

RENISHAW. 
apply innovation™



**Бесконтактные
энкодеры**

www.renishaw.com/encoders

Инновация

лат. *innovatio* - обновление
< *innovare* - обновлять]

[in-uh-vey-shuhn]

1. введение чего-л. нового; нововведенная вещь; модернизация; реформа;
2. экон. (чаще мн.ч.) вложение средств в новую технологию, новые формы организации труда и управления, охватывающие не только отдельное предприятие, но и их совокупность, отрасль;
3. лингв. новообразование, новое явление в языке, обычно в области морфологии (МОРФОЛОГИЯ), возникшее в данном языке в более позднюю эпоху его развития; также НОВАЦИЯ.

1 - Общие сведения

Введение	4
Линия магнитных энкодеров	6
Области применения магнитных энкодеров	8
Линия оптических энкодеров	10
Области применения магнитных энкодеров	12

2 - Считывающие головки: принцип работы

Принципы работы магнитных энкодеров	14
Принципы работы оптических энкодеров	16

3 - Линейки: стандарты измерения

Шкалы линейных энкодеров	22
Шкалы угловых энкодеров	30

4 - Системы: характеристики систем

Совместимость изделия	34
Магнитные линейные и кольцевые энкодерные системы (инкрементальные и абсолютные)	36
Оптические линейные энкодерные системы (инкрементальные)	40
Оптические линейные энкодерные системы (абсолютные)	50
Магнитные угловые энкодерные системы с технологией OnAxis™ (инкрементальные и абсолютные)	54
Оптические угловые энкодерные системы (инкрементальные)	56
Оптические угловые энкодерные системы (абсолютные)	64

5 - Дополнительные продукты: индивидуальные решения и вспомогательные приспособления

Решения под заказ и вспомогательные принадлежности	66
Энкодеры для условий сверхвысокого вакуума (UHV)	70
Лазерные энкодеры RLE	72

6 - Услуги: дополнительные услуги Renishaw

Надежность	76
Оперативные техническое обслуживание и поддержка – где бы вы ни были	78

Введение

Компания Renishaw предлагает широкий выбор компактных оптических и магнитных энкодеров (их еще называют преобразователями или датчиками линейных и угловых перемещений), которые удовлетворяют самым разнообразным требованиям, предъявляемым к средствам автоматизации в промышленности. В данной брошюре дается описание обширного ряда магнитных линейных, кольцевых и угловых энкодеров высокой надежности, оптических инкрементальных линейных и угловых энкодеров, лазерных интерферометрических систем, а также новой серии оптических абсолютных линейных и угловых энкодеров.

В основе оптических энкодеров компании Renishaw лежит оригинальная бесконтактная оптическая схема, которая не только обеспечивает исключительное качество измерений и нулевой механический гистерезис системы, но и устойчивую работу энкодеров при загрязнении пылью, светлыми маслами и царапинами. Благодаря этому оборудование, в состав которого входят оптические энкодеры Renishaw, надежно функционирует при минимальном объеме технического обслуживания.

Новое издание этой брошюры включает в себя описание последних разработок компании Renishaw в области энкодеров. Модель TONiC™ представляет собой наш самый компактный корпусной энкодер высокого класса, предназначенный для решения тех задач, в которых требуется очень высокое качество обратной связи, исключительная точность шкалы и высокая надежность работы (стр. 18). Магнитные энкодеры LM13 и LM15 производятся для компании Renishaw ее ассоциированной компанией RLS d.o.o. Эти изделия расширяют линейку продукции, позволяя работать в жестких условиях эксплуатации, которые не выдерживают оптические энкодеры (стр. 14).

Особое место в номенклатуре продукции компании Renishaw занимает принципиально новый абсолютный энкодер RESOLUTE™ (стр. 20). Единственная дорожка, уникальный принцип работы и характеристики, намного превосходящие обычный уровень – вот те качества, которые делают энкодер RESOLUTE устройством мирового класса, воплощающим постоянное стремление компании Renishaw к инновациям в области разработки энкодеров, не имеющих себе равных.

В дополнение к этим преимуществам энкодеры Renishaw отличаются простыми процедурами установки и настройки. Предлагаются шкалы самой разной длины. Эти шкалы снабжены специальной самоклеящейся основой, поэтому для их установки не нужно сверлить дополнительные отверстия или предусматривать специальные

пазы. Это обстоятельство позволяет минимизировать временные и финансовые затраты, связанные с установкой энкодеров. Все узлы, включающие оптические считывающие головки и интерфейс, предусматривают особый светодиодный индикатор настройки, благодаря чему сокращается время регулировки энкодера и отпадает необходимость в использовании осциллографа или другого специального оборудования.

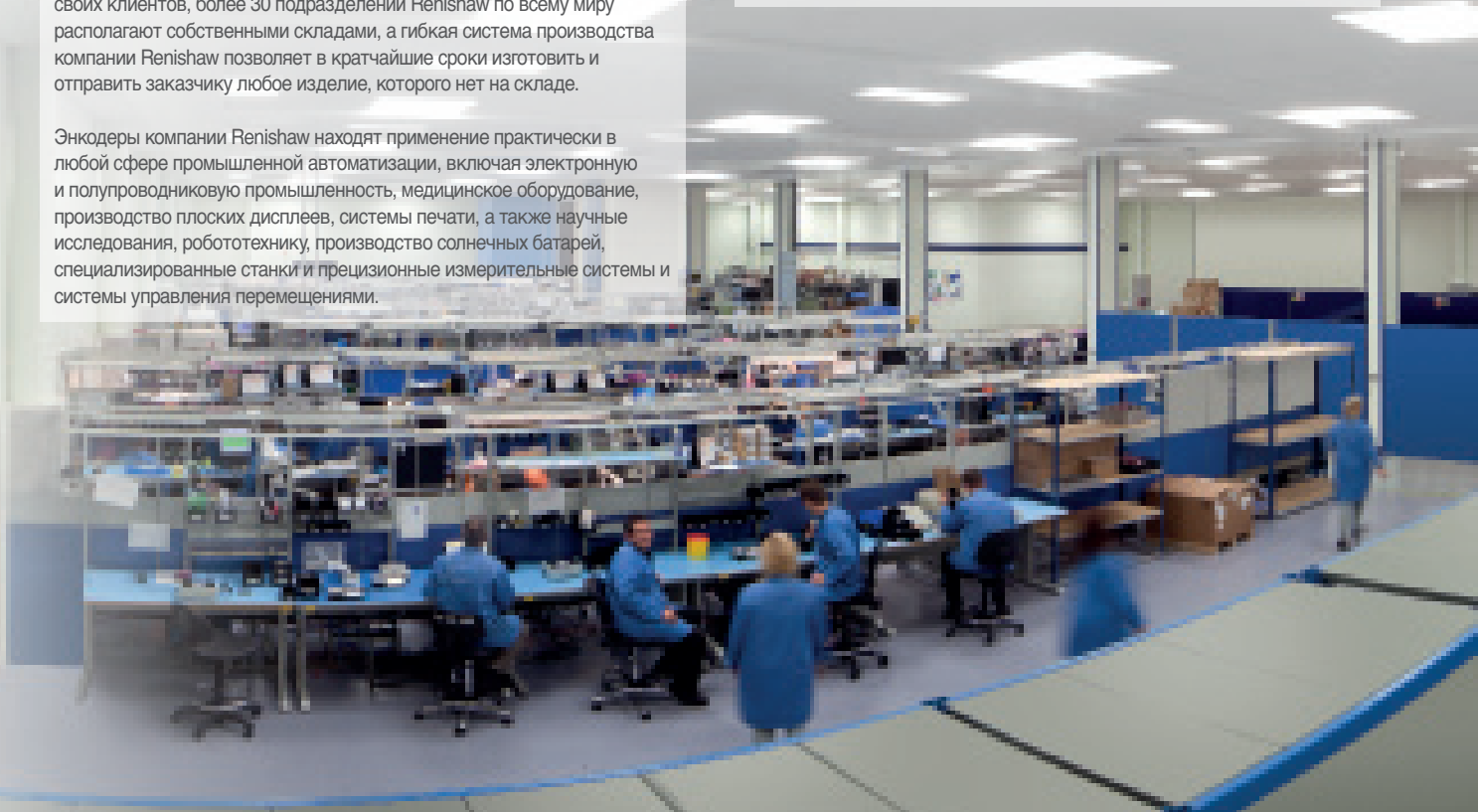
Предлагая на рынке продукцию высшего класса, компания Renishaw также обеспечивает своих клиентов высокопрофессиональной технической поддержкой. В любой точке мира к услугам пользователей есть опытные инженеры, которые всегда готовы проконсультировать по вопросам, связанным с возможностями применения энкодера, и оказать помощь при его установке.

Кроме того, чтобы гарантировать бесперебойную работу производства своих клиентов, более 30 подразделений Renishaw по всему миру располагают собственными складами, а гибкая система производства компании Renishaw позволяет в кратчайшие сроки изготовить и отправить заказчику любое изделие, которого нет на складе.

Энкодеры компании Renishaw находят применение практически в любой сфере промышленной автоматизации, включая электронную и полупроводниковую промышленность, медицинское оборудование, производство плоских дисплеев, системы печати, а также научные исследования, робототехнику, производство солнечных батарей, специализированные станки и прецизионные измерительные системы и системы управления перемещениями.

Инновационный стиль

Ежегодно компания Renishaw reinvestирует около 14% своего оборота в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. В результате были созданы такие принципиально новые изделия, как энкодеры RESOLUTE и TONiC, воплощающие стремление компании разрабатывать такие уникальные технологии, которые позволяют обеспечивать качественно иной уровень характеристик энкодеров. Вы никогда не найдете среди изделий компании Renishaw повторений по принципу «я тоже» продукции конкурирующих компаний – разработки Renishaw представляют собой только оригинальные энкодеры с исключительно высокими характеристиками, обеспечивающими повышенную надежность обратной связи при позиционировании.



Качество

Компания Renishaw настолько уверена в качестве своей продукции, что предусматривает для каждого изделия двухлетнюю гарантию, включающую обширный ряд обязательств. Если у пользователя возникает необходимость заменить изделие, то мы всегда готовы обеспечить его немедленную замену, в любой точке мира, чтобы исключить дополнительные простои. Все возвращаемые изделия проходят тщательное обследование, и пользователю представляется отчет с точным объяснением того, что вызвало неисправность. В тех случаях, когда неисправность возникла в результате действий пользователя, наши специалисты с большим практическим опытом эксплуатации изделий компании могут помочь понять и устранить причины таких ситуаций.

Поставка

Система управления качеством, имеющая сертификат ISO9001, позволяет гарантировать быструю поставку! Эффективная организация нашей работы позволяет нам быстрее конкурентов реагировать на повышение спроса. С этой целью в дочерних подразделениях по всему миру имеются большие запасы продукции на местных складах, что дает возможность выполнять поставку уже на следующий день после заказа. Клиенты, являющиеся OEM-производителями, могут воспользоваться такими опциями, как консигнационные склады и системой работы «точно в срок» (канбан).

Цена

Компания Renishaw не только поставляет энкодеры по обоснованным ценам, но и обеспечивает своим клиентам более высокое отношение качество/цена и минимальную стоимость владения. Каким образом? Помимо того, что уже в основе конструкции энкодеров заложены решения, гарантирующие их качество и надежность, мы разрабатываем новаторские методы производства, дающие возможность снизить производственные затраты и, таким образом, добиться большей экономии в целом.



Линия магнитных энкодеров

Магнитные линейные и кольцевые энкодеры

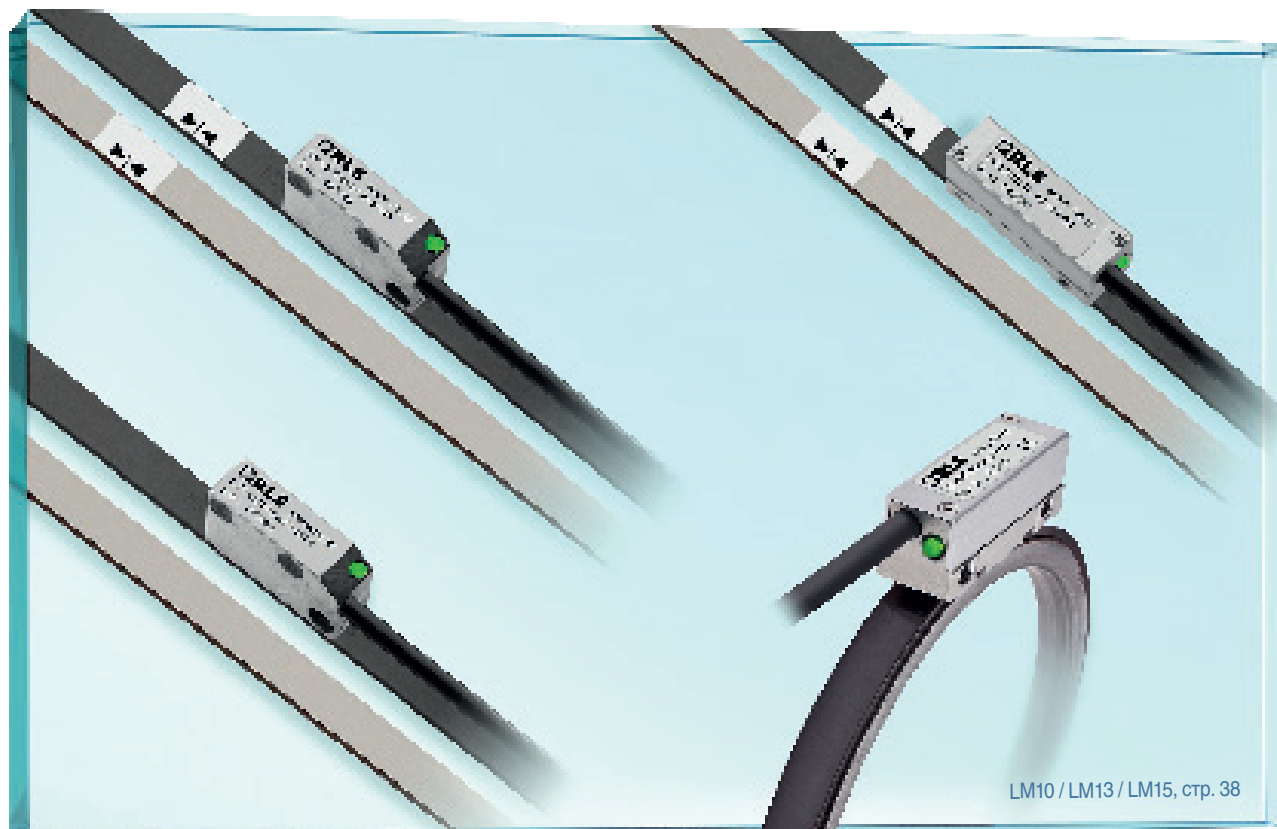
Помимо производства оптических и лазерных энкодеров высочайшего класса компания Renishaw предлагает, в сотрудничестве с компанией RLS, обширную линию магнитных устройств. Эти энкодеры – линейные, угловые и с технологией OpAxis – отличаются исключительной прочностью и надежностью и применяются для решения тех задач, где особенно важен учет затрат и требуется менее высокое качество измерений в жестких условиях работы.

В линейных энкодерах используются дифференциальные магниторезистивные датчики, регистрирующие переменный магнитный поток намагниченной шкалы. Эти датчики генерируют соответствующие положению синусоидальные и косинусоидальные сигналы, которые затем подвергаются в считывающей головке интерполяции с получением разрешения от 0,1 мм и вплоть до 0,244 мкм.

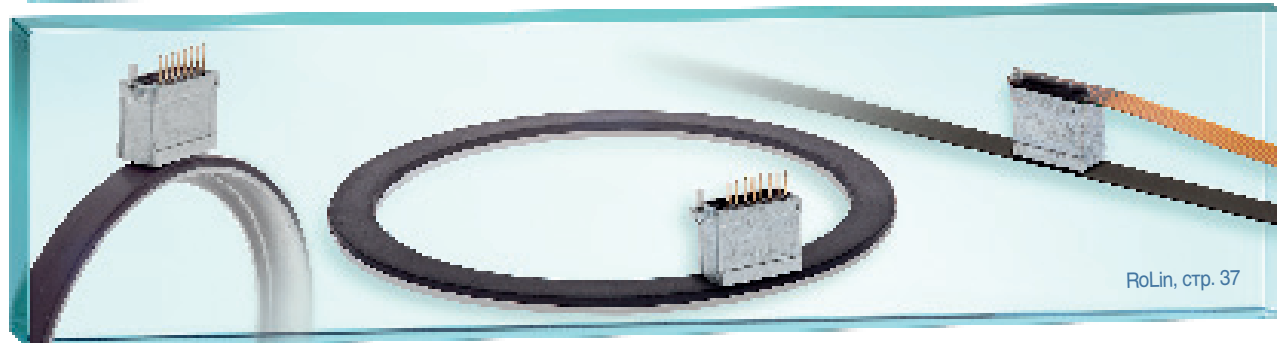
Тот же принцип работы используется при угловых измерениях, как по неполной дуге окружности, так и выполняемых непрерывно по полным окружностям. Измерения полных оборотов проводятся с использованием специальных магнитных колец. В случае дуг окружности с диаметром более 120 мм достаточно обернуть вокруг них линейную шкалу. При очень больших диаметрах предусмотрено специальное соединение шкалы для того, чтобы обеспечивались полные обороты.

RoLin™ система линейных и кольцевых магнитных энкодеров

RoLin представляет собой компактный бескорпусный бесконтактный магнитный энкодер, который устанавливается в заказной корпус; этот энкодер предназначен для встраивания в системы управления перемещениями. Применение дифференциальных магниторезистивных датчиков в головке RLM энкодера RoLin обеспечивает высокую повторяемость при измерении координат положения как с линейной шкалой MS, так и с магнитными кольцами MR, имеющими как радиальную, так и осевую ориентацию. Период шкалы, используемый в системе, составляет 2 мм, что обеспечивает широкие допуски при установке и надежность работы в жестких условиях. Предусмотрены изготовление колец, подсоединение гибких печатных плат и различные опции комплектации по индивидуальному заказу, что позволяет встраивать энкодер RoLin в различные конкретные системы пользователя.



LM10 / LM13 / LM15, стр. 38



RoLin, стр. 37

Магнитные угловые энкодеры OnAxis

Линейку магнитных линейных и кольцевых энкодеров компании RLS дополняет серия угловых устройств с технологией OnAxis. Энкодеры типа OnAxis предназначены для использования в условиях с повышенными требованиями к характеристикам, например, на судах, в системах военного назначения, в медицине, сельском хозяйстве, при работе серводвигателей – т.е. в тех случаях, когда оптические энкодеры работать не могут.

Энкодер включает в себя поляризованный по диаметру магнитный исполнительный механизм (актуатор), установленный на оси вращения, работа которого регистрируется расположенными по окружности датчиками Холла на заказной специализированной ИС (ASIC) с тем, чтобы обеспечивался один цикл на поворот.

- Предлагаются бесконтактные/без трения и подшипниковые исполнения
- Разрешение до 13 бит (8 192 импульсов на оборот)
- Исключительно высокая степень устойчивости к наличию загрязнений; класс защиты IP68
- Быстродействие вплоть до 60 000 об/мин
- Предусмотрены стандартные в отрасли виды выходного сигнала: абсолютный, аналоговый, инкрементный, коммутационный, линейный по напряжению

Изделия по специальному заказу

В процессе разработки широкой гаммы энкодеров, предлагаемых в настоящее время как стандартная продукция, компании Renishaw и RLS создали впечатляющий портфолио технических унифицированных блоков, в том числе ряд специализированных ИС типа ASIC. Отличительной особенностью компании является постоянно предлагаемые ею услуги по разработке устройств по заказу.

Энкодер с технологией OnAxis может, например, устанавливаться на заказную плату или внутрь заказного корпуса, которые могут быть затем встроены непосредственно в конструкцию OEM-производителя. Компании Renishaw и RLS готовы к сотрудничеству с OEM-производителями в целях разработки инновационных решений в тех случаях, когда стандартно предлагаемые энкодеры имеют слишком большой размер, стоимость или же не обладают достаточной защитой для работы в конкретных жестких условиях.

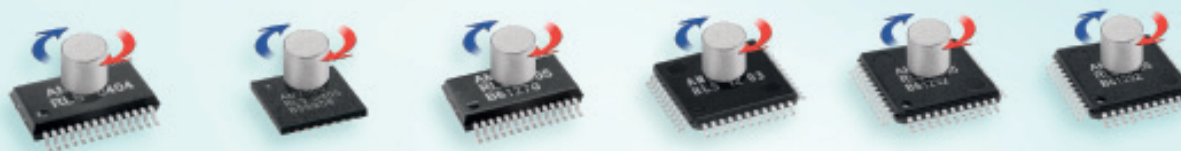
Магнитные энкодеры с технологией OnAxis в корпусном исполнении, стр. 55



Модули магнитных энкодеров с технологией OnAxis, стр. 55



ИС магнитных энкодеров с технологией OnAxis, стр. 55



Области применения магнитных энкодеров

Военные и аэрокосмические системы

Магнитные энкодеры компании RLS, которые работают в расширенном диапазоне температур и характеризуются высокой устойчивостью к ударам и вибрации, прекрасно подходят для применения в системах военного назначения. Будучи легкими и компактными, эти устройства идеально подходят для мобильных и бортовых систем.



Производство пищевых продуктов

Благодаря таким характеристикам, как герметичность с классом защиты IP68 и корпус из нержавеющей стали, эти энкодеры могут использоваться в пищевой промышленности. Прочная конструкция бесконтактных магнитных энкодеров компании RLS обеспечивает их продолжительный срок службы без какого-либо техобслуживания.



Возобновляемая энергия

Прочная и при этом простая конструкция магнитных энкодеров компании RLS позволяет использовать их там, где требуется надежная работа при малых затратах. Обладая герметичностью по классу IP68 и широким диапазоном рабочих температур, эти энкодеры могут работать при экстремальных условиях окружающей среды.



Полиграфия

Магнитные энкодеры RLS обладают исключительной устойчивостью работы при наличии загрязнений, с классом защиты IP68, что обеспечивает их невосприимчивость к загрязнениям, пыли и иным посторонним частицам, присутствующим обычно в помещениях с печатным оборудованием. Энкодер LM13 с разрешением, выражаемым в количестве точек на дюйм (DPI), представляет собой бесконтактное быстродействующее магнитное линейное устройство, разработанное специально для использования в полиграфии.

Сельское хозяйство

Отличаясь прочной конструкцией и простой процедурой установки, недорогие магнитные энкодеры компании RLS обеспечивают отличную обратную связь при применении их в системах сельскохозяйственного назначения.

Системы управления двигателями

Магнитные энкодеры компании RLS с технологией OnAxis работают на высоких скоростях, вплоть до 60 000 об/мин. Для обеспечения обратной связи в системах управления двигателями, где требуются как инкрементные сигналы A, B, Z, так и коммутационные сигналы U, V, W, разработана специальная серия коммутационных магнитных энкодеров.

Системы безопасности и видеонаблюдения

Для работы камер систем видеонаблюдения требуются исключительная надежность и высокая повторяемость при абсолютном позиционировании, но при условии низкой стоимости. Углы поворота и наклона регулируются при помощи одной микросхемы или кольца, встроенных в поворотные механизмы камеры. В этом случае износ деталей отсутствует, за счет чего гарантируется высокая надежность и продолжительный срок службы изделия.

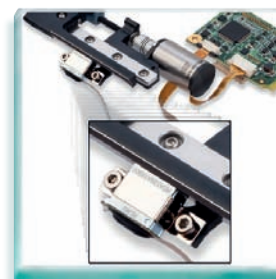
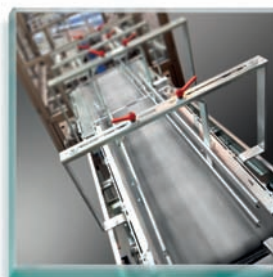


Медицина

Отличаясь компактностью благодаря малому, до 7 мм, диаметру, магнитные энкодеры компании RLS обеспечивают точную и надежную обратную связь в медицинских приборах. В случае сканеров, где используются большие диаметры, возможно оборачивание шкалой MS.

Промышленная автоматизация

Надежная работа при малых затратах обеспечивается всего лишь за счет установки магнитных энкодеров, не требующих техобслуживания. Возможные отказы подшипников энкодеров устраняются благодаря бесконтактному принципу работы энкодеров компании RLS, что дает увеличение эффективного времени работы всей системы.



Системы управления перемещениями

Линейные энкодеры компании RLS используются в разнообразных системах управления перемещениями, в том числе в случаях модернизации шарико-винтовых пар для обеспечения непосредственной обратной связи, а также в недорогих системах измерения перемещений на линейных двигателях, особенно тех, которые предназначены для работы в загрязненных и других видах неблагоприятных сред. Новый бескорпусный энкодер RoLin пригоден для миниатюрных столиков, как поворотных, так и с линейным перемещением, когда наличие свободного места является очень критичным.

Лазерная / гидроабразивная резка

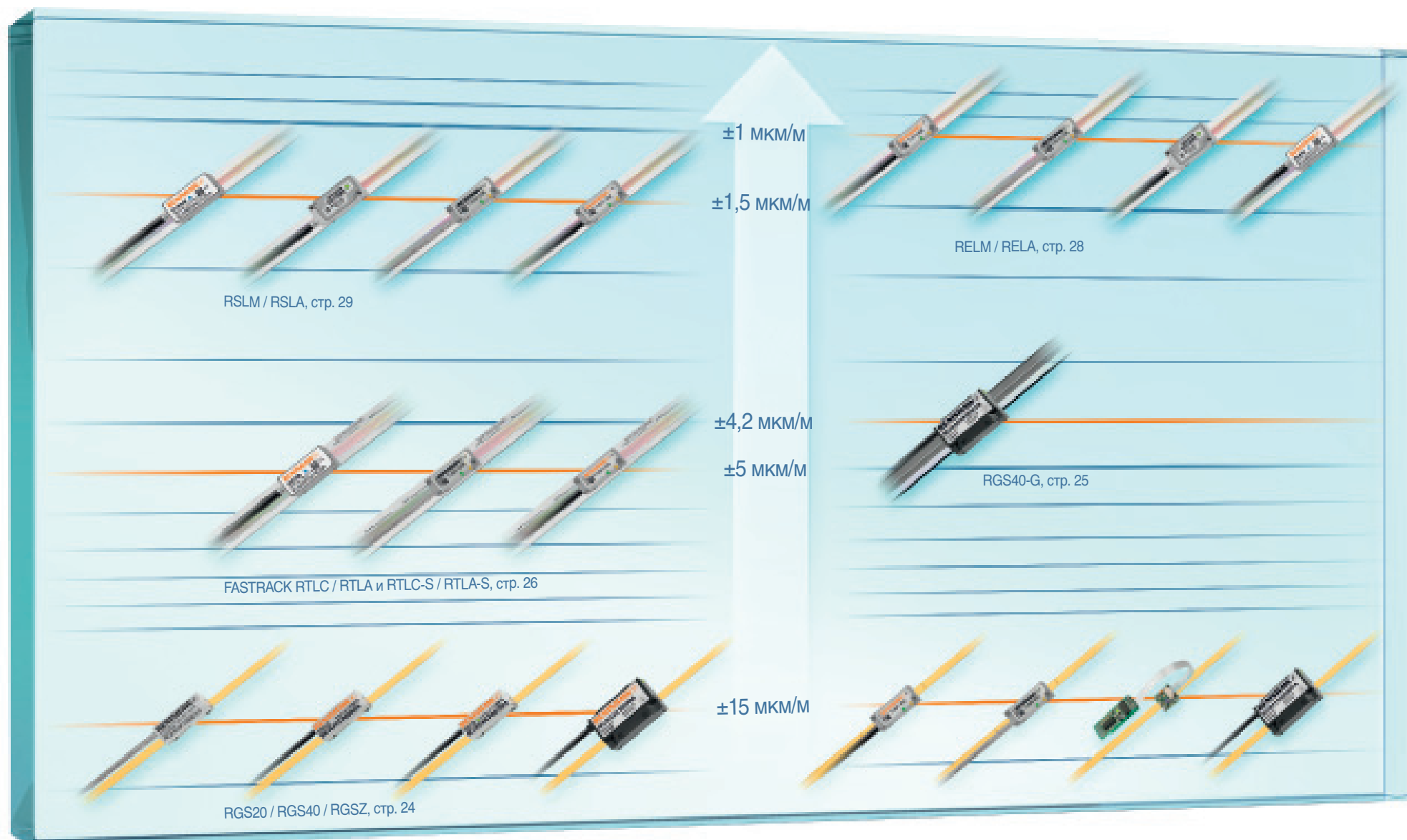
Прочные магнитные энкодеры компании RLS идеально подходят для использования при лазерной и водоструйной резке; они обеспечивают превосходное разрешение и точность при быстрой поперечной скорости, а также при низких скоростях, необходимых при резке металла повышенной твердости или толщины.



Внедорожная техника

Внедорожная техника, например экскаваторы, самосвалы, погрузчики, в том числе телескопические и вилочные, часто используется в опасных условиях и должна выдерживать высокие нагрузки. Поэтому так важен полный контроль подвижных осей. Теперь можно забыть о сложных механических рычажных конструкциях: обратная связь по положению шарнирных соединений и поворотных осей, обеспечиваемая прочными энкодерами OnAxis, гарантирует превосходный контроль движения транспортного средства.

Линия оптических энкодеров



Стрелки указывают общую ошибку (т.е. без компенсации) при 20°C для линейных осей. Компенсация ошибок, например, коррекция наклона только для шкалы RGS, дает улучшение до ±3 мкм/м; дополнительная коррекция позволяет значительно улучшить этот показатель.

Оптические линейные и кольцевые энкодеры

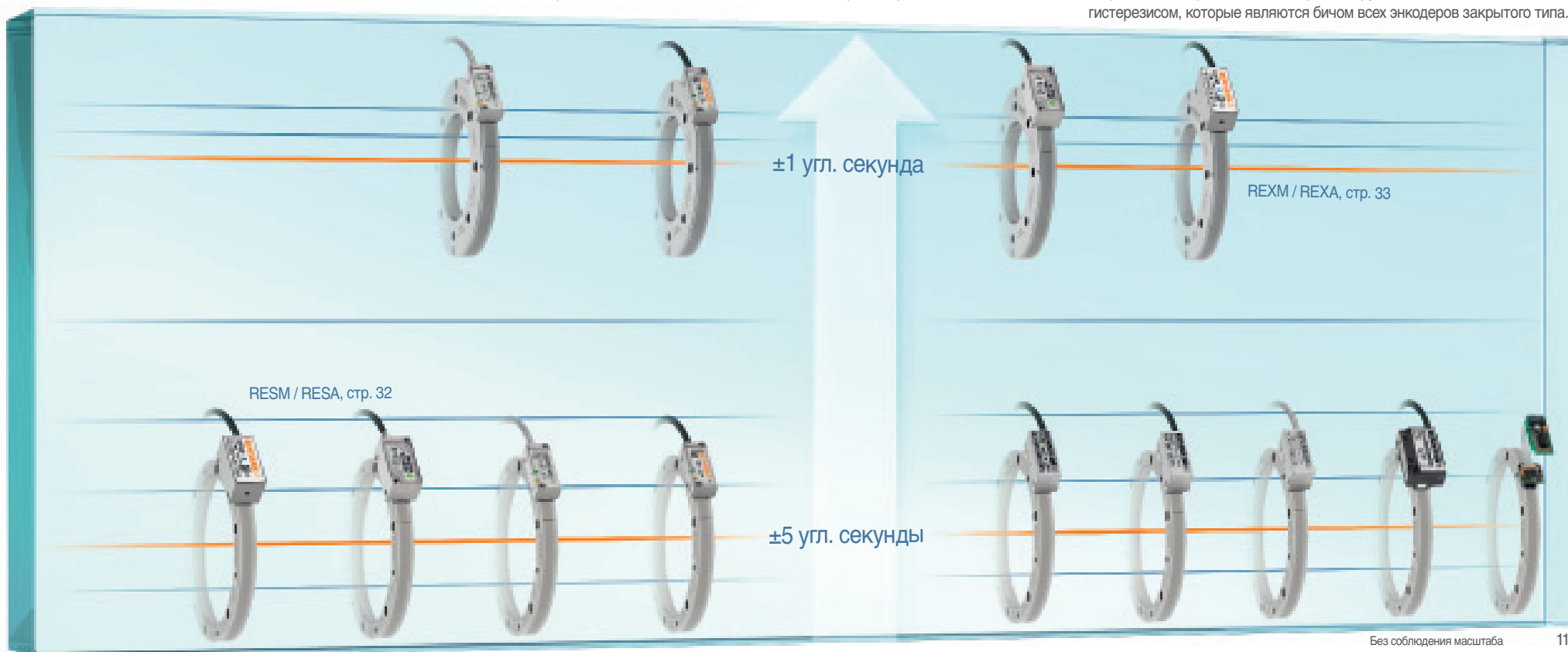
Компания Renishaw предлагает обширный ряд оптических линейных и кольцевых энкодеров, как инкрементальных, так и абсолютных. Приведенные ниже рисунки с классификацией оптических энкодеров по точности могут быть полезны при выборе нужного устройства. Точность измерительной системы представляет собой степень близости измеренного значения некоей величины к ее фактическому значению. Вместе с такими характеристиками, как разрешение и повторяемость (прецизионность) – их не следует путать – точность является одним из тех ключевых параметров, по которым определяется качество энкодера. Приведенные рисунки следует использовать при выборе энкодера в качестве отправной точки; эти данные нужно рассматривать

в сочетании с данными по считывающим головкам и шкалам (линейкам), содержащимися в разделах 2 и 3.

В настоящей брошюре шкалам оптических энкодеров уделено существенно большее внимание, чем ранее, что отражает прогресс, достигнутый в отношении точности наших измерительных стандартов. От шкал ZeroMet™ с аттестованной точностью выше ± 1 мкм и линеек из нержавеющей стали с высочайшей точностью на энкодерах, используемых при больших длинах, до стальных гибких шкал с исключительно высокой точностью $\pm 1,5$ мкм/м и знаменитой позолоченной гибкой шкалы RGS: диапазон изделий, предлагаемых компанией Renishaw, безоговорочно превосходит

по такому решающему параметру, как точность, любые системы аналогичного назначения.

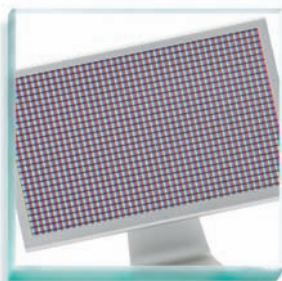
В серии оптических энкодеров компании представлен большой выбор угловых устройств. В случае колец RESR и RESM для энкодеров их впечатляющая точность дополняется наличием сквозных отверстия для удобного встраивания в конструкцию; кроме того, в эти кольца предусматривают уникальный метод монтажа с базированием по конусу. И совершенно особое место среди угловых энкодеров компании Renishaw занимает энкодер с кольцом REXM, гарантирующий точность выше ± 1 угл. секунды и обладающий конструкцией, которая позволяет устранить погрешности, определяемые люфтами, кручением вала и механическим гистерезисом, которые являются бичом всех энкодеров закрытого типа.



Области применения оптических энкодеров

Метрология

Прецизионные КИМ, приборы для контроля круглости и другие измерительные устройства – эффективность работы такого оборудования может быть повышена за счет исключительной точности измерений, обеспечиваемой энкодерами компании Renishaw. Все шкалы/линейки компании Renishaw изготавливаются на ее собственных предприятиях* с жестким контролем всех точностных параметров. Сюда входят позолоченные гибкие шкалы FASTRACK™ с гибкой шкалой RTLС, высокоточные линейки RSLM и шкалы RELM из сплава ZeroMet.



Системы управления перемещениями

В этой области энкодеры компании Renishaw используются повсеместно: от «полностью закрытых» модернизированных линейных энкодеров на шарико-винтовых парах до сверхпрецизионных осей, где повторяемость находится в пределах нескольких нанометров. Такие преимущества продукции компании Renishaw, как исключительные эксплуатационные характеристики, надежность, удобство установки и высокий уровень системы техобслуживания и поддержки, получили широкое признание в промышленности. Результатом этого стало самое широкое использование энкодеров компании.



Военные и аэрокосмические системы

Энкодеры компании Renishaw уже давно успешно используются в системах технического зрения высокой дальности, в системах наведения и боевых модулях с дистанционным управлением. Энкодер RESOLUTE обеспечивает исключительную скорость работы, а также измерение истинных абсолютных (однозначных) положений, что позволяет мгновенно контролировать перемещение осей при приведении устройства в действие. Кроме того, в этом энкодере реализован отдельный уникальный алгоритм проверки, обеспечивающий очень высокую степень надежности данных о позиционировании. Исполнение RESOLUTE ETR (Extended Temperature Range – с расширенным диапазоном рабочих температур) позволяет работать при температурах окружающей среды в пределах от -40 °С до +80 °С.



Производство плоских дисплеев

Сборка, контроль и ремонт оборудования на предприятиях ведущих мировых производителей проводятся с использованием энкодеров RGH22, RGH24 и RGH41 совместно со знаменитой позолоченной гибкой шкалой компании Renishaw. Применение устройств TONiC и FASTRACK дает еще более высокие эксплуатационные характеристики благодаря снижению пульсаций скорости, повышению стабильности позиционирования и повторяемости. Энкодер RESOLUTE обеспечивает истинно абсолютные характеристики, что позволяет снизить время простоев и повысить объем выхода продукции.

Полиграфия

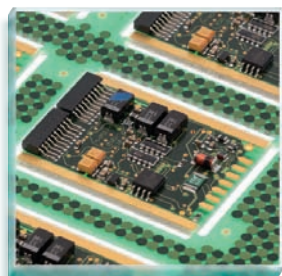
Энкодеры компании Renishaw используются на печатном оборудовании ведущих мировых OEM-производителей. Качество печати на этом оборудовании значительно лучше благодаря более высоким характеристикам систем управления перемещениями. Малая ошибка подразделения (Sub-Divisional Error – SDE) обеспечивает возможность строгого контроля пульсаций скорости, а это, в свою очередь, является условием устранения «полосатости» изображения. Специальные исполнения для полиграфии включают энкодеры с особыми значениями разрешения и покрытиями с повышенной стойкостью к растворителям.

Солнечные батареи (панели)

OEM- производители солнечных батарей и оборудования для них давно нуждались в энкодере, который позволил бы повысить продуктивность, рентабельность и снизить время простоев. Абсолютные линейные и угловые энкодеры RESOLUTE компании Renishaw позволяют выполнить такие требования: в этих энкодерах обратная связь с измерением истинно абсолютных положений сочетается с высокими характеристиками, определяющими качество измерений, такими как большое разрешение, прекрасная точность и бесконтактная оптическая система, обеспечивающая исключительную надежность и безопасность работы.

Электроника

Оборудование для планарного монтажа (SMT) требует установки энкодеров, обеспечивающих не только максимальную скорость. Более низкий уровень шума (джиттера – дрожания фронта сигнала) означает, что при перемещении осей может быть достигнуто более высокое ускорение/замедление. Более низкая ошибка подразбиения (SDE) означает снижение вибрации и пульсаций скорости на оси, а следовательно, меньший нагрев и износ. Эти преимущества означают, что оборудование может работать в более интенсивном режиме и более длительное время, что дает повышение производительности.

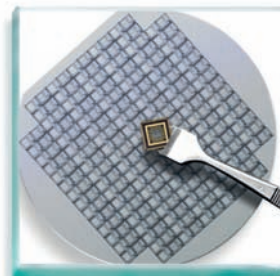


Станки

Использование угловых энкодеров RESOLUTE, SiGNUM™ и TONiC позволяет ведущим мировым производителям станков достигать оптимальной эффективности работы за счет сочетания бесконтактного принципа работы этих энкодеров и малых значений ошибки подразбиения (SDE), а также низкого уровня шума (джиттера - дрожания фронта сигнала). OEM-производители могут повысить коэффициенты усиления приводов, снизить нагрев и упростить конструкцию осей в целях достижения более высокого качества обработки поверхности, а также повышения точности и производительности.

Полупроводники

Энкодеры компании Renishaw используются при самых разных операциях производства полупроводников, от разделения (разрезанием или скрайбированием) полупроводниковых пластин на кристаллы и их перемещения до проводного монтажа и упаковки. Во всех этих случаях наши энкодеры зарекомендовали себя как устройства, работающие с высокой скоростью и надежностью, что гарантирует высокую производительность и максимальную продолжительность работоспособного состояния машины. Превосходное качество управления перемещениями и надежность измерения энкодером истинно абсолютных перемещений способствует также снижению объема брака.



Медицина

Там, где безопасность и надежность позиционирования являются критическими факторами, энкодеры компании Renishaw занимают совершенно особое положение! Считывающие головки RGH24, RGH25F и TONiC широко применяются в медицинских исследованиях и диагностике благодаря тому, что используемая в них уникальная система фильтрации оптического сигнала обеспечивает очень высокую надежность результатов работы энкодера. В случае медицинских роботов особенно полезен абсолютный энкодер RESOLUTE, отличающийся высокой степенью безопасности работы; используемый в этом энкодере специальный уникальный алгоритм проверки позволяет отслеживать любое положение, обеспечивая тем самым исключительную безопасность выполняемых действий.

Робототехника

Угловые энкодеры компании Renishaw используются в этой области для обеспечения на выходе редукторов и коробок передач прямой обратной связи по положению с высоким разрешением. Это позволяет повысить точность, повторяемость и время стабилизации при работе с роботизированными руками. А благодаря появлению энкодера RESOLUTE повышается также безопасность и выполняется позиционирование в абсолютной системе отсчета.



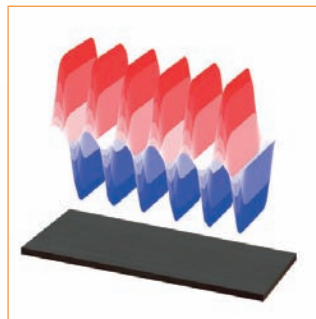
Научные исследования

Компания Renishaw предлагает обширный ряд энкодеров с высокими характеристиками, которые позволяют решать самые разнообразные задачи: от управления пучком в синхротронах и позиционирования антенн до анализа состояния материалов. Считывающие головки улучшенной конструкции сочетают высокое разрешение с исключительной надежностью. Предлагаются также исполнения, разработанные для использования в условиях сверхвысокого вакуума.

Принципы работы магнитных энкодеров

Магнитные линейные и кольцевые энкодеры

Линия прочных магнитных линейных и кольцевых энкодеров включает в себя различные считывающие головки; выпускаемые модели LM10, LM13, LM15 и RoLin позволяют пользователю сделать выбор в соответствии со своими конкретными задачами. В энкодерах используется запатентованная технология референтной (нулевой) метки; предлагаются исполнения с референтными метками с двухсторонней повторяемостью, а также с координатно-кодированными референтными метками.



Графическое представление магнитного поля

Принцип работы

Считывающая головка, снабженная дифференциальным анизотропическим магниторезистивным датчиком, регистрирует периодический магнитный поток намагниченной шкалы, – в результате генерируются синусоидальные и косинусоидальные сигналы. Эти аналоговые сигналы обрабатываются встроенным интерполятором, что обеспечивает получение разрешений вплоть до 0,244 мкм.

Точность и достоверность измерений достигается за счет магнитного взаимодействия датчиков с сильным периодическим магнитным полем шкалы. Датчики регистрируют градиент магнитного поля и таким образом являются практически нечувствительными к посторонним однородным магнитным полям. В основе работы как линейных, так и кольцевых энкодеров может использоваться один и тот же принцип.

Для измерений, при которых необходима обратная связь на полных или многих оборотах, предлагаются различные варианты специальных магнитных колец. В случае измерений на дуге (неполной окружности) предусмотрена возможность оборачивания стандартной линейной магнитной шкалы вокруг вала диаметром более 120 мм.



Магнитные угловые энкодеры

Компания RLS производит также ряд компактных угловых магнитных энкодеров, работающих при высоких скоростях. В этих устройствах используется технология OnAxis; они предназначены для жестких условий эксплуатации и обеспечивают разрешения вплоть до 13 бит (8192 импульсов на оборот) при рабочих скоростях до 60 000 об/мин.

В серии магнитных энкодеров с технологией OnAxis предлагаются также недорогие модули для угловых магнитных энкодеров для OEM-производителей и микросхемы для угловых магнитных энкодеров с разрешением в двоичном и десятичном кодах.

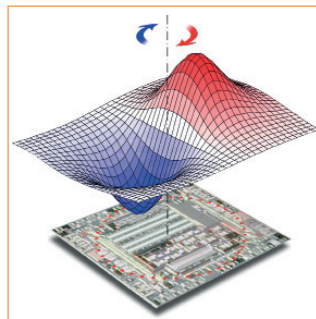
Принцип работы

Принцип работы энкодера основан на использовании эффекта Холла. Энкодер состоит из двух частей: магнитного исполнительного механизма (актуатора) и собственно датчика, заключенного в отдельный корпус. Специальная микросхема, которая находится внутри корпуса датчика, регистрирует угол поворота актуатора и преобразует его в выходной сигнал нужного вида.

Датчики Холла располагаются на окружности, описанной вокруг центра микросхемы. Они регистрируют плотность распределения магнитного потока на поверхности кремния и вырабатывают напряжение, соответствующее распределению магнитного потока. Выходные сигналы напряжения, имеющие синусоидальный и косинусоидальный вид, меняются в зависимости от положения магнита и затем преобразуются в абсолютное угловое положение с помощью быстродействующего интерполятора.

Этот базовый метод регистрации можно комбинировать с дополнительными электронными устройствами с целью получения выходных сигналов различного вида. Встроенный в датчик интерполятор обеспечивает разрешение абсолютного выходного сигнала до 13 бит (8 192 импульсов на оборот для инкрементного выходного сигнала).

Бесконтактная конструкция системы с надежными прочными датчиками дает возможность использовать энкодеры с технологией OnAxis в условиях с высоким загрязнением окружающей среды, в которых работа большинства традиционных оптических энкодеров невозможна.



Графическое представление магнитного поля



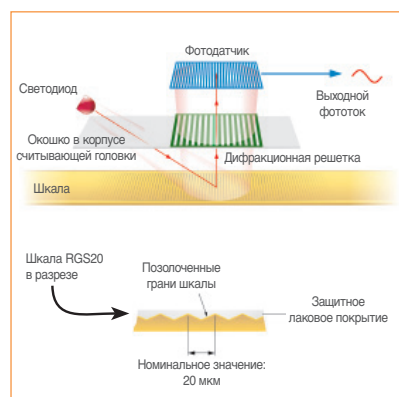
Принципы работы оптических энкодеров

RG2

Устройства серий RG2 и RG4 являются наиболее широко применяемыми энкодерами компании Renishaw. Они обеспечивают исключительно надежную обратную связь по положению даже в таких условиях, которые для большинства других открытых оптических энкодеров являются неприемлемыми. Обозначение RG2 относится к ряду энкодеров со считыванием позолоченной гибкой шкалы с шагом 20 мкм. В этих энкодерах используются различные считывающие головки, RGH22, RGH24 и RGH25F, что позволяет решать разнообразные конкретные задачи. Считывающие головки RGH20 и RGH20F также относятся к ряду RG2, но они предназначены для считывания кольцевых шкал RESR с шагом 20 мкм и высокоточных линеек RSLR из нержавеющей стали. Выпускаются также исполнения RGH25F и RGH20F для сверхвысокого вакуума (UHV).

Принцип работы

Излучение инфракрасного светодиода, расположенного в считывающей головке, отражается от наклонных штрихов масштабной ленты и, проходя сквозь прозрачную фазовую дифракционную решётку, возвращается обратно в головку.



Оптическая схема энкодера RG2

В результате, в плоскости регистрации внутри считывающей головки формируются интерференционные полосы с синусоидальным распределением интенсивности. В оптической схеме происходит усреднение вклада в интерференционную картину от большого количества масштабных штрихов (граней) с фильтрацией сигналов, не соответствующих периоду шкалы. Таким образом, обеспечивается стабильность выходного сигнала даже в том случае, когда шкала загрязнена либо немного повреждена.

Уникальная оптическая схема обеспечивает малую величину ошибок, относимых к одному периоду сигнала; обычно ошибка подразбиения (SDE) не превышает $\pm 0,15$ мкм. Для достижения еще более низких значений ошибки подразбиения и более высокой стабильности сигнала устройства серии RG2 можно подключить к интерфейсам REE или REF, которые предусматривают автоматическую регулировку усиления (APU - AGC) и смещения (AOC) при любых скоростях.



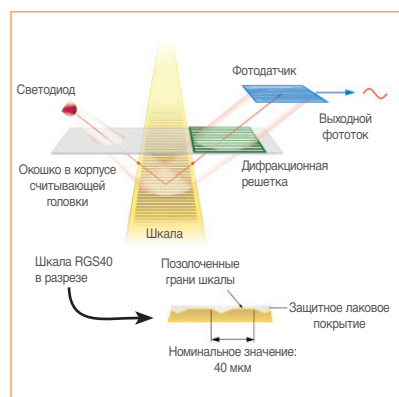
RG4

Обозначение RG4 относится к ряду энкодеров со считыванием шкал с шагом 40 мкм, позволяющим работать при более высоких скоростях и более свободных допусках настройки. Ряд RG4 включает модели RGH34, RGH40 и RGH41, что позволяет пользователю сделать выбор в соответствии со своими конкретными задачами.

Модель RGH34 представляет собой компактную бескорпусную считывающую головку, работающую совместно с позолоченной гибкой шкалой RGS40-S, шкалой RGS40-G с делениями, нанесенными хромом на стекло, и кольцами RESR. Считывающие головки RGH40 выполняют считывание шкалы RGS40-G, нанесенной хромом на стекло, и колец RESR из нержавеющей стали, а считывающие головки RGH41 работают совместно с позолоченной гибкой шкалой RGS40-S.

Принцип работы...

В серии RG4 используются, по сути, те же оптические принципы работы, что и в серии RG2 (стр. 16). Однако в этом случае инфракрасное излучение светодиода падает на имеющие плоскую вершину штрихи шкалы сбоку; оптическая схема такого бокового освещения показана ниже.



Оптическая схема энкодера RG4

Системы RG2 и RG4 имеют уникальный индикатор настройки, зеленое свечение которого означает оптимальную настройку системы.

Считывающие головки всех моделей могут выдавать сигналы нулевой точки и/или датчика концевого выключателя, причем головки RGH40 и RGH41 выдают сигналы двух датчиков концевого выключателя. Сигнал нулевой метки обеспечивает повторяемость исходного или нулевого положения, а метка концевого выключателя служит индикатором для остановки перемещения.



TONiC

Модель TONiC представляет собой сверхкомпактную энкодерную систему, выполняющую считывание различных шкал с шагом 20 мкм. На этих шкалах предусмотрены нулевые метки IN-TRAC™, причем однозначное автоматическое фазирование такой метки выполняется простым нажатием кнопки. Система TONiC включает в себя считывающую головку TONiC, соединяемую с аналоговым или цифровым интерфейсом, и линейную или угловую инкрементальную шкалу. В число линейных шкал входят позолоченная шкала RGSZ с малой высотой поперечного сечения, шкала RELM из сплава ZeroMet, шкала RSLM на линейке из нержавеющей стали и самоклеящаяся гибкая шкала RTLC-S, для которой также предлагается система направляющих FASTRACK RTLC для шкал линейных энкодеров. Ряд угловых (круговых) шкал включает в себя кольца RESM из нержавеющей стали и сверхточные кольца REXM.

Принцип работы...

В системе TONiC реализована созданная компанией Renishaw система фильтрации оптического сигнала последнего поколения, работающая по схеме, аналогичной той, которая использована в системе SiGNUM (стр. 19), но с тремя существенными усовершенствованиями.

Во-первых, система TONiC оптимизирована с целью обеспечения более высокого соотношения сигнал/шум. Такое улучшенное решение системы фильтрации оптического сигнала в сочетании с тщательно подобранными электронными модулями дает инкрементальные сигналы со значительной шириной полосы, позволяя достигать максимальной скорости 10 м/с, и при этом обеспечивает самый низкий уровень шума (джиттера – дрожания фронта сигнала) среди энкодеров своего класса. Исполнения системы TONiC с тонким разрешением усилены дополнительной шумопоглощающей электроникой внутри интерфейса TONiC, что дает очень низкое значение джиттера – всего лишь 0,51 нм (среднеквадратичное значение).

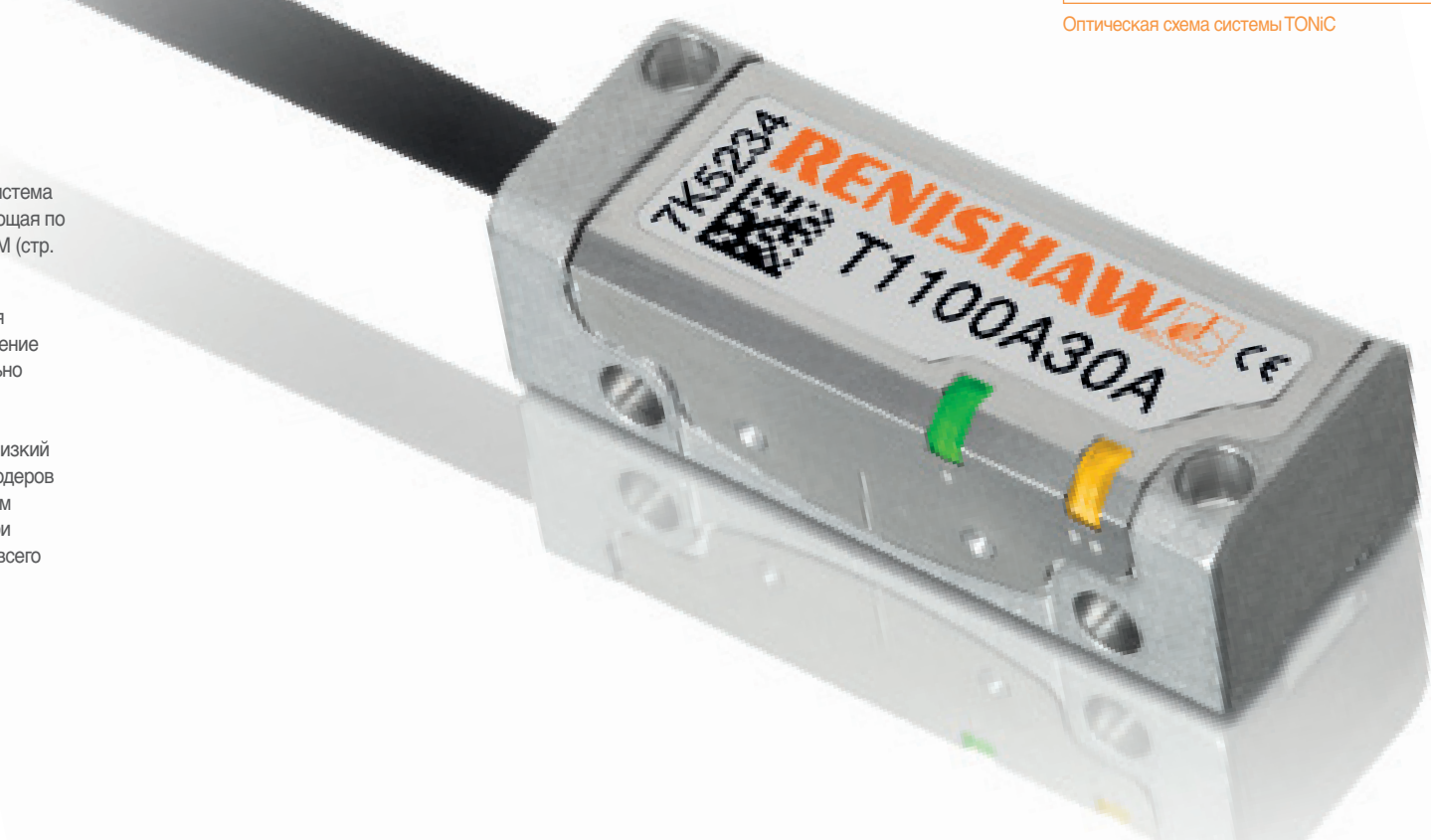
Второе усовершенствование состоит в разработке полностью встроенной референтной метки. Как можно видеть на схеме, многоэлементный детектор референтной метки встроен теперь непосредственно в центр линейной матрицы фотодиодов

инкрементального канала, что обеспечивает практически идеальную устойчивость по отношению к рысканию и нежелательному сдвигу по фазе.

Третье усовершенствование системы TONiC состоит в том, что система улучшенной обработки динамического сигнала теперь полностью встроена в считывающую головку. Это означает, что прошедшие полную обработку сигналы, оптимизированные благодаря автоматической регулировке усиления (APV - AGC) и смещения (AOC) с целью достижения очень малой ошибки подрабавления (SDE) (± 30 нм), получают непосредственно со считывающей головки.



Оптическая схема системы TONiC



SiGNUM

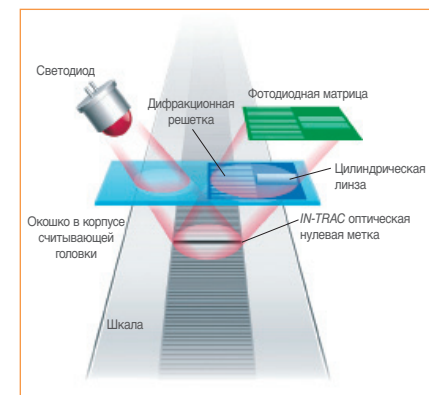
Устройство SiGNUM представляет собой энкодерную систему высокой точности, которая позволяет считывать различные шкалы с шагом 20 мкм с оптическими нулевыми метками IN-TRAC с автоматическим фазированием. Энкодеры SiGNUM чрезвычайно просты в использовании и при этом обеспечивают эксплуатационные качества такого уровня, который ранее был доступен лишь для энкодеров повышенной чувствительности с меньшим шагом шкалы. Система SiGNUM включает в себя считывающую головку SiGNUM SR, SiGNUM Si интерфейс и линейную или угловую инкрементальную шкалу. В число линейных шкал входят шкалы RELM из сплава ZeroMet и линейки RSLM из нержавеющей стали, а к угловым шкалам относятся кольца RESM из нержавеющей стали и сверхточные кольца REXM.

Принцип работы...

Так же как и в считывающих головках RG2 и RG4, в оптической системе головки SiGNUM происходит усреднение сигналов от многих периодов шкалы с эффективной фильтрацией аperiodических сигналов, например, от загрязнений. При этом из номинально прямоугольной периодической структуры решетки в плоскости детектора формируется интерференционная картина с чисто синусоидальным распределением. В детекторе применяется периодическая структура, которая позволяет получать фототоки в форме четырех симметричных сигналов с постоянной разностью фаз между ними. Далее выполняется совместная обработка сигналов, чтобы удалить постоянные составляющие и получить выходные сигналы в форме синуса и косинуса с высокой спектральной чистотой и малым смещением, поддерживая при этом ширину полосы пропускания в 500 кГц и более.

Обработка динамических сигналов, включающая автоматическую регулировку усиления (APV - AGC), смещения (AOC) и баланса (ABC), выполняется в Si-интерфейсе, и в результате генерируются инкрементальные сигналы без каких-либо искажений. В результате ошибка подрабизения (SDE) составляет ± 30 нм, т.е. 0,15 % шага шкалы. Интерполяция выполняется с помощью алгоритма CORDIC, встроенного в SiGNUM Si-интерфейс.

Нулевая метка IN-TRAC встроена в инкрементальную шкалу и считывается многоэлементным фотодетектором внутри считывающей головки с выдачей выходного сигнала метки, обладающего двухсторонней повторяемостью с точностью до единицы разрешения при всех скоростях. Плюсом такого уникального решения является автоматическая процедура калибровки, при которой выполняется электронным образом фазирование нулевой метки и оптимизация инкрементальных сигналов.



Оптическая схема энкодера SiGNUM



RESOLUTE

Устройства RESOLUTE являются семейством высокоточных оптических энкодерных систем для измерения истинно абсолютных перемещений. В число линейных шкал входят высокоточная линейка RSLA из нержавеющей стали, шкала RELA из сплава ZeroMet и гибкая шкала RTLA-S из нержавеющей стали, для которой также предлагается система направляющих FASTRACK RTLA, предназначенная для шкал линейных энкодеров. Ряд угловых (круговых) шкал включает в себя кольца RESA из нержавеющей стали и сверхточные кольца REXA.

Принцип работы...

Передача сигналов от энкодеров RESOLUTE осуществляется через двунаправленный последовательный интерфейс с использованием ряда стандартно используемых в отрасли протоколов, как собственных, так и открытых.

Начало работы

Контроллер инициирует операцию путем отправки на считывающую головку сообщение с запросом, с указанием сбора в этот момент данных об абсолютном положении на шкале, линейной или круговой. В ответ на головке начинает мигать мощный светодиодный источник, освещающий шкалу. Продолжительность вспышки составляет всего 50 нс в целях сведения к минимуму размытия изображения на перемещающихся осях. Решающим фактором является то, что разность по времени контролируется с точностью до нескольких наносекунд, обеспечивая связь между данными положения в момент запроса и в момент регистрации, - это обстоятельство является одним из тех существенных признаков, которые делают энкодер RESOLUTE исключительно подходящим для использования в системах измерения перемещений с очень высокими характеристиками.

Шкала с одной дорожкой

Эта шкала представляет собой единственную дорожку с контрастными линиями на всю ширину шкалы, с номинальным шагом 30 мкм. Отсутствие нескольких параллельных дорожек обеспечивает защищенность от ошибок, связанных с рысканьем, а также существенно более широкий поперечный допуск на положение головки.

Получение изображения

Изображение шкалы формируется асферической линзой, снижающей дисторсию, на детекторной матрице, специально разработанной для энкодеров RESOLUTE. Такая оптическая схема, в которой оптический путь при освещении является изломанным, а при формировании изображения – прямым, оказывается исключительно компактной и при этом работающей очень стабильно, что гарантирует высокую точность воспроизведения, столь важную для обеспечения высокого качества измерений.

Декодирование и анализ данных

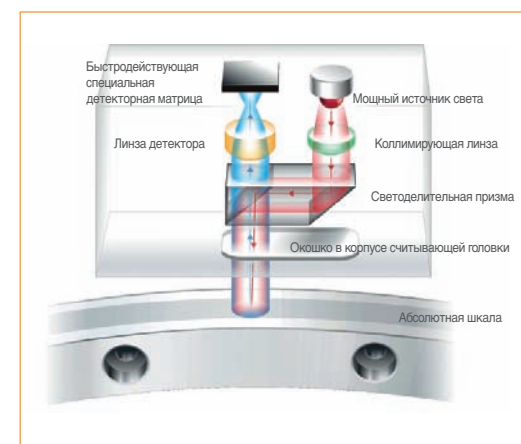
После получения изображения на детекторе оно передается со скоростью 500 МБ/с аналогово-цифровым преобразователем (АЦП) в мощный процессор цифровой обработки сигналов (DSP). Затем с помощью специально разработанных алгоритмов на основе кода, нанесенного на шкалу, получают истинно абсолютное, хотя относительно грубое значение положения. Далее выполняется проверка, и вносятся поправки посредством дополнительных алгоритмов в процессоре DSP, в которых учитывается избыточность кода шкалы и его преднамеренно введенные ограничения. В других подпрограммах выполняется расчет «точного» положения с высоким разрешением, и это значение объединяется с данными по «грубому» положению, что дает в результате истинно абсолютное положение с очень высоким разрешением.

Конечные проверки и вывод данных

После выполнения заключительных процедур проверки ошибок информация загружается в соответствующий протокол контроллера в виде последовательного кода слова, описывающего положение с точностью в пределах 1 нм. Защита от электрических помех обеспечивается контролем с помощью циклического избыточного кода (Cyclic Redundancy Check – CRC). Весь этот процесс, от момента запроса до получения ответа, занимает всего 12 мкс и может повторяться до 25 000 раз в секунду. Используя ряд приемов, в том числе регулировку продолжительности вспышки с учетом скорости движения оси, такие характеристики поддерживаются при скоростях вплоть до 100 м/с, и при этом, что чрезвычайно важно, сохраняется исключительно низкий уровень джиттера при позиционировании при более низких рабочих скоростях.

Подводя итог...

Таким образом, мы имеем энкодер с широкими допусками к установке: устройство RESOLUTE допускает погрешность $\pm 0,5^\circ$ по углу рысканья, тангажа и крена, а для расстояния между шкалой и считывающей головкой – целых ± 150 мкм. В то же время широкая зона охвата оптики и усовершенствованные процедуры коррекции ошибок обеспечивают исключительно высокую устойчивость к оптическим помехам, связанными с пятнами, создаваемыми посторонними частицами или смазкой. При этом сохраняется разрешение 1 нм при скорости 100 м/с: RESOLUTE – вот ответ на самую сложную задачу абсолютных измерений.



Оптическая схема энкодера RESOLUTE



Шкалы линейных энкодеров

Общие сведения

«Измерительные стандарты» энкодера, часто называемые здесь просто «шкалой», определяют его точность при больших перемещениях. Поэтому исключительно важно тщательно контролировать процесс нанесения штрихов на шкалу. Компания Renishaw строго придерживается принципа вертикальной интеграции. Это отражается в стремлении компании выполнять градуировку шкал на собственных предприятиях на оборудовании, специально разработанном для этой цели специалистами компании Renishaw. Кроме того, калибровка всех шкал магнитных энкодеров компании RLS и оптических шкал компании Renishaw выполняется на собственных предприятиях компании посредством специально разработанных систем контроля с прослеживаемым соответствием национальным стандартам.

Изготовление шкал с общей гарантированной точностью выше ± 1 мкм требует применения многочисленных сложных технологий и глубокого понимания влияния даже самых незначительных факторов на точность измерений. Изготовление шкал такой точности крупными партиями представляет еще более сложную задачу. К этому следует добавить требования к устойчивости работы в неблагоприятных условиях эксплуатации, к наличию загрязнений, удобству обращения и установки, а также учесть коммерческие запросы конкурентов на рынке, – и тогда становится понятно, почему мы настаиваем на том, чтобы полностью контролировать самим все технологические процессы.

Предлагаемые нами позолоченные гибкие шкалы поставляются в комплекте с самоклеящейся основой, которая может крепиться на подложках из большинства материалов, используемых обычно в машиностроении. Оконечные зажимы фиксируют положение шкалы на подложке; в результате получается система, работающая так, как будто была выполнена градуировка самой машины, что способствует значительному упрощению алгоритмов компенсации. Данная шкала, первый вариант которой был создан еще в 1994 г., постоянно совершенствовалась, и в результате было создано изделие, предлагаемое сегодня. Его точность без компенсации составляет ± 15 мкм/м, а при использовании простого метода двухточечной компенсации точность достигает ± 3 мкм/м. За счет дополнительной компенсации возможно дальнейшее повышение точности.

Для решения задач, требующих более высокой точности, предлагаются гибкие шкалы RTLC (инкрементальная) и RTLA (абсолютная) с точностью без компенсации равной ± 5 мкм/м; дополнительным преимуществом этих шкал является изготовление их из нержавеющей стали. Еще выше на этой метрологической «лестнице» располагаются шкалы RSLM (инкрементальная) и RSLA (абсолютная) из нержавеющей стали, которые изготавливаются с использованием уникальных новейших технологических приемов, разработанных полностью компанией Renishaw. Эти шкалы обладают очень высокой точностью (см. график справа) – величина общей точности лежит в субмикронном диапазоне в пределах всего отрезка длиной 3 м. Это, безусловно, непревзойденный результат.

Те же технологические процессы используются при градуировке шкал RELM (инкрементальная) и RELA (абсолютная) из сплава ZeroMet, дополнительным преимуществом которых является практически нулевой коэффициент теплового расширения. Аттестованная точность этих шкал выше ± 1 мкм на длинах вплоть до 1103 мм.

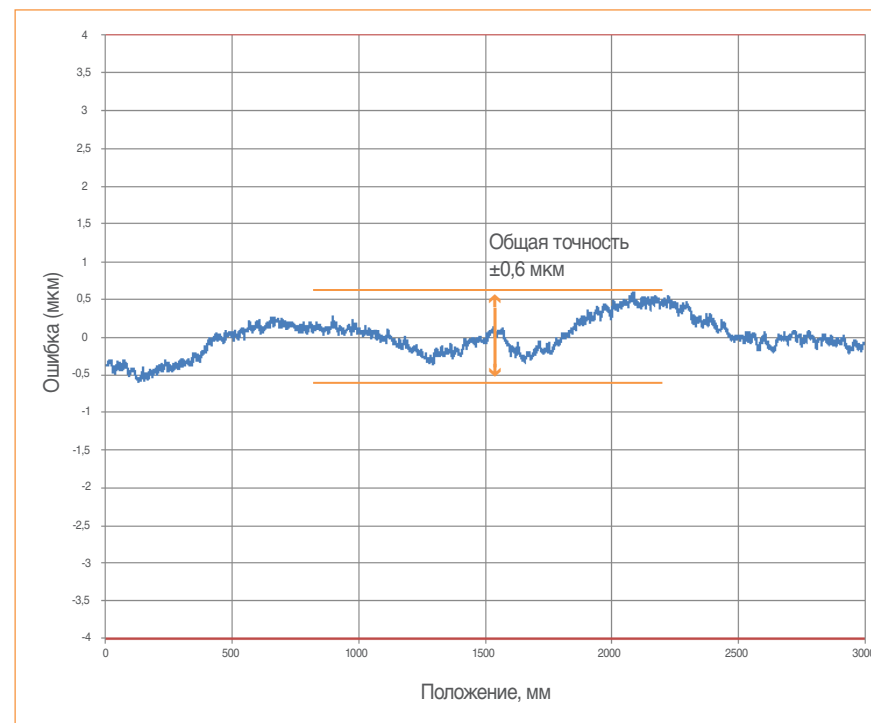


График точности для 3-метровой шкалы RSLM из нержавеющей стали: общая точность лежит в пределах $\pm 0,6$ мкм на всем отрезке длиной 3 м.

Магнитные шкалы MS

Прочные, невосприимчивые к наличию загрязнений шкалы MS компании RLS изготавливаются из ленты магнитной резины, которая крепится на подложке из аустенитной нержавеющей стали. В целях обеспечения еще более высокой степени защиты в жестких условиях эксплуатации можно наложить поверх шкалы защитную полосу из нержавеющей стали.

Все шкалы поставляются отрезками нужной длины. Они крепятся на подложку на оси с использованием специальной самоклеящейся основы или механическим образом с использованием алюминиевой прессованной дорожки. Уникальная разработка системы дорожек позволяет легко соединять несколько отрезков шкалы в единую ось в случае крупногабаритного оборудования, поставляемого отдельными секциями.

Шкала MS10, имеющая деления с шагом 2 мм, может использоваться совместно со считывающими головками серий LM10 и LM13, а шкала MS05 предназначена для работы с бескорпусными считывающими головками RoLin.

Шкала MS15, имеющая деления с шагом 5 мм, может использоваться совместно со считывающими головками серии LM15. Шкала MS12 с шагом 2,032 мм может использоваться совместно со считывающими головками серии LM13, чтобы обеспечить разрешение, выражаемое в количестве точек на дюйм (dpi) и соответствующее стандартам, принятым в полиграфической отрасли.

Таблица совместимости головок и шкал приведена на стр. 34.

Шкала	Описание	Точность при 20 °C
MS05	Шкала шириной 5 мм и шагом 2 мм	±40 мкм/м
MS10	Шкала шириной 10 мм и шагом 2 мм	Исполнения с ±40 мкм/м и ±20 мкм/м
MS12	Шкала шириной 10 мм и шагом 2,032 мм	±40 мкм/м
MS15	Шкала шириной 10 мм и шагом 5 мм	±100 мкм/м

Позолоченная шкала RGS

Уникальная позолоченная шкала RGS компании Renishaw предлагается в исполнениях с шагом 20 мкм и 40 мкм и лаковым или полиэфирным покрытием. Исполнение RGS20-S представляет собой шкалу с шагом 20 мкм на стальной ленте шириной 6 мм. Эта шкала имеет тонкий слой покрытия из золота, обеспечивающий высокую и стабильную отражающую способность, лаковое покрытие, служащее защитой от загрязнения и при манипуляциях со шкалой; также, для удобства установки, предусмотрена специальная самоклеящаяся основа. Исполнение RGS40-S является аналогичной шкалой с шагом между делениями 40 мкм.

Для упрощения работы на складах и повышения эксплуатационной гибкости у заказчика шкала может поставляться на катушках, от которой можно отрезать кусок нужной длины непосредственно на месте установки. Шкала с шагом 20 мкм может использоваться совместно со считывающими головками серии RG2 компании Renishaw: RGH22, RGH24 и RGH25F, а шкала RGS40-S с шагом 40 мкм – со считывающими головками RGH34 и RGH41.

Шкалы RGS20-S и RGS40-S пригодны для установки на подложках из большинства материалов, используемых обычно в машиностроении, в том числе на металле, граните, керамике и композитных материалах. Исполнения RGS20-P и RGS40-P с полиэфирным покрытием отличаются повышенной стойкостью к воздействию растворителей и смазочных материалов.

Концы шкалы жестко фиксируются на подложке с помощью оконечных зажимов, которые приклеиваются эпоксидным клеем. Таким образом, необходимость в сверлении отверстий полностью отпадает. Поскольку шкала имеет очень малое поперечное сечение, она «блокируется» на подложке и ведет себя в соответствии

с ее тепловым расширением. Различие в смещениях шкалы и подложки близко к нулю, даже при значительных перепадах температуры.

Шкала RGSZ является новым исполнением позолоченной шкалы RGS, разработанным для энкодера TONIC. На ней предусмотрена выбираемая пользователем оптическая нулевая метка IN-TRAC, что очень удобно. Эта метка встроена непосредственно в инкрементальный канал; ее автоматическое фазирование выполняется простым нажатием кнопки.

Таблица совместимости головок и шкал приведена на стр. 35.

Шкала	Описание	Точность	Отклонение от линейности	Микролинейность
RGS20-S	Золотистая масштабная лента с шагом 20 мкм, лаковым покрытием и самоклеящейся основой	±15 мкм/м	±3 мкм/м	±0,75 мкм/60 мм
RGS20-P	Шаг 20 мкм, полиэфирное покрытие, обеспечивающее повышенную стойкость в воздействию химических агентов	±15 мкм/м	±5 мкм/м	±1,5 мкм/60 мм
RGS40-S	Золотистая масштабная лента с шагом 40 мкм, лаковым покрытием и самоклеящейся основой	±15 мкм/м	±3 мкм/м	±1 мкм/60 мм
RGS40-P	Шаг 40 мкм, полиэфирное покрытие, обеспечивающее повышенную стойкость в воздействию химических агентов	±15 мкм/м	±5 мкм/м	±1,5 мкм/60 мм
RGSZ20-S	Золотистая масштабная лента с шагом 20 мкм, лаковым покрытием, самоклеящейся основой и оптическими нулевыми метками IN-TRAC по выбору заказчика	±15 мкм/м	±3 мкм/м	±0,75 мкм/60 мм
RGSZ20-P	Шаг 20 мкм, полиэфирное покрытие, обеспечивающее повышенную стойкость в воздействию химических агентов	±15 мкм/м	±5 мкм/м	±1,5 мкм/60 мм

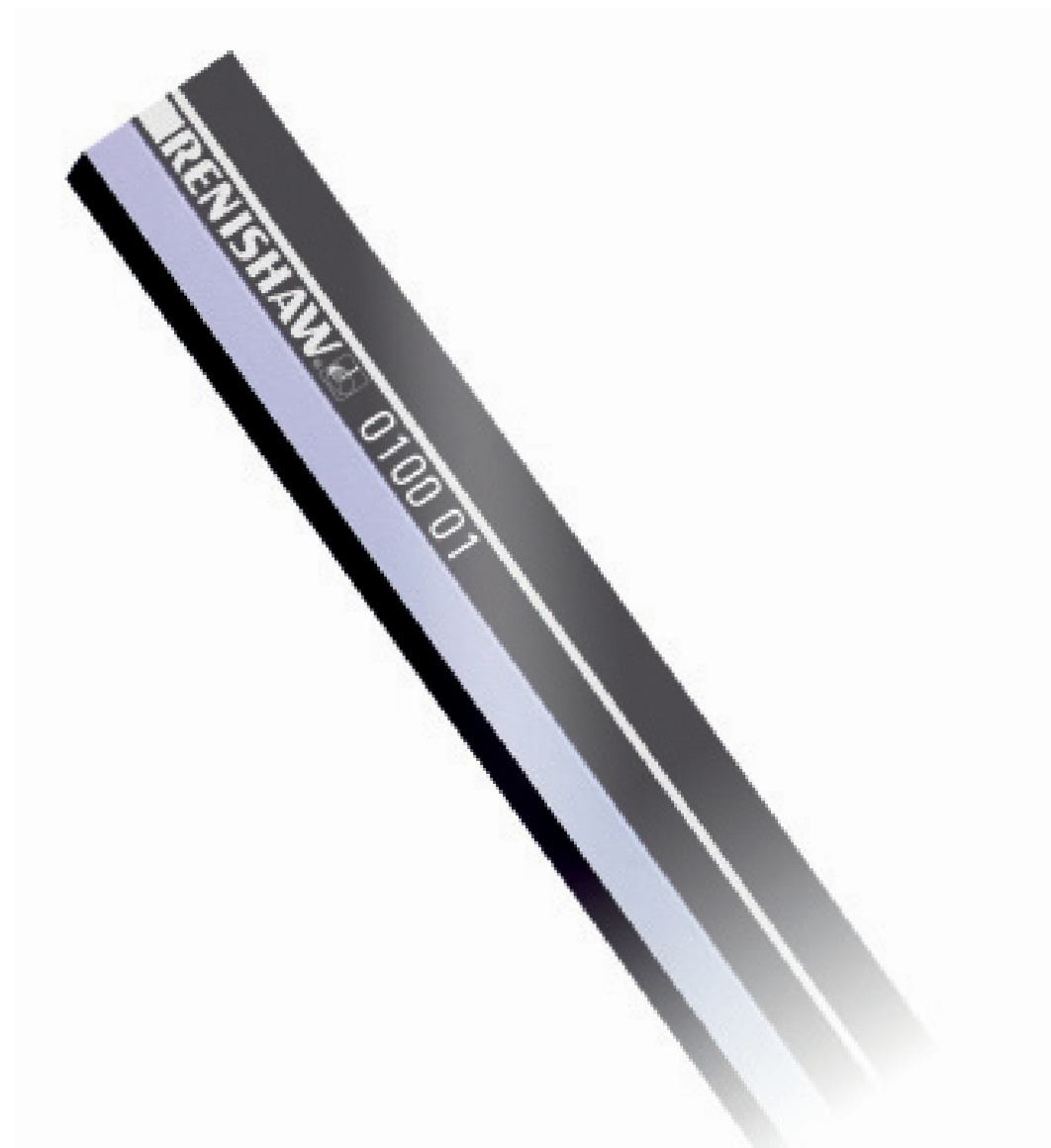
Стекло́нная линейка RGS40-G

Изделие RGS40-G представляет собой стеклянную 40 мкм линейку со штрихами из хрома; эта линейка удобна в установке и может крепиться непосредственно на подложку с помощью механических зажимов и специального клея. Линейка RGS40-G отличается компактностью, имея поперечное сечение 3 x 18 мм; предлагается в восьми исполнениях разной длины, от 120 мм до 1 м.

Стекло́нная линейка RGS40-G исключительно хорошо подходит для решения задач, при которых требуется шкала, сжатие и расширение которой с изменением температуры не зависит от состояния подложки, а также необходима высокая точность без коррекции погрешности наклона. При необходимости компенсацию влияния температуры на параметры линейки можно легко осуществить путем задания коэффициента теплового расширения шкалы в хост-контроллере. Линейка RGS40-G нашла применение в самых разных областях, включая столы с линейными перемещением, линейные двигатели, научные и метрологические приборы, оптический контроль, координатные столы с перемещением по координатам X и Y, а также медицинское оборудование.

Линейка RGS40-G используется совместно со считывающими головками RGH34 и RGH40 компании Renishaw. Такая система с бесконтактным оптическим принципом действия обеспечивает высокую скорость работы и невосприимчива к наличию пыли, загрязнений и царапин, – всё это сделало эту линейку исключительно востребованной в отрасли.

Шкала	Описание	Точность при 20 °C	Коэффициент теплового расширения
RGS40-G	Шаг 40 мкм, штрихи из хрома на стеклянном носителе	От ±0,7 до ±4,2 мкм, в зависимости от длины (см. отдельный проспект с полными данными)	8,5 мкм/м/°C



Направляющие FASTRACK – исполнения со шкалами RTLC (инкрементальная) и RTLA (абсолютная)

Новаторская система крепления шкалы в направляющих FASTRACK сочетает точность ± 5 мкм/м с надежностью нержавеющей стали и возможностью быстрой и удобной установки энкодерной системы. Эти направляющие предназначены для решения задач, требующих высокой точности и простой процедуры замены шкалы.

Система FASTRACK для шкал представляют собой две миниатюрные направляющие, допускающие жесткие условия эксплуатации. Эти направляющие надежно удерживают тонкие шкалы компании Renishaw (с поперечным сечением $8 \times 0,2$ мм) и допускают беспрепятственное расширение шкал с собственным коэффициентом теплового расширения; при этом обеспечивается практически нулевой гистерезис. Например, значение гистерезиса в случае 2-метровой оси с зажимом по центру, составляет доли микрона в пределах всего диапазона рабочих температур. В случае повреждения шкалу можно вынуть из направляющих и быстро заменить новой, даже в условиях ограниченного доступа, - это позволяет снижать время простоя оборудования.

Систему FASTRACK можно использовать в качестве элемента модульного решения либо с инкрементальной шкалой RTLC компании Renishaw и сверхкомпактной считывающей головкой TONiC, либо с новым линейным абсолютным энкодером RESOLUTE и абсолютной шкалой RTLA. Особенностью обоих энкодеров является новейшая оптоэлектроника, обеспечивающая разрешения до 1 нм, низкую ошибку подразбиения (SDE) и очень низкий уровень джиттера, что делает контроль скорости более плавным и дает исключительную стабильность позиционирования.

Система крепления шкал линейного энкодера FASTRACK отличается также чрезвычайно простой процедурой установки. Самоклеящиеся направляющие предусматривают временную вставку, которую после установки направляющих удаляют ручным инструментом. Затем в направляющие с любого конца вставляют шкалу, которую закрепляют при помощи цианоакрилового клея на подложке в единственной базовой точке, расположенной в любом месте вдоль оси. В случае работы с инкрементальной шкалой TONiC RTLC на системе FASTRACK можно также установить ограничительные магниты и указатель нулевой метки (шкала RTLC имеет нулевые метки IN-TRAC, расположенные с постоянным интервалом); для этого в качестве альтернативы клею поставляется болтовой зажим.

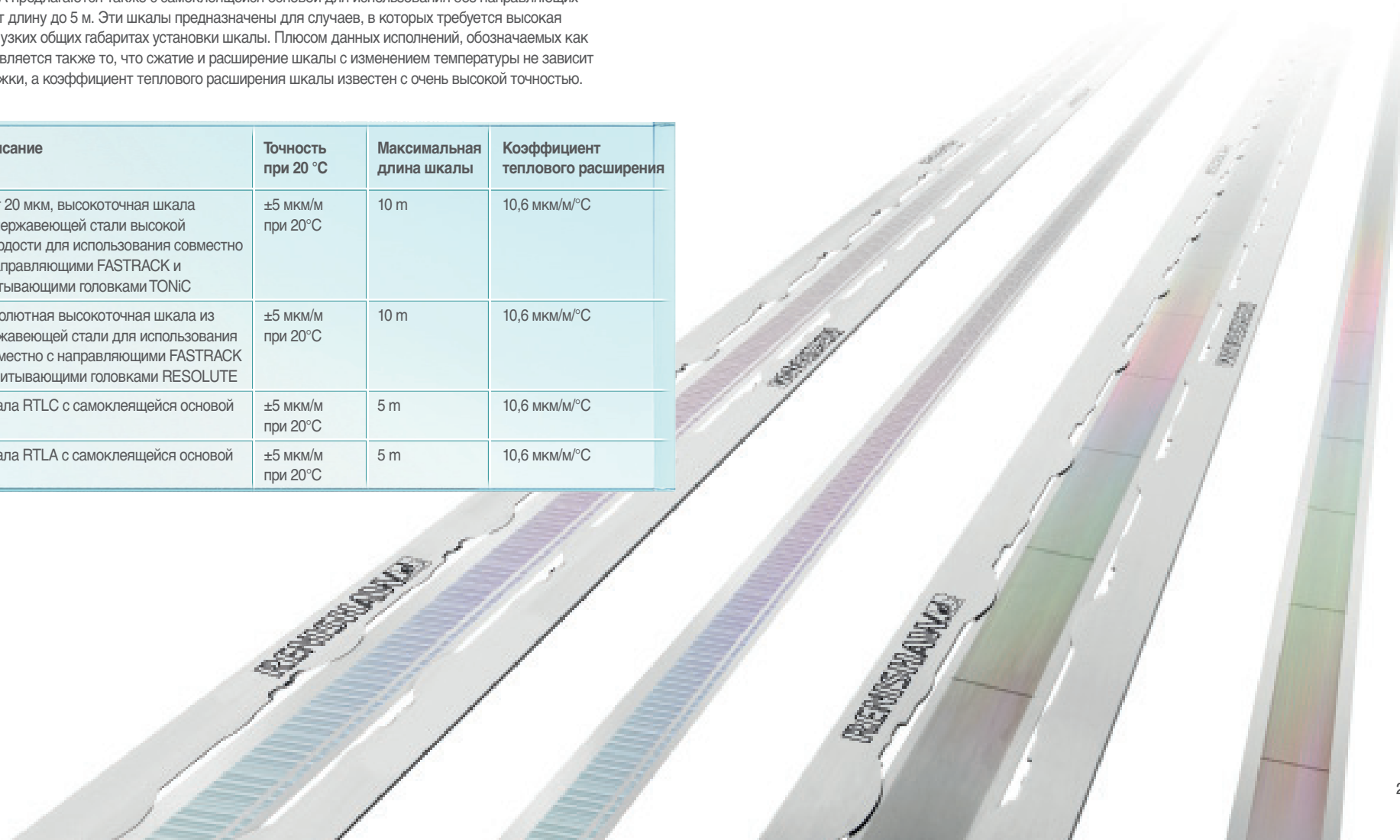
Направляющие FASTRACK поставляются на катушке, от которой можно отрезать кусок нужной длины непосредственно на месте установки, что дает производителям станков возможность минимизировать время хранения и запасы на складе. Замеры и резка выполняются очень легко и быстро благодаря широким допускам и использованию настольных гильотинных ножниц (заказываемых также у компании Renishaw). Такая гибкость делает масштабную систему нового линейного энкодера идеальной для больших машин, которые требуют разделения на секции для транспортировки к месту их монтажа: просто используйте отдельные секции FASTRACK и пустите линейку по соединениям (зазор может достигать 25 мм), определенно зная, что линейку можно установить, снять и устанавливать повторно столько раз, сколько будет необходимо.



Модели RTLC-S и RTLA-S с самоклеющейся основой

Шкалы RTLC и RTLA предлагаются также с самоклеющейся основой для использования без направляющих FASTRACK, и имеют длину до 5 м. Эти шкалы предназначены для случаев, в которых требуется высокая точность при более узких общих габаритах установки шкалы. Плюсом данных исполнений, обозначаемых как RTLC-S и RTLA-S, является также то, что сжатие и расширение шкалы с изменением температуры не зависит от состояния подложки, а коэффициент теплового расширения шкалы известен с очень высокой точностью.

Шкала	Описание	Точность при 20 °C	Максимальная длина шкалы	Коэффициент теплового расширения
RTLC	Шаг 20 мкм, высокоточная шкала из нержавеющей стали высокой твердости для использования совместно с направляющими FASTRACK и считывающими головками TONiC	±5 мкм/м при 20°C	10 м	10,6 мкм/м/°C
RTLA	Абсолютная высокоточная шкала из нержавеющей стали для использования совместно с направляющими FASTRACK и считывающими головками RESOLUTE	±5 мкм/м при 20°C	10 м	10,6 мкм/м/°C
RTLC-S	Шкала RTLC с самоклеющейся основой	±5 мкм/м при 20°C	5 м	10,6 мкм/м/°C
RTLA-S	Шкала RTLA с самоклеющейся основой	±5 мкм/м при 20°C	5 м	10,6 мкм/м/°C



RELM / RELA

Шкалы RELM (инкрементальная) и RELA (абсолютная) из сплава ZeroMet

Шкала RELM изготавливается из сплава ZeroMet, железо-никелевого сплава, имеющего исключительно стабильный низкий коэффициент теплового расширения. Данная шкала выпускается в диапазоне стандартных длин до 1130 мм; по заказу возможно изготовление шкалы конкретной нужной длины. Коэффициент теплового расширения шкалы RELM составляет $\sim 0,6$ мкм/м/°C (в диапазоне температур 0-30°C); каждое отдельное изделие имеет аттестованную точность в пределах ± 1 мкм, что позволяет обеспечивать чрезвычайно точную обратную связь. За счет высокой прочности сплава ZeroMet из него удастся изготавливать линейки с гораздо меньшим поперечным сечением, нежели из стекла. Кроме того, такие линейки не требуют соблюдения особой осторожности при транспортировке и установке, поскольку нет опасности разбить их.

На шкале RELM встроена разработанная компанией Renishaw оптическая нулевая (референтная) метка IN-TRAC с автоматическим фазированием; эта метка находится по центру линейки или на расстоянии 20 мм от ее края (исполнение RELE). Нулевая метка IN-TRAC™ обеспечивает двустороннюю повторяемость прихода в нулевую точку во всем интервале рабочих температур и скоростей перемещения, при этом ее присутствие совершенно не влияет на ширину системы. Также могут устанавливаться парные датчики концевового выключателя, ограничивающие диапазон перемещений. Для этого используются специальные наклейки, которые крепятся пользователем самостоятельно. При встраивании энкодера в свою конструкцию проектировщики могут предусмотреть механический монтаж линейки с помощью скоб и базового зажима или посадку на самоклеящуюся основу с использованием базовой точки, создаваемой эпоксидным клеем.

Шкала RELA является абсолютным исполнением шкалы RELM, обеспечивая такую же высокую точность и малое тепловое расширение, но при этом дает возможность использовать преимущества измерений абсолютных перемещений: данные о положении становятся доступными сразу же после включения.

Шкала	Описание	Точность	Максимальная длина шкалы	Коэффициент теплового расширения
RELM	Шкала из сплава ZeroMet с наиболее высокой точностью для инкрементальных считывающих головок TONiC и SiGNUM; нулевая метка находится по центру.	± 1 мкм	1 130 мм	0,6 мкм/м/°C (0-30°C), < 1,4 мкм/м/°C (0-100°C)
RELE	Нулевая метка на расстоянии 20 мм от конца шкалы. Совместима с энкодерами TONiC и SiGNUM.	± 1 мкм	1 130 мм	0,6 мкм/м/°C (0-30°C), < 1,4 мкм/м/°C (0-30°C)
RELA	Шкала высокой точности из сплава ZeroMet с единственной абсолютной оптической дорожкой, используемая совместно с абсолютными считывающими головками RESOLUTE.	± 1 мкм	1 130 мм	0,6 мкм/м/°C (0-30°C), < 1,4 мкм/м/°C (0-30°C)

RSLM / RSLA

Шкалы RSLM (инкрементальная) и RSLA (абсолютные) из нержавеющей стали

Шкала RSLM компании Renishaw обеспечивает точность измерений, сравнимую с высокоточными стеклянными шкалами, и при этом предлагается в исполнениях длиной до 5 м. Эта шкала обеспечивает при 20°C суммарную точность (с учетом наклонов и отклонения от линейности) менее ±4 мкм на длине 5 м – наилучший результат в отрасли!

В сочетании со сверхнизкой ошибкой подразделения (SDE) ±30 нм энкодера TONiC шкала RSLM является идеальным выбором для измерений длинных перемещений, где требуется исключительная

точность. Предлагаются различные варианты реализации нулевых меток IN-TRACT на шкалах RSLM: координатно-кодированные метки для индексации коротких перемещений; метки, расположенные с равными промежутками, выбираемыми заказчиком; единственная нулевая метка по центру или у края шкалы. Парные оптические датчики конечного положения обеспечивают удобную индикацию конца перемещения.

Шкала RSLM обладает такой же точностью, как и стеклянная шкала с малым шагом, и при этом сравнима по удобству использования с гибкой

шкалой. Шкалу RSLM можно свернуть для хранения в кольцо, однако в распрямленном состоянии она имеет все свойства шкалы-линейки. При решении вопроса о креплении шкалы разработчики могут выбрать между специальной самоклеящейся основой и механическими зажимами.

Шкала RSLA является абсолютным исполнением шкалы RSLM и используется со считывающей головкой RESOLUTE (стр. 20); она удобна в установке и обеспечивает высокую точность на длине до 5 м, давая при этом возможность использовать преимущества измерений абсолютных перемещений: данные о положении становятся доступными сразу же после включения.

Шкала	Описание	Точность при 20 °C	Максимальная длина шкалы	Коэффициент теплового расширения
RSLM	Высокоточная шкала из нержавеющей стали, совместимая со считывающими головками TONiC и SiGNUM. Нулевая метка находится по центру шкалы.	±1,5 мкм на длинах до 1 м ±2,25 мкм на длинах до 2 м ±3 мкм на длинах до 3 м ±4 мкм на длинах до 5 м ±6 мкм на длинах до 7,5 м ±8 мкм на длинах до 10 м	5 м	10,8 мкм/м°C
RSLE	Аналогична шкале RSLM, но нулевая метка находится на расстоянии 20 или 70 мм от конца шкалы.	Аналогично шкале RSLM	5 м	10,8 мкм/м°C
RSLC	Аналогична шкале RSLM, но нулевые метки выбираются пользователем.	Аналогично шкале RSLM	5 м	10,8 мкм/м°C
RSLR	Нулевые метки отсутствуют. Используется со считывающими головками RGH20 и RGH20F/20F UHV (для сверхвысокого вакуума).	Аналогично шкале RSLM	5 м	10,8 мкм/м°C
RSLA	Абсолютная шкала из нержавеющей стали с одной дорожкой и шагом 30 мкм, обеспечивающая исключительно высокие характеристики систем управления перемещениями. Совместима со считывающими головками RESOLUTE	Аналогично шкале RSLM	5 м	10,8 мкм/м°C

Шкалы угловых энкодеров

Общие сведения

Строго говоря, угловыми энкодерами называются преобразователи угловых перемещений, имеющие 10 000 и более импульсов на оборот, точность которых выше ± 10 угловых секунд, а под «круговыми датчиками» подразумеваются энкодеры, которые не удовлетворяют этим критериям. Это различие часто игнорируется, и угловым энкодером называют любой преобразователь угловых перемещений.

Говоря об угловых энкодерах, представляют энкодер в корпусе, в котором находятся его подшипники, уплотнения и внутренняя или наружная соединительная муфта. В таких энкодерах используется в качестве измерительного стандарта стеклянный диск. Эти энкодеры широко применяются в самых разных отраслях. Однако конструкции этих устройств присущи недостатки: наличие гистерезиса и геометрические ошибки, связанные с соединительными муфтами, люфты и резонансные явления влияют на точность измерений, а сложность и непрочность механической части становятся причиной отказа при помещении устройства в жесткие условия эксплуатации.

Компания Renishaw при разработке энкодеров выбрала иной подход. Во всех оптических энкодерах компании реализован модульный принцип конструкции: прочная, надежная считывающая головка и кольцо с очень точной градуировкой из нержавеющей стали. Тем самым обеспечивается ряд преимуществ в отношении надежности эксплуатации, особенно в условиях, где имеют место сильные удары и вибрация. Кроме того, точность измерений такой системой может быть существенно повышена за счет крепления кольца энкодера непосредственно на вращающемся валу. В этом случае такие явления, как механический гистерезис и снижение точности, связанное с соединительными муфтами и изгибами, устраняются.

Самые большие кольца представляют собой базируемые по конусу детали с А-образным сечением; они используются в сериях RESR, RESM (инкрементальная) и RESA (абсолютная). Эти изделия имеют очень малую высоту поперечного сечения и предусматривают установку на сопряженный конус (несамотормозящий конус с углом 30°), сделанный на валу пользователя. При затягивании крепежа в определенной зоне кольца происходит дальнейшее насаживание его на конус в этой точке, что дает, таким образом, небольшое увеличение радиуса в этой зоне. Пользуясь этим методом, можно добиться очень точной степени концентричности шкалы, а следовательно, высокой точности, даже в случае эксцентричного вала – тем самым снижаются затраты на подготовку вала. Вдобавок, как только винты будут должным образом затянуты, система становится очень устойчивой по отношению к колебаниям температуры и к ударам.

Для решения тех задач, где требуется особо высокая точность, разработаны кольца REXM (инкрементальное) и REXA (абсолютное) (стр. 32 и 33) с сечением большей толщины, что позволяет устранить отклонения от окружности, и поэтому погрешности установки определяются только эксцентricностью. Использование этих колец с двумя считывающими головками, установленными по диаметру, дает компенсацию погрешностей, связанной с эксцентricностью, а также устраняет влияние смещения/биения подшипников. Будучи установленными с соблюдением требуемых параметров, что легко выполнить, следуя указаниям, данным в руководстве по установке, эти кольца имеют общую точность после установки (installed accuracy) выше ± 1 угл. секунды, даже в случае колец диаметром всего 100 мм. В целях получения еще более высокой точности могут

устанавливаться дополнительные считывающие головки. Результат собственных заводских испытаний кольца REXM с использованием 5 считывающих головок дал точность равную $\pm 0,1$ угл. секунды! Данный энкодер является достаточно стойким к жестким условиям эксплуатации и может, таким образом, использоваться на станках, телескопах и в военных и аэрокосмических системах.

Для работы в условиях, являющихся слишком жесткими или загрязненными для оптического энкодера, компания Renishaw поставляет кольцевые энкодеры, изготавливаемые ассоциированной компанией RLS d.o.o. Кольца, в том числе нестандартных размеров, намагничены в радиальном или осевом направлении, что обеспечивает дополнительные возможности для решения задач пользователя.

Магнитные кольца MR

Магнитные кольца энкодеров могут изготавливаться в самых разных исполнениях с учетом конкретного применения. Необходимо учитывать как ограничения на размеры, так и точность после установки, а также условия окружающей среды. Магнитные кольца энкодеров в состоянии выдерживать самые жесткие условия окружающей среды и хорошо подходят для тех случаев, в которых энкодеры других типов подвержены сбоям.

С этими кольцами могут использоваться, с учетом шага шкалы и требованиям к референтным (нулевым) меткам, считывающие головки LM10, LM13 и LM15, а также сенсорная система RoLin. Таблица совместимости приведена на стр. 34.

Кольца изготавливаются из магнитотвердых ферритов или путем осаждения слоя магнитоэласта с ферритом на подложку из углеродистой или нержавеющей стали. Затем выполняется их намагничивание с учетом нужного шага/количества штрихов. На каждом кольце могут быть дополнительно предусмотрены нулевые метки.

Диапазон возможных диаметров колец: от 14 до 300 мм. Для диаметров большей величины компания Renishaw разработала новый метод, состоящий в оборачивании линейной шкалы вокруг вала. Такой подход устраняет необходимость в установочных поверхностях с жесткими допусками и решает проблемы, связанные с тепловым расширением. Диапазон возможных диаметров колец: от 14 до 300 мм. Кольца изготавливаются с радиальным или осевым считыванием, в зависимости от конкретной задачи.



Кольца RESR/RESM (инкрементальная шкала) и RESA (абсолютная шкала)

Изделия RESR, RESM и RESA представляют собой цельные кольца из нержавеющей стали с делениями, нанесенными с малым шагом непосредственно на их боковую поверхность. Кольца RESR и RESM снабжены инкрементальной шкалой, а исполнение RESM имеет IN-TRAC оптическую референтную метку с автоматическим фазированием. На кольцах RESA нанесена уникальная абсолютная шкала с единственной дорожкой, которая содержит в едином коде данные об абсолютном положении и инкрементальные данные (фаза).

Кольца RESR, RESM и RESA отличаются впечатляющей точностью и прецизионностью, обладая разрешением до 0,0003 угл. секунды (RESA – 32 бит), что позволяет использовать их там, где требования к точности особенно высоки. Бесконтактный принцип конструкции позволяет устранить погрешности, определяемые люфтами, кручением вала и механическим гистерезисом, которые являются бичом всех обычных энкодеров закрытого типа.

Считывание колец RESR выполняется энкодерами RGH20, RGH20F, RGH34 и RGH41. Считывание колец RESM выполняется энкодерами TONiC and SiGNUM. Эти угловые энкодеры отличаются высокой устойчивостью работы в условиях, когда имеются загрязнения, царапины и отпечатки пальцев, которые могут приводить к ошибкам счета энкодеров других производителей.

Эти кольца с малым сечением и большим внутренним диаметром легко встраиваются в нужную конструкцию, а уникальный способ монтажа на конус позволяет пользователям снижать затраты на подготовку вала, уменьшать время установки, а также оптимизировать точность и обеспечивать высокую надежность в условиях повышенной вибрации и сильных ударов.

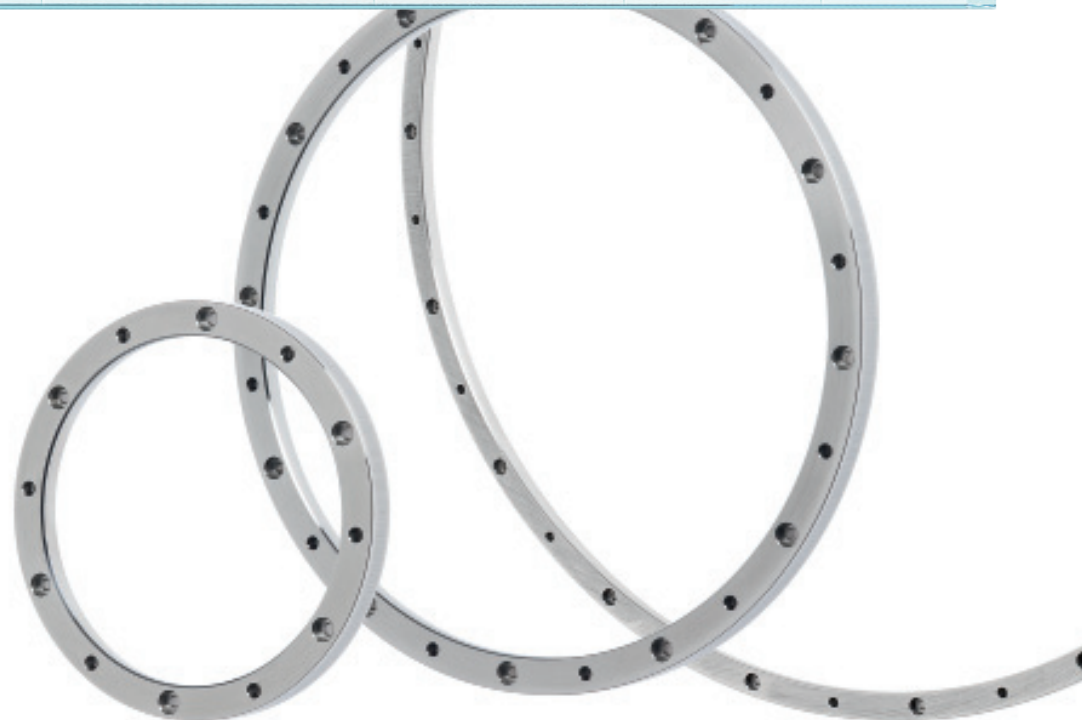
Кольца RESR, RESM и RESA выпускаются с широким диапазоном диаметров (от 52 до 550 мм) и количества штрихов; по заказу могут изготавливаться кольца с конкретными, даже более высокими, значениями диаметра.

Кольца RESA (абсолютная шкала) совместимы со считывающей головкой RESOLUTE; такой истинно абсолютный энкодер определяет абсолютное положение сразу после включения, а это означает, что управление перемещением оси становится возможным мгновенно, без какой-либо задержки. Более того, RESOLUTE обеспечивает очень высокую разрешающую способность до 32 бит (4,29 миллиардов единиц за один оборот) в сочетании с очень высокой тангенциальной скоростью до 100 м/с. Для критичных с точки зрения безопасности систем интегральные алгоритмы проверки положения также будут представлять особый интерес.

* Точность градуировки – максимальная разность между углом, измеренным одной считывающей головкой, и действительным углом поворота энкодера по завершении градуировки. Ошибки установки, например, эксцентриситет, не учитываются. Точность системы – это точность градуировки плюс ошибка подразбиения (SDE).

На точность системы уже после установки влияют ошибки монтажа, например, эксцентриситет. За дополнительной информацией следует обращаться к местному представителю компании Renishaw.

Шкала	Описание	*Точность градуировки (с учетом размера кольца)	Диаметр колец	Метод монтажа
RESR	Цельное кольцо из нержавеющей стали со штрихами, нанесенными непосредственно на его боковую поверхность.	±0,5 угл. секунды (на кольце диаметром 550 мм)	Ø52 мм - Ø550 мм Количество штрихов: от 4 096 до 86 400	Монтаж на конус или посадка с натягом
RESM	Цельное кольцо из нержавеющей стали, на боковую поверхность которого нанесены деления с шагом 20 мкм, и у которого имеется оптическая нулевая метка IN-TRAC™ с автоматическим фазированием.	±0,5 угл. секунды (на кольце диаметром 550 мм)	Ø52 мм - Ø550 мм Количество штрихов: от 8 192 до 86 400	Монтаж на конус или посадка с натягом
RESA	Цельное кольцо из нержавеющей стали с истинно абсолютной шкалой в виде единственной дорожки, нанесенной на боковую поверхность.	±0,5 угл. секунды (на кольце диаметром 550 мм)	Ø52 мм - Ø550 мм	Монтаж на конус или посадка с натягом



Кольца REXM (инкрементальная шкала) и REXA (абсолютная шкала)

Для задач, где требуется максимальная точность замера углов, угловые энкодеры с кольцами REXM и REXA обеспечивают качественно новый уровень работы: общую точность после установки выше ± 1 угл. секунды, нулевые погрешности, связанные с соединительными муфтами, и исключительно высокую повторяемость.

Кольца REXM и REXA из нержавеющей стали имеют деления, нанесенные с высокой точностью непосредственно на их боковую поверхность. Однако эти кольца обладают большей высотой радиального поперечного сечения, что позволяет сводить к минимуму все погрешности установки за исключением эксцентриситета; последний легко устраняется с использованием пары считывающих головок. На кольце REXM выполнена градуировка инкрементальной шкалы с шагом 20 мкм, а на кольце REXA нанесена уникальная абсолютная шкала (разработка Renishaw) с единственной дорожкой, которая содержит в едином коде данные об абсолютном положении и инкрементальные данные (фаза). Таким образом, это кольцо совместимо со считывающей головкой RESOLUTE.

Шкала	Описание	Установленная точность	Диаметр колец	Метод монтажа
REXM	Кольцо из нержавеющей стали с делениями инкрементальной шкалы, нанесенными в осевом направлении на его боковую поверхность. Используется совместно с энкодерами TONiC или SiGNUM; добавление интерфейса DSi обеспечивает сверхвысокую точность.	(диаметр >100 мм) ± 1 угл. секунда (диаметр >75 мм) $\pm 1,5$ угл. секунда (диаметр >57 мм) ± 2 угл. секунда	От Ø52 мм до Ø417 мм	Монтаж на фланец
REXA	Кольцо из нержавеющей стали с делениями абсолютной шкалы, нанесенными в осевом направлении на его боковую поверхность. Обеспечивает систему сверхвысокой точности при использовании с двумя считывающими головками RESOLUTE.	(диаметр >100 мм) ± 1 угл. секунда (диаметр >75 мм) $\pm 1,5$ угл. секунда (диаметр >57 мм) ± 2 угл. секунда	От Ø52 мм до Ø417 мм	Монтаж на фланец

Кольцо REXM может использоваться совместно со считывающими головками TONiC и SiGNUM и предусматривает возможность работы со сдвоенным интерфейсом DSi (Dual Signal interface). В интерфейсе DSi выполняется объединение выходных сигналов двух считывающих головок и одновременно обеспечивается повторяемость положения референтной (нулевой) метки, задаваемого пользователем (называемого rproZ™). Получаемый по этой запатентованной технологии выходной референтный сигнал rproZ фиксируется в соответствии с выбранным пользователем углом простым нажатием кнопки. В дальнейшем повторяемость по углу инкрементальных сигналов и сигнала нулевой метки продолжает поддерживаться независимо ни от биения/смещения подшипников, ни от колебаний мощности в электросети.

Кольца REXA позволяют использовать все преимущества считывающей головки RESOLUTE; такой истинно абсолютный энкодер определяет абсолютное положение сразу после включения, а это означает, что управление перемещением оси становится возможным мгновенно, без какой-либо задержки. Более того, RESOLUTE на REXA обеспечивает очень высокую разрешающую способность до 32 бит (4,29 миллиардов единиц за один оборот) в сочетании с очень высокой тангенциальной скоростью до 100 м/с. Для критичных с точки зрения безопасности систем интегральные алгоритмы проверки положения также будут представлять особый интерес.

Аналогично случаям TONiC или SiGNUM DSi две считывающие головки RESOLUTE могут использоваться вместе, что дает энкодерную систему сверхвысокой точности. После устранения эксцентриситета благодаря такой паре считывающих головок RESOLUTE или интерфейсу DSi единственными погрешностями остаются ошибка градуировки и ошибка подразделения (SDE), каждая из которых представляет собой очень малую величину. При использовании кольца REXM или REXA с парой головок становится возможным достижение общей точности после установки выше ± 1 угл. секунды.

Будучи бесконтактной системой, кольца REXM и REXA фиксируются непосредственно на роторе, что позволяет избавиться от погрешностей, вносимых соединительной муфтой, кручением вала, и от других ошибок, определяемых механическим гистерезисом, которые являются бичом энкодеров закрытого типа.



Совместимость изделия: магнитная серия

Считывающая головка Линейные или кольцевые	LM10	LM13	LM15	RoLin	Дополнительные устройства и приспособления				
	Стандартная	Компактная	Большой шаг	Бескорпусное исполнение	Рельс Система	Координатно-кодированная референтная метка	Защитная лента	Наклейка на нулевой метке	Встроенная референтная метка
	MS05 линейный				37				
MS10 линейный	38	38			✓	✓	✓	✓	✓
MS12 линейный	38	38			*		✓		✓
MS15 линейный			38		✓	✓	✓		✓
Кольцо/неполная окружность MR	39	39	39	37					✓

Тип выходного сигнала Энкодер	Инкрементальный		SSI	Аналоговый	Линейное напряжение		Линейный ток	UVW
	5 V	24 V			5 V	24 V		
	RMB20	55		55	55	55		
RMB28	55	55	55	55	55			55
RMB29				55				
RMB30	55	55	55	55		55	55	
RMF44	55	55	55	55	55			55
RE22	55		55	55	55			
RE36	55	55	55			55	55	
RM22	55		55	55	55			
RM44	55	55	55	55	55			55
RM36	55	55	55			55	55	55

Совместимость изделия: оптическая серия

Считывающая головка Шкала			Инкрементальный								Абсолютная			
			20 мкм				40 мкм				20 мкм		30 мкм	
			Компактная	Низкий профиль RGH20 + интерфейс	Стандартная	Компактная	Низкий профиль RGH24 + интерфейс	Бескорпусная	Стандартная		Компактная + интерфейс	Высокая скорость IP64 + интерфейс	Стандартная	Расширенный диапазон температур
			RGH20	RGH20F RGH20F UHV	RGH22	RGH24	RGH25F RGH25F UHV	RGH34	RGH40	RGH41	TONiC TONIC UHV	SIGNUM	RESOLUTE RESOLUTE UHV	RESOLUTE ETR
Линейная	Позолоченная лента	RGS20-S		41	42	42								
		RGS40-S					43		45					
		RGSZ20								46				
	Хром на стекле	RGS40-G					43	44						
		Направляющие с гибкой шкалой из нержавеющей стали	FASTRACK RTLC								47			
	RTLC-S									47				
	FASTRACK RTLA											51		
	RTLA-S											51		
	Линейка из сплава ZeroMet	RELM								48	49			
		RELA										52		
Линейка из нержавеющей стали	RSLM	*	*						48	49				
	RSLA										53			
Угловая	Кольцо из нержавеющей стали	RESR	57	57			58	59						
		RESM								60	61			
		RESA										65	65	
	Кольцо из нержавеющей стали сверхвысокой точности	REXM								62	63			
		REXA										65	65	

Магнитные линейные и кольцевые энкодерные системы

Магнитные линейные и кольцевые энкодерные системы компании RLS получили широкую известность благодаря своей прочной конструкции, надежности и работе при высоких скоростях. Каждое изделие легко устанавливается и обладает высокой степенью невосприимчивости к наличию загрязнений, а также предусматривает работу при ряде разрешений с программируемыми пользователем опциями. Ниже приводятся характеристики этих изделий.

Последняя модель магнитного энкодера компании RLS, RoLin, с датчиком миниатюрных размеров, предназначена для случаев встроенного управления перемещениями, где она используется в качестве элемента обратной связи по положению системы управления. Этот энкодер может использоваться для измерения как линейных, так и угловых перемещений, со считыванием как на наружной, так и на боковой поверхности кольца.

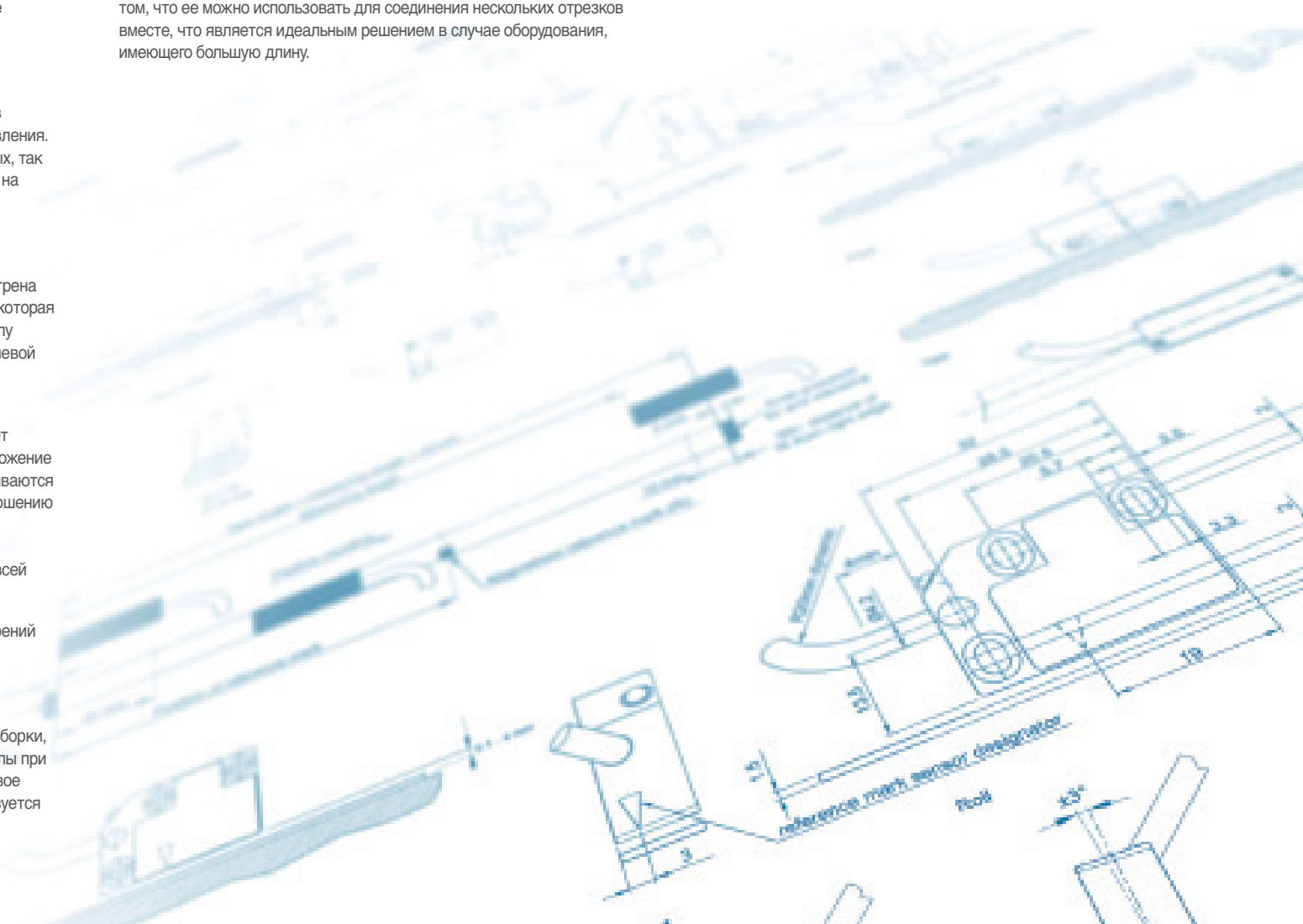
Считывающие головки LM10, LM13 и LM15 имеют на корпусе встроенный индикатор настройки, они отличаются простотой монтажа, обладая широкими допусками на установку. Предусмотрена референтная (нулевая) метка с двусторонней повторяемостью, которая активируется либо с помощью уже встроенной в магнитную шкалу меткой, либо путем наклеивания сверху на шкалу этикетки с нулевой меткой.

Предлагается также шкала с координатно-кодированными референтными метками (DCRM). Наличие таких меток позволяет измерительной системе заново установить свое абсолютное положение после прохождения небольшого расстояния. Тем самым обеспечиваются значительные преимущества, особенно на длинных осях, по отношению к традиционным инкрементальным системам с единственной референтной меткой, в которых для повторного установления абсолютного положения может потребоваться перемещение по всей длине оси.

Устройства LM10, LM13, LM15 и RoLin пригодны также для измерений по неполной окружности. На цилиндрических поверхностях с диаметром не менее 120 мм может крепиться самоклеящаяся магнитная шкала.

Для таких случаев, как оборудование для автоматизированной сборки, печатных и других машин, где требуется установка и снятие шкалы при транспортировке, а также в ситуациях, требующих, чтобы тепловое расширение шкалы не зависело от состояния подложки, используется система направляющих TRS.

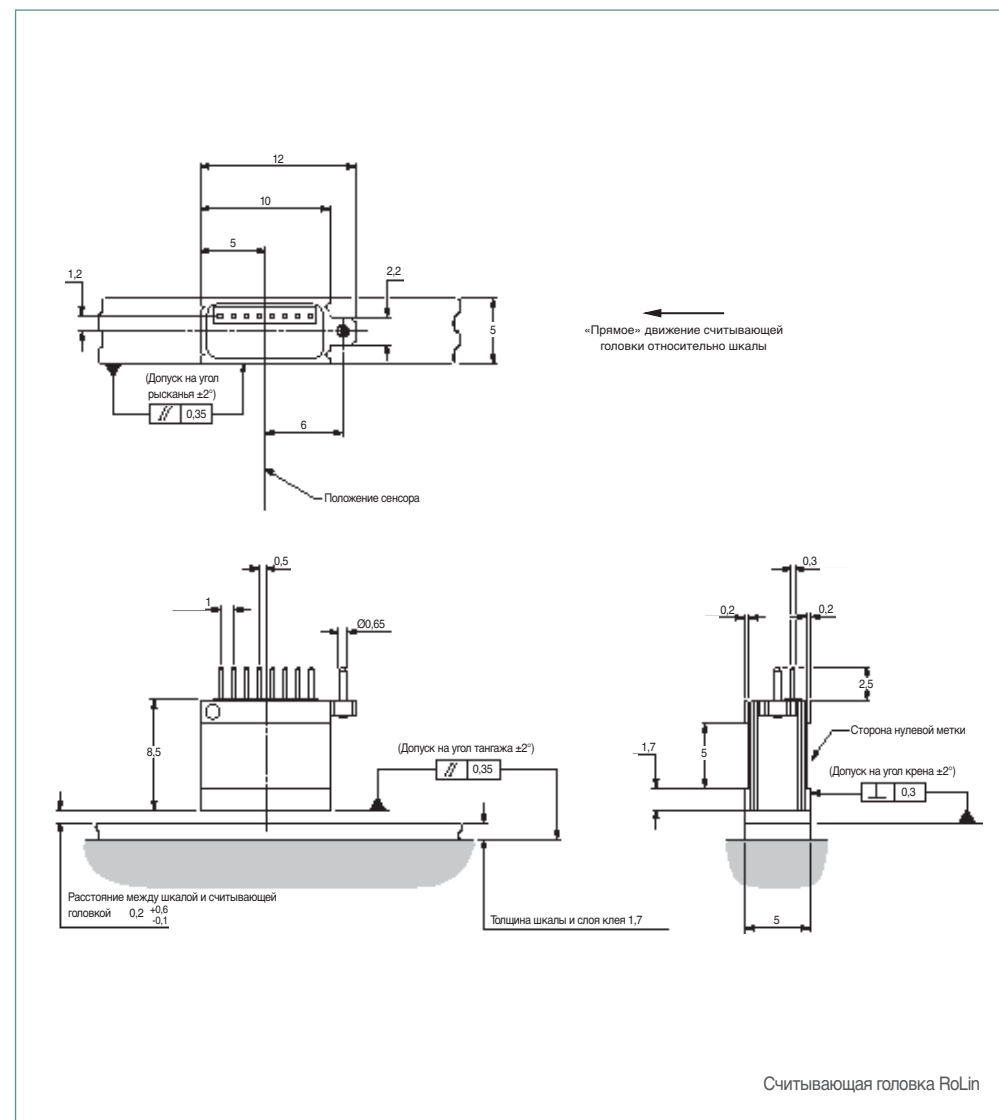
Система TRS включает в себя алюминиевые направляющие, поставляемые в отрезках длиной 1 и 2 м, и приспособление для зажима шкалы, которое обеспечивает ее надежное крепление, допуская при этом свободное расширение и сжатие шкалы в пределах направляющих. Дополнительное преимущество этой системы состоит в том, что ее можно использовать для соединения нескольких отрезков вместе, что является идеальным решением в случае оборудования, имеющего большую длину.



Линейная шкала MS05 и кольца MR и...

Считывающая головка RoLin

Измерительная шкала	MS05: магнитная линейная шкала MR: магнитные кольца
Шаг шкалы	2 мм
Точность при 20°C	±40 мкм/м
Диапазон измерений	Линейная шкала MS05: не более 50 м Кольцо MR, осевое считывание: 92 и 90 полюса (полюсное деление 2 мм) Кольцо MR, радиальное считывание: 76 полюсов (полюсное деление 2 мм)
Референтная (нулевая) метка	Двусторонняя повторяемость до 1 единицы разрешения Уже установленные, координатно-кодированные, периодические или по выбору пользователя
Разрешение	От 125 мкм до 0,244 мкм
Максимальная скорость	40 м/с (в зависимости от разрешения)
Класс защиты	IP68
Электрическое подключение	Только штырьковые контакты Дополнительный гибкий кабель (длиной от 73 до 136 мм)
Питание	От 4,75 до 5,5 В (с защитой от обратной полярности)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 300 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	300 м/с ² , 11 мс, ½ синусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	от -20 °С до +85 °С
Тип выходного сигнала	
Цифровой	TTL или дифференциальный RS422, защита от короткого замыкания
Гистерезис	3 мкм при расстоянии между шкалой и считывающей головкой 0,2 мм
Ошибка подразбиения (SDE)	±3,5 мкм при расстоянии между шкалой и считывающей головкой 0,2 мм

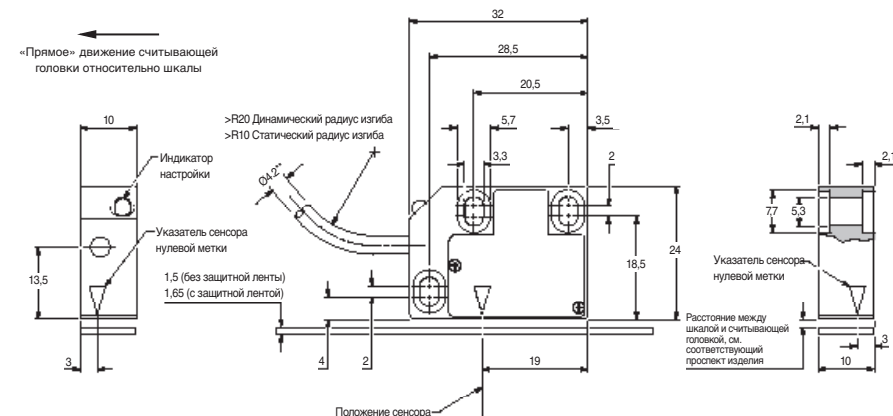


Магнитные линейные шкалы MS10/12/15 и...

Считывающие головки LM10, LM13 и LM15*

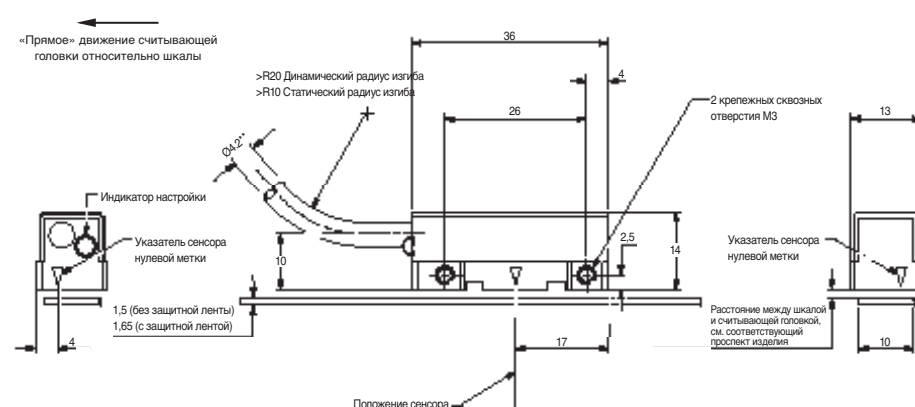
Измерительная шкала	MS10/12/15: магнитная шкала (см. таблицу совместимости на стр. 34)
Шаг шкалы	MS10: 2 мм MS12: 2,032 мм
Коэффициент теплового расширения	~17 мкм/м/°C
Точность при 20°C	MS10: ±20 мкм, ±40 мкм MS12: ±40 мкм
Диапазон измерений	До 100 м
Референтная (нулевая) метка	Двусторонняя повторяемость до 1 единицы разрешения Уже установленные, координатно-кодированные, периодические или по выбору пользователя
Разрешение	От 625 мкм до 1 мкм или от 25 600 dpi до 100 dpi Программируемое пользователем
Максимальная скорость	50 м/с (в зависимости от разрешения)
Класс защиты	IP68
Электрическое подключение	9-штырьковый разъем D-типа 15-штырьковый разъем D-типа 15-штырьковый HD разъем D-типа Без разъема
Питание	От 4,7 до 7 В (с защитой от обратной полярности; напряжение на считывающей головке) От 5 до 30 В (транзистор NPN с разомкнутым коллектором) От 4,7 до 7 В (аналоговый 1 Vpp или дифференциальный RS422)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 300 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	300 м/с ² , 11 мс, ½ синусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	От -10 °C до +80 °C (при неизменном положении кабеля: от -20 °C до +85 °C)
Тип выходного сигнала	Аналоговый 1 Vpp Цифровой Дифференциальный RS422, транзистор NPN с разомкнутым коллектором, защита от короткого замыкания
Гистерезис	LM10 / LM13: 3 мкм при расстоянии между шкалой и считывающей головкой 0,2 мм (без защитной ленты)
Ошибка подрабрения (SDE)	LM10 / LM13: ±3 мкм при расстоянии между шкалой и считывающей головкой 0,2 мм (без защитной ленты)
Максимальная длина кабеля	До 100 м, в зависимости от типа выходного сигнала

* Характеристики системы MS15 с LM15 см. на сайте www.rs.si/LM15



ПРИМЕЧАНИЕ: Допуск на угол тангажа ±3°, допуск на угол крена ±3° и допуск на угол рысканья ±1° (не показано в целях лучшей читаемости чертежа)

LM10 / LM15



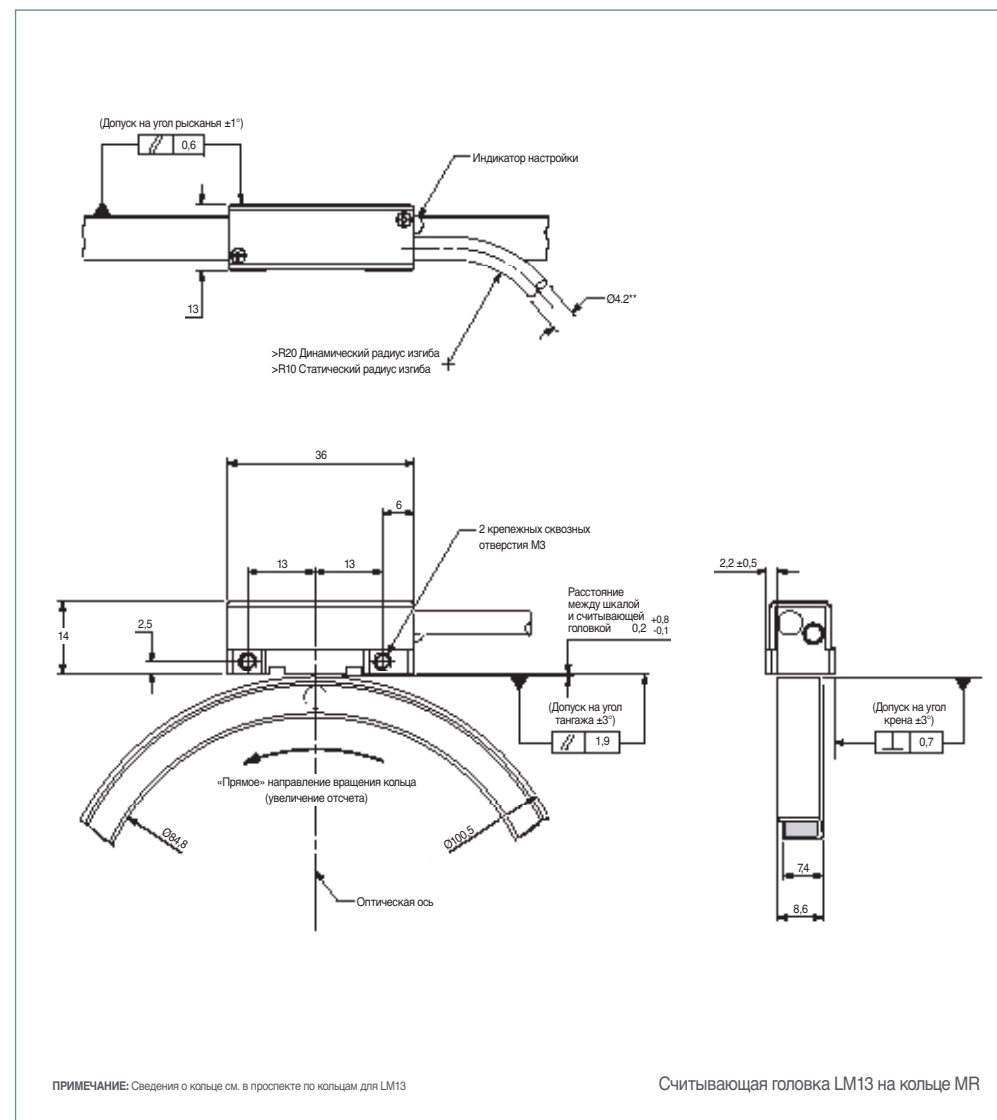
ПРИМЕЧАНИЕ: Допуск на угол тангажа ±3°, допуск на угол крена ±3° и допуск на угол рысканья ±1° (не показано в целях лучшей читаемости чертежа)

LM13

Кольцо/неполная окружность MR и...

Считывающая головка LM13*

Измерительная шкала	MR: магнитное кольцо (наружный диаметр 100,5 мм)
Шаг шкалы	2,25° (около 2 мм)
Точность при 20°C	±0,2°
Референтная (нулевая) метка	Двусторонняя повторяемость до 1 единицы разрешения Уже установленные, периодические или по выбору пользователя
Разрешение	От 327 680 до 1 280 отсчетов на оборот Программируемое пользователем
Максимальная скорость	8 000 об/мин (по заказу до 20 000 об/мин, в зависимости от разрешения)
Класс защиты	IP68
Электрическое подключение	9-штырьковый разъем D-типа 15-штырьковый разъем D-типа 15-штырьковый HD разъем D-типа Без разъема
Питание	От 4,7 до 7 В (с защитой от обратной полярности; напряжение на считывающей головке)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 300 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	300 м/с ² , 11 мс, синусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	Считывающая головка: от -10 °C до +80 °C Кольцо: от -40 °C до +120 °C
Тип выходного сигнала	Аналоговый 1 Vpp Цифровой Дифференциальный RS422, защита от короткого замыкания
Гистерезис	12 угл. секунд при расстоянии между шкалой и считывающей головкой 0,2 мм
Ошибка подрабивания (SDE)	12 угл. секунд при расстоянии между шкалой и считывающей головкой 0,2 мм
Максимальная длина кабеля	До 100 м, в зависимости от типа выходного сигнала



* Считывающие головки LM10 и LM15 также совместимы с кольцами MR. См. сайт www.rfs.sj

Оптические линейные энкодерные системы (инкрементальные)

Оптические инкрементальные считывающие головки компании Renishaw получили широкое признание благодаря применяемой в них новейшей технологии, надежности и высоким характеристикам для этого класса устройств. Ниже приводятся характеристики этих изделий. Все изделия отличаются удобством установки и высокой устойчивостью работы при наличии загрязнений; уникальный встроенный индикатор настройки компании Renishaw позволяет постоянно следить за состоянием системы, что устраняет необходимость в использовании осциллографа или другого специального оборудования.

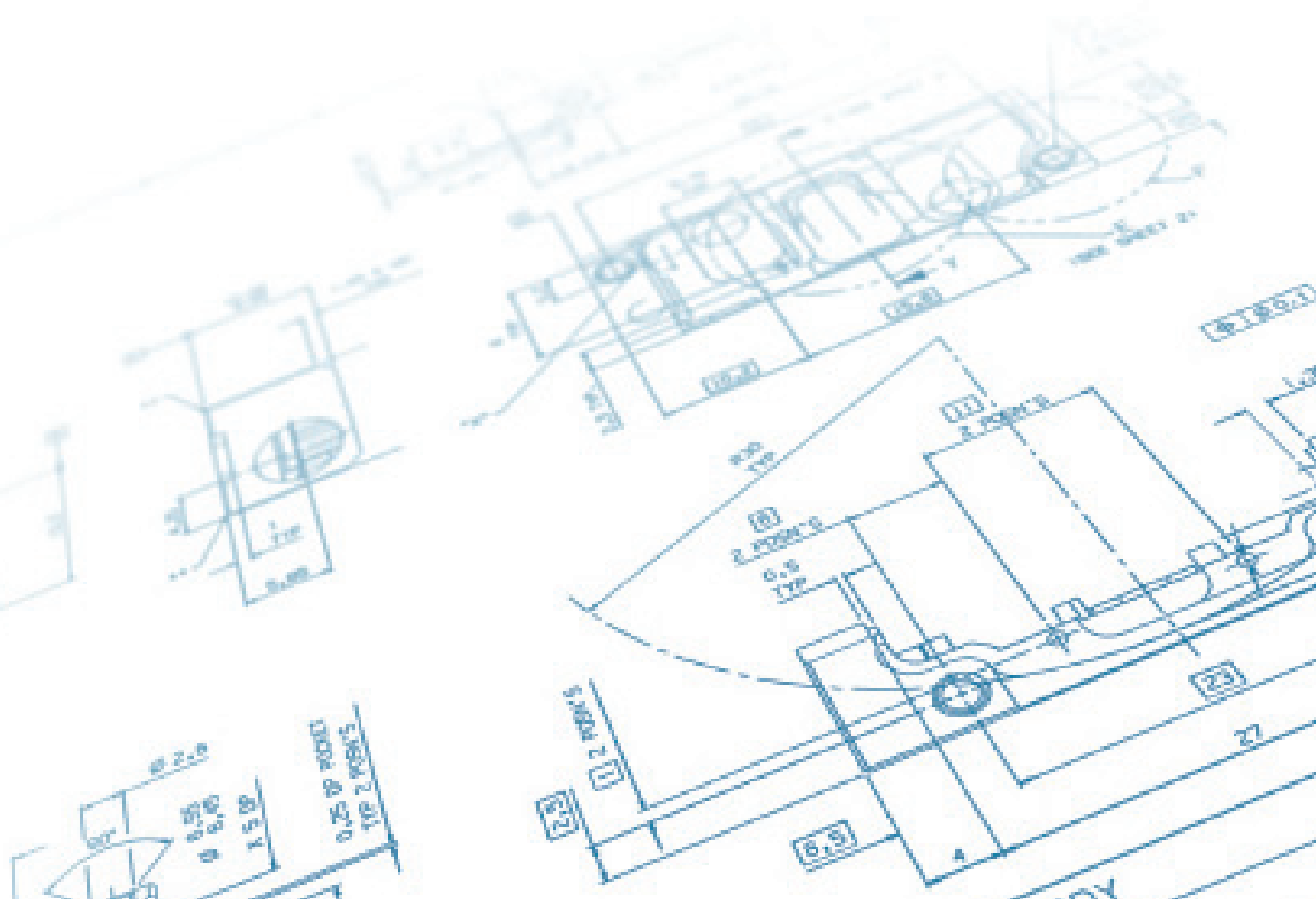
Новая разработка компании Renishaw, инкрементальный энкодер TONiC, задает в области энкодеров новые стандарты работы. Этот энкодер характеризуется более низкими пульсациями скорости благодаря обработке динамических сигналов, включающей автоматическую регулировку усиления (APU - AGC) и смещения (AOC). Кроме этого, это устройство отличается повышенной стабильностью позиционирования за счет существенного более низкого уровня шума. К этому следует добавить, что были внесены дальнейшие усовершенствования, касающиеся допусков при настройке и работе, а также повышена еще больше долгосрочная надежность работы. Энкодеры TONiC могут работать в условиях, в которых многие оптические энкодеры начинают давать сбои в отсчетах или полностью выходят из строя.

Считывающие головки RGH22, RGH24 и RGH25F на позолоченной шкале RGS обладают уникальной системой фильтрации оптического сигнала и выдают на выходе аналоговые и цифровые сигналы с разрешением до 5 нм. Эти устройства используются различными ведущими мировыми компаниями для решения самых разных задач. Считывающая головка RGH25F используется совместно с отдельным интерфейсом, поддерживающим автоматическую регулировку усиления (APU - AGC) и смещения (AOC), что обеспечивает более высокую точность воспроизведения сигнала.

Для случаев, в которых требуются более широкие допуски на настройку и более высокая скорость, компания Renishaw предлагает ряд энкодеров с шагом 40 мкм. Считывающие головки RGH41 и RGH40, отличающиеся прочностью и надежностью, хорошо подходят для случаев, где требуются недорогие решения для систем управления перемещениями. Изделие RGH34 является бескорпусным исполнением считывающих головок RGH41/RGH40. В отличие от других миниатюрных энкодеров в модели RGH34 реализована та же новая

система фильтрации оптического сигнала, которая используется в стандартных изделиях компании, - таким образом, в этой считывающей головке обеспечивается та же степень невосприимчивости к загрязнениям, что и в корпусных энкодерах.

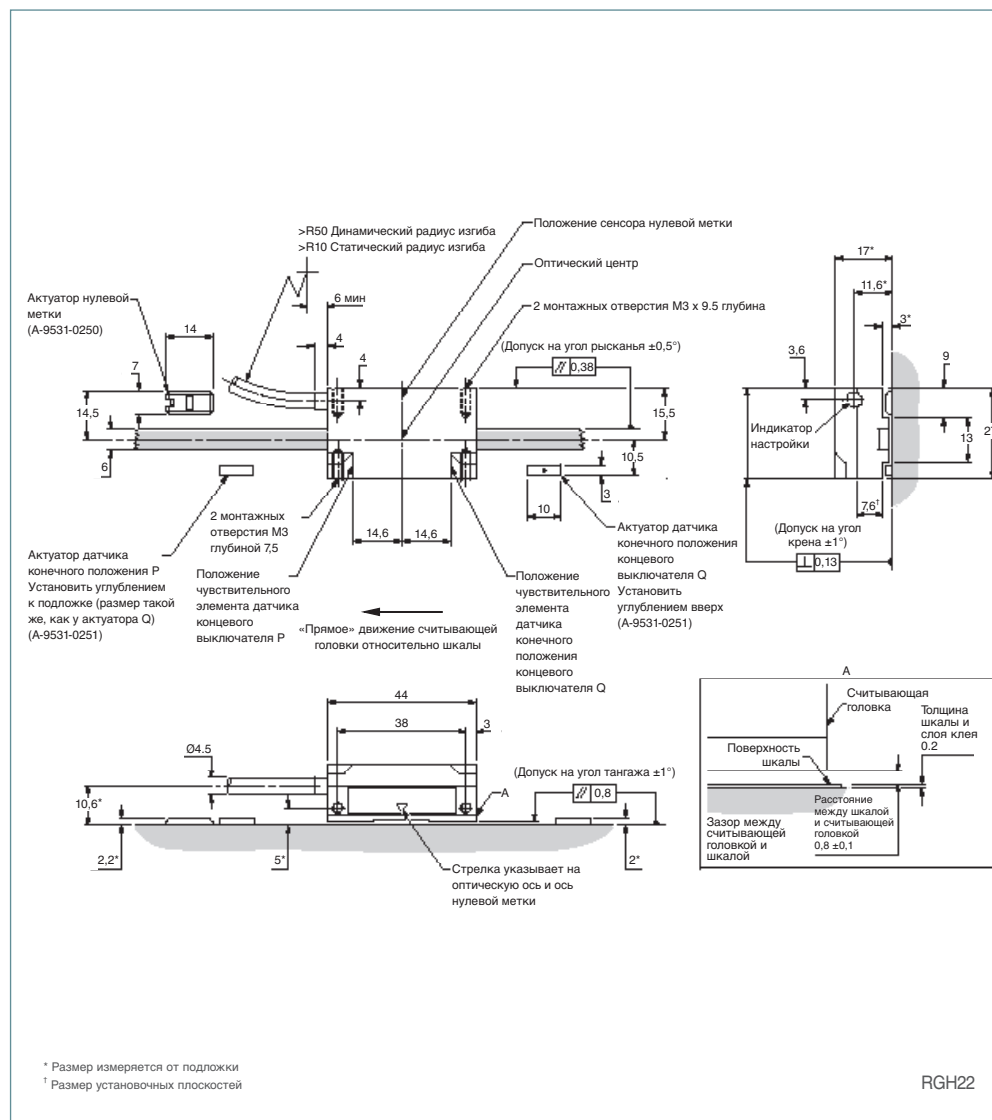
Если требуется модернизация с переходом к характеристикам истинно абсолютного энкодера, см. подробные сведения об энкодере RESOLUTE на стр.20.



Шкала RGS с шагом 20 мкм и...

Считывающая головка RGH22

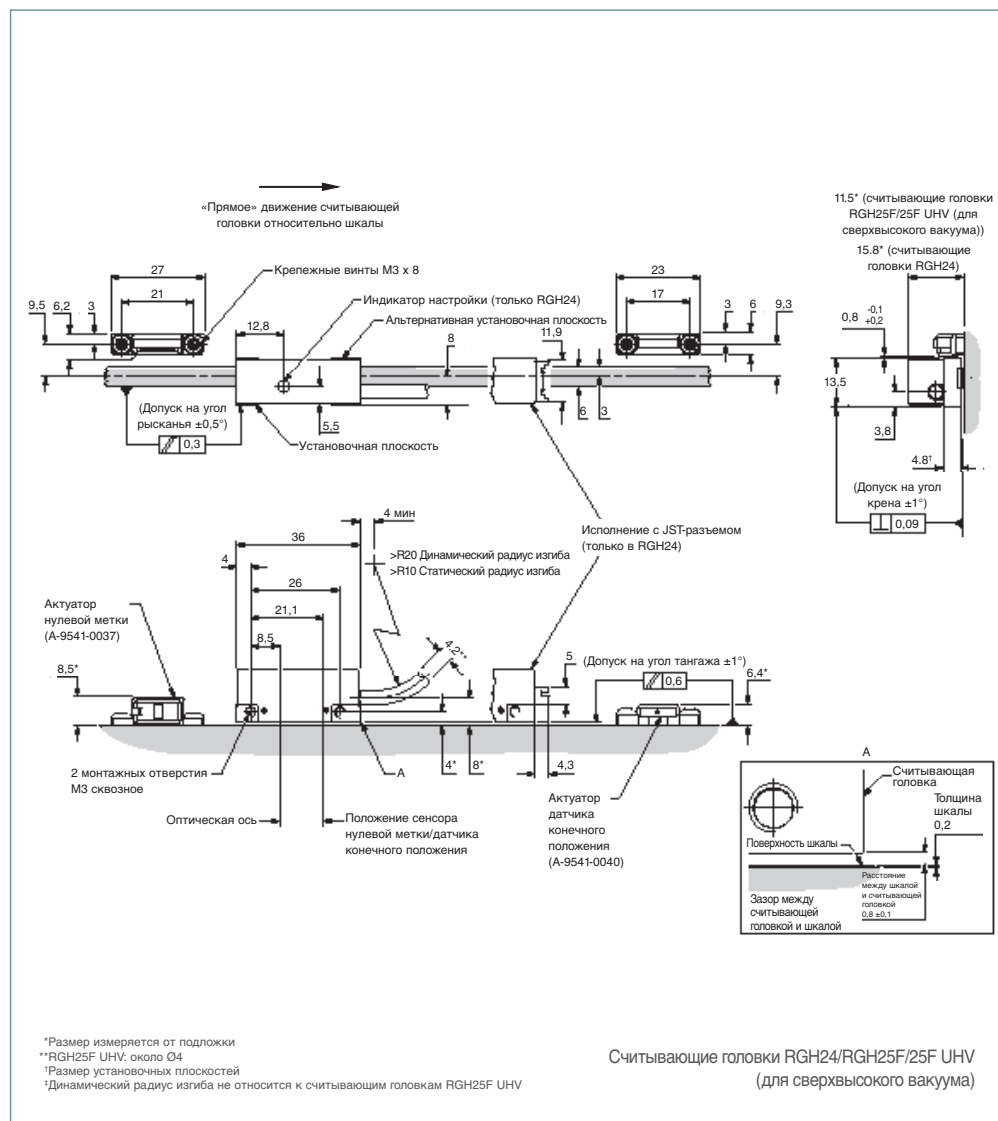
Измерительная шкала	RGS20-S: позолоченная шкала с защитным лаковым или полиэстерным покрытием
Шаг шкалы	20 мкм
Коэффициент теплового расширения	Соответствует материалу подложки; концы шкалы крепятся зажимами
Точность	±15 мкм/м (±3 мкм/м при 2-точечной компенсации)
Референтная (нулевая) метка	Односторонняя повторяемость до 1 единицы разрешения с магнитным актуатором
Датчики конечного положения	Единственный или парные датчики конечного положения (указать в заказе)
Длина шкалы	До 50 000 мм
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия.
Аналоговый	До 4 м/с при -3 дБ
Цифровой	До 10 м/с, в зависимости от разрешения
Инкрементальные сигналы	
Аналоговый	1 Vpp, 12 мкА (шаг 20 мкм)
Цифровой	Разрешение: 5 мкм, 1 мкм, 0,5 мкм, 0,1 мкм и 50 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 2 м, 3 м и 5 м, разъем типа D-sub (15-штырьковый), круглый разъем (9- и 12-штырьковый), встраиваемый в линию соединитель (16-штырьковый) или свободный вывод (без разъема)
Питание	5 В ±5%, 120 мА (в типичных условиях), 200 мА (разрешения 0,1 мкм и 50 нм) (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	от 0 °С до +55 °С
Класс защиты	IP50
Ошибка подрабизии (SDE)	Обычно менее ±0,15 мкм
Динамическая обработка сигналов	Специальный серводвигатель пост. тока обеспечивает простую автоматическую регулировку усиления (APV – AGC) для оптимизации уровня сигнала



Шкала RGS с шагом 20 мкм и...

Считывающие головки RGH24 и RGH25F / 25F UHV (для сверхвысокого вакуума)

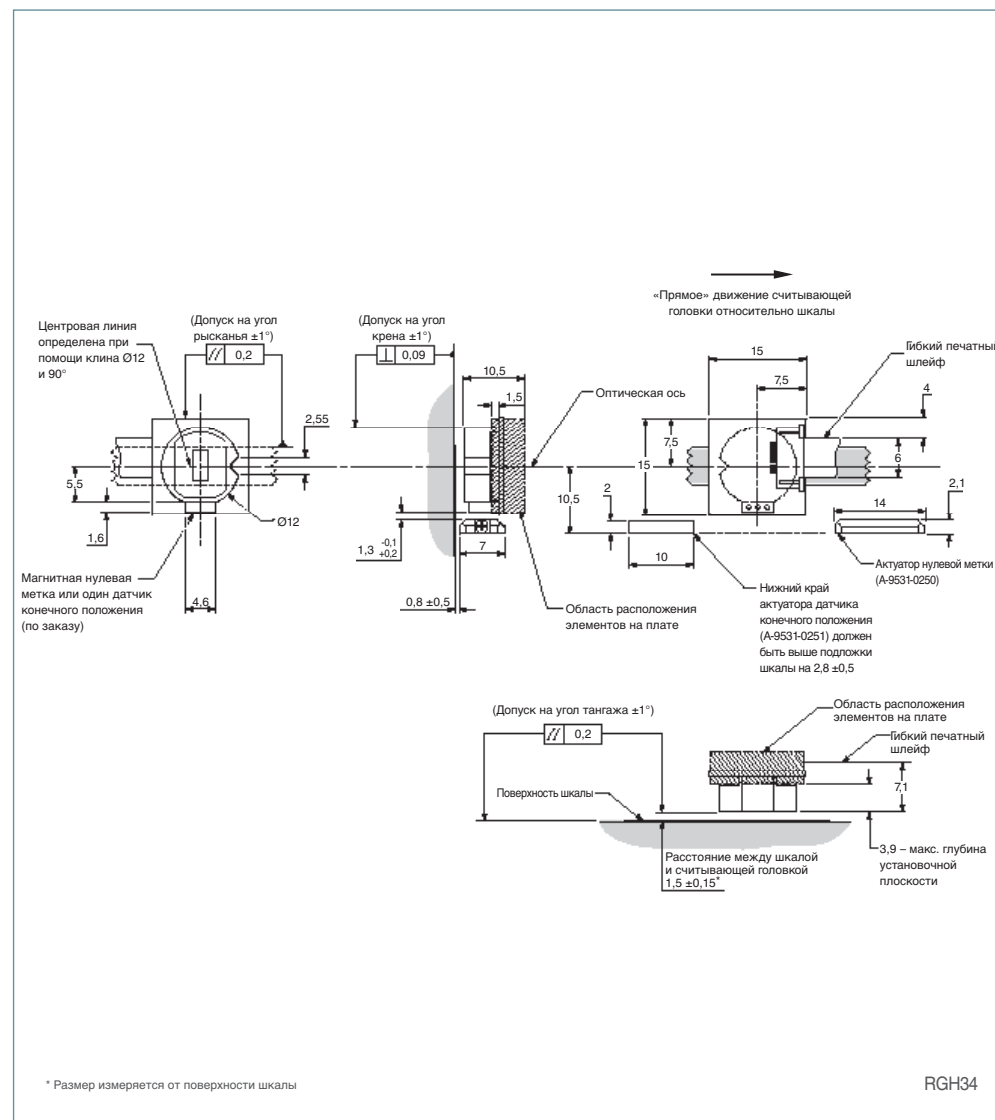
Измерительная шкала	RGS20-S: позолоченная шкала с защитным лаковым или полиэфирным покрытием	
Шаг шкалы	20 мкм	
Коэффициент теплового расширения	Соответствует материалу подложки; концы шкалы крепятся зажимами	
Точность	±15 мкм/м (±3 мкм/м при 2-точечной компенсации)	
Референтная (нулевая) метка	Односторонняя повторяемость до 1 единицы разрешения с магнитным актуатором	
Датчик конечного положения	Единственный датчик конечного положения (указать, если требуется, при заказе)	
Длина шкалы	До 50 000 мм	
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия.	
	Аналоговый До 4 м/с при -3 дБ Цифровой До 10 м/с, в зависимости от разрешения	RGH25F (с интерфейсом REF): До 6 м/с при -3 дБ До 5 м/с, в зависимости от разрешения
Инкрементальные сигналы	RGH24: Аналоговый 1 Vpp, 12 мкА (шаг 20 мкм) Цифровой разрешение от 5 мкм до 10 нм	RGH25F (с интерфейсом REF): Аналоговый 1 Vpp (период 20 мкм) Цифровой разрешение от 5 мкм до 5 нм
	Электрическое подключение RGH24: Длина кабеля: 1,5 м, 3 м и 5 м, разъемы типа D-sub (9- и 15-штырьковый), круглый разъем (9-штырьковый), свободный вывод (без разъема) или разъем JST. RGH25F (с интерфейсом REF): Длина кабеля: 1,5 м, 3 м и 5 м с разъемом типа D-sub (15-штырьковый)	
Питание	RGH24: 5 В ±5%, 120 мА (без оконечной нагрузки) RGH25F (с интерфейсом REF): 5 В -5%, +10%; 200 мА макс. (без оконечной нагрузки)	
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)	
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)	
Рабочая температура	От 0 °C до +55 °C (температура обезгаживания: 120 °C, только для считывающей головки исполнения UHV)	
Класс защиты	Считывающая головка RGH24: IP40, считывающая головка RGH25F: IP40, интерфейс: IP20	
Ошибка подрабрения (SDE)	RGH24: обычно менее ±0,15 мкм RGH25F (с интерфейсом REF): обычно менее ±0,05 мкм	
Динамическая обработка сигналов	RGH24: Отсутствует RGH25F (с интерфейсом REF): автоматическая активная коррекция, включающая автоматическую регулировку усиления (APU - AGC), смещения (AOC) и баланса (ABC)	



Шкала RGS с шагом 40 мкм и...

Считывающая головка RGH34

Измерительная шкала*	RGS40-S: позолоченная шкала с защитным лаковым или полиэфирным покрытием
Шаг шкалы	40 мкм
Коэффициент теплового расширения	Соответствует материалу подложки; концы шкалы крепятся зажимами
Точность	± 15 мкм/м (± 3 мкм/м при 2-точечной компенсации)
Референтная (нулевая) метка	Односторонняя повторяемость до 1 единицы разрешения с магнитным актуатором
Датчики конечного положения	Только один датчик — концевой выключатель или нулевая метка
Длина шкалы	До 50 000 мм
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия.
Аналоговый	До 6 м/с при -3 дБ
Цифровой	До 8 м/с
Инкрементальные сигналы	
Аналоговый	1 Vpp (период 40 мкм)
Цифровой	Разрешение: 10 мкм; 5 мкм; 2 мкм; 1 мкм; 0,4 мкм, 0,2 мкм и 0,1 мкм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,05 м, 0,1 м и 0,15 м (гибкий печатный шлейф) с тонким микроразъемом (10 контактов) с нулевым усилием соединения
Питание	5 В $\pm 5\%$, 120 мА (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	от 0 °С до +55 °С
Класс защиты	IP00 (система)
Ошибка подразбиения (SDE)	Обычно менее $\pm 0,30$ мкм
Динамическая обработка сигналов	Отсутствует

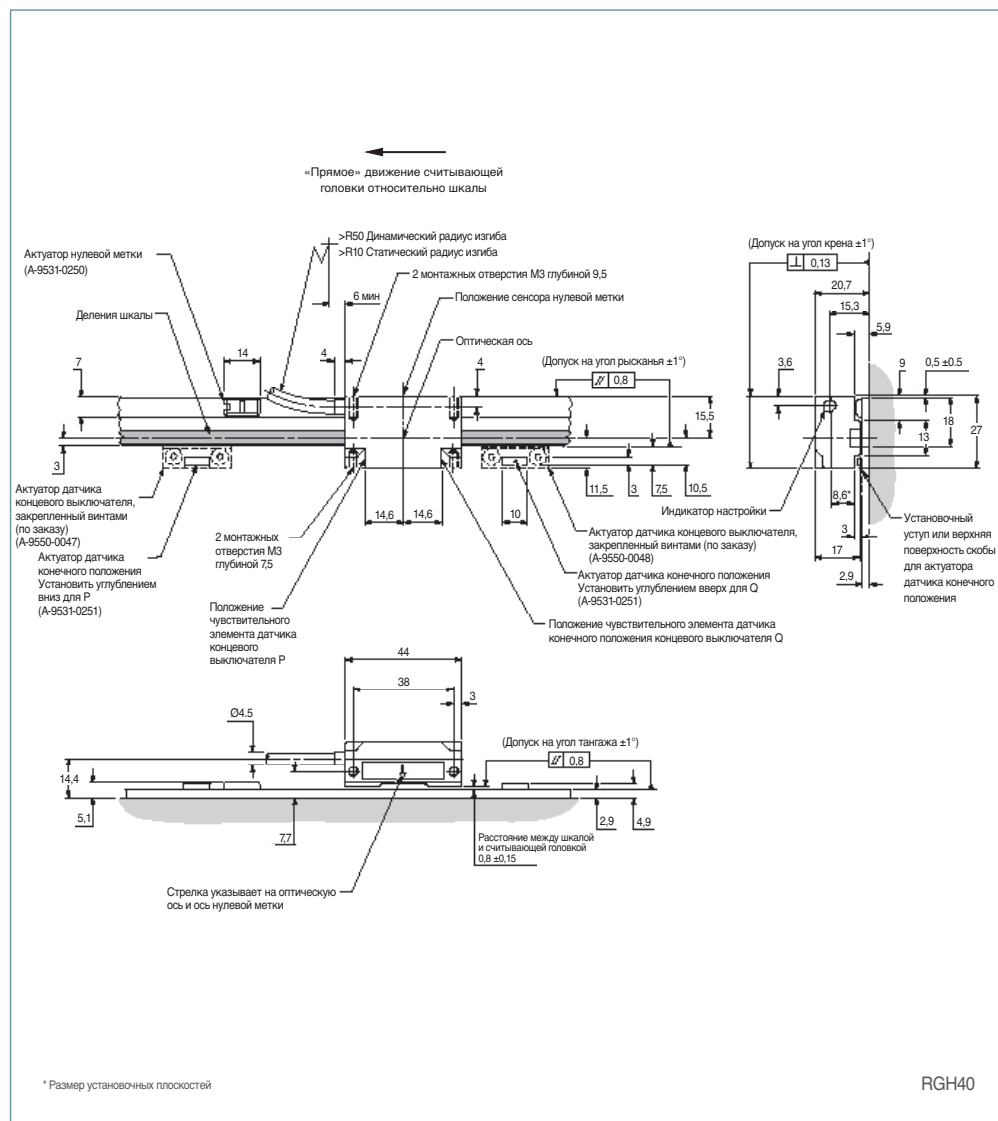


* Считывающая головка RGH34 совместима также со шкалой RGS40-G со штрихами хрома на стекле

Шкала RGS40-G и...

Считывающая головка RGH40

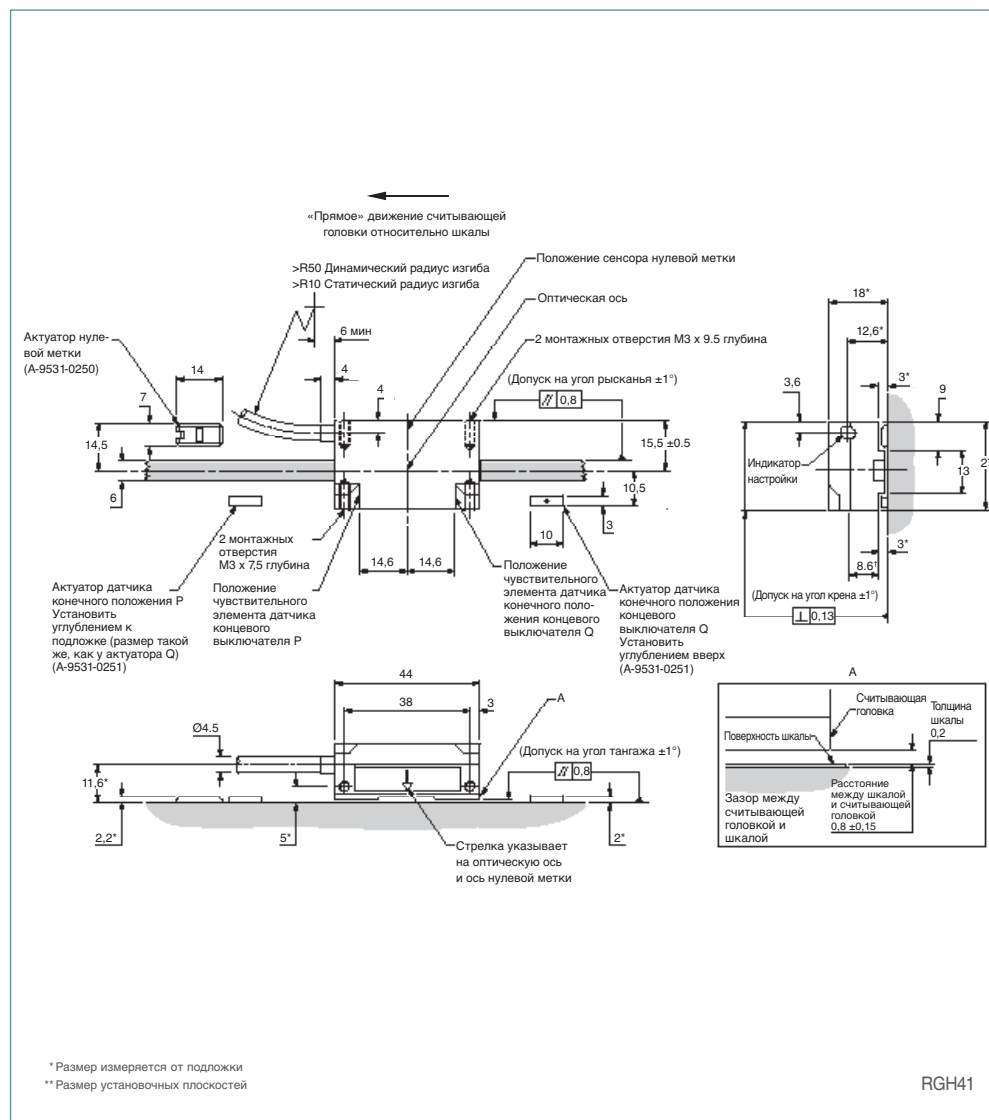
Измерительная шкала	RGS40-G: шкала со штрихами из хрома на стекле
Шаг шкалы	40 мкм
Коэффициент теплового расширения	~8.5 мкм/м/°C
Точность	±4,2 мкм (при длине 1010 мм)
Референтная (нулевая) метка	Односторонняя повторяемость до 1 единицы разрешения с магнитным актуатором
Датчики конечного положения	Парные датчики конечного положения
Длина шкалы	Фактические длины: 130 мм, 180 мм, 230 мм, 280 мм, 310 мм, 510 мм, 760 мм, 1010 мм (длина измерений равна фактической длине минус 10 мм)
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия.
Аналоговый	До 6 м/с при -3 дБ
Цифровой	До 10 м/с
Инкрементальные сигналы	
Аналоговый	1 Vpp (период 40 мкм)
Цифровой	Разрешение: 10 мкм, 5 мкм, 2 мкм, 1 мкм, 0,4 мкм, 0,2 мкм, 0,1 мкм и 50 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м и 5 м, разъем типа D-sub (15-штырьковый), круглый разъем (12-штырьковый), встраиваемый в линию соединитель (16-штырьковый) или свободный вывод (без разъема)
Питание	5 В ±5%, 120 мА (в типичных условиях), 175 мА (разрешения 0,4 мкм, 0,2 мкм, 0,1 мкм и 50 нм) (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	от 0 °C до +55 °C
Класс защиты	IP50
Ошибка подрабизия (SDE)	Обычно менее ±0,30 мкм
Динамическая обработка сигналов	Специальный серводвигатель пост. тока обеспечивает простую автоматическую регулировку усиления (APU – AGC) для оптимизации уровня сигнала



Шкала RGS с шагом 40 мкм и...

Считывающая головка RGH41

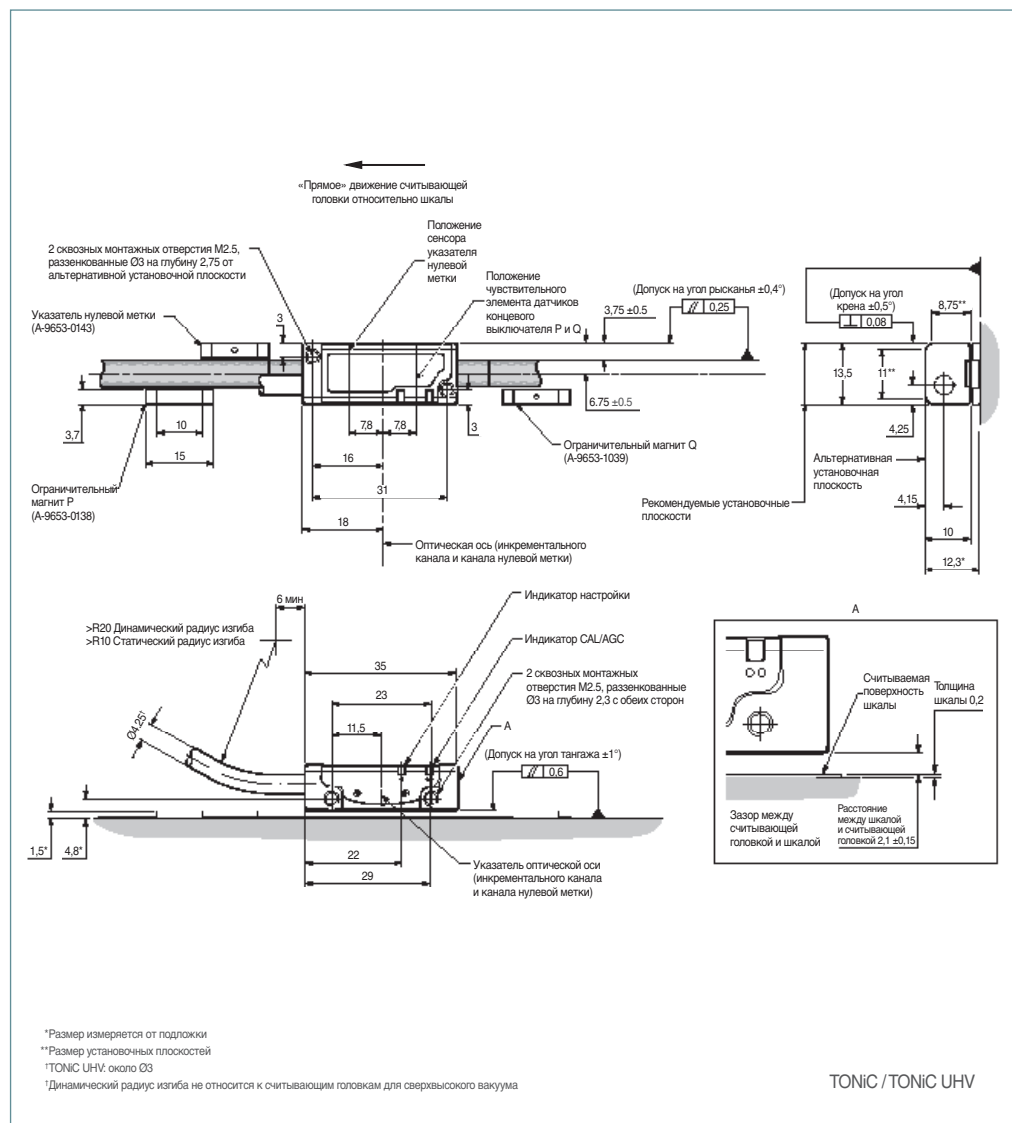
Измерительная шкала	RGS40-S: позолоченная шкала с защитным лаковым или полиэстерным покрытием
Шаг шкалы	40 мкм
Коэффициент теплового расширения	Соответствует материалу подложки; концы шкалы крепятся зажимами
Точность	±15 мкм/м (±3 мкм/м при 2-точечной компенсации)
Референтная (нулевая) метка	Односторонняя повторяемость до 1 единицы разрешения с магнитным актуатором
Датчики конечного положения	Dual limits (single limit option available for analogue variant)
Длина шкалы	До 50 000 мм
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия.
Аналоговый	До 8 м/с при -3 дБ
Цифровой	До 15 м/с
Инкрементальные сигналы	
Аналоговый	1 Vpp (период 40 мкм)
Цифровой	Разрешение: 10 мкм, 5 мкм, 2 мкм, 1 мкм, 0,4 мкм, 0,2 мкм, 0,1 мкм и 50 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м и 5 м, разъем типа D-sub (15-штырьковый), круглый разъем (12-штырьковый), встраиваемый в линию соединитель (16-штырьковый) или свободный вывод (без разъема)
Питание	5 В ±5%, 120 мА (в типичных условиях), 175 мА (разрешения 0,4 мкм, 0,2 мкм, 0,1 мкм и 50 нм) (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	от 0 °C до +55 °C
Класс защиты	IP50
Ошибка подрабизения (SDE)	Обычно менее ±0,30 мкм
Динамическая обработка сигналов	Специальный серводвигатель пост. тока обеспечивает простую автоматическую регулировку усиления (APV – AGC) для оптимизации уровня сигнала



Шкала RGSZ и...

Считывающие головки TONiC и TONiC UHV (для сверхвысокого вакуума)

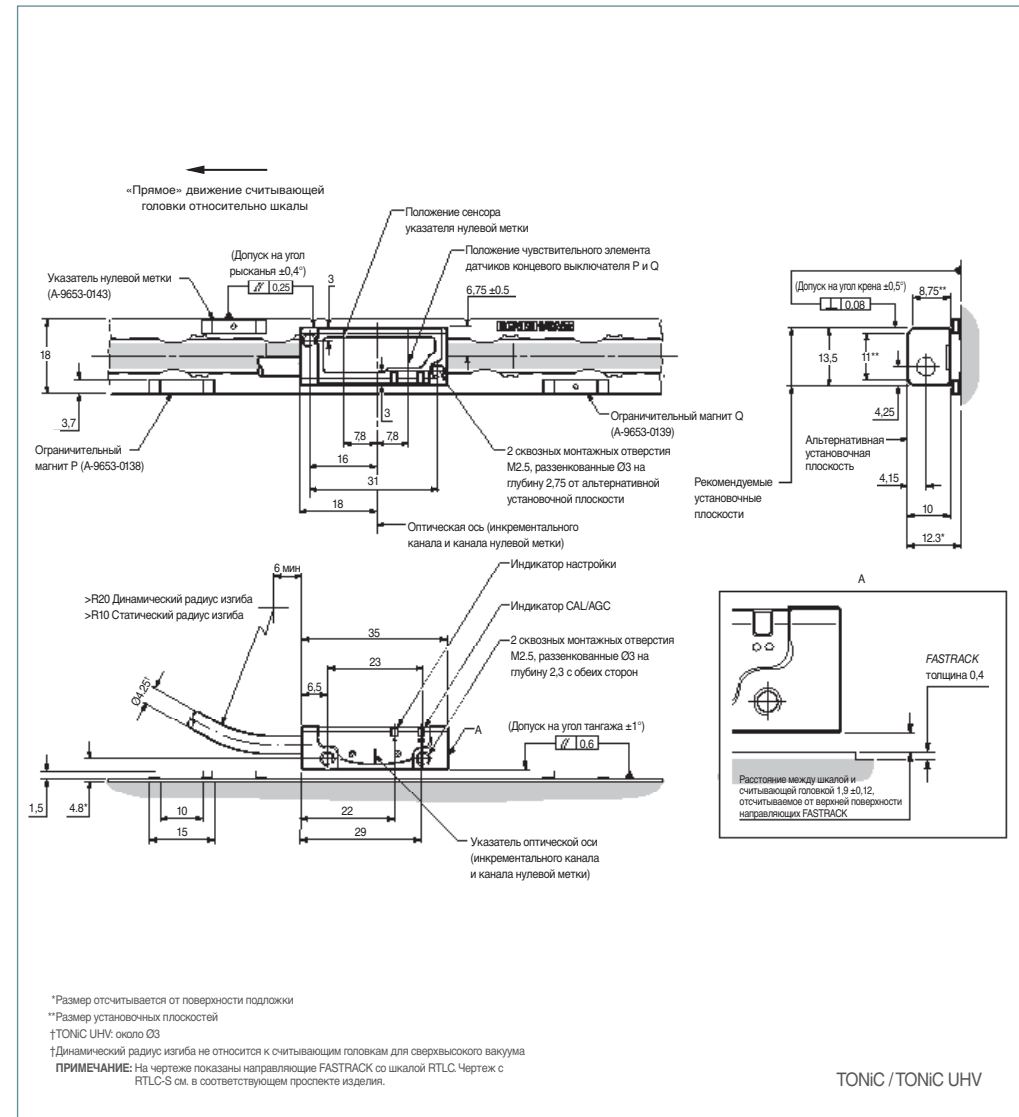
Измерительная шкала	RGSZ20: позолоченная шкала с защитным лаковым или полиэфирным покрытием
Шаг шкалы	20 мкм
Коэффициент теплового расширения	Соответствует материалу подложки; концы шкалы крепятся зажимами
Точность	± 15 мкм/м (± 3 мкм/м при 2-точечной компенсации)
Референтная (нулевая) метка	Нулевая метка IN-TRAC с шагом 50 мм Для идентификации одной или нескольких нулевых меток используются магниты-указатели.
Датчики конечного положения	Единственный или парные датчики конечного положения (указать в заказе)
Длина шкалы	До 50 000 мм
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия.
Аналоговый	До 10 м/с при -3 дБ
Цифровой	До 10 м/с
Инкрементальные сигналы	
Аналоговый	1 Vpp (период 20 мкм)
Цифровой	разрешение от 5 мкм до 1 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м, 5 м и 10 м, миниразъем (для соединения напрямую с интерфейсом TONiC)
Питание	5 В $\pm 10\%$, <100 мА (аналоговая система), <200 мА (цифровая система) (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	От 0 °C до +70 °C (температура обезгаживания: 120 °C, только для считывающей головки исполнения UHV)
Класс защиты	Считывающая головка: IP40, считывающая головка UHV: IP20, интерфейс: IP20
Ошибка подразбиения (SDE)	Обычно ± 30 нм
Динамическая обработка сигналов	Обработка сигналов в реальном времени, включающая автоматическую регулировку усиления (APU - AGC) и смещения (AOC), что обеспечивает более высокие характеристики в определенном диапазоне условий эксплуатации



Шкала RTLC с направляющими FASTRACK и...

Считывающие головки TONiC и TONiC UHV (для сверхвысокого вакуума)

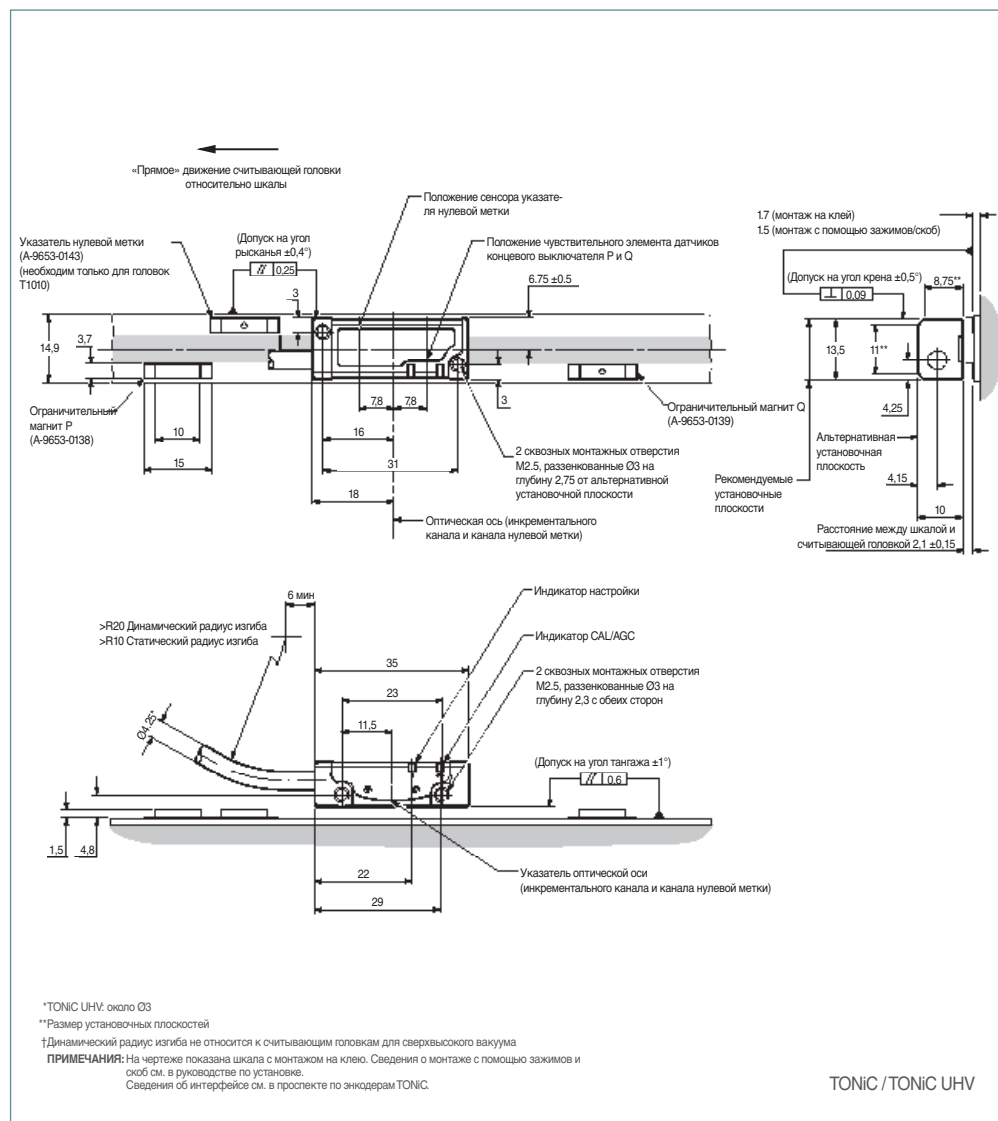
Измерительная шкала	FASTRACK RTLC: шкала в виде ленты из нержавеющей стали с кодированием для систем RTLC-S: шкала в виде ленты из нержавеющей стали с самоклеящейся основой для крепления непосредственно на подложку без использования направляющих FASTRACK
Шаг шкалы	20 мкм
Коэффициент теплового расширения	~10,6 мкм/м/°C
Точность при 20°C	±5 мкм/м
Референтная (нулевая) метка	Нулевые метки IN-TRAC встроены непосредственно в шкалы RTLC / RTLC-S Для идентификации одной или нескольких нулевых меток используются магниты-указатели.
Датчики конечного положения	Единственный или парные датчики конечного положения (указать в заказе)
Длина шкалы	FASTRACK: От 100 мм до 25 000 мм RTLC: От 100 мм до 10 000 мм RTLC-S: От 100 мм до 5 000 мм
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия. Аналоговый До 10 м/с при -3 дБ Цифровой До 10 м/с
Инкрементальные сигналы	Аналоговый 1 Vpp (период 20 мкм) Цифровой разрешение от 5 мкм до 1 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м, 5 м и 10 м, миниразъем (для соединения напрямую с интерфейсом TONiC)
Питание	5 В ±10%, <100 мА (аналоговая система), <200 мА (цифровая система) (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	От 0 °C до +70 °C (температура обезгаживания: 120 °C, только для считывающей головки исполнения UHV)
Класс защиты	Считывающая головка: IP40, считывающая головка UHV: IP20, интерфейс: IP20
Ошибка подразбиения (SDE)	Обычно ± 30 нм
Динамическая обработка сигналов	Обработка сигналов в реальном времени, включающая автоматическую регулировку усиления (APU - AGC) и смещения (AOC), что обеспечивает более высокие характеристики в определенном диапазоне условий эксплуатации



Шкалы RELM и RSLM и...

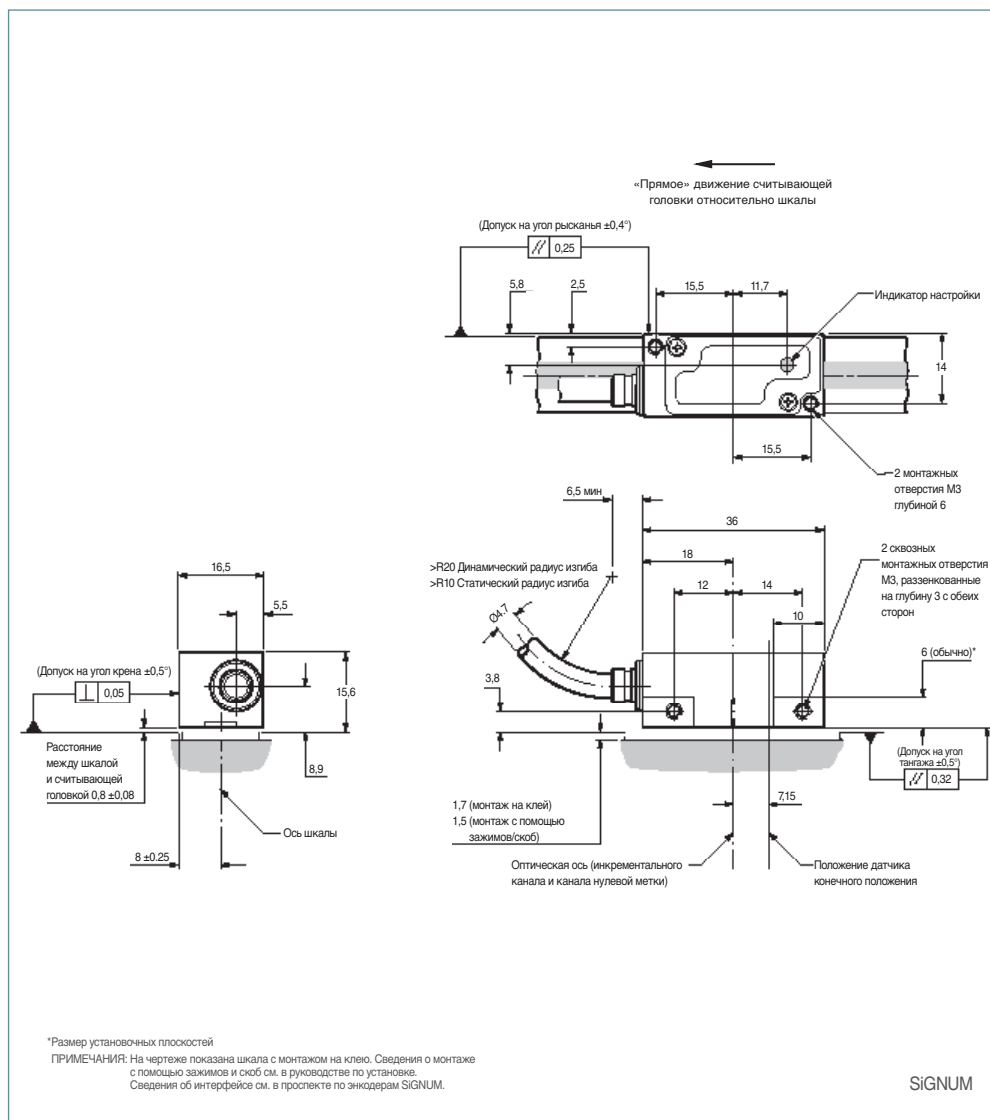
Считывающие головки TONiC и TONiC UHV (для сверхвысокого вакуума)

Измерительная шкала	RELM: высокоточная шкала из сплава ZeroMet RSLM: высокоточная шкала из нержавеющей стали
Шаг шкалы	20 мкм
Коэффициент теплового расширения	RELM: $\sim 0,6 \text{ мкм/м}^\circ\text{C}$ (0-30 °C), $< 1,4 \text{ мкм/м}^\circ\text{C}$ (30-100 °C) RSLM: $\sim 10,8 \text{ мкм/м}^\circ\text{C}$
Точность при 20°С	RELM: аттестована до $\pm 1 \text{ мкм}$; калибровка с прослеживаемым соответствием эталонам, определяемым международными стандартами RSLM: $\pm 1,5 \text{ мкм}$ на длинах до 1 м, $\pm 2,25 \text{ мкм}$ на длинах до 2 м, $\pm 3 \text{ мкм}$ на длинах до 3 м, $\pm 4 \text{ мкм}$ на длинах до 5 м, калибровка с прослеживаемым соответствием эталонам, определяемым международными стандартами
Референтная (нулевая) метка	IN-TRAC Нулевые метки Различные варианты реализации нулевых (референтных) меток; см. подробнее проспект по изделю
Датчики конечного положения	Единственный или парные датчики конечного положения (указать в заказе)
Длина шкалы	RELM: От 80 мм до 1130 мм RSLM: От 80 мм до 5 000 мм
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия. Аналоговый: До 10 м/с при -3 дБ Цифровой: До 10 м/с
Инкрементальные сигналы	Аналоговый: 1 Vpp (период 20 мкм) Цифровой: разрешение от 5 мкм до 1 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м, 5 м и 10 м, миниразъем (для соединения напрямую с интерфейсом TONiC)
Питание	5 В $\pm 10\%$, $< 100 \text{ мА}$ (аналоговая система), $< 200 \text{ мА}$ (цифровая система) (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура (система)	От 0 °C до +70 °C (температура обезгаживания: 120 °C, только для считывающей головки исполнения UHV)
Класс защиты	Считывающая головка: IP40, считывающая головка UHV: IP20, интерфейс: IP20
Ошибка подразбиения (SDE)	Обычно $\pm 30 \text{ нм}$
Динамическая обработка сигналов	Обработка сигналов в реальном времени, включающая автоматическую регулировку усиления (APU - AGC) и смещения (АОС), что обеспечивает более высокие характеристики в определенном диапазоне условий эксплуатации



Считывающая головка SiGNUM

Измерительная шкала	RELM: высокоточная шкала из сплава ZeroMet RSLM: высокоточная шкала из нержавеющей стали
Шаг шкалы	20 мкм
Коэффициент теплового расширения	RELM: ~0,6 мкм/м/°C (0-30 °C), <1,4 мкм/м/°C (30-100 °C) RSLM: ~10,8 мкм/м/°C
Точность при 20 °C	RELM: аттестована до ±1 мкм; калибровка с прослеживаемым соответствием эталонам, определяемым международными стандартами RSLM: ±1,5 мкм на длинах до 1 м, ±2,25 мкм на длинах до 2 м, ±3 мкм на длинах до 3 м, ±4 мкм на длинах до 5 м, калибровка с прослеживаемым соответствием эталонам, определяемым международными стандартами
Референтная (нулевая) метка	IN-TRAC Нулевые метки Различные варианты реализации нулевых (референтных) меток; см. подробнее проспект по изделию
Датчики конечного положения	Единственный или парные датчики конечного выключателя (положение выбирается с помощью наклеек, указывающих конечное положение)
Длина шкалы	RELM: От 80 мм до 1130 мм RSLM: От 80 мм до 5 000 мм
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия. Аналоговый До 12,5 м/с при -3 дБ Цифровой До 12,5 м/с
Инкрементальные сигналы	Аналоговый 1 Vpp (период 20 мкм) Цифровой разрешение от 5 мкм до 5 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м, 5 м и 10 м, 14-штырьковый разъем (для соединения напрямую с интерфейсом SiGNUM Si)
Питание	5 В ±10%, <250 мА (типичный случай) (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	Считывающая головка: от 0 °C до +85 °C Интерфейс: от 0 °C до +70 °C
Класс защиты	Считывающая головка: IP64, интерфейс: IP30
Ошибка подрабизения (SDE)	Обычно ± 30 нм
Динамическая обработка сигналов	Обработка сигналов в реальном времени, включающая автоматическую регулировку усиления (APV - AGC), смещения (AOC) и баланса (ABC), что обеспечивает более высокие характеристики в определенном диапазоне условий эксплуатации



SIGNUM

Оптические линейные энкодерные системы (абсолютные)

Энкодер RESOLUTE работает с высокоточными шкалами и отличается высокими характеристиками обратной связи, высокой устойчивостью работы при наличии загрязнений и широкими допусками при настройке – все эти факторы обеспечивают этой модели лидирующее положение среди других бесконтактных абсолютных энкодеров.

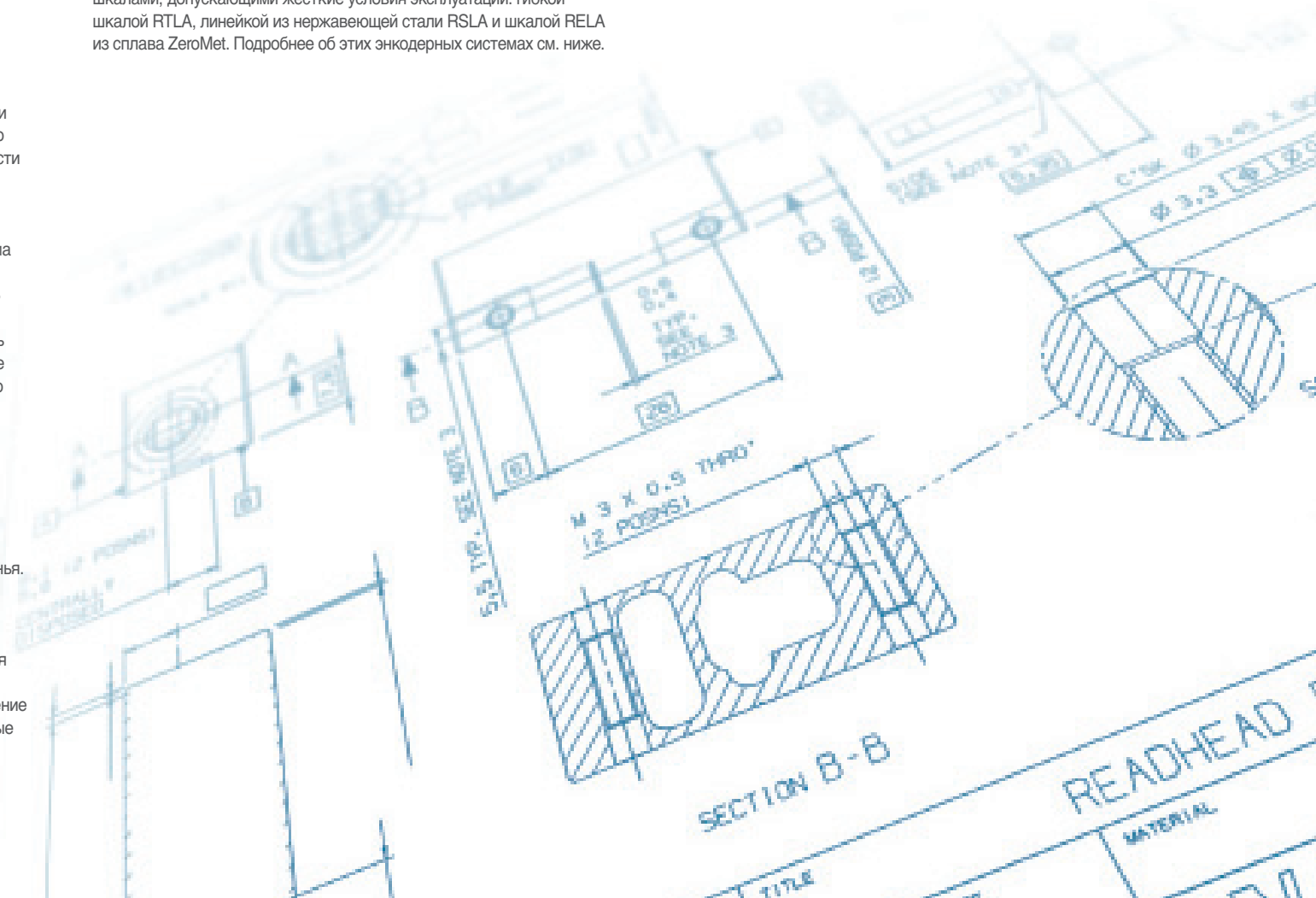
В энкодере RESOLUTE применяется уникальный метод регистрации, позволяющий получить впечатляющие характеристики; представьте себе систему RESOLUTE как сверхбыструю цифровую камеру, выполняющую снимки штрихового кода настолько четко, что достигается разрешение вплоть до 1 нм. Для сравнения, 1 нм соответствует примерно 10 атомам углерода! Этот метод работы, основанный на запатентованной технологии, может использоваться и при движении считывающей головки на высокой скорости, вплоть до 100 м/с, – в результате обеспечивается уникальное сочетание скорости и разрешения.

Применяемый метод регистрации дает много других преимуществ, в частности, малую ошибку подразбиения (SDE) и низкий уровень шума (джиттера) – это в два раза лучше по сравнению с показателями наиболее близкого по характеристикам энкодера в данном классе. В результате обеспечивается превосходное качество обратной связи в системах управления перемещениями, что позволяет использовать данный энкодер для решения тех задач, где предъявляются высокие требования к сглаживанию пульсаций скорости и способность строго удерживать положение.

Плюсом энкодера RESOLUTE является также использование единственной дорожки. В традиционных абсолютных энкодерах предусматривается две и более шкал, размещаемых параллельно, – это так называемые энкодеры с несколькими дорожками. Энкодеры с несколькими дорожками имеют принципиальный недостаток, состоящий в очень высокой чувствительности к малым углам рысканья. В энкодере RESOLUTE используется единственная дорожка с уникальной структурой, которая содержит в едином коде данные об абсолютном положении и инкрементальные данные (фаза). Такое решение конструкции энкодера RESOLUTE означает, что отклонения по углу рысканья не могут привести к нарушению фазирования энкодера. Даже при больших углах рысканья происходит лишь снижение интенсивности сигнала, но энкодер продолжает выдавать правильные показания.

Помимо широкого допуска на угол рысканья энкодер RESOLUTE отличается очень большими допусками на расстояние между считывающей головкой и шкалой, а также на углы тангажа, крена и на поперечное смещение. В результате этот энкодер работает надежно даже при далеко неидеальной настройке.

Энкодер RESOLUTE может работать с различными высокоточными шкалами, допускающими жесткие условия эксплуатации: гибкой шкалой RTLA, линейкой из нержавеющей стали RSLA и шкалой RELA из сплава ZeroMet. Подробнее об этих энкодерных системах см. ниже.



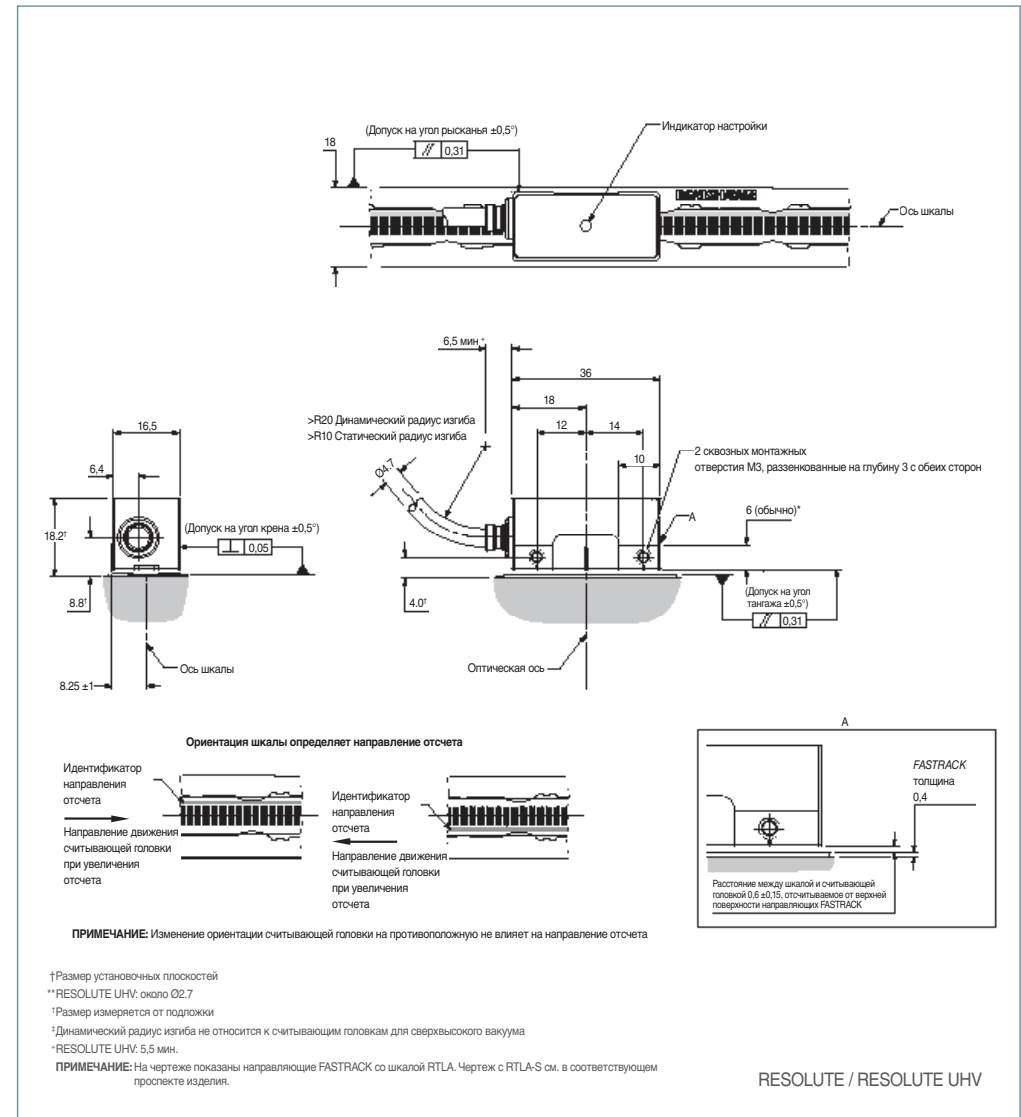
Шкала RTLA с направляющими FASTRACK и...

Считывающие головки RESOLUTE и RESOLUTE UHV (для сверхвысокого вакуума)

Измерительная шкала	FASTRACK RTLA: шкала в виде ленты из нержавеющей стали с направляющими для монтажа RTLA-S: шкала в виде ленты из нержавеющей стали с кодированием для абсолютных систем и с самоклеящейся основой для крепления непосредственно на подложку без использования направляющих FASTRACK
Шаг шкалы	Номинальное значение: 30 мкм
Коэффициент теплового расширения	~10,6 мкм/м/°C
Точность при 20°C	±5 мкм/м
Длина шкалы	Некоторые версии BISS-C* имеют ограничения на максимальную длину См. подробнее в соответствующем проспекте изделия. FASTRACK: От 100 мм до 25 000 мм RTLA: От 100 мм до 10 000 мм RTLA-S: От 100 мм до 5 000 мм
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия. До 100 м/с
Протоколы*	BISS-C Mitsubishi DRIVE-CLiQ† Panasonic FANUC
Разрешения	BISS-C: разрешения 50 нм, 5 нм и 1 нм DRIVE-CLiQ†, FANUC и Mitsubishi: разрешения 50 нм и 1 нм Panasonic: разрешения 100 нм, 50 нм и 1 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м, 5 м и 10 м; разъем типа D-sub (9- или 15-штырьковый), свободный вывод (без разъема); разъем, совместимый с FANUC; разъемы LEMO и S12 для интерфейса DRIVE-CLiQ
Питание	5 В ±10%, 250 мА при 5 В (с оконечной нагрузкой)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	RESOLUTE: Не более 300 м/с² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996) UHV: Не более 100 м/с² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с², 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	RESOLUTE: от 0 °C до +80 °C UHV: От 0 °C до +75 °C (температура обезгаживания: 120 °C)
Класс защиты	RESOLUTE: IP64, UHV: IP30
Ошибка подразбиения (SDE)	± 40 нм

*Количество поддерживаемых протоколов постоянно расширяется. См. сайт www.renishaw.com/contact

†Характеристики интерфейса DRIVE-CLiQ см. в соответствующем проспекте изделия



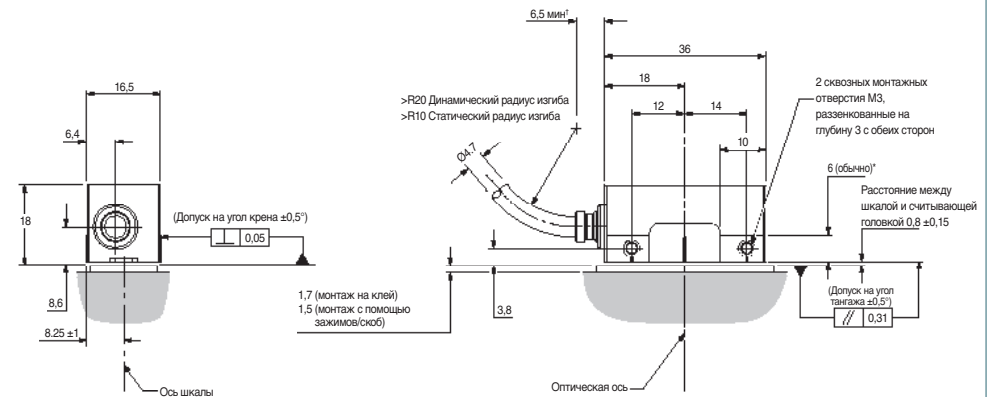
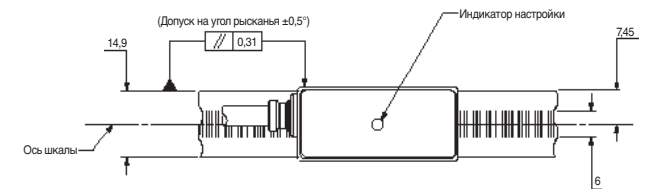
Линейная шкала RELA и...

Считывающие головки RESOLUTE и RESOLUTE UHV (для сверхвысокого вакуума)

Измерительная шкала	RELA: высокоточная шкала из сплава ZeroMet с кодированием для абсолютных систем
Шаг шкалы	Номинальное значение: 30 мкм
Коэффициент теплового расширения	~0,6 мкм/м/°C (от 0°C до 30°C) ~1,4 мкм/м/°C (от 30°C до 100 °C)
Точность	аттестована до ±1 мкм; калибровка с прослеживаемым соответствием эталонам, определяемым международными стандартами
Длина шкалы	Некоторые версии BiSS -C имеют ограничения на максимальную длину См. подробнее в соответствующем проспекте изделия. 80 мм, 130 мм, 180 мм, 230 мм, 280 мм, 330 мм, 380 мм, 430 мм, 480 мм, 530 мм, 580 мм, 630 мм, 680 мм, 780 мм, 880 мм, 980 мм, 1 030 мм и 1 130 мм
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия. До 100 м/с
Протоколы*	BiSS-C Mitsubishi DRIVE-CLiQ† Panasonic FANUC
Разрешения	BiSS-C: разрешения 50 нм, 5 нм и 1 нм DRIVE-CLiQ‡, FANUC и Mitsubishi: разрешения 50 нм и 1 нм Panasonic: разрешения 100 нм, 50 нм и 1 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м, 5 м и 10 м; разъем типа D-sub (9- или 15-штырьковый), свободный вывод (без разъема); разъем, совместимый с FANUC; разъемы LEMO и S12 для интерфейса DRIVE-CLiQ
Питание	5 В ±10%, 250 мА при 5 В (с оконечной нагрузкой)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	RESOLUTE: Не более 300 м/с² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996) UHV: Не более 100 м/с² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с², 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	RESOLUTE: от 0 °C до +80 °C UHV: От 0 °C до +75 °C (температура обезгаживания: 120 °C)
Класс защиты	RESOLUTE: IP64, UHV: IP30
Ошибка подрабрения (SDE)	± 40 нм

*Количество поддерживаемых протоколов постоянно расширяется. См. сайт www.renishaw.com/contact

†Характеристики интерфейса DRIVE-CLiQ см. в соответствующем проспекте изделия



*Размер установочных плоскостей

**RESOLUTE UHV: около 02.7

†RESOLUTE UHV: 5.5 мин.

‡Динамический радиус изгиба не относится к считывающим головкам для сверхвысокого вакуума

ПРИМЕЧАНИЯ: На чертеже показана шкала с монтажом на клей. Сведения о монтаже с помощью зажимов и скоб см. в руководстве по установке.

Направление отсчета задается ориентацией шкалы. Подробнее см. руководство по установке.

RESOLUTE / RESOLUTE UHV

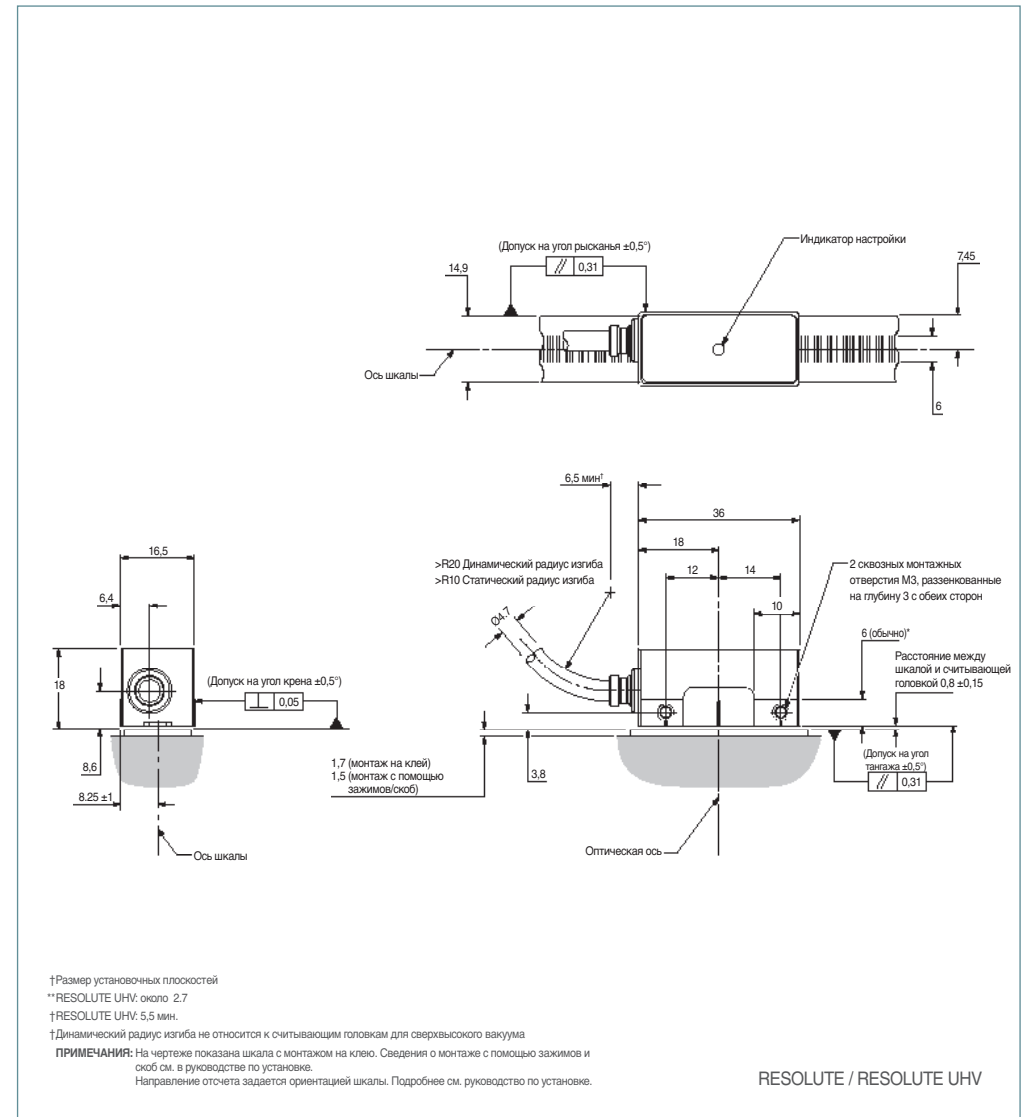
Линейная шкала RSLA и...

Считывающие головки RESOLUTE и RESOLUTE UHV (для сверхвысокого вакуума)

Измерительная шкала	RSLA: высокоточная шкала из нержавеющей стали с кодированием для абсолютных систем	
Шаг шкалы	Номинальное значение: 30 мкм	
Коэффициент теплового расширения	~10,8 мкм/м/°C	
Точность при 20°C	±1,5 мкм на длинах до 1 м, ±2,25 мкм на длинах до 2 м, ±3 мкм на длинах до 3 м, ±4 мкм на длинах до 5 м (с учетом наклона и отклонения от линейности), калибровка с прослеживаемым соответствием эталонам, определяемым международными стандартами	
Длина шкалы	Некоторые версии BiSS-C имеют ограничения на максимальную длину См. подробнее в соответствующем проспекте изделия. От 80 мм до 5 000 мм	
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия. До 100 м/с	
Протоколы*	BiSS-C DRIVE-CLiQ† FANUC	Mitsubishi Panasonic
Разрешения	BiSS-C: разрешения 50 нм, 5 нм и 1 нм DRIVE-CLiQ†, FANUC и Mitsubishi: разрешения 50 нм и 1 нм Panasonic: разрешения 100 нм, 50 нм и 1 нм	
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м, 5 м и 10 м; разъем типа D-sub (9- или 15-штырьковый), свободный вывод (без разъема); разъем, совместимый с FANUC; разъемы LEMO и S12 для интерфейса DRIVE-CLiQ	
Питание	5 В ±10%, 250 мА при 5 В (с оконечной нагрузкой)	
Вибрация (в режиме эксплуатации)	RESOLUTE: Не более 300 м/с² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996) UHV: 100 м/с² макс. при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)	
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с², 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)	
Рабочая температура	RESOLUTE: от 0 °C до +80 °C UHV: От 0 °C до +75 °C (температура обезгаживания: 120 °C)	
Класс защиты	RESOLUTE: IP64, UHV: IP30	
Ошибка подразбиения (SDE)	± 40 нм	

*Количество поддерживаемых протоколов постоянно расширяется. См. сайт www.renishaw.com/contact

†Характеристики интерфейса DRIVE-CLiQ см. в соответствующем проспекте изделия



RESOLUTE / RESOLUTE UHV

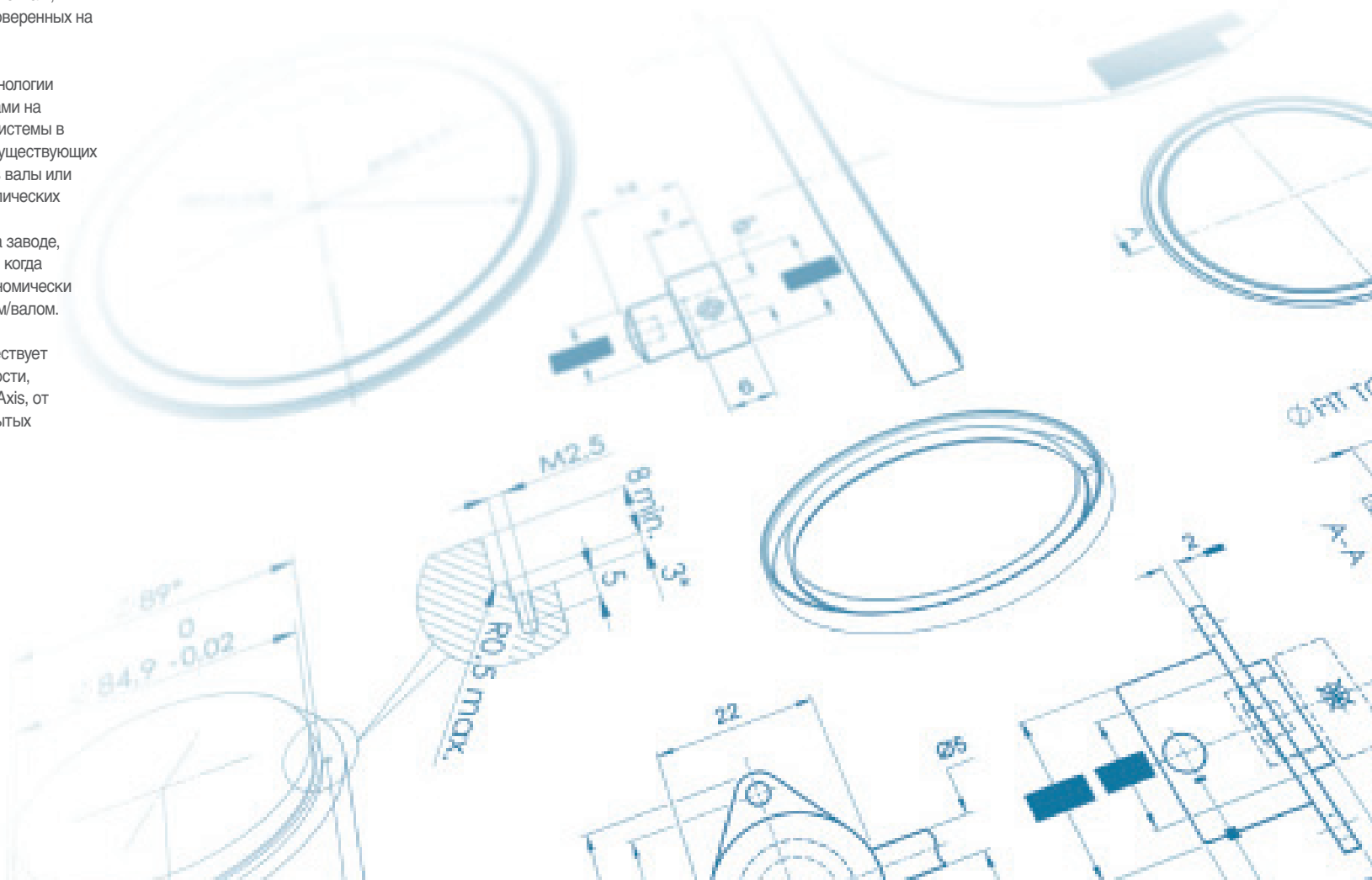
Магнитные угловые энкодерные системы с технологией OnAxis

Магнитные энкодеры компании RLS, в которых используется технология OnAxis, обеспечивают данные о положении и скорости при высоких скоростях. Эти энкодеры легко встраиваются в любую систему благодаря широкому выбору типа выходных сигналов и вариантов монтажа. В каждой энкодерной системе предусмотрена специальная микросхема высокой интеграции, выполненная под заказ (ASIC), которая настраивается на заводе оптимальным образом. Ряд магнитных актуаторов, предусматривающих простой монтаж, гарантирует выдерживание допусков в определенных, проверенных на заводе, условиях установки.

Бесконтактный принцип конструкции, используемый в технологии OnAxis, в сочетании с компактностью и широкими допусками на установку делает очень простой процедуру встраивания системы в механические узлы малого размера или на задней части существующих конструкций двигателей. Для непосредственной вставки в валы или использования в качестве магнитных актуаторов в металлических корпусах предлагается серия магнитов, обеспечивающих выдерживание допусков в определенных, проверенных на заводе, условиях установки. Для случаев традиционного монтажа, когда модификация конструкции всей системы не является экономически целесообразной, предлагаются исполнения с подшипником/валом.

Поскольку в каждом конкретном случае применения существует разные требования как к характеристикам, так и к стоимости, предлагается широкий выбор устройств с технологией OnAxis, от изделий с полной герметичностью по классу IP68 до открытых вариантов печатных плат и микросхем-преобразователей.

Ниже приводятся характеристики этих изделий.



Характеристики устройств с технологией OnAxis

	ИС магнитных энкодеров	Модули магнитных энкодеров	Магнитные энкодеры в корпусе
Точность	До $\pm 0,3^\circ$	До $\pm 0,5^\circ$	До $\pm 0,3^\circ$
Разрешение	До 13 бит (8 192 отсчетов на оборот)	До 13 бит (8 192 отсчетов на оборот)	До 13 бит (8 192 отсчетов на оборот)
Максимальная скорость	60 000 об/мин	60 000 об/мин	30 000 об/мин
Класс защиты	IP53	IP53	IP68
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)	100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1 000 м/с ² , 6 мс, ½ полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)	1 000 м/с ² , 6 мс, ½ полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)	1 000 м/с ² , 6 мс, ½ полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	от -25 °С до +85 °С (исполнение с расширенным диапазоном температур: от -40 °С до +125 °С)	от -25 °С до +85 °С (исполнение с расширенным диапазоном температур: от -40 °С до +125 °С)	от -25 °С до +85 °С (исполнение с расширенным диапазоном температур: от -40 °С до +125 °С)
Корпуса для поверхностного монтажа	SSOP28, QFN28 или LQFP44	-	-
Питание	3 В или 5 В	5 В или 24 В	5 В или 24 В
Тип выходного сигнала	Инкрементальный Последовательный SSI-интерфейс Последовательный двухпроводной интерфейс (TWI) Коммутационный выходные сигналы U, V, W Линейное напряжение Тахометр Аналоговый синусоидальный	Инкрементальный Последовательный SSI-интерфейс Коммутационный выходные сигналы U, V, W Линейное напряжение Аналоговый синусоидальный	Абсолютная Аналоговый Инкрементальный Линейные выходы
Гистерезис	0,12°	0,45°	0,45°
Нелинейность	$\pm 0,2^\circ$	-	-
Магниты	Предлагается ряд магнитов с учетом разрешения	Предлагается ряд магнитов и магнитных актуаторов с учетом разрешения и размера вала	-
Электрическое подключение	-	Предлагается также исполнение с соединителем	9-штырьковый разъем D-типа, 15-штырьковый разъем D-типа, свободный вывод (без разъема)
Максимальная длина кабеля	-	-	До 100 м, в зависимости от типа выходного сигнала

Чертежи с размерами см. на сайте www.rfs.si

Оптические угловые энкодерные системы (инкрементальные)

Инкрементальные кольцевые (угловые) энкодеры компании Renishaw отличаются надежностью и способностью работать в жестких условиях, обладая при этом характеристиками на уровне лучших образцов в своей категории.

Ниже приводятся характеристики этих изделий. Все изделия отличаются удобством установки и высокой устойчивостью работы при наличии загрязнений; уникальный встроенный индикатор настройки компании Renishaw позволяет постоянно следить за состоянием системы, что устраняет необходимость в использовании осциллографа или другого специального оборудования.

Новая разработка компании Renishaw, инкрементальный энкодер TONiC, задает в области энкодеров новые стандарты работы. Снижение пульсаций скорости и улучшение показателей, характеризующих качество контурной обработки, достигаются благодаря обработке динамических сигналов, включающей автоматическую регулировку усиления (APU - AGC) и смещения (AOC). Кроме этого, это устройство отличается повышенной стабильностью позиционирования за счет существенного более низкого уровня шума (джиттера). К этому следует добавить, что были внесены дальнейшие усовершенствования, касающиеся допусков при настройке и работе, а также повышена еще больше долгосрочная надежность работы. Энкодеры TONiC могут работать в условиях, в которых многие оптические энкодеры начинают давать сбой в отсчетах или полностью выходят из строя.

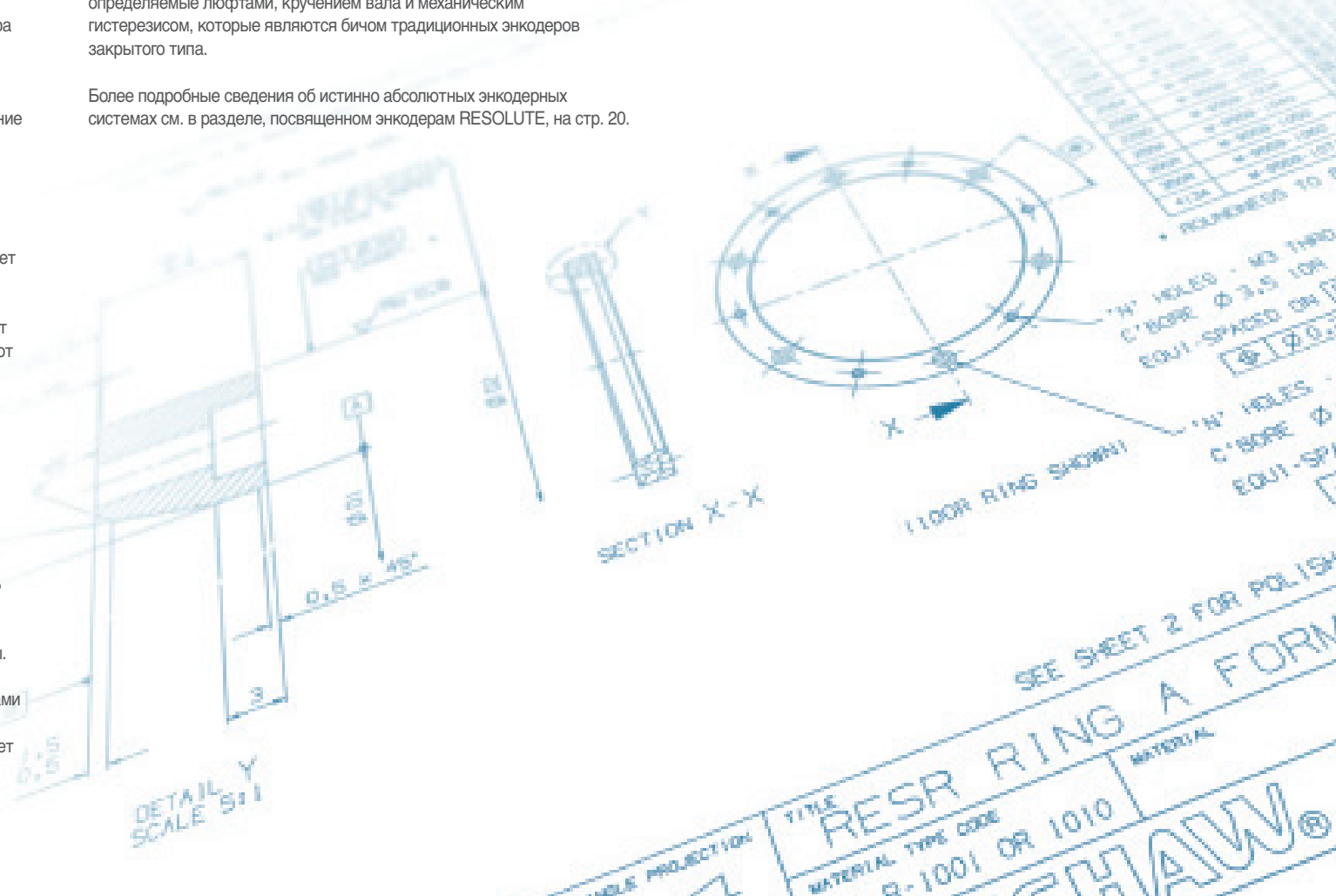
Особым преимуществом энкодерных систем SiGNUM является герметичность считывающей головки, что делает эту систему незаменимой, когда возможно попадание воды, масла или СОЖ на считывающую головку. Система SiGNUM разработана именно для таких неблагоприятных условий – достаточно протереть ее, и она будет продолжать работать! Система SiGNUM предусматривает также многофункциональный программный пакет, позволяющий выполнять мониторинг и анализ характеристик энкодера и проводить расширенную диагностику. В отличие от другого существующего программного обеспечения пакет SiGNUM может использоваться и тогда, когда энкодер полностью задействован в работе сервосистемы.

Эти считывающие головки могут использоваться совместно со шкалами RESM компании Renishaw, предусматривающими уникальный способ базирования по конусу, что упрощает процедуру установки и позволяет выполнять тонкую регулировку concentricности. Кольца REXM

предназначены для работы с парными головками, в такой конфигурации обеспечивается сверхвысокая точность.

Во всех инкрементальных угловых энкодерах компании Renishaw реализован бесконтактный принцип работы. В этой модульной конструкции шкала энкодера устанавливается непосредственно на ротор, что устраняет потребность в гибких соединениях. Кроме того, бесконтактное исполнение позволяет устранить погрешности, определяемые люфтами, кручением вала и механическим гистерезисом, которые являются бичом традиционных энкодеров закрытого типа.

Более подробные сведения об истинно абсолютных энкодерных системах см. в разделе, посвященном энкодерам RESOLUTE, на стр. 20.

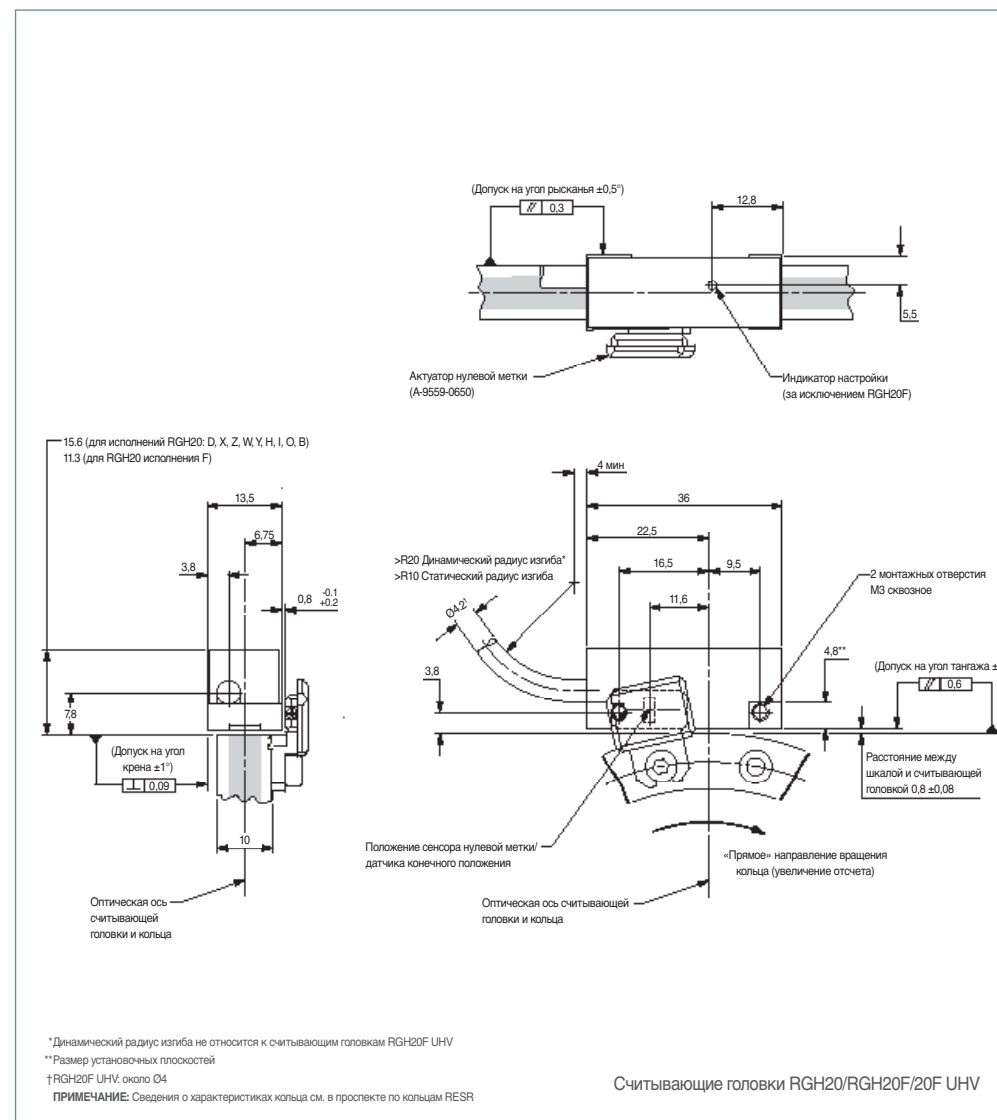


Кольца RESR и...

Считывающие головки RGH20 и RGH20F / 20F UHV (для сверхвысокого вакуума)

Измерительная шкала	RESM: цельное кольцо из нержавеющей стали 303/304 с малой высотой поперечного сечения. Кольца с сечением типа А с коническим внутренним диаметром (стандартно) или малоинерционным сечением типа В
Шаг шкалы	20 мкм
Наружный диаметр кольца	от 52 мм до 550 мм
Количество штрихов	От 8 192 до 86 400 (в зависимости от размера кольца)
Референтная (нулевая) метка	Односторонняя повторяемость до 1 единицы разрешения с магнитным актуатором
Точность*	
Точность градуировки	От ±4,0 до ±0,4 угл. секунды (в зависимости от диаметра кольца)
Точность системы	От ±5,6 до ±0,5 угл. секунды (в зависимости от диаметра кольца)
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия.
Аналоговый	1652 об/мин при -3 дБ (RGH20 1 Vpp на кольце RESR диаметром 52 мм)
Цифровой	2938 об/мин (RGH20 с разрешением 5 мкм на кольце RESR диаметром 52 мм)
Инкрементальные сигналы	
Аналоговый	1 Vpp (период 20 мкм)
Цифровой	Прямой выход RGH20: разрешение от 5 мкм до 10 нм RGH20F / REF: разрешение от 5 мкм до 5 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 1,5 м, 3 м и 5 м, разъемы типа D-sub (9- и 15-штырьковый) или свободный вывод (без разъема)
Питание	Прямой выход RGH20: 5 В ±5%, 90 мА (RGH20D, X и Z), 120 мА (RGH20W, Y, H, I и O), 110 мА (RGH20B) (без оконечной нагрузки) RGH20F / REF системы: 5 В -5%, +10%; 200 мА (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	От 0 °С до +55 °С (температура обезгаживания: 120 °С, только для считывающей головки исполнения UHV)
Класс защиты	Считывающая головка: IP40, интерфейс: IP20
Ошибка подразбиения (SDE)	Прямой выход RGH20: обычно менее ±0,15 мкм RGH20F / REF системы: обычно менее ±0,05 мкм
Динамическая обработка сигналов	Прямой выход RGH20: отсутствует RGH20F / REF системы: автоматическая активная коррекция, включающая автоматическую регулировку усиления (APV - AGC), смещения (AOC) и баланса (ABC)

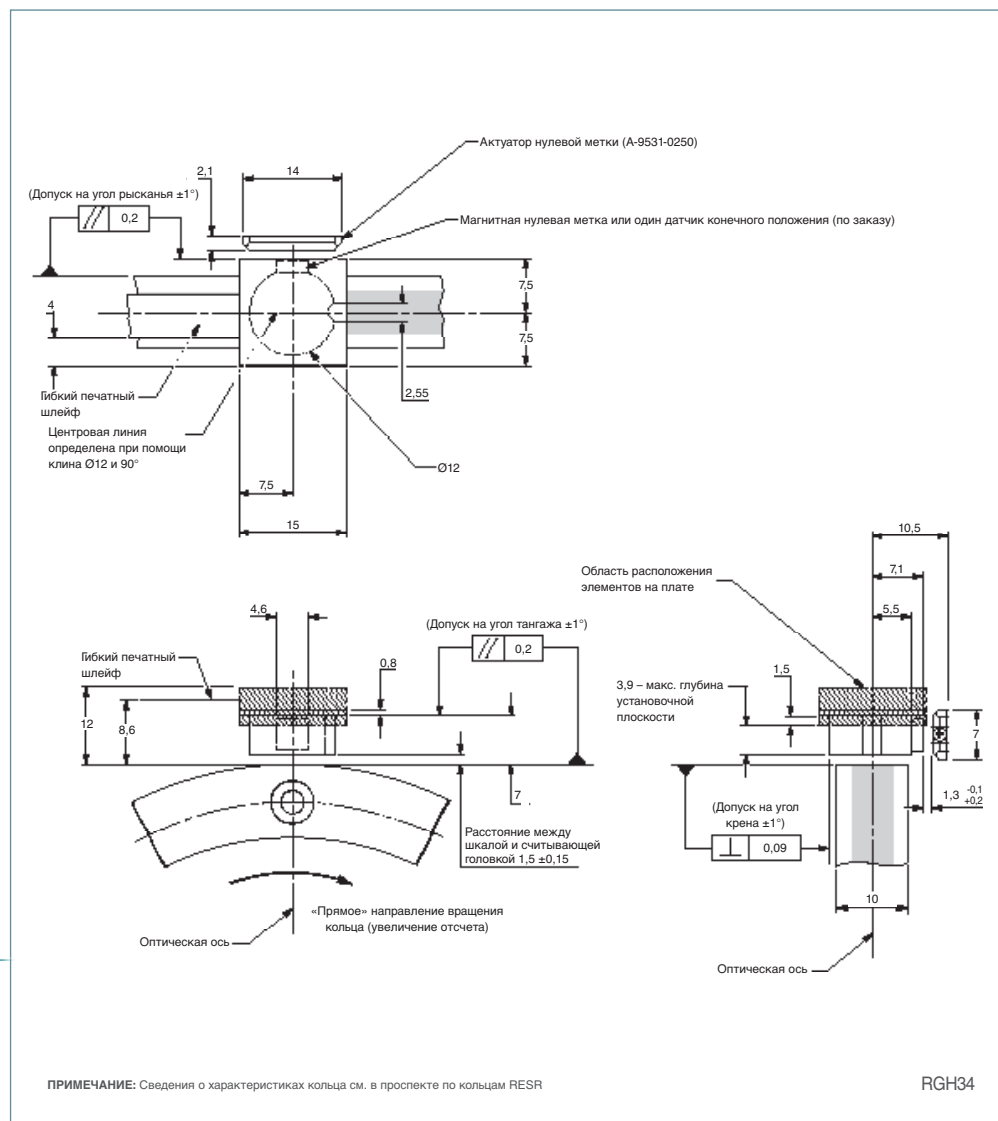
* Точность градуировки – максимальная разница между углом, измеренным одной считывающей головкой, и действительным углом поворота энкодера по завершении градуировки. Ошибки установки, например, эксцентриситет, не учитываются. Точность системы – это точность градуировки плюс ошибка подразбиения (SDE).



Кольца RESR и...

Считывающая головка RGH34

Измерительная шкала	RESM: цельное кольцо из нержавеющей стали 303/304 с малой высотой поперечного сечения. Кольца с сечением типа А с коническим внутренним диаметром (стандартно) или малоинерционным сечением типа В
Шаг шкалы	40 мкм
Наружный диаметр кольца	от 52 мм до 550 мм
Количество штрихов	От 4096 до 43200 (в зависимости от размера кольца)
Референтная (нулевая) метка	Односторонняя повторяемость до 1 единицы разрешения с магнитным актуатором
Датчик конечного положения	Единственный датчик конечного положения (указать, если требуется, при заказе)
Точность*	
Точность градуировки	От ±4,0 до ±0,4 угл. секунды (в зависимости от диаметра кольца)
Точность системы	От ±6,3 до ±0,6 угл. секунды (в зависимости от диаметра кольца)
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия.
Аналоговый	1652 об/мин при -3 дБ (на кольце REXM диаметром 52 мм)
Цифровой	2020 об/мин (RGH34 с разрешением 10 мкм на кольце RESR диаметром 52 мм)
Инкрементальные сигналы	
Аналоговый	1 Vpp (период 40 мкм)
Цифровой	Разрешение: 10 мкм; 5 мкм; 2 мкм; 1 мкм; 0,4 мкм, 0,2 мкм и 0,1 мкм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,05 м, 0,1 м и 0,15 м (гибкий печатный шлейф) с тонким микроразъемом (10 контактов) с нулевым усилием соединения
Питание	5 В ±5%, 120 мА (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	от 0 °С до +55 °С
Класс защиты	IP00 (система)
Ошибка подразбиения (SDE)	Обычно менее ±0,30 мкм
Динамическая обработка сигналов	Отсутствует

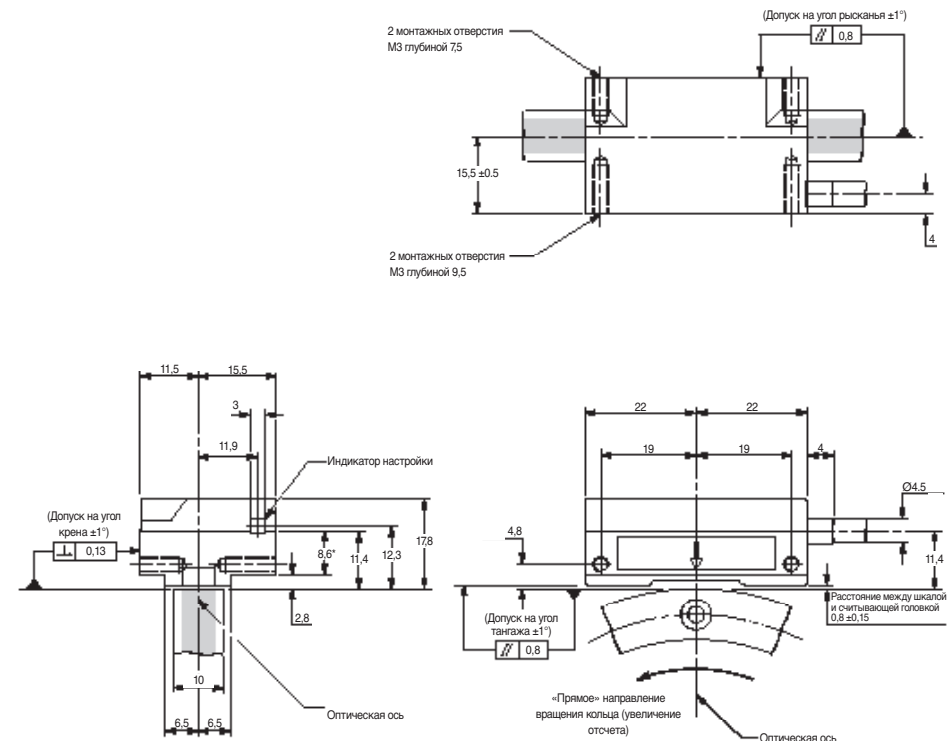


* Точность градуировки – максимальная разность между углом, измеренным одной считывающей головкой, и действительным углом поворота энкодера по завершении градуировки. Ошибки установки, например, эксцентриситет, не учитываются. Точность системы – это точность градуировки плюс ошибка подразбиения (SDE).

Считывающая головка RGH40

Измерительная шкала	RESM: цельное кольцо из нержавеющей стали 303/304 с малой высотой поперечного сечения. Кольца с сечением типа А с коническим внутренним диаметром (стандартно) или малоинерционным сечением типа В
Шаг шкалы	40 мкм
Наружный диаметр кольца	от 52 мм до 550 мм
Количество штрихов	От 4096 до 43200 (в зависимости от размера кольца)
Референтная (нулевая) метка	Односторонняя повторяемость до 1 единицы разрешения с магнитным актуатором
Датчик конечного положения	Парные датчики конечного положения
Точность*	
Точность градуировки	От ±4,0 до ±0,4 угл. секунды (в зависимости от диаметра кольца)
Точность системы	От ±6,3 до ±0,6 угл. секунды (в зависимости от диаметра кольца)
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия.
Аналоговый	2938 об/мин при -3 дБ (на кольце RESR диаметром 52 мм)
Цифровой	3687 об/мин (RGH40 с разрешением 10 мкм на кольце RESR диаметром 52 мм)
Инкрементальные сигналы	
Аналоговый	1 Vpp (период 40 мкм)
Цифровой	Разрешение: 10 мкм, 5 мкм, 2 мкм, 1 мкм, 0,4 мкм, 0,2 мкм, 0,1 мкм и 50 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м и 5 м, разъем типа D-sub (15-штырьковый), круглый разъем (12-штырьковый), встраиваемый в линию соединитель (16-штырьковый) или свободный вывод (без разъема)
Питание	5 В ±5%, 120 мА (в типичных условиях), 175 мА (разрешения 0,4 мкм, 0,2 мкм, 0,1 мкм и 50 нм) (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	от 0 °C до +55 °C
Класс защиты	IP50
Ошибка подразбиения (SDE)	Обычно менее ±0,30 мкм
Динамическая обработка сигналов	Специальный серводвигатель пост. тока обеспечивает простую автоматическую регулировку усиления (APU – AGC) для оптимизации уровня сигнала

* Точность градуировки – максимальная разность между углом, измеренным одной считывающей головкой, и действительным углом поворота энкодера по завершении градуировки. Ошибки установки, например, эксцентриситет, не учитываются. Точность системы – это точность градуировки плюс ошибка подразбиения (SDE).



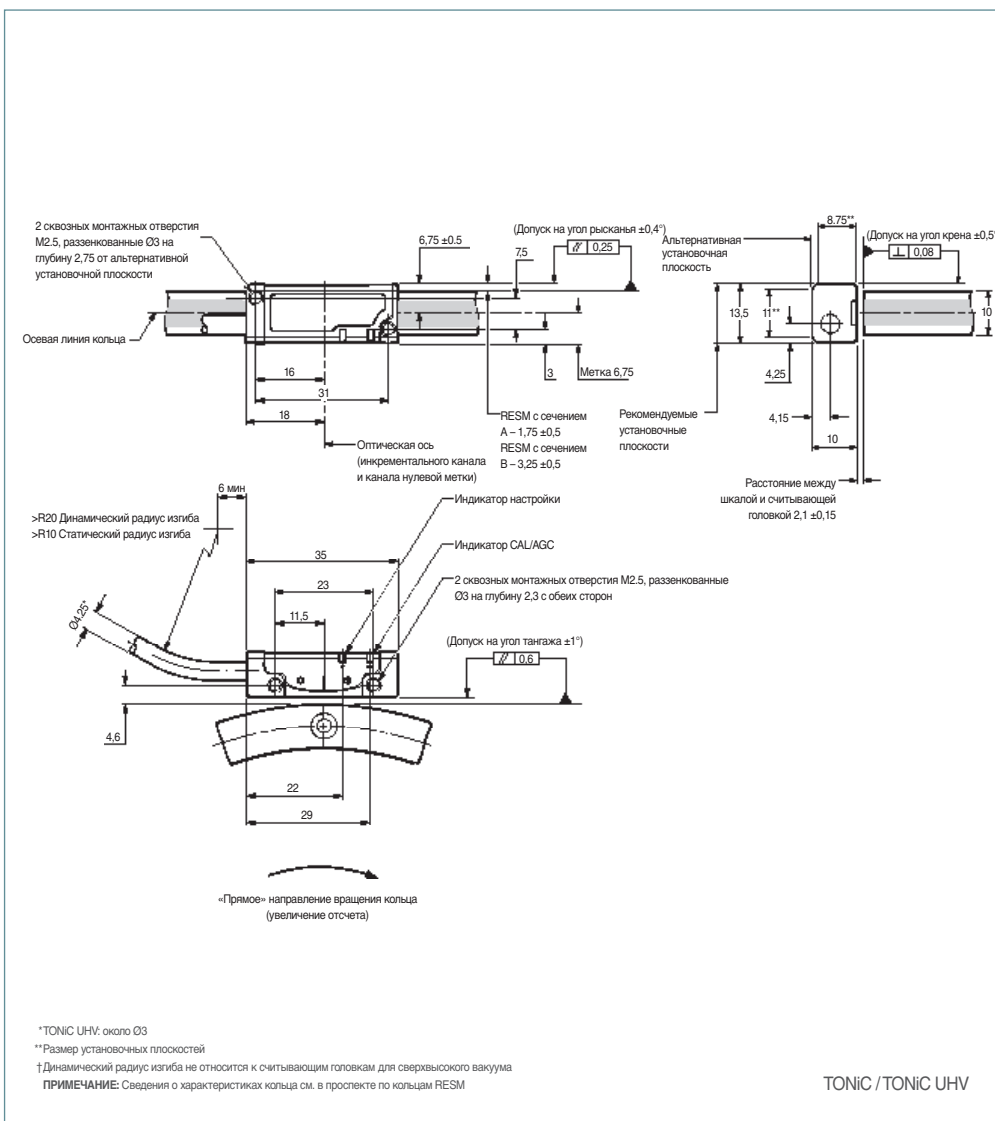
* Размер установочных плоскостей
ПРИМЕЧАНИЯ: Сведения о вариантах нулевых (референтных) меток см. в руководстве по установке.
Сведения о характеристиках кольца см. в проспекте по кольцам RESR

RGH40

Кольца RESM и...

Считывающие головки TONiC и TONiC UHV (для сверхвысокого вакуума)

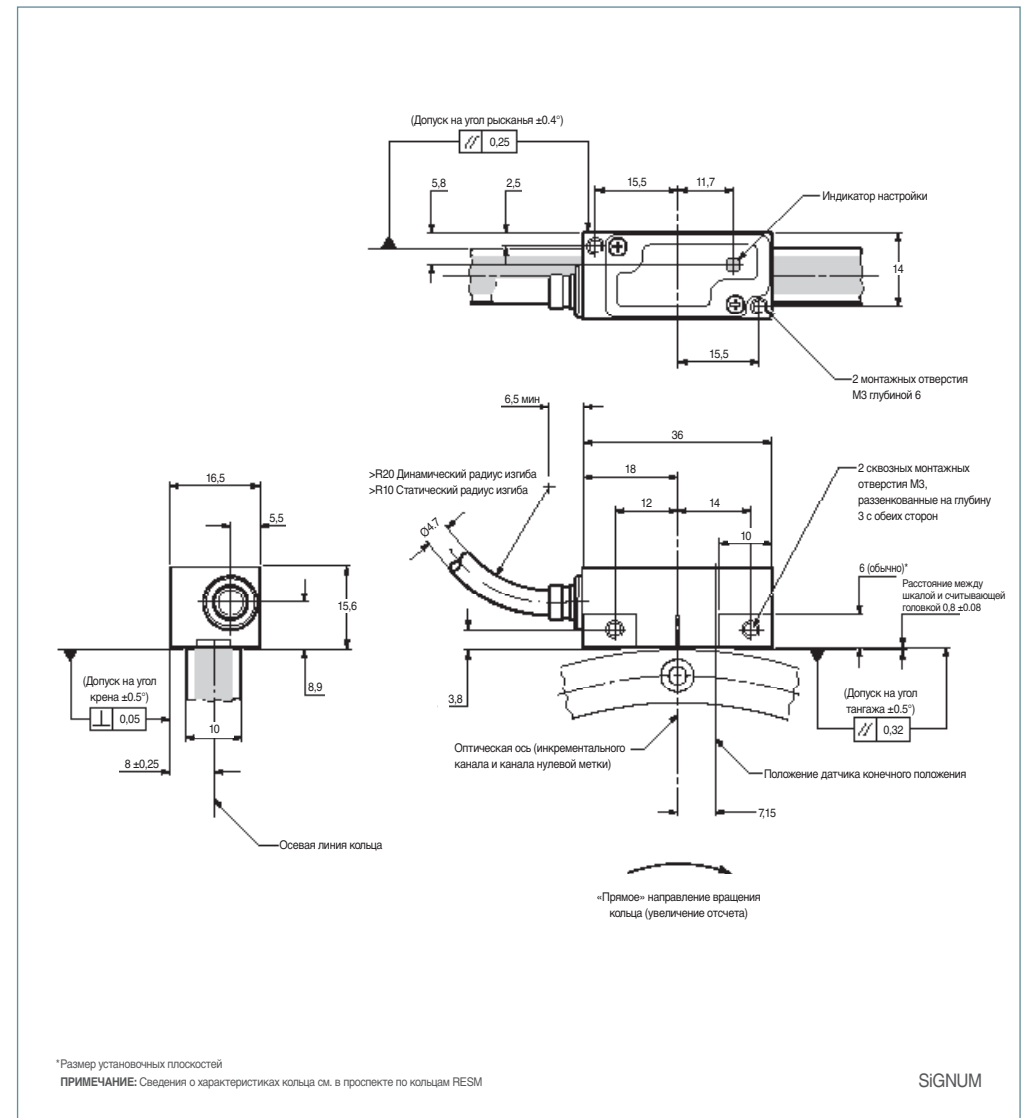
Измерительная шкала	RESM: цельное кольцо из нержавеющей стали 303/304 с малой высотой поперечного сечения. Кольца с сечением типа А с коническим внутренним диаметром (стандартно) или малоинерционным сечением типа В
Шаг шкалы	20 мкм
Наружный диаметр кольца	от 52 мм до 550 мм. По вопросам, касающимся больших диаметров по заказу, обращаться в компанию Renishaw
Количество штрихов	От 8 192 до 86 400 (в зависимости от размера кольца)
Референтная (нулевая) метка	Единая нулевая метка IN-TRAC™ Предлагается исполнение REST с двумя нулевыми метками для случаев вращения по неполной окружности
Точность*	Точность градуировки Точность системы
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия. 3673 об/мин при -3 дБ (на кольце RESM диаметром 52 мм) 3 673 об/мин (TONiC с разрешением 5 мкм на кольце RESM диаметром 52 мм)
Инкрементальные сигналы	Аналоговый Цифровой
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м, 5 м и 10 м, миниразъем (для соединения напрямую с интерфейсом TONiC)
Питание	5 В ±10%, <100 мА (аналоговая система), <200 мА (цифровая система) (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с², 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	От 0 °С до +70 °С (температура обезгаживания: 120 °С, только для считывающей головки исполнения UHV)
Класс защиты	Считывающая головка: IP40, считывающая головка UHV: IP20, интерфейс: IP20
Ошибка подрабрения (SDE)	Обычно ± 30 нм
Динамическая обработка сигналов	Обработка сигналов в реальном времени, включающая автоматическую регулировку усиления (APU - AGC) и смещения (AOC), что обеспечивает более высокие характеристики в определенном диапазоне условий эксплуатации



* Точность градуировки – максимальная разность между углом, измеренным одной считывающей головкой, и действительным углом поворота энкодера по завершении градуировки. Ошибки установки, например, эксцентриситет, не учитываются. Точность системы – это точность градуировки плюс ошибка подрабрения (SDE).

Считывающая головка SiGNUM

Измерительная шкала	RESM: цельное кольцо из нержавеющей стали 303/304 с малой высотой поперечного сечения. Кольца с сечением типа А с коническим внутренним диаметром (стандартно) или малоинерционным сечением типа В
Шаг шкалы	20 мкм
Наружный диаметр кольца	от 52 мм до 550 мм. По вопросам, касающимся больших диаметров по заказу, обращаться в компанию Renishaw
Количество штрихов	От 8 192 до 86 400 (в зависимости от размера кольца)
Референтная метка	Единая нулевая метка IN-TRAC™ Предлагается исполнение REST с двумя нулевыми метками для случаев вращения по неполной окружности
Точность*	<p>Точность градуировки</p> <p>Точность системы</p>
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия. 4 591 об/мин при -3 дБ (на кольце RESM диаметром 52 мм) 4 591 об/мин (SiGNUM с разрешением 5 мкм на кольце RESM диаметром 52 мм)
Инкрементальные сигналы	<p>Аналоговый</p> <p>Цифровой</p>
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м, 5 м и 10 м, 14-штырьковый разъем (для соединения напрямую с интерфейсом SiGNUM Si)
Питание	5 В ±10%, <250 мА (типичный случай) (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60 068-2-27: 1993)
Рабочая температура	Считывающая головка: от 0 °С до +85 °С Интерфейс: от 0 °С до +70 °С
Класс защиты	Считывающая головка: IP64, интерфейс: IP30
Ошибка подразбиения (SDE)	Обычно ± 30 нм
Динамическая обработка сигналов	Обработка сигналов в реальном времени, включающая автоматическую регулировку усиления (APU - AGC), смещения (AOC) и баланса (ABC), что обеспечивает более высокие характеристики в определенном диапазоне условий эксплуатации

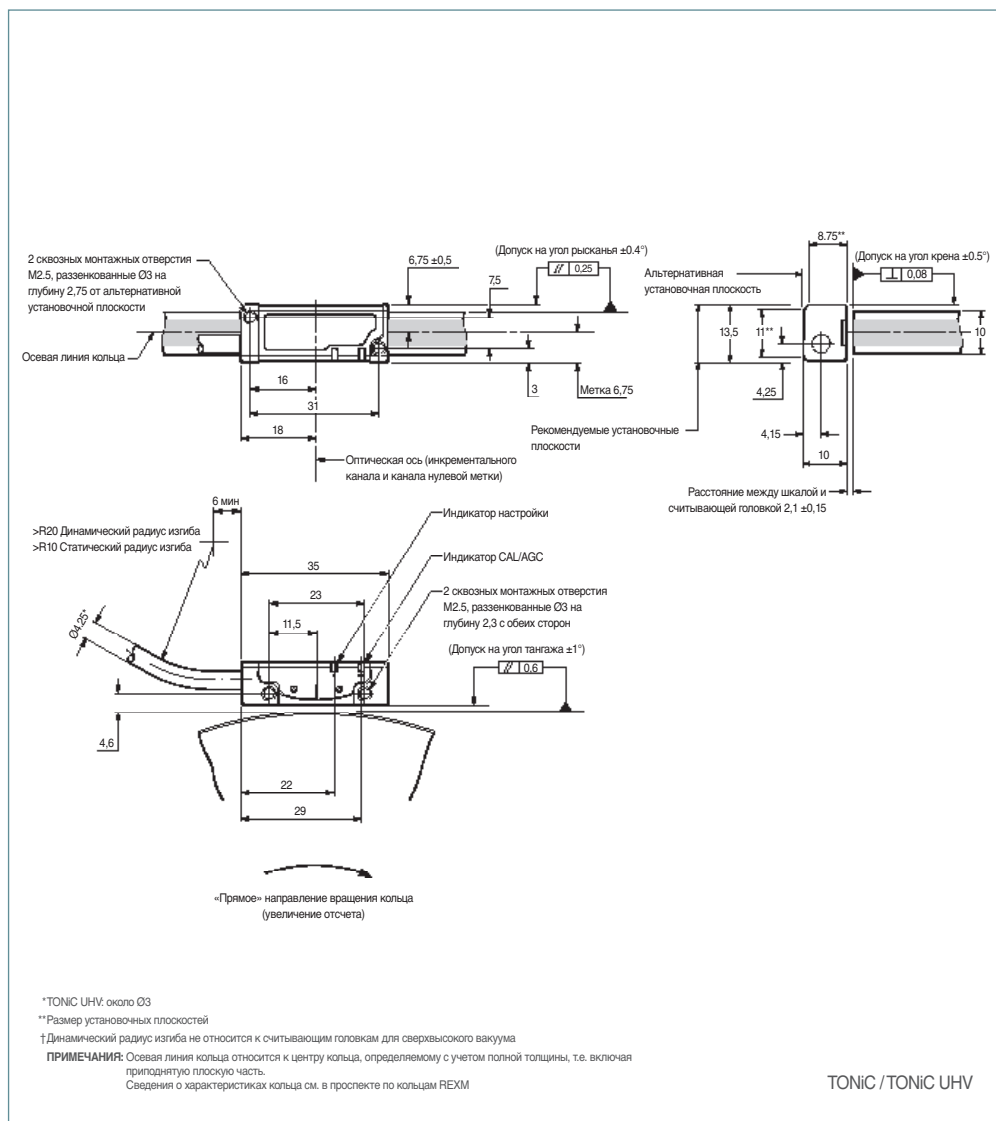


*Точность градуировки – максимальная разность между углом, измеренным одной считывающей головкой, и действительным углом поворота энкодера по завершении градуировки. Ошибки установки, например, эксцентриситет, не учитываются. Точность системы – это точность градуировки плюс ошибка подразбиения (SDE).

Кольца REXM и...

Считывающие головки TONiC и TONiC UHV (для сверхвысокого вакуума)

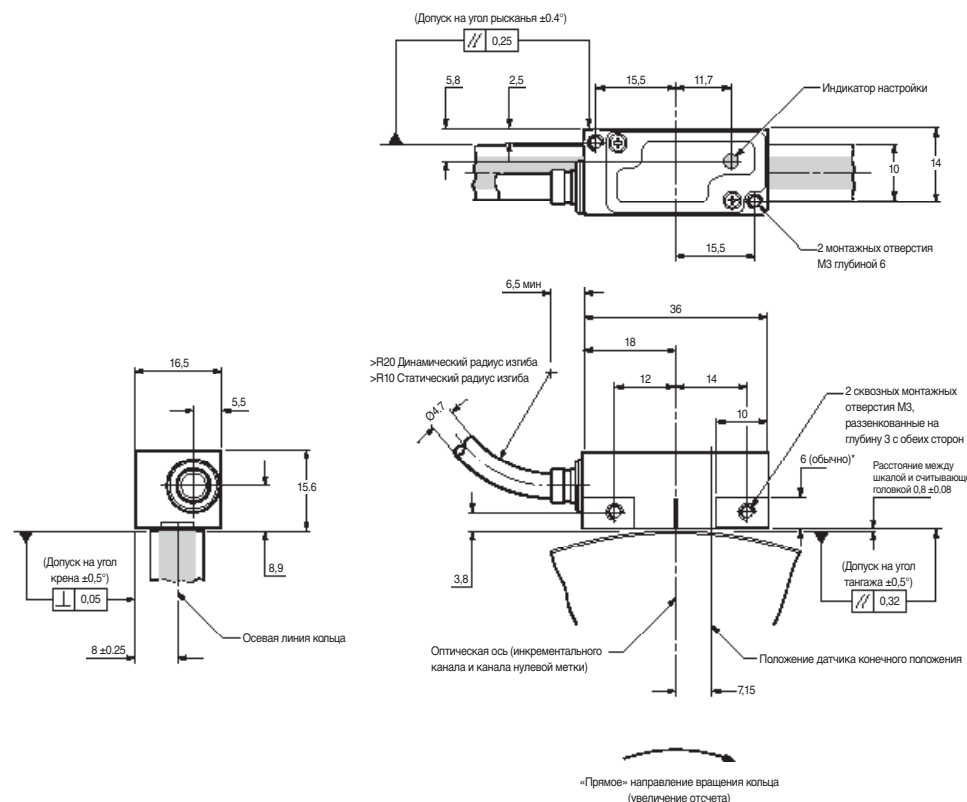
Измерительная шкала	REXM: цельное высокоточное кольцо из нержавеющей стали 303/304
Шаг шкалы	20 мкм
Наружный диаметр кольца	от 52 мм до 417 мм
Количество штрихов	От 8 192 до 65536 (в зависимости от размера кольца)
Референтная метка	Единая нулевая метка IN-TRAC™ Предлагается исполнение REXT с двумя нулевыми метками для случаев вращения по неполной окружности
Общая точность после установки	(диаметр >100 мм) ±1 угл. секунда (диаметр 75 мм) ±1,5 угл. секунды (диаметр <57 мм) ±2 угл. секунды
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия.
Аналоговый	3 673 об/мин при -3 дБ (на кольце REXM диаметром 52 мм)
Цифровой	3 673 об/мин (TONiC с разрешением 5 мкм на кольце REXM диаметром 52 мм)
Инкрементальные сигналы	
Аналоговый	1 Vpp (период 20 мкм)
Цифровой	разрешение от 5 мкм до 1 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м, 5 м и 10 м, миниразъем (для соединения напрямую с интерфейсом TONiC)
Питание	5 В ±10%, <100 мА (аналоговая система), <200 мА (цифровая система) (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	От 0 °C до +70 °C (температура обезгаживания: 120 °C, только для считывающей головки исполнения UHV)
Класс защиты	Считывающая головка: IP40, считывающая головка UHV: IP20, интерфейс: IP20
Ошибка подрабрения (SDE)	Обычно ± 30 нм
Динамическая обработка сигналов	Обработка сигналов в реальном времени, включающая автоматическую регулировку усиления (APV - AGC) и смещения (AOC), что обеспечивает более высокие характеристики в определенном диапазоне условий эксплуатации



TONiC / TONiC UHV

Считывающая головка SiGNUM

Измерительная шкала	REXM: цельное высокоточное кольцо из нержавеющей стали 303/304
Шаг шкалы	20 мкм
Наружный диаметр кольца	от 52 мм до 417 мм
Количество штрихов	От 8 192 до 65536 (в зависимости от размера кольца)
Референтная метка	Единая нулевая метка IN-TRAC™ Предлагается исполнение REXT с двумя нулевыми метками для случаев вращения по неполной окружности
Общая точность после установки	(диаметр >100 мм) ±1 угл. секунда (диаметр 75 мм) ±1,5 угл. секунды (диаметр <57 мм) ±2 угл. секунды
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия.
Аналоговый	4 591 об/мин при -3 дБ (на кольце REXM диаметром 52 мм)
Цифровой	4 591 об/мин (SiGNUM с разрешением 5 мкм на кольце RESM диаметром 52 мм)
Инкрементальные сигналы	
Аналоговый	1 Vpp (период 20 мкм)
Цифровой	разрешение от 5 мкм до 5 нм
Электрическое подключение	Длина кабеля: 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 3 м, 5 м и 10 м, 14-штырьковый разъем (для соединения напрямую с интерфейсом SiGNUM Si)
Питание	5 В ±10%, <250 мА (типичный случай) (без оконечной нагрузки)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	Считывающая головка: от 0 °С до +85 °С Интерфейс: от 0 °С до +70 °С
Класс защиты	Считывающая головка: IP64, интерфейс: IP30
Ошибка подрабрения (SDE)	Обычно ± 30 нм
Динамическая обработка сигналов	Обработка сигналов в реальном времени, включающая автоматическую регулировку усиления (APU - AGC), смещения (AOC) и баланса (ABC), что обеспечивает более высокие характеристики в определенном диапазоне условий эксплуатации



*Размер установочных плоскостей

ПРИМЕЧАНИЯ: Осевая линия кольца относится к центру кольца, определяемому с учетом полной толщины, т.е. включая приподнятую плоскую часть.
Сведения о характеристиках кольца см. в проспекте по кольцам REXM

SIGNUM

Оптические угловые энкодерные системы (абсолютные)

Истинно абсолютные угловые энкодеры RESOLUTE обладают существенными преимуществами по сравнению с другими моделями абсолютных энкодеров.

Такие базовые характеристики, как максимальная скорость 100 м/с (12 000 об/мин на кольце диаметром 150 мм) и разрешение 1 нм, остаются недостижимыми для энкодеров других марок, но преимущества энкодеров RESOLUTE не исчерпываются только лишь высокой скоростью...

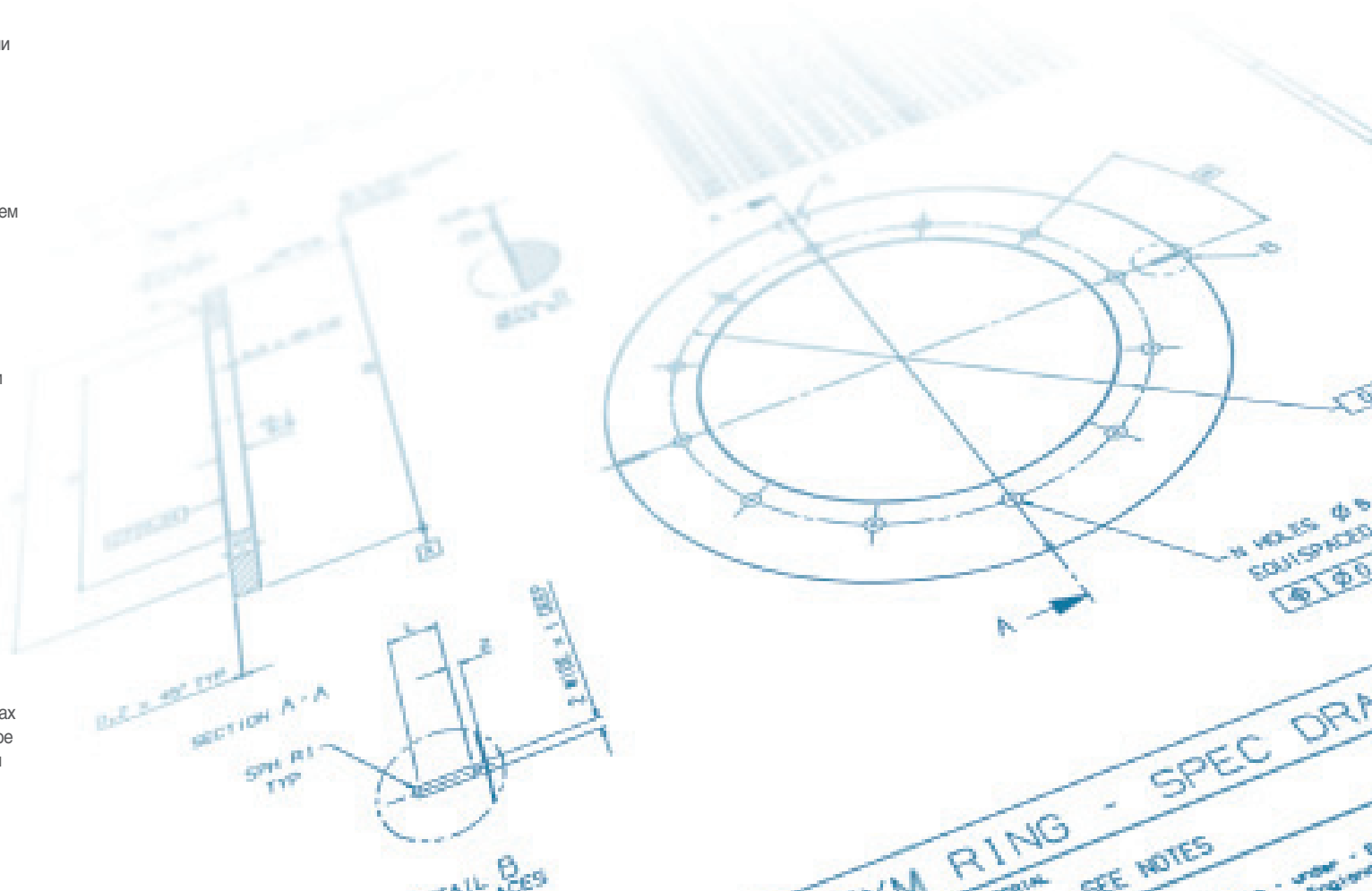
Уникальный метод регистрации по своей природе обеспечивает низкую ошибку подразбиения (SDE), что гарантирует малые пульсации скорости. Уровень шума (джиттера – дрожания фронта сигнала) значительно ниже такого же показателя для других абсолютных энкодеров, а это дает повышение стабильности позиционирования.

При работе энкодера RESOLUTE происходит, при очень высокой скорости, регистрация изображений штрихового кода с очень мелким шагом. Затем выполняется анализ этих изображений с использованием сложных методов перекрестной проверки и отбрасывания ошибок, тем самым достигается высокий уровень невосприимчивости считывающей головки к наличию загрязнений. Безопасность положения обеспечивается уникальным отдельным алгоритмом проверки положения, встроенным в систему RESOLUTE, который дает возможность постоянно следить за положением. Любые ошибки регистрируются и передаются в контроллер. В сочетании с контролем с помощью циклического избыточного кода Cyclic Redundancy Checks – CRC), предусмотренным в протоколе последовательной связи, энкодеры RESOLUTE позволяют добиваться более высокой степени безопасности и надежности при определении положения.

Считывающие головки RESOLUTE являются истинно абсолютными. Это означает, что они определяют положение сразу же после включения, что обеспечивает сервоуправление в полном объеме без выполнения каких-либо перемещений. При решении многих задач это позволяет сэкономить время, а в таких областях, как медицина, работа станков, системы для военных и аэрокосмических нужд, это преимущество может играть критическую роль.

Угловые энкодеры RESOLUTE выполняют считывание шкал на кольцах RESA или REXA. Изделие RESA представляет собой малоинерционное кольцо малой массы из нержавеющей стали; его монтаж выполняется

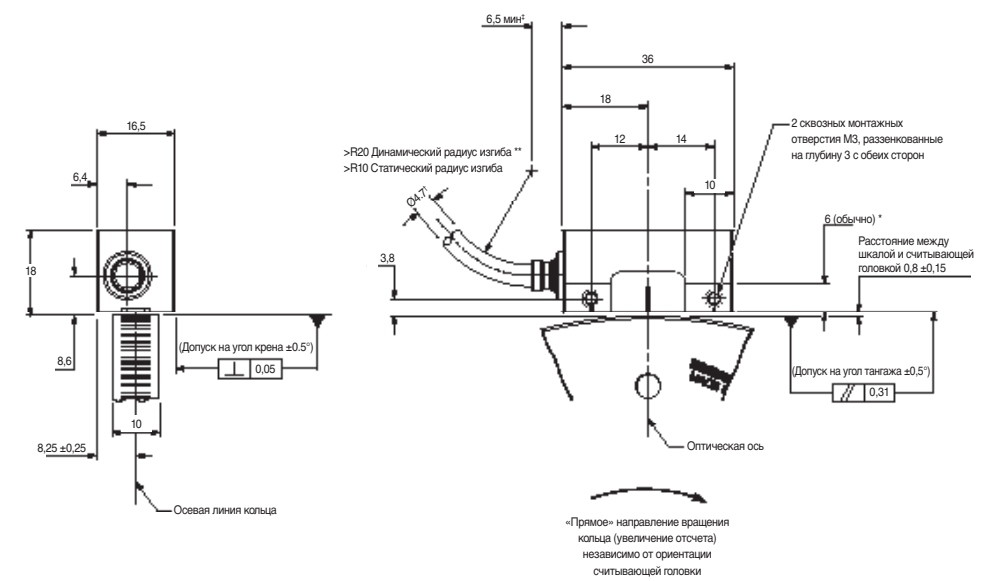
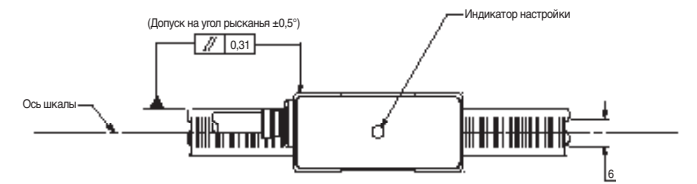
с использованием уникального метода базирования по конусу, что упрощает установку и очень удобно для выполнения тонкой регулировки эксцентриситета. У колец REXA поперечное сечение имеет большую толщину, это позволяет выполнять монтаж кольца на плоскую поверхность в нижней части. При работе с двумя считывающими головками системы с кольцами REXA дают общую точность после установки выше ± 1 угл. секунды... и это на энкодере, который может использоваться при $+80$ °C и виброускорении 30 g!



Кольца RESA и REXA для абсолютных угловых энкодеров и...

Считывающие головки RESOLUTE (стандартные и исполнения UHV и ETR)

Измерительная шкала	REXA: цельное высокоточное кольцо из нержавеющей стали 303/304 с кодированием для абсолютных систем, кольца с сечением типа А с коническим внутренним диаметром (стандартно) или малоинерционным сечением типа В REXA: цельное высокоточное кольцо из нержавеющей стали 303/304 с кодированием для абсолютных систем
Шаг шкалы	Номинальное значение: 30 мкм
Наружный диаметр кольца	RESA: от 52 мм до 550 мм REXA: от 52 мм до 417 мм
Точность системы*	RESA: От $\pm 5,49$ до $\pm 0,52$ угл. секунды (в зависимости от диаметра кольца)
Общая точность после установки	REXA: (диаметр >100 мм) ± 1 угл. секунда (диаметр 75 мм) $\pm 1,5$ угл. секунды (диаметр <57 мм) ± 2 угл. секунды
Максимальная скорость	См. подробнее в соответствующем проспекте изделия. RESA: 36 000 об/мин (на кольцо диаметром 52 мм) RESA с RESOLUTE ETR: 18 000 об/мин (на кольцо диаметром 52 мм) REXA: 8500 об/мин (на кольцо диаметром 52 мм)
Протоколы†	BiSS-C, DRIVE-CLiQ*, FANUC и Mitsubishi (сведения о совместимости с протоколами для исполнений UHV и ETR см. в соответствующих проспектах)
Разрешения	BiSS-C: 18 бит, 26 бит и 32 бит DRIVE-CLiQ*, FANUC и Mitsubishi: 23 бит и 27 бит
Электрическое подключение	Длина кабеля: от 0,5 м до 10 м; разъем типа D-sub (9- или 15-штырьковый), свободный вывод (без разъема); разъем, совместимый с FANUC; разъемы LEMO и S12 для интерфейса DRIVE-CLiQ
Питание	5 В $\pm 10\%$, 250 мА (с оконечной нагрузкой)
Вибрация (в режиме эксплуатации)	RESOLUTE и ETR: 300 м/с ² макс. при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996), UHV: Не более 100 м/с ² при 55-2000 Гц (BS EN 60068-2-6: 1996)
Удар (в нерабочем состоянии)	1000 м/с ² , 6 мс, полусинусоидальный импульс (BS EN 60068-2-27: 1993)
Рабочая температура	RESOLUTE: от 0 °C до +80 °C, ETR: от -40 °C до +80 °C, UHV: От 0 °C до +75 °C (температура обезгаживания: 120°C)
Класс защиты	RESOLUTE и ETR: IP64, UHV: IP30
Ошибка подразбиения (SDE)	± 40 нм



*Размер установочной плоскости
 **Динамический радиус изгиба не относится к считывающим головкам исполнений UHV и ETR
 †RESOLUTE UHV: около 02.7
 ‡RESOLUTE UHV: 5.5 мин.
ПРИМЕЧАНИЯ: Для REXA осевая линия кольца относится к центру кольца, определяемому с учетом полной толщины, т.е. включая приподнятую плоскую часть.
 Сведения о кольце см. в проспекте по кольцам RESA и REXA

RESOLUTE /
 RESOLUTE UHV /
 RESOLUTE ETR

*Точность градуировки – максимальная разность между углом, измеренным одной считывающей головкой, и действительным углом поворота энкодера по завершении градуировки. Ошибки установки, например, эксцентриситет, не учитываются. Точность системы – это точность градуировки плюс ошибка подразбиения (SDE).
 †Количество поддерживаемых протоколов постоянно расширяется. См. сайт www.renishaw.com/contact
 **Характеристики интерфейса DRIVE-CLiQ см. в проспекте изделия RESOLUTE DRIVE-CLiQ

Решения под заказ и вспомогательные принадлежности

Индивидуальные решения для магнитных энкодеров

В случае специальных задач и задач с большим объемом часто оказывается необходимым внесение модификаций в конструкцию энкодера с тем, чтобы разработчики могли использовать его в своих системах. Имея многолетний опыт по решению таких требований по интеграции, наша компания может предложить адаптированные к нуждам заказчика изделия уже через несколько недель после первого обсуждения конкретных требований. Мы всячески поддерживаем прямые обсуждения в группах, занятых инженерно-техническими разработками, с тем чтобы обеспечить работоспособность изделий, выполненных по специальному заказу, при первом же применении по их назначению.

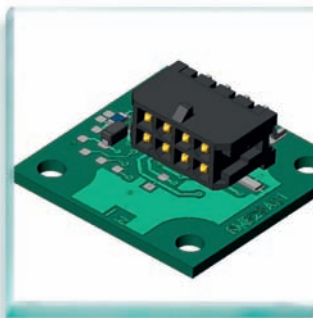
Наиболее распространенные требования при заказах связаны с расширением диапазона рабочих температур, соединителями, кабелями и модификацией механических деталей/узлов.

Для обсуждения конкретных требований следует обращаться к инженеру по сбыту в местном представительстве компании.



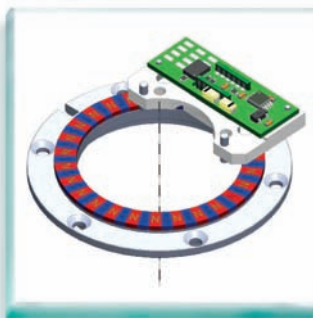
RMB06

Миниатюрный модуль энкодера в специальном исполнении, которое допускает установку на двигатель малых размеров с диаметром всего 6 мм



RMB29

Магнитный энкодер для управления двигателем с модификацией, позволяющей монтировать на плате SMD соединитель для поверхностного монтажа.



LM13D16

Кольцо магнитного энкодера в исполнении, предусматривающем установку в устройстве для вертолета с выдерживанием при этом сильных ударов и вибраций



RE27

Прочный модуль энкодера со специальной конструкцией корпуса и вала, предназначенный для антенных систем



RMC22

Угловой магнитный энкодер, разработанный для замены устаревшего оптического энкодера другого производителя



RoLin

Специальное исполнение миниатюрного кольцевого энкодера для применения в робототехнике при операциях, требующих высокого разрешения; данное исполнение предусматривает использование нескольких считывающих головок на одном и том же кольце магнитного энкодера

Принадлежности для магнитных энкодеров

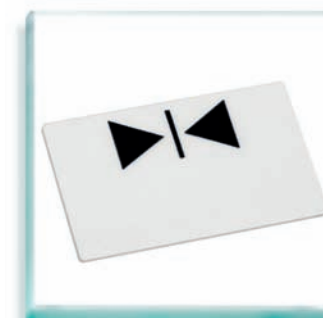
Предлагается ряд дополнительных устройств и приспособлений для тестирования изделий и их установки в конкретной системе.

Дополнительные устройства и приспособления

- E201 USB-интерфейс для энкодеров
- Программируемый интерфейс UPRG01
- Программируемый интерфейс UPRGAM4096 для платы RMK4
- Наклейка на нулевой метке
- Приспособление для наклеивания референтной метки
- Комплект для установки магнитной шкалы и крепления защитной ленты
- Комплект оконечных зажимов
- Магниты и магнитные актуаторы
- Приспособление для намагничивания референтной метки



USB-интерфейс для энкодеров



Наклейка на нулевой метке



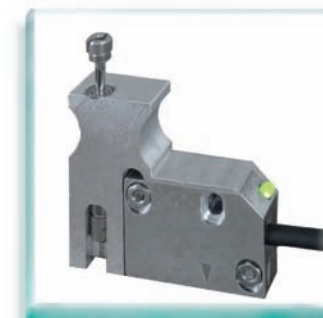
Комплект для установки магнитной шкалы



Приспособление для наклеивания референтной метки



Магниты и магнитные актуаторы



Приспособление для референтной метки, выбираемой пользователем

Вспомогательное оборудование для оптических энкодеров и решения под заказ

Очевидно, что стандартные изделия не могут подойти для решения любой задачи, где требуются энкодеры, и поэтому наша компания предлагает OEM-производителям услуги по реализации индивидуальных решений для считывающих головок и шкал.

Для считывающих головок предлагается ряд вариантов, в частности, выбор длины кабеля по заказу и специальная разводка разъемов/контактов. Для выполнения определенных требований заказчика возможна также реализация конкретных разрешений и коэффициентов интерполяции для энкодеров TONiC и RESOLUTE.

В случае шкал из нержавеющей стали и сплава ZeroMet возможен заказ шкал нужной длины и с нулевыми метками в определенном положении. Если же речь идет о кольцах для угловых энкодерах, то диапазон решений по заказу очень обширен: внутренние диаметры специальной величины, наружные диаметры до 1300 мм, количество штрихов с учетом конкретной задачи (этот параметр накладывает, однако, ограничения на выбор наружного диаметра), а также поперечные сечения конкретных значений, позволяющие полностью встроить энкодер в систему заказчика, например, в качестве элемента вала двигателя. В действительности, кольца REXM были изначально разработаны в целях выполнения конкретного заказа!

Одним словом... если в этой брошюре нет нужного вам варианта, просто спросите нас о нем!



Сдвоенный интерфейс DSi (Dual Signal interface)

В интерфейсе DSi выполняется объединение сигналов от двух считывающих головок, что дает повышение точности угловых энкодеров; предлагается с моделями TONiC и SiGNUM

Интерфейс с двойным выходом DOP (Dual Output interface) для энкодеров TONiC

Одновременное получение на выходе аналоговых и цифровых сигналов, что упрощает монтажную схему и повышает характеристики синхронизированных операций



Интерфейс двойного разрешения TD TONiC

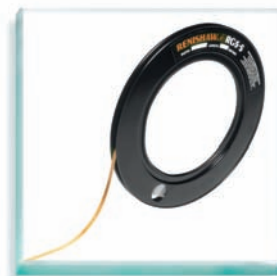
Переключение цифрового разрешения в случаях, требующих двух режимов работы, например, с низким разрешением при быстром перемещении и переключением на высокое разрешение при точных перемещениях

Специальные значения коэффициентов интерполяции для энкодеров TONiC и RESOLUTE

Согласование разрешения энкодера с требованиями конкретной задачи, в том числе варианты, отличные от десятичного формата

Шкалы с положениями нулевых меток и значениями длины по заказу

Изготовление в точном соответствии с потребностями заказчика



Разъемы по заказу

Возможно установка любого, в разумных пределах, разъема, нужного заказчику, а также выполнение конкретной разводки контактов



Кольца с диаметрами по заказу

От 30 мм (52 мм на энкодерах TONIC, SiGNUM и RESOLUTE) до 1300 мм



Кабели с длиной по заказу

Для большего удобства предусмотрены длины до 10 м



Удлинительные кабели в сборе и кабели в бухтах

С использованием надежных кабелей высокой гибкости компании Renishaw с двойным экранированием

Энкодеры для сверхглубокого вакуума (UHV)

Считывающие головки RESOLUTE UHV, TONiC UHV, RGH25F UHV и RGH20F UHV

Все энкодеры компании Renishaw в исполнении для работы в условиях сверхвысокого вакуума (UHV) предназначены для использования в научных исследованиях, полупроводниковой промышленности и при решении других сложных задач в промышленности при разрежении до 10^{-11} Torr. Базовые принципы работы этих энкодеров и аналоговых исполнений для работы при стандартном давлении совпадают; однако в конструкции исполнений UHV предусмотрено устранение невентилируемых полостей, кроме того, при изготовлении этих устройств используются чистые, допускающие работу в вакууме материалы и клеющие составы. Аттестация пригодности этих изделий для работы в условиях сверхвысокого вакуума проводится независимым специализированным испытательным центром, где выполняется анализ состава остаточных газов.

Гамма изделий для сверхвысокого вакуума отличается высокими эксплуатационными характеристиками и надежностью; она включает исполнения считывающих головок RESOLUTE, TONiC, RGH25F и RGH20F, а также ряд линейных и угловых шкал.

В исполнении RESOLUTE UHV применяются те же принципы работы истинно абсолютного энкодера, что и в остальных моделях серии RESOLUTE. Это обеспечивает высокое разрешение энкодера, что дополняется широкими допусками на настройку и встроенными средствами обеспечения безопасности. В энкодере RESOLUTE определение абсолютного (однозначного) положения выполняется сразу же после включения, что устраняет неконтролируемые перемещения и облегчает управление осями в полном объеме, не требуя контрольных возвратов и дополнительных операций при включении. Переход к энкодере RESOLUTE, обладающему разрешением 1 нм, ошибкой подразбиения (SDE) ± 40 нм и среднеквадратичным уровнем шумов менее 10 нм, означает значительный выигрыш.

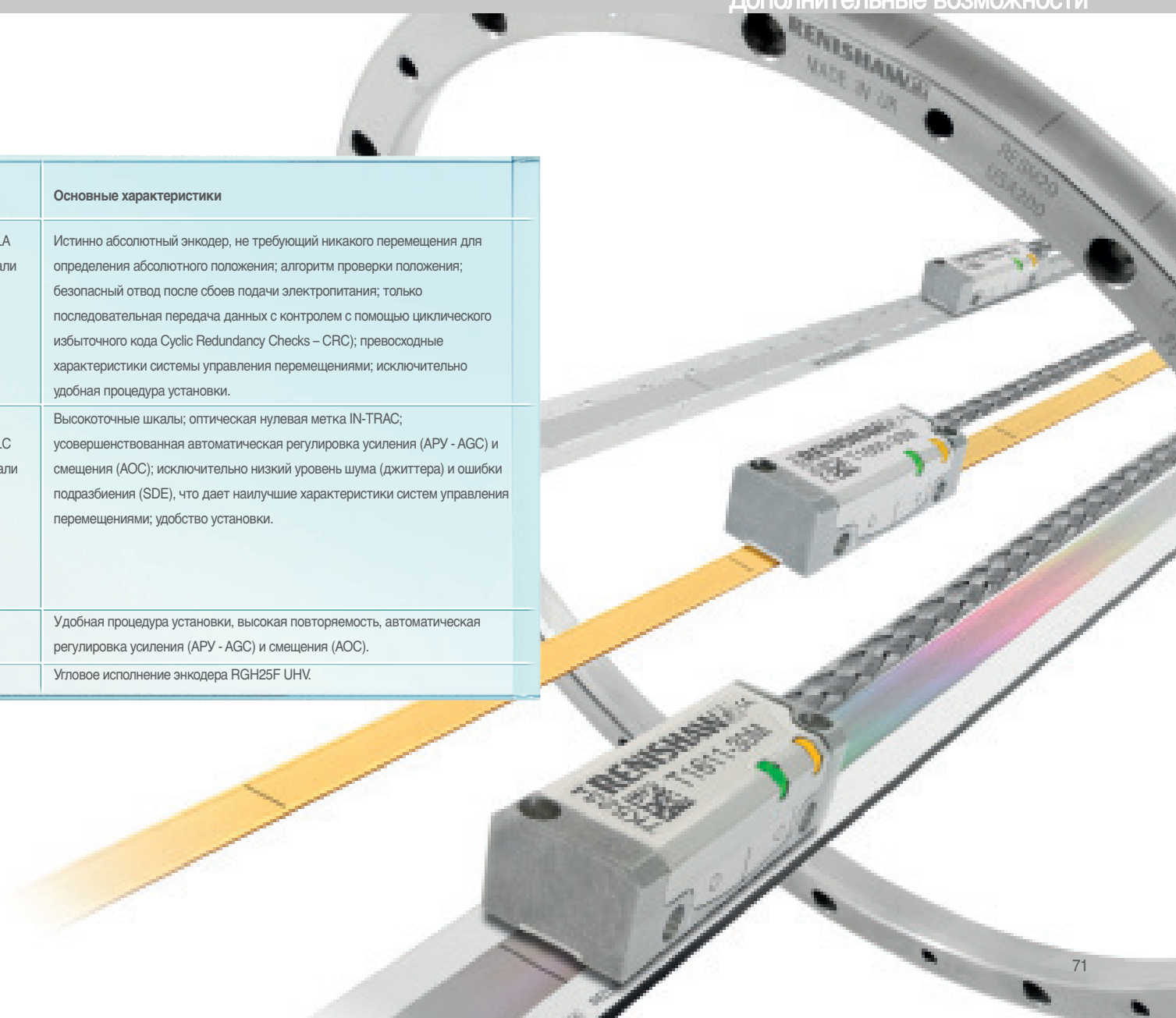
Все инкрементальные считывающие головки данной гаммы предусматривают обработку динамических сигналов, включающую автоматическую регулировку усиления (APU - AGC) и смещения (AOC). Опция APU обеспечивает надежный и устойчивый сигнал на протяжении длительного срока службы, а опция AOC - более высокую точность воспроизведения сигнала. Кроме того, опция AOC и низкий уровень шума при позиционировании делают возможным снижение пульсаций скорости на системах с прямым приводом, что способствует сведению к минимуму нагрева в двигателях в условиях вакуума.

Высокая точность гарантируется использованием таких линейных измерительных стандартов, как гибкая шкала на самоклеящейся основе и линейки из нержавеющей стали и сплава ZeroMet. Угловые энкодеры используются совместно с кольцами RESR/RESM с малой высотой поперечного сечения и сверхточным кольцом REXM, дающим гарантированную точность после установки выше ± 1 угл. секунды.

Характеристики устройств для сверхвысокого вакуума

- Устройство RESOLUTE UHV является первым истинно абсолютным оптическим энкодером для работы в условиях сверхвысокого вакуума
- Устройства изготавливаются из специальных, допускающих работу в вакууме материалов и связующих веществ с низким уровнем газовой выделений
- Подтвержденное низкое содержание остаточных газов (RGA)
- Температура прогрева 120°C
- Бесконтактная открытая оптическая система, обеспечивающая надежную работу на высокой скорости при отсутствии трения и механического износа
- Стандартные цифровые и аналоговые выходные сигналы с разрешением до 1 нм
- Минимальное тепловыделение благодаря низкой потребляемой мощности
- Отсутствие невентилируемых полостей
- Адаптивная электроника, обеспечивающая высокую точность, долгосрочную надежность и малую ошибку подразбиения (SDE) (± 40 нм для RESOLUTE UHV, ± 30 нм для TONiC UHV, ± 50 нм для RGH25F UHV и RGH20F UHV)
- Кабели, допускающие использование в условиях сверхглубокого вакуума
- Оптическая нулевая метка у энкодеров TONiC UHV
- Ряд высокоточных линейных и угловых шкал

Изделия	Возможные шкалы	Основные характеристики
RESOLUTE UHV	Рельсовая масштабная система FASTRACK RTLA Масштабная лента RTLA-S из нержавеющей стали Линейка RELA из сплава ZeroMet с малым коэффициентом теплового расширения Линейка RSLA из нержавеющей стали Кольцо RESA Кольцо ультравысокой точности REXA	Истинно абсолютный энкодер, не требующий никакого перемещения для определения абсолютного положения; алгоритм проверки положения; безопасный отвод после сбоев подачи электропитания; только последовательная передача данных с контролем с помощью циклического избыточного кода Cyclic Redundancy Checks – CRC); превосходные характеристики системы управления перемещениями; исключительно удобная процедура установки.
TONIC UHV	Шкала RGSZ20-S Рельсовая масштабная система FASTRACK RTLC Масштабная лента RTLC-S из нержавеющей стали Линейка RELM из сплава ZeroMet с малым коэффициентом теплового расширения Линейка RSLM из нержавеющей стали кольцо RESM Кольцо ультравысокой точности REXM	Высокоточные шкалы; оптическая нулевая метка IN-TRAC; усовершенствованная автоматическая регулировка усиления (APV - AGC) и смещения (AOC); исключительно низкий уровень шума (джиттера) и ошибки подразделения (SDE), что дает наилучшие характеристики систем управления перемещениями; удобство установки.
RGH25F UHV	Шкала RGS20-S	Удобная процедура установки, высокая повторяемость, автоматическая регулировка усиления (APV - AGC) и смещения (AOC).
RGH20F UHV	кольцо RESR	Угловое исполнение энкодера RGH25F UHV.



Лазерные энкодеры RLE

Общие сведения

Лазерный энкодер RLE компании Renishaw обеспечивает уровень точности измерения и позиционирования, характерный для интерферометрических измерений, и простоту установки и использования, свойственную энкодерам с гибкой шкалой или стеклянной масштабной линейкой.

Мерой для интерферометрической системы RLE служит общепризнанное значение длины волны излучения гелий-неонового лазера (HeNe). При значении 633 нм эта мера значительно меньше шага штриховых шкал, обычно используемых во многих оптических энкодерных системах. Использование такого эталона измерений позволяет легко достигать в системах RLE высокого разрешения, причем ошибки подрабавления (интерполяции), присущие традиционным энкодерам здесь отсутствуют.

Система RLE включает два компонента – лазерный блок RLU и одну или две детекторные головки RLD10, соединенные друг с другом оптоволоконным кабелем. Применение оптоволоконной передачи лазерного излучения делает возможной реализацию уникальной схемы работы системы RLE.

Существуют разнообразные конфигурации головок, которые могут выбираться пользователем, что позволяет использовать их в самых разных случаях. Компания Renishaw выпускает также ретрорефлекторы (триппель-призмы) для использования совместно с однопроходными детекторными головками и поставляет зеркала и установочные приспособления для конфигураций энкодера, предусматривающих два прохода.

Преимущества системы RLE

Повышенная точность

Возможность монтажа системы RLE соосно с заготовкой исключает ошибку смещения Аббе, а следовательно, и чувствительность системы к тангажу и рысканью оси.

Благодаря оптоволоконной системе передачи лазерного излучения лазерную головку RLU можно устанавливать на значительном удалении, где выделяемое при функционировании лазера тепло не будет влиять на качество юстировки и стабильность системы.

Упрощенная схема

Оптоволоконная система передачи лазерного излучения дает возможность устанавливать детекторную головку RLD10 в том месте, где необходимо выполнять измерения. Таким образом, отпадает необходимость в удаленных устройствах отклонения и деления лазерного пучка и соответствующих крепежных приспособлениях.

Такая схема системы RLE обеспечивает значительное уменьшение занимаемого места, т.к. в этом случае для прохождения лазерных пучков не требуется свободное место около системы позиционирования.

Простая и быстрая установка

Использование детекторных головок на удалении означает, что настройку каждой оси можно выполнять независимо, а возможность снятия головок упрощает прокладку оптоволоконного и обычных кабелей. Устройства юстировки лазерного пучка встроены в детекторные головки RLD10, что облегчает процедуру юстировки и уменьшает время настройки.

Встроенные уже отъюстированная интерферометрическая система и система обнаружения интерференционных полос позволяют свести установку просто к выставлению головки RLD10 относительно оптической системы с мишенями, закрепленной на подвижном узле. Эта операция аналогична выставлению считывающей головки и шкалы в линейной энкодерной системе.



Исполнения лазерного блока

Лазерный блок RLU выпускается в одноосевом и в двухосевом исполнениях. Этот блок включает в себя гелий-неоновый лазер, электронные модули стабилизации, оптоволоконную систему передачи лазерного излучения и электронную систему обратной связи по положению на оси. Предусмотрены модели лазерных блоков RLU с двумя вариантами стабильности частоты излучения: модель RLU10, со стабильностью частоты лазерного излучения ± 50 ppb (частей на миллиард) в течение 1 часа, используемая во всех системах RLE10, и модель RLU20, со стабильностью частоты лазерного излучения ± 2 ppb (частей на миллиард) в течение 1 часа, используемая во всех системах RLE20.

В стандартных системах для подсоединения детекторной головки RLD10 к лазерному блоку RLU используется оптоволоконный кабель длиной 3 м. По специальному заказу возможна поставка систем RLE10 с кабелем длиной 6 м.

Варианты измерительных головок

Однопроходный интерферометр – Предполагает внешний ретрорефлектор для измерения линейных перемещений в диапазоне длин осей до 4 м. При однопроходной схеме на выходе получают синусоидальный сигнал с периодом 316 нм.

Двухпроходный интерферометр – Предполагает использование внешней зеркальной оптики для X-Y приложений с длиной осей до 1 м. При двухпроходной схеме на выходе получают синусоидальный сигнал с периодом 158 нм.

Для обеих схем предусмотрены головки как с поворотом выходного пучка на 90° , так и без поворота. Эти головки могут также устанавливаться на свой верхний или нижний торец, обеспечивая поворот пучка на 0° , 90° или 270° , что дает широкие возможности при установке.

Двухпроходный дифференциальный интерферометр (контрольная точка на стойке) – Предполагает внешние плоские зеркала как для опорного, так и для измерительного пучка. Это позволяет выполнять измерение смещения стола относительно стойки или детали относительно

инструмента, а также устранять ошибки обычного режима работы и обеспечивать точность позиционирования критичных компонентов.

Дополнительные устройства и приспособления

Параллельный интерфейс RPI20

В интерфейсе RPI20 принимается дифференциальный аналоговый сигнал 1 Vpp (синусоидальный/косинусоидальный), и после интерполяции (коэффициент 4096) выдается сигнал 36- бит в параллельном формате с разрешением 38,6 пикометра при скорости 1 м/с. Предусмотрена материнская плата с шиной стандарта VME, на которой установлены две платы RPI20.

Блок компенсации изменения параметров окружающей среды RCU10

В блоке RCU10 используются датчики измерения параметров окружающей среды для отслеживания состояния среды, в которой находится станок, и обеспечивается компенсация в реальном времени сигналов обратной связи по позиционированию. Такая компенсация необходима при использовании блока в условиях без вакуума, когда требуется обеспечить стабильную обратную связь по положению при меняющихся параметрах окружающей среды.

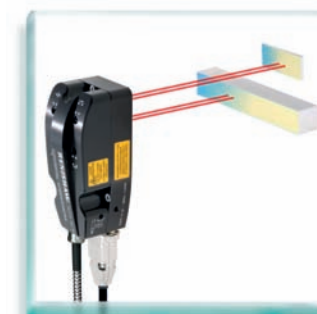
Блок компенсации RCU поставляется в модульном однокоординатном исполнении; в случае многокоординатных систем возможно соединение вместе до шести блоков RCU10.



Однопроходной интерферометр



Двухпроходной интерферометр



Двухпроходной дифференциальный интерферометр

Лазерный блок RLE

	Система Plane Mirror (двойной проход)	Система Retroreflector (одинарный проход)	Дифференциальная система
Период аналогового выходного сигнала	158 нм	316 нм	158 нм
Разрешение номинальных цифровых квадратурных выходных сигналов	10, 20, 39,5, 79, 158 и 316 нм	20, 39,5, 79, 158, 316 и 633 нм	10, 20, 39,5, 79, 158 и 316 нм
Разрешение, достигаемое совместно с REE-интерполятором	0,395 нм	0,791 нм	0,395 нм
Разрешение, достигаемое совместно с параллельным интерфейсом RPI20	38,6 pm	77,2 pm	38,6 pm
Максимальная скорость	<1 м/с	<2 м/с	<1 м/с
Ошибка подразбиения (SDE) (при уровне сигнала 70-120%) <5% максимальной скорости при максимальной скорости	± 2,5 нм ± 7,5 нм	± 5 нм ± 13 нм	± 1 нм ± 6 нм
Перемещения по осям измерительная ветвь опорная ветвь	0 - 1 м	0 - 4 м	0 - 1 м 0 - 0,5 м
Коэффициент теплового дрейфа	<100 нм/°C	<100 нм/°C	<50 нм/°C
Разведение пучков (расстояние между осями)	7 мм	7 мм	7 мм x 14 мм
Возможные регулировки при юстировке пучка	тангаж ±0,65° / рысканье ±1,5°	тангаж ±0,65° / рысканье ±1,5°	тангаж ±1° / рысканье ±1°
Допуск на юстировку	Плоское зеркало (ось 1 м): ±25 угл. секунды (этот допуск относится и к углу тангажа, и к углу рысканья в процессе работы системы)	Ретрорефлектор: ±0,25 мм	Плоское зеркало (ось 1 м): ±25 угл. секунды (этот допуск относится и к углу тангажа, и к углу рысканья в процессе работы системы)
Масса	2,8 кг (RLU10/RLU20) 250 г (детекторная головка RLD10)	2,8 кг (RLU10/RLU20) 250 г (детекторная головка RLD10) 12 г (ретрорефлектор)	2,8 кг (RLU10/RLU20) 400 г (только головка RLD10-X3-DI) 690 г (детекторная головка и кабель)

Надежность

Что значит для нас надежность?

Любой разработанный нами энкодер предполагает продолжительный срок службы. Каждое наше изделие подвергается испытаниям, условия которых намного жестче по сравнению с обычными условиями эксплуатации. Насколько жестче? К примеру, проводились работы со считывающей головкой SiGNUM при температурах вплоть до -95 °C (-139 °F), а к этому добавлялась для полноты картины вибрация 20 g. Испытания такого рода подтверждают механическую целостность изделия и его работоспособность. Безусловно, не все изделия подвергается таким испытаниям перед отгрузкой с завода, но каждое изделие проходит проверку, включающую 137 пунктов, чтобы обеспечить максимальную надежность его работы. Поэтому неудивительно, что количество отказов наших изделий так мало, и что наши устройства используются при решении многочисленных задач, где надежность является критически важной и отказ в работе должен быть исключен.

Кабели с двойным экранированием

Все считывающие головки* компании Renishaw снабжены кабелями с двойным экранированием. С какой целью это делается? Дело в том, что двойное экранирование обеспечивает существенно более высокую защиту от электромагнитных помех по сравнению с единственным экраном, что в условиях с высоким уровнем помех делает работу энкодера более надежной по сравнению с устройствами других производителей. Кабель с одним экраном намного дешевле, но мы убеждены, что такое компромиссное решение не заслуживает внимания.

* За исключением бескорпусных головок RGH34 и некоторых заказных устройств.

Высокогибкие одобренные UL кабели

Кабели, разработанные компанией Renishaw, предназначены для использования в условиях, в которых необходимо быстрое перемещение кабелей и их постоянное изгибание. В таких сложных условиях кабель энкодера должен обеспечивать безотказную работу в течение многих лет. Компания Renishaw использует только те кабели, которые соответствуют очень строгим внутренним критериям приемки, например, кабель энкодера TONiC должен выдерживать 20 млн циклов изгиба при радиусе изгиба 20 мм.

Новейшая оптическая система

Все инкрементальные энкодеры компании Renishaw снабжены уникальной системой фильтрации оптического сигнала, обеспечивающей высокую степень невосприимчивости к загрязнениям, царапинам и светлым маслам - факторам, которые могут приводить к ошибкам отсчета энкодеров других производителей. В считывающих головках TONiC и SiGNUM выполняется вдобавок обработка динамических сигналов, включающая автоматическую регулировку усиления (APV - AGC) и смещения (AOC), что дает еще более высокие результаты при работе с загрязненной шкалой.

Материалы

Теперь нет необходимости тратить средства на хрупкие стеклянные линейки. Компания Renishaw изготавливает шкалы с точностью на уровне мировых стандартов; при этом только у нас выполняется градуировка шкал непосредственно на носителях из таких прочных материалах, как сплав ZerоMet и закаленная нержавеющая мартенситная сталь. Использование этих материалов не только облегчает действия со шкалами при установке, но и обеспечивает более высокую стойкость к повреждениям в процессе эксплуатации.



Сертификация CE в полном объеме

Существует два уровня сертификации CE на степень невосприимчивости к помехам – все считывающие головки компании Renishaw удовлетворяют наиболее жестким требованиям стандарта EN 61326- 1: 2006. Это означает, что даже при самых сильных радиопомехах считывающая головка не будет давать сбоев в отсчете.

Надежные источники света

В энкодерах компании Renishaw используются светодиодные источники света высокой надежности. При постоянном режиме работы любые светодиодные источники света имеют, однако, тенденцию к естественному старению и снижению интенсивности свечения по прошествии продолжительных периодов времени. Считывающая головка TONiC представляет собой отличный пример того, как компания Renishaw борется с этим явлением: любое снижение интенсивности свечения компенсируется специальным сервоприводом постоянного тока, который обеспечивает слежение за уровнем свечения и выполняет соответствующую регулировку яркости светодиода.

Комплексная система обеспечения качества

Все главные этапы изготовления, от сборки печатных плат и механической обработки корпусов до сборки кабелей и заключительной сборки и испытаний считывающих головок, проводятся на собственных предприятиях компании Renishaw. В отличие от многих других производителей энкодеров компания Renishaw изготавливает шкалы также на своих предприятиях. Такой подход позволяет обеспечивать всеобщий контроль качества изделий на каждом этапе его изготовления.

Полная гарантия

В том маловероятном случае, когда происходит отказ, пользователь продукции компании Renishaw может целиком и полностью положиться на ее специалистов. В каждой крупной промышленно развитой стране работают представительства компании, в которых прошедшие специальную подготовку инженеры готовы помочь найти и устранить причину любого отказа. Если энкодер компании Renishaw является неисправным, компания немедленно выполняет его замену, исследует причину отказа и посылает клиенту всесторонний объективный отчет с изложением того, что произошло с изделием, почему это произошло и что сделано для того, чтобы исключить повторение такого отказа в будущем.

Оперативные техническое обслуживание и поддержка – где бы вы ни были

Глобальная сеть для обслуживания на месте

Где бы ни находились клиенты компании Renishaw, они всегда могут рассчитывать на техническое обслуживание и поддержку. Эти услуги предоставляются через сеть дочерних компаний в 31 стране, в том числе 9 офисов в Китае, с постоянной помощью со стороны разработчиков и технических специалистов, работающих на предприятиях компании в Великобритании.

Услуги, предоставляемые нашими дочерними компаниями:

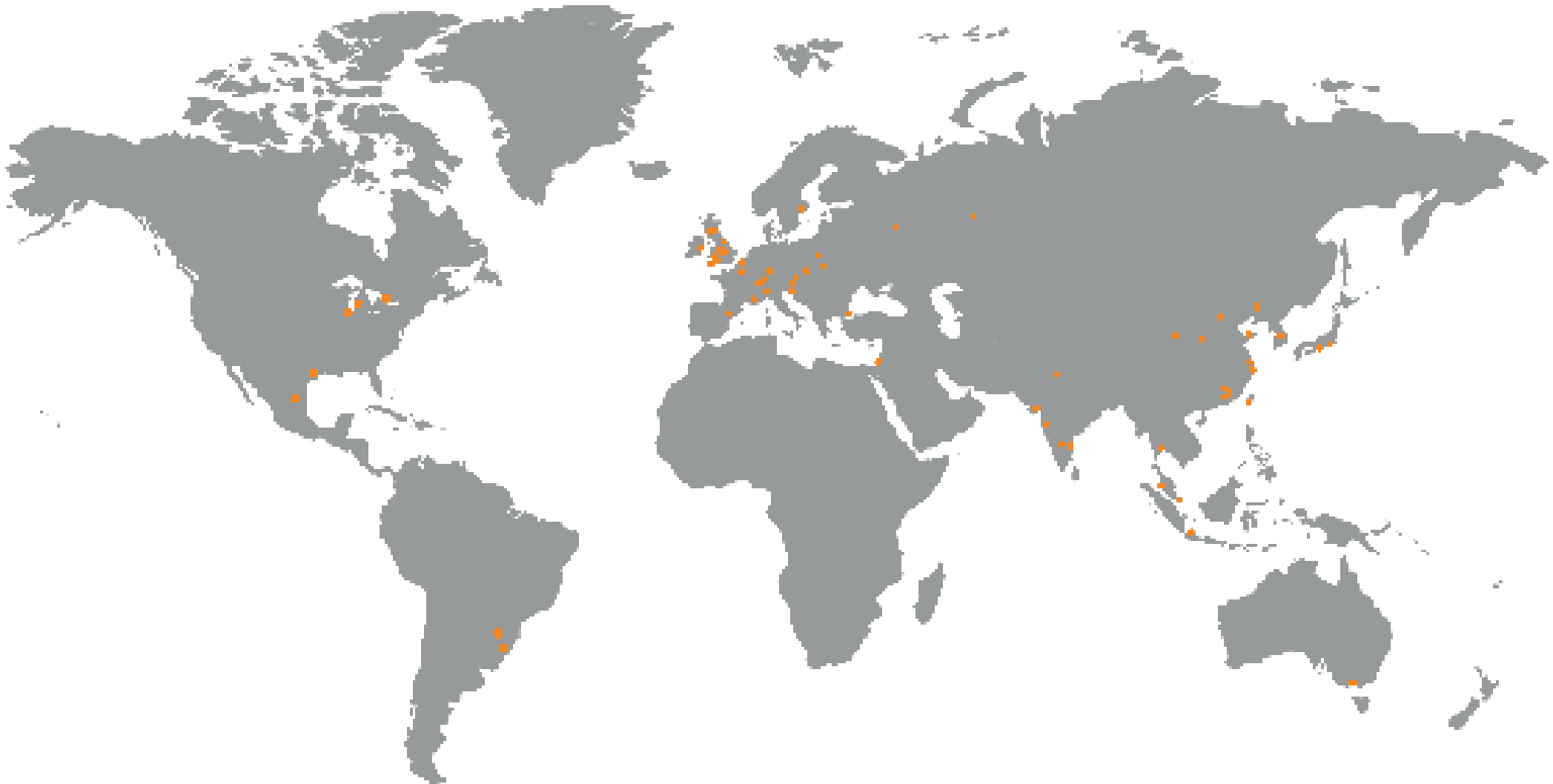
- продажи
- послепродажное обслуживание
- управление запасами на складах
- обучение
- техническая поддержка
- ремонт в одном из полностью оборудованных ремонтных центров компании в Европе, США и на Дальнем Востоке

На каждую энкодерную систему компании Renishaw предоставляется 2-летняя гарантия и предусматривается исключительно удобная программа, предполагающая ремонт путем замены (RBE - Repair by exchange). В рамках этой программы замена изделия выполняется немедленно с поставкой с местных складов, что обеспечивает минимально возможное время простоев.

В разделе сайта www.renishaw.com/encoders дается самая подробная информация по изделиям и технической поддержке..



Расположение представительств компании Renishaw



● Основные представительства компании Renishaw. Для получения сведений о местном представителе следует обращаться в основной офис в своем регионе, см. подробнее на странице www.renishaw.com/contact

Точность

*Степень истинного соответствия чему-л.
Вычисления с приближённой точностью.
Лабораторная т. Т. до одной сотой. Высокая т.*

Большой толковый словарь русского языка.
Гл. ред. С. А. Кузнецов.
Первое издание: СПб.: Норинт, 1998.
Публикуется в авторской редакции 2009 года.