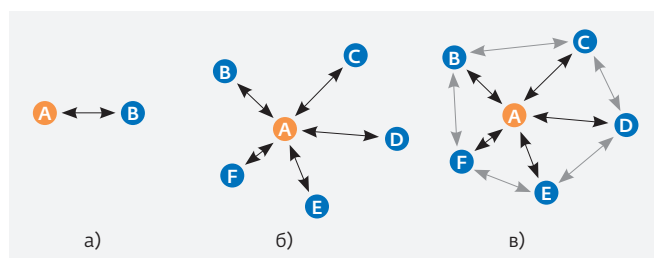


Рис.1. Способы подключения компонентов системы видеонаблюдения: а) точка-точка, б) звезда, в) распределенная сеть

любой сетевой конфигурации, включая форматы точка-точка, звезда и распределенная сеть (см. рис.1) на базе стандартных коммутаторов. Протокол Ethernet поддерживается большинством сетей как военного, так и гражданского назначения, а элементная база для его реализации обходится недорого. Наряду с этим Ethernet обеспечивает достаточно протяженную линию связи между узлами сети – примерно 100 м для витой пары категории 5/6 и еще больше при использовании оптоволокна. Благодаря таким свойствам Ethernet как хорошая масштабируемость и поддержка распределенной архитектуры сеть легко развивать, включая в нее дополнительные камеры, средства визуализации и хранения информации, модули управления и другие устройства. При этом модернизация сети возможна без прекращения ее функционирования.

### СТАНДАРТ GigE Vision

Впервые возможности Ethernet для передачи больших объемов видеоданных были реализованы в системах машинного зрения более десяти лет назад, на этапе внедрения GigE. Популярность GigE в промышленных системах видеонаблюдения обеспечила создание в 2006 году стандарта GigE Vision, ставшего глобальной открытой платформой для передачи видеоданных и команд управления в сетях Ethernet.

GigE Vision представляет собой стандартизированную платформу для передачи сетевого видео на базе Ethernet-архитектуры. Сегодня интерфейсом GigE Vision оснащены практически все видеокamеры, используемые в сегменте машинного зрения. GigE Vision, состоящий из четырех основных компонентов (рис.2),

обеспечивает поддержку более 20 протоколов, в том числе IEEE 802.3 (Ethernet), IEEE 1588 (синхронизация времени), IETF RFC2026 (jumbo-пакеты) и EMVA GenICam (XML-файл описания устройства). Версия 2.0 стандарта GigE Vision поддерживает передачу данных на скорости 10 Гбит/с.

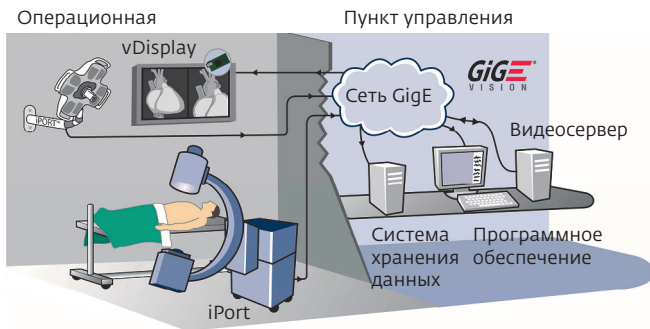
Ключевые характеристики систем видеонаблюдения, работающих в реальном времени – задержка и джиттер сигнала. На заре развития Ethernet задержка в несколько секунд при передаче изображения признавалась нормой. Даже сегодня этот показатель, составляющий около двух секунд, считается приемлемым в системах безопасности, поскольку большая часть видеоданных сохраняется на накопителе для последующего просмотра. Но, например, в промышленных системах технического зрения задержка передачи изображения с видеосенсора на дисплей не должна превышать 100 мс.

В сетевых системах видеонаблюдения важными факторами, определяющими задержку, являются алгоритм формирования пакетов данных и протоколы их передачи. Стандарт GigE Vision ориентирован на оптимизацию этих алгоритмов со стороны передатчика и приемника. Тесты показывают, что в Ethernet-системах с применением программного обеспечения GigE Vision задержка видеосигналов составляет менее 100 мс, что допустимо для большинства систем машинного зрения.

Другой способ повышения производительности Ethernet-систем сетевого видео – применение jumbo-кадров – позволяет значительно снизить загрузку центрального процессорного устройства (ЦПУ). Jumbo-кадр содержит большой объем информации по сравнению со стандартным

Определение устройства	Определяет каким образом устройство получает IP-адрес и идентифицируется в сети
Протокол управления	Определяет параметры каналов передачи данных, каналов управления и конфигурирует совместимые устройства
Протокол управления потоком	Определяет каким образом изображение будет пакетировано, а также механизмы, посредством которых изображение будет передано
XML-файл описания устройства, совместимый с GenICam	Предоставляет информацию о характеристиках устройства и передаваемых видеоданных в формате, воспринимаемом ПК

Рис.2. Четыре ключевые составляющие стандарта GigE Vision



**Рис.3.** Пример применения GigE Vision в медицине. vDisplay и iPORT – интерфейсы, используемые компанией Pleora ([www.pleora.com](http://www.pleora.com))

кадром – 9 тыс. байт против 1,5 тыс. байт. То есть, размер jumbo-кадра в шесть раз превышает размер стандартного кадра, при этом для его обработки задействуется 0,55% ресурсов ЦПУ, в то время как для обработки стандартного кадра – 4%. Благодаря этому по одному каналу GigE можно передать примерно 13,8 тыс. jumbo-кадров в секунду. Таким образом, jumbo-кадры позволяют не только увеличить объем передачи данных в единицу времени, но и оптимизировать загрузку ЦПУ. Драйверы, используемые в GigE Vision, повышают эффективность применения jumbo-кадров.



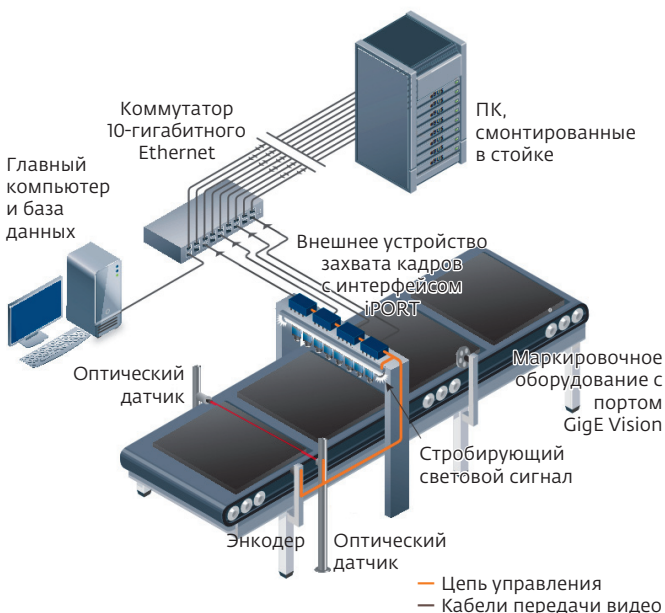
**Рис.4.** Система видеонаблюдения на платных автомагистралях

## ПРИМЕРЫ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Разработчики систем машинного зрения для медицинской, военной, промышленной и транспортной отраслей выбирают решения, позволяющие обеспечить надежную передачу видео с минимальной задержкой и обладающие хорошим соотношением цена/качество.

В частности, для достижения необходимой производительности системы машинного зрения, используемой при проведении хирургической операции, необходимо тщательно выбирать ее компоненты. Производители рентгеновской техники, детекторов с плоской панелью и других медицинских устройств накопили достаточный опыт интеграции сетевых интерфейсов GigE Vision в свое оборудование для передачи видео в режиме реального времени (рис.3). Применение GigE Vision наряду с высокой производительностью позволяет кардинально снизить стоимость всей системы за счет исключения из нее дорогостоящих устройств захвата кадров – их функции выполняет программное обеспечение GigE Vision.

В транспортной сфере видеонаблюдение широко используется на участках платных автомагистралей (рис.4). Ввиду больших дистанций для связи с сервером в таких системах



**Рис.5.** Система машинного зрения на базе GigE Vision в конвейерной сортировочной линии

применяются оптоволоконные линии, а данные с видеокamer, расположенных на расстоянии 100 м друг от друга, передаются по электрической линии. Стандарт GigE Vision адаптирован к подобной инфраструктуре, предлагается большой выбор оборудования с оптическими и электрическими портами для построения систем сетевого видео.

Промышленная автоматизация – также одна из областей применения систем машинного зрения. Ключевое требование к системам машинного зрения в этом сегменте – минимально возможная задержка видео, что обусловлено применением роботизированной техники в конвейерном производстве. Для логистических компаний важна также скорость реагирования при автоматизированной сортировке. Следует

отметить, что одна из функций GigE Vision – повторной отправки данных – гарантирует качественную передачу видео даже в том случае, если при первичной отправке произошла потеря пакетов или их порча, вызванная, например, электромагнитными помехами на линии связи.

Рассмотрим структуру системы машинного зрения для автоматизированной линии сортировки (рис.5). Видео с камер линейного сканирования позволяет анализировать наличие или отсутствие видимых дефектов продукции, для этого используется несколько ПК, причем каждый реализует свой алгоритм выявления дефекта. Главный компьютер обрабатывает полученные результаты и формирует команды для маркировочного оборудования, имеющего порт GigE Vision.

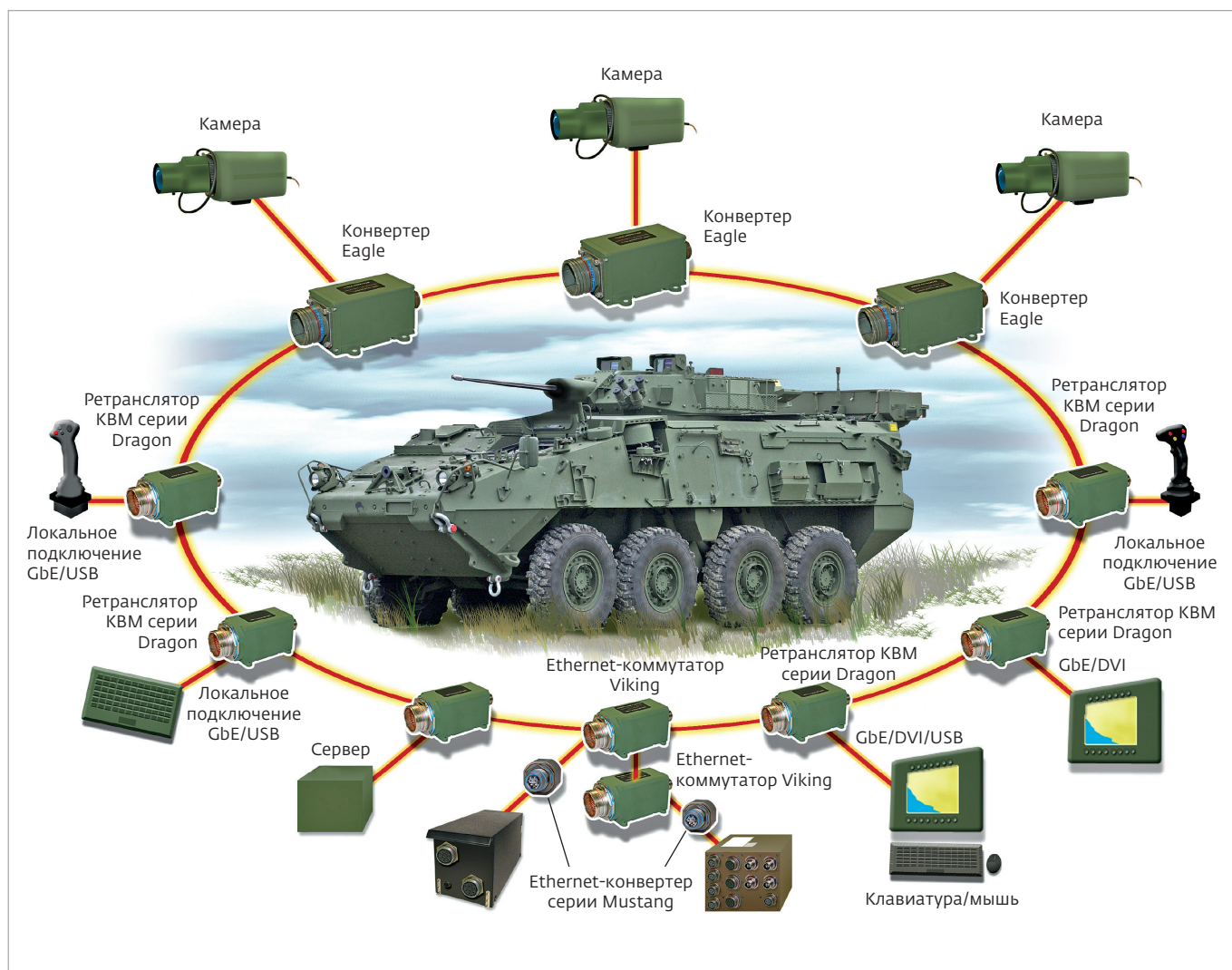


Рис.6. Бортовая система видеонаблюдения в БТР. KVM – клавиатура, видео и мышь

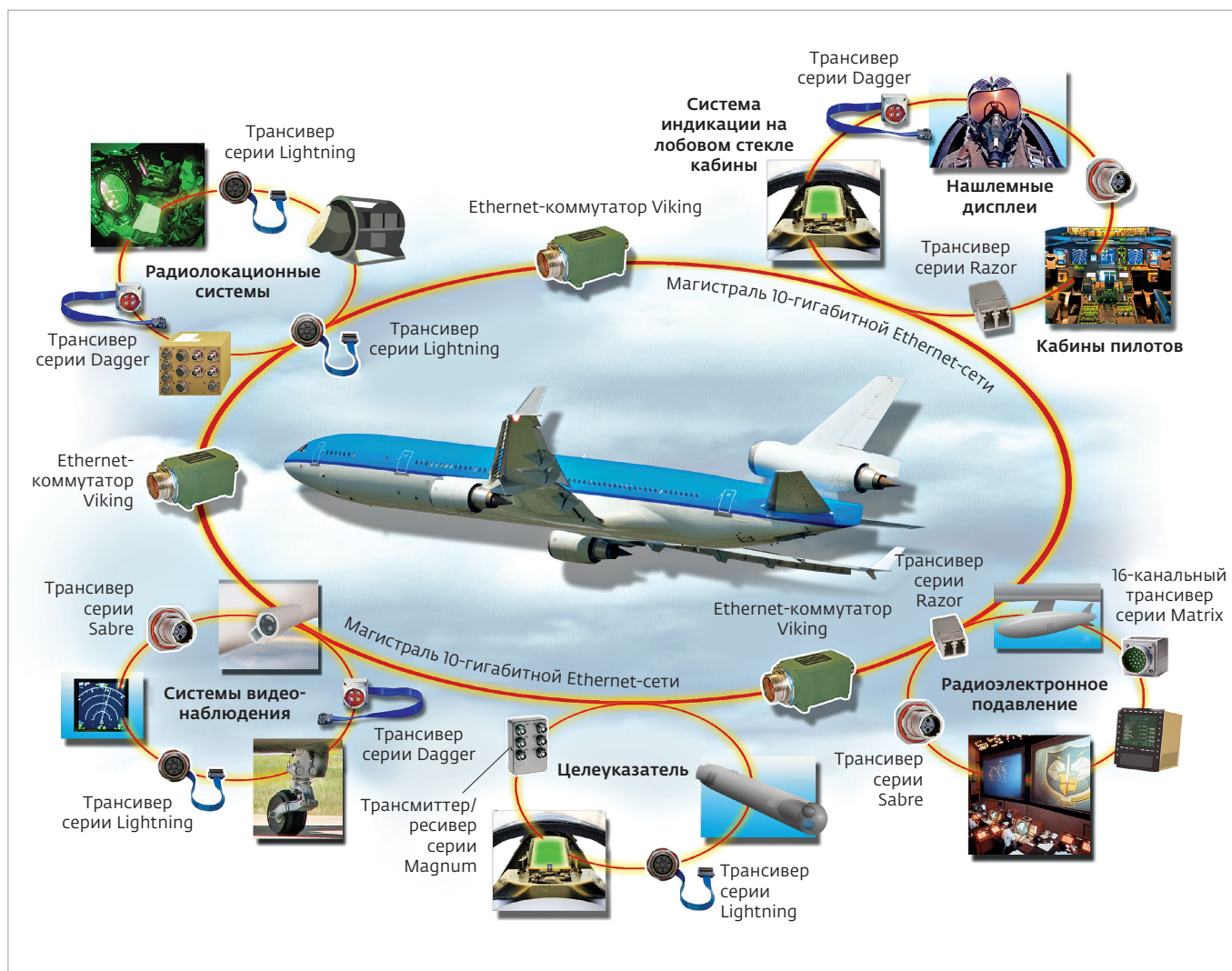


Рис.7. Бортовая авиационная система передачи и обработки данных на базе защищенной сети Ethernet

Системы видеонаблюдения находят широкое применение и в наземной военной технике: видеокамеры фиксируют ситуацию вокруг машины, и система в режиме реального времени транслирует картинку на бортовые дисплеи для оперативного реагирования. Аналоговые камеры передают данные в бортовую сеть Ethernet посредством конвертеров аналогового видео в формат GigE Vision. Такое решение обеспечивает задержку не более 80 мс, сопоставимую с режимом реального времени, что достигается преимущественно за счет низкой частоты кадров аналогового видео NTSC (30 кадров в секунду / задержка кадра составляет 33 мс) и PAL (25 кадров в секунду / задержка кадра составляет 40 мс). Задержку передачи видео в подобных системах можно значительно уменьшить путем применения современных

цифровых видеокамер с высокой частотой кадров и интегрированным модулем GigE Vision. Примером видеонаблюдения в военной технике может служить бортовая система управления БТР (рис.6), в которой используются аппаратные решения компании MOOG Protokraft ([www.protokraft.com](http://www.protokraft.com)).

Еще одна область применения сетевых систем видеонаблюдения – авиационная техника, включая БПЛА. В качестве примера можно привести авиационную бортовую систему передачи и обработки данных, в том числе видео, также оснащенную устройствами компании MOOG Protokraft: оптоэлектронными трансиверами, Ethernet-коммутаторами, конвертерами интерфейсов (рис.7).

Рассмотрим продукцию компании MOOG Protokraft подробнее.

## АППАРАТНЫЕ РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ MOOG Protokraft

Компания MOOG Protokraft специализируется на проектировании и производстве оптоэлектронной элементной базы и модулей для построения высоконадежных сетей Ethernet для передачи данных в изделиях с высокими климатическими и механическими эксплуатационными нагрузками, в том числе для организации систем видеонаблюдения\*.

Применение продукции MOOG Protokraft для построения сетевой системы видеонаблюдения рассмотрим на примере ботовой сети БТР (см. рис.6). Для включения в сеть Ethernet аналоговых видеокамер используется конвертер серии Eagle (рис.8), который преобразует аналоговый сигнал Camera Link или RS-170 в формат GigE Vision. Конвертер имеет прочный корпус из алюминия с коррозионно-стойким покрытием, низкое энергопотребление (4,5 Вт) и может быть оснащен электрическим или оптическим



**Рис.8.** Конвертер GigE Vision серии Eagle

интерфейсом на выбор. Тем самым обеспечивается гибкость системы в плане дистанции трансляции видео и стойкости к электромагнитным помехам. Протяженность линии связи по витой паре достигает 100 м, по оптоволоконному кабелю – 500 м. Конвертер серии Eagle совместим с видеокамерами с форматами видео NTSC/PAL, CCIR, RS-170 и Camera Link, поддерживает 8-битное монохромное видео и формат YUV4:2:2 (только для RS-170). Устройство может

\* Ефремов В.В. Обзор оптоэлектронных преобразователей компании Protokraft. – Электронные компоненты, 2012, № 6, с. 69.



Рис.9. Ethernet-коммутатор серии Viking

работать с протоколами IEEE 802.3 (Ethernet), IP, IGMP, UDP и ICMP (ping).

В качестве Ethernet-коммутатора в системе используется устройство серии Viking (рис.9),

оснащенное десятью электрическими портами GigE для подключения абонентов сети и двумя оптическими портами GigE (скорость передачи данных до 10 Гбит/с) для каскадного подключения нескольких коммутаторов Viking. Протяженность связи по витой паре достигает 100 м, по оптоволокну – 300 м. К преимуществам изделия относятся сверхмалые габариты и энергопотребление; наличие драйвера 10-гигабитного Ethernet, что определяет высокую производительность; интегрированный источник питания от бортовой сети. Устройство выполнено в корпусе с коррозионно-устойчивым кадмиевым покрытием.

Конвертер Eagle и Ethernet-коммутатор Viking подходят для применения в диапазоне температур от -60 до 85°C, устойчивы к механическим и климатическим внешним воздействиям в соответствии с MIL-STD-810.

В заключение следует отметить, что GigE Vision как эффективное решение для построения систем видеонаблюдения реального времени в среднесрочной перспективе может стать доминирующим стандартом передачи видеоданных. ●

## ГОТОВИТСЯ К ИЗДАНИЮ



### ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ЗАГОРИЗОНТНЫЙ РАДАР

Д.А.Фабрицио

При поддержке ОАО "РТИ"

Перевод с англ. под ред. д.э.н., проф. С.Ф. Боева

М.: Техносфера, 2015. – Ок. 800 с.  
формат 70x100/16  
переплет

Наиболее полное руководство по высокочастотным загоризонтным радарным системам. Книга написана ведущим экспертом мирового уровня по данному вопросу. Издание обеспечивает всестороннее освещение моделей и методов обработки сигналов, которые предлагают передовые технологии ЗР. В этой новаторской работе описываются фундаментальные принципы проектирования и эксплуатации ЗР, а затем дается углубленное описание математического моделирования ВЧ-сигналов, полученных современными системами ЗР на основе анализа экспериментальных данных.

Издание охватывает системы пространственных и поверхностных волн и является бесценным источником для исследователей, инженеров и практиков, работающих с системами и технологиями ЗР.

#### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 956-3346; ☎ (495) 234-0110; [knigi@technosphera.ru](mailto:knigi@technosphera.ru), [sales@technosphera.ru](mailto:sales@technosphera.ru)