

# НАДЕЖНЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОД МАРКОЙ PEPPERL+FUCHS FA

А. Константинов konstantinov@prosoft.ru

Отделение Factory Automation компании Pepperl+Fuchs активно разрабатывает надежные и функциональные средства измерения и системы контроля. Продукция компании отличается не только отменными характеристиками, но и высоким уровнем безопасности, широким диапазоном рабочих температур. Все это во многих случаях делает выбор в пользу изделий Pepperl+Fuchs фактически безальтернативным. Представленные в статье новые серии датчиков функционируют на основе технологии измерения расстояния по времени прохождения импульсного сигнала – Pulse Ranging Technology (PRT).

## НЕМНОГО ИСТОРИИ

В далеком ноябре 1945 года радиоинженер Вальтер Пепперл (Walter Pepperl) и банкир Людвиг Фукс (Ludwig Fuchs) открывают мастерскую по ремонту радиоприемников в городе Мангейме, а точнее, в его пригороде Зандхофене. Вскоре они наладили производство трансформаторов, а в последующие несколько лет компания Pepperl+Fuchs становится крупным поставщиком продукции для предприятий электронной промышленности, базирующихся в Мангейме.

В 1956 году компания разрабатывает первый искробезопасный преобразователь сигнала, а двумя годами позднее начинает производство первого бесконтактного индуктивного датчика. В 1964 году впервые компания громко заявляет о себе на центральной промышленной ярмарке АХЕМА во Франкфурте, где размещает собственный стенд. Через четыре года Pepperl+Fuchs принимает участие в выставке Ганновер Мессе.

Значительный рост объемов производства компании ознаменовался открытием первого зарубежного представительства в Великобритании в 1973 году и созданием азиатского филиала с производственным предприятием в Сингапуре в 1979-м.

Увеличение объема выпуска и расширение ассортимента продукции приводит к созданию в 1991 году двух подразделений (называемых также дивизионами). За разработку систем сенсорного контроля, за исключением датчиков уровня, отвечает подразделение "Автоматизация производства" (FA – Factory Automation), а за системы взрывозащищенного обслуживания – подразделение "Автоматизация процессов" (PA – Process Automation).

Развитие компании во многом определяется приобретением различных фирм, специализирующихся на системах контроля: в 2000 году после покупки компании Visolux GmbH (оптоэлектронные компоненты) и подразделения Honeywell/США (фотодатчики приближения) Pepperl+Fuchs укрепила свои рыночные позиции. В 2004 году благодаря приобретению компании Omnitron AG линейка продукции пополнилась системами штриховой маркировки и позиционирования. Поглощение в 2006 году VMT (Vision Machine Technic Bildverarbeitungssysteme GmbH) позволило компании приступить к проектированию и производству систем машинного зрения. 2010 год ознаменовался покупкой у компании Siemens бизнес-направления датчиков приближения.

Таким образом Pepperl+Fuchs последовательно расширяет ассортимент продукции в области индуктивных и фотоэлектрических датчиков и в то же время занимает лидирующее положение на мировом рынке в сегменте ультразвуковых датчиков. Сегодня штат сотрудников компании превышает пять тысяч человек, работающих в разных регионах земного шара: в Германии, США, Сингапуре, Венгрии, Индии, Индонезии, Вьетнаме и Чешской Республике.

Pepperl+Fuchs сохраняет лидерство на мировом рынке благодаря постоянному поиску и внедрению новейших технических решений. В частности, в 1970-х годах компания одной из первых создала фотодатчик с подавлением заднего фона, в девяностых – оптический дальномер, основанный на принципе измерения времени распространения луча, а также оптическую двухкоординатную систему измерения линейных перемещений.

## ТЕХНОЛОГИЯ PRT

Одним из инновационных решений компании Pepperl+Fuchs является технология измерения расстояния по времени прохождения импульсного сигнала – Pulse Ranging Technology (в дальнейшем PRT – технология вычисления расстояния до объекта по измеренному времени прохождения короткого импульса света).

Принцип технологии PRT, которая базируется на постоянстве скорости света, равной 299 792 458 м/с, достаточно прост. Короткие световые импульсы, посылаемые передатчиком с большой частотой, отражаются от объекта измерения или рефлектора (отражателя). При трансляции первого импульса включается таймер. Когда отраженный луч достигает приемника, таймер останавливается, а микроконтроллер датчика вычисляет

расстояние пропорционально измеренному времени (рис.1).

Эта технология была известна ранее, но ее применение в датчиках и системах контроля не практиковалось. Основное преимущество данной технологии заключается в точности измерений. Благодаря импульсной передаче сигнала гарантируется высокая точность измерений в широких диапазонах. Причем в процессе измерения целевой объект может быстро, со скоростью до 15 м/с, перемещаться в пространстве. Следовательно, модели датчиков можно применять не только на производственных конвейерах, поточных линиях, но и для контроля объектов, которые перемещаются нелинейно.

Второе преимущество технологии – помехоустойчивость. По сравнению с непрерывно излучающими сигналами датчиками устройство, работающее по технологии PRT, надежно функционирует в условиях тумана, при повышенном содержании пыли и других частиц, способных изменять или отражать сигнал. Короткие импульсы воспринимаются без искажения показаний.

Еще одно преимущество PRT – разнообразие допустимых целей. Благодаря высокой скорости обнаружения датчики могут применяться как для темных, так и для светлых объектов, светопоглощение которых варьируется в пределах от 90 до 6%.

В отличие от моделей, оснащенных системой зеркал, с достаточно большими габаритами корпуса объекта, технология PRT не требует внушительных габаритов оптической системы. И при скромных размерах корпуса датчики PRT могут измерять очень большие расстояния.

В настоящее время Pepperl+Fuchs предлагает четыре основные серии, изготовленные с применением данной технологии.

## ДАТЧИКИ БАЗОВОЙ СЕРИИ VDM 28

В этих ультракомпактных устройствах с габаритами 25 × 56 × 88 мм (рис.2) установлены лазеры классов 2 и 1 (классификация согласно возможному причинению вреда здоровью человека).

Диапазон обнаружения цели для VDM28 может колебаться от 20 см до 50 м, непосредственно перед излучателем находится небольшая, примерно 20 см, слепая зона. У разных моделей датчиков различные типы выхода, но в качестве основного используется аналоговый интерфейс 0/4–20 мА. Датчики поддерживают технологию IO-Link, производитель предоставляет бесплатное программное обеспечение DTM Collection, позволяющее пользователю при помощи данной технологии не только

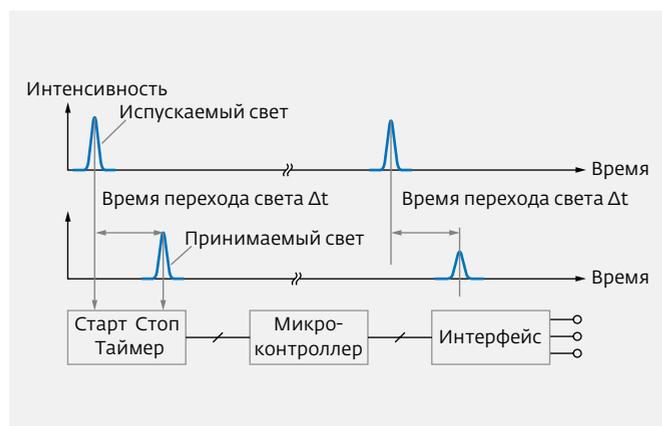


Рис.1. Пояснение принципа PRT



Рис.2. Датчик VDM28



Рис.3. Датчик VDM70



Рис.4. Датчик VDM100

удаленно программировать устройства, но и контролировать их показания на компьютере. Кроме того, посредством функциональной клавиши Teach-In можно установить значения параметров дальности обнаружения.

Устройства этой серии имеют степень защиты IP65 и достаточно широкий диапазон рабочих температур от  $-30$  до  $50^{\circ}\text{C}$ .

Серия датчиков VDM70 (рис.3) с функциональным дисплеем и клавишами представлена двумя модификациями. Кардинальное отличие от датчиков серии VDM28, имеющих выход IO-Link либо стандартный  $4-20$  мА, состоит в том, что данная модель может функционировать с интерфейсами RS-422 и SSI. Расширенный диапазон рабочих температур устройств составляет от  $-10$  до  $50^{\circ}\text{C}$ . Область их применения – лифтовые шахты и подвижные платформы. Дальность обнаружения объекта датчиком VDM70 варьируется в очень широком диапазоне от  $50$  см до  $250$  м.

Модели серии VDM100 (рис.4) – узкоспециализированные устройства, поскольку применяются для дальности до  $300$  м. При этом они отличаются высокой степенью защиты IP65, предусмотрена возможность передачи информации на верхний уровень управления по различным протоколам, в частности, Interbus, Profibus, SSI. Такие системы хорошо подходят для автоматизации складов, где один комплект датчиков устанавливается в горизонтальном направлении, другой – в вертикальном. В случае использования складского штабелера датчик может перемещаться в горизонтальном и вертикальном направлениях и отслеживать местоположение. Эти датчики больше подходят для контроля линейных перемещений.

Что касается серии VDM54 (рис.5), то это специальные датчики, разработанные для

автоматизации конвейеров. Устройства, дальность обнаружения которых не превышает  $6$  м, имеют широкий угол раскрытия, что позволяет фиксировать наличие достаточно крупных объектов. Данная серия используется, например, при производстве автомобильных кузовов. Изготавливаемый кузов оснащается меткой-целью, а в определенных точках цеха устанавливается сенсор, который обнаруживает ее наличие (т.е. местонахождение кузова). Раскрытие датчика составляет  $14^{\circ}$  в горизонтальной плоскости и  $7^{\circ}$  – по вертикали. Размер отражающей метки, закрепленной на кузове автомобиля, может быть равен  $200 \times 100$  мм.

### ДАТЧИКИ R2000 И R2100 КАК РЕЗУЛЬТАТ ЭВОЛЮЦИИ ДАТЧИКОВ СЕРИИ VDM

Для отслеживания объектов, движущихся непрямолинейно, в компании Pepperl+Fuchs разработана система, не имеющая аналогов.

**Датчик серии R2000.** Объединив возможности устройств VDM100 и VDM28 и дополнив их функционал, компания выпустила новую серию датчиков R2000 (рис.6).

Устройство помещается в квадратный корпус, содержит поворотный оптический элемент, схожий по конструкции с оптической системой серии VDM28, где используется вогнутое зеркало (рис.7). Оптический элемент устанавливается на валу двигателя, который обеспечивает поворот этого элемента вокруг оси. Считывающую головку можно повернуть с определенным шагом на любой угол в диапазоне от  $0$  до  $360^{\circ}$ , что позволяет полностью контролировать горизонтальную плоскость в радиусе  $50$  метров в том случае, если датчик устанавливается горизонтально, и вертикальную, если устройство закреплено вертикально. Теоретически два датчика такого типа способны





Рис.5. Датчик VDM54



Рис.6. Датчик R2000



Рис.7. Поворотная часть R2000

обеспечить контроль прямоугольного помещения. Отличительные их особенности – установленный на оси двигатель, компактные размеры, высокая точность позиционирования.

В данном случае параметры лазерного луча являются критичными для обнаружения компактных объектов. В модели применен лазер класса 1, абсолютно безвредный для человека, предусмотрено максимальное угловое расширение с возможностью обнаружения компактных изделий.

Основные параметры датчика R2000 – дальность обнаружения и минимальный угол поворота считывающей головки, так называемый угол измерения. Чем меньше угол поворота, тем чаще лазерный луч попадает на объект измерения и тем легче обнаружить компактную цель (рис.8).

Датчики данной серии подходят для дальности до 10 м, если контролируемые объекты светлые, и до 50 м – при использовании рефлектора. Частота измерений – примерно 250 тыс. в секунду. Важный параметр – диаметр светового пятна – для

данной серии составляет менее 20 мм на дальности до 10 м. Устройства серии работают с интерфейсом Fast Ethernet, TCP/IP, UDP/IP, HTTP. Степень защиты корпуса IP65.

Еще одна отличительная особенность модели R2000 – уникальный дисплей кругового обзора, выполненный в форме цилиндра, на поверхности которого можно отображать различные типы информации, или как индикатор уровня наклона, что позволяет установить датчик точно по горизонту, либо в виде бегущей строки (рис.9).

Кроме того, функциональная клавиша на данной модели позволяет запрограммировать датчик непосредственно в месте его установки. Габаритные размеры устройства – 106×106×116 мм (рис.10). На задней стороне модели имеются три разъема: питания, интерфейсный и сервисный. Подключается датчик по кабелю, который заказывается отдельно, поскольку его длина (обычно от 2 до 50 м) зависит от места установки приемного устройства.

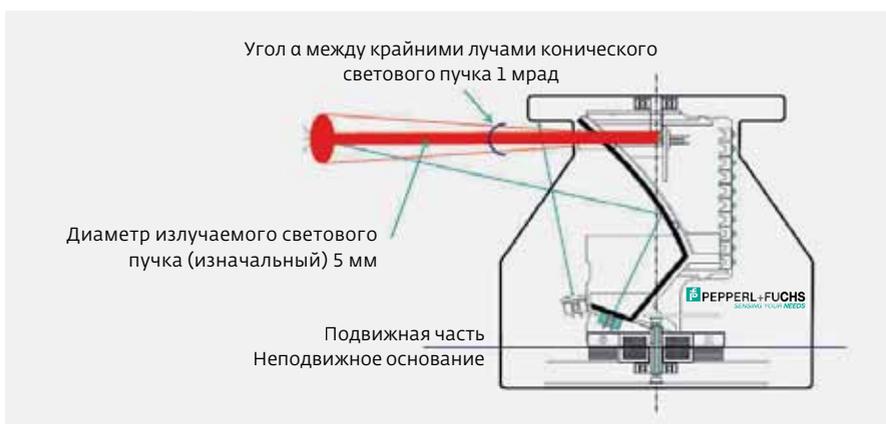


Рис.8. Устройство датчика R2000



Рис.9. Датчик R2000 (уровень)

**Рис.10.**  
Функцио-  
нальные клавиши R2000

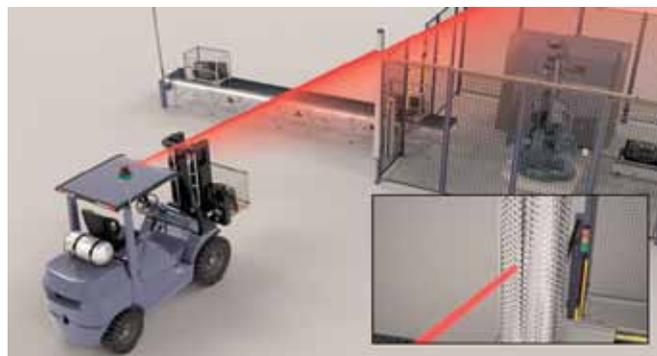


Индикация управления на передней стороне устройства данной модели показывает наличие питания (зеленый индикатор), начало передачи данных, включение (желтая световая индикация), передачу данных по каналу Ethernet (зеленая индикация). Устройство поддерживает протокол Ethernet TCP/IP со скоростью передачи данных 100 Мбит/с. Функциональные клавиши позволяют контролировать параметры работы датчика. Дополнительно заказываются монтажный комплект МН-R2000 и коммуникационные кабели.

Основные области применения подобного 2D-сенсора – навигация, обнаружение и определение координат объекта. Такие сенсоры используются для предупреждения столкновений, в частности, если речь идет о каре либо штабелере, автоматически перемещающихся по территории цеха, и нужно определить их местоположение, четко контролировать траекторию движения. Преимущество данного сенсора – безопасность применения, устройство можно



**Рис.12.** Датчик R2000 на складе



**Рис.11.** Датчик R2000 на погрузчике

использовать на удаленных объектах без персонала (рис.11, 12).

Характерный пример применения датчика – навигация, где одно устройство может заменить собой несколько аналогичных, определяющих положение объекта в горизонтальной либо в вертикальной плоскости. В этом случае по периметру помещения устанавливается несколько отражающих пластин (рефлекторов), лазерный луч сенсора сканирует пространство в диапазоне 360° и, обнаружив отраженный сигнал, передает информацию в процессор, тем самым определяя положение объекта.

Существует несколько принципов работы датчика – фиксация отражения луча от рефлектора, расчет по трем координатам и более сложный расчет по отражателям путем определения угла перемещения объекта (рис.13).

В состав датчика входят электродвигатель, оптическая система и лазерный излучатель.

Лазерный луч при установке датчика на объекте с неровным полом может отклоняться от заданного направления в некотором диапазоне, поэтому луч должен быть таким, чтобы диаметр светового пучка на максимальном расстоянии был как можно меньшего размера. Это необходимо для определения положения датчика или очень маленьких объектов. Затем выполняются конвертация расчета в градусах либо в радианах, прямой или обратный пересчет.

Рассмотрим схему работы датчика более подробно. Основные параметры устройства – диаметр светового пучка и угловой шаг, то есть величина угла смещения данного луча при перемещении его относительно вертикальной оси и частота прохождения лучом точки в пространстве. Зависимость прямая: чем меньше диаметр светового пучка, чем меньше угол смещения, тем более четкая вырисовывается картина.

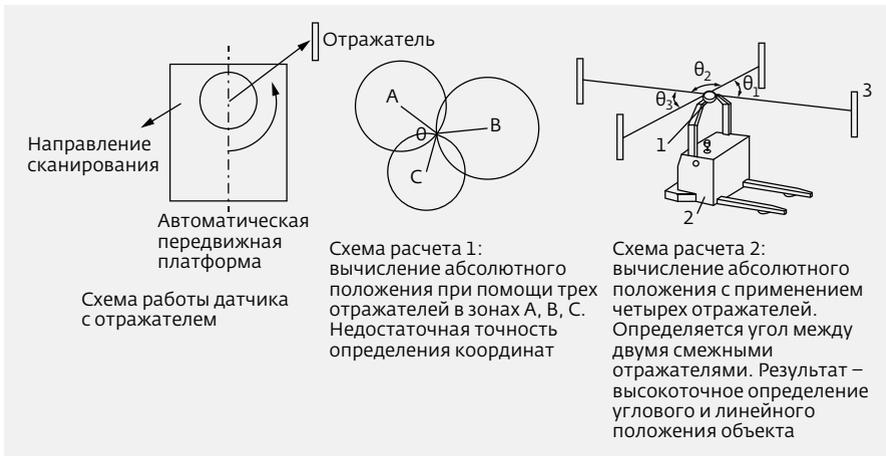


Рис.13. Пояснение к схемам расчета расстояния

Рис.14. Датчик R2100

Для дистанции 10 м оптимальное угловое разрешение составляет 1,239 мрад.

Минимальная ширина объекта, который можно обнаружить при дальности до 10 м – 17,5 мм, что является достаточно хорошим показателем. Таким образом, чем меньше угловой шаг при стандартном диаметре светового пучка, тем точнее определяется местонахождение небольших объектов.

Данный сенсор подходит для использования с отражателями в том случае, когда лазерный луч колеблется в горизонтальной плоскости при перемещении объекта по неровному полу. Возможные погрешности измерений можно компенсировать за счет применения отражателя из специального материала, закрепленного на стене либо на объекте измерения.

**Датчик R2100.** Развитием устройств серии VDM54 стал датчик R2100, предназначенный для обнаружения темных объектов на расстоянии от 20 см до 2 м и светлых – на расстоянии от 20 см

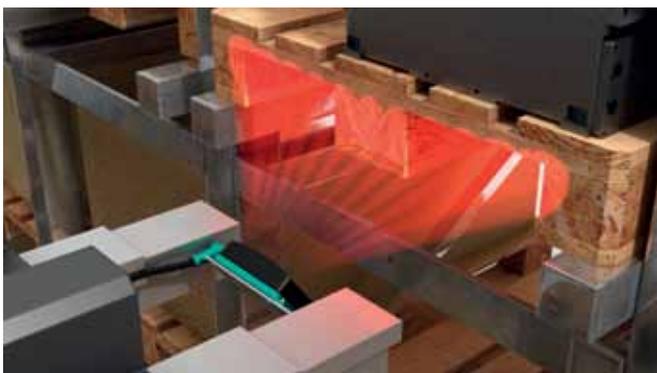


Рис.15. Датчик R2100 – сканирование палет

до 8 м. Находящиеся в его корпусе 11 излучателей образуют световой поток в виде веера, суммарный угол сканирования которого 88°. Диаметр светового пучка одного излучателя составляет 55 см на расстоянии 4 м. Модель не имеет подвижных частей, поэтому ее ресурс значительно больше. Диапазон рабочих температур датчика от -30 до 50°C и степень защиты IP67 позволяют эксплуатировать данную модель в экстремальных условиях.

В сельском хозяйстве датчик R2100 устанавливают на зерноуборочные комбайны для контроля границ убранный участка поля. В отличие от моделей с одним лучом широкий угол сканирования датчика R2100 позволяет не пропускать колосья при уборке зерновых, поскольку контролирует пространство, превышающее расстояние между стеблями.

Внутри помещений датчик может выполнять функцию обнаружения очагов опасности, программно разделяя пространство на две зоны в зависимости от расстояния до объекта. Благодаря этому устройство подходит для применения в складских комплексах (рис.14, 15).

\*\*\*

За годы активного развития компания Perreut+Fuchs накопила огромный опыт создания надежных и функциональных средств измерения. Хорошее подтверждение этого – рассмотренные в статье датчики, которые обладают не только богатыми функциональными возможностями, но и традиционно высоким для выпускаемых компанией изделий уровнем защищенности и широким диапазоном рабочих температур.