



Промышленные датчики и системы компании Pepperl+Fuchs для контроля за линейным движением

Часть 1

Сергей Рыжов

В статье дан обзор современных устройств немецкой электротехнической компании Pepperl+Fuchs и основных технических характеристик этих устройств, предназначенных для контроля за линейными движениями, для измерения линейных размеров, дистанций, как очень коротких, порядка микрон, так и очень длинных, порядка километров. Показаны совокупные возможности датчиков для измерения линейных движений, обсуждаются достоинства и конструктивные особенности каждого типа устройств, иллюстрируются примеры применения датчиков в автоматизации промышленности.

Потребитель постоянно повышает требования к качеству желаемой продукции. Развитое общество повышает требования к качеству жизни. Производство развитых стран ужесточает требования к безопасности технологических процессов, причём крайне желательно ещё и одновременное снижение издержек производства. Как выполнить все эти требования? Каким образом создать условия для достойной жизни общества? Возможно, ответ на этот сложный вопрос лежит в сфере гибкого автоматизированного промышленного производства. К сфере промышленного производства, конечно, уже давно относятся и сельское хозяйство, и транспорт, и связь, и строительство.

Автоматизированное производство год от года повышает требования к точности контролируемых параметров, к стабильности и повторяемости параметров технологического процесса. В каких производствах были наилучшие геометрические точности, скажем, в XVIII – начале XIX века? Возможно, наиболее точные производства того времени были в ручном часовом ремесле, граничившем с искусством, в изготовлении ткацких станков и стрелково-

го оружия. Какого порядка были эти технологические (геометрические) точности? Вряд ли точнее 0,1 миллиметра.

А какие геометрические точности достигнуты сейчас, в начале XXI века, скажем, в производстве сверхбольших интегральных схем? Достигнуты точности 0,05...0,1 микрометра и лучше. Кажется, это не предел. Таким образом, за три века геометрические технологические точности возросли на три порядка. Этот пример иллюстрирует, как тесно связан уровень технологий с точностью массового производства. Отсюда, из технологичности и точности, получены доступность современных товаров, современное качество жизни.

Не во всех производствах начала XXI века требуются точности в десятые и сотые доли микрометра. В сельском хозяйстве, производстве продуктов питания, в строительстве, производстве стройматериалов вполне достаточно точности 0,1 мм. В высокоскоростном транспорте, автомобилестроении, машиностроении, металлообработке уже требуются лучшие точности, порядка 0,01–0,001 мм. Кроме точности, конечно, значение имеют и диапазон измерений, их простота и надёжность и мно-

гие другие параметры измерительных устройств, датчиков.

Для сокращения издержек автоматизированного (читай: почти безлюдного) производства весьма важны цена, срок службы измерительных устройств, датчиков, контролирующих технологические параметры.

Контроль длин, перемещений, габаритов, пройденного пути, дистанции до объекта, безопасного расстояния, контроль крайних положений в пространстве и т.д., то есть, в конечном счёте, контроль за движением является одной из самых важных и часто встречающихся задач автоматизации. Эти задачи автоматизации имеют практическое значение на любом современном производстве, поскольку с контролем расстояний связаны качество выпускаемой продукции, безопасность техпроцесса для персонала и окружающей среды.

Для решения задач контроля расстояния и движения компания Pepperl+Fuchs предлагает устройства для самых разных производств, точностей и условий окружающей среды.

Совокупные возможности датчиков и систем компании Pepperl+Fuchs для контроля за движением показаны

на рис. 1. С помощью датчиков компании можно контролировать зазоры, габариты, дистанции, расстояния от единиц микрон до десяти километров. Этот диапазон изображён на логарифмической шкале в центре рисунка, от 1 мкм до 10 км, что составляет 10 (!) порядков. Датчики работают на различных принципах действия, каждая группа датчиков имеет свои конструктивные особенности, свои достоинства и недостатки, которые определяют, в свою очередь, возможные применения.

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДАТЧИКИ

Ультразвуковые датчики, или, в нашем случае, ультразвуковые датчики приближения измеряют дистанции эхолокационным методом. Чаще всего ультразвуковой излучатель и ультразвуковой приёмник расположены в одном корпусе (хотя у компании существуют и иные конструкции). Пьезоэлектрический излучатель создаёт ультразвуковой луч в направлении объекта. В качестве объектов могут выступать твёрдые и жидкие материалы достаточных размеров. Луч, достигнув объекта, отражается от него в направлении датчика. Пьезоэлектрический приёмник улавливает отражённый от объекта луч. Электронный преобразователь датчика измеряет время, затраченное лучом на движение в сторону объекта и назад. По известной скорости распространения ультра-

звукового луча в воздушной среде преобразователь датчика вычисляет дистанцию от датчика до объекта.

Разрешение ультразвуковых датчиков и их рабочие дистанции таковы, что ультразвуковые датчики компании работают в диапазонах расстояний от десятых долей миллиметра до 10 метров. С выхода ультразвукового датчика снимается аналоговый сигнал или сигнал иного стандарта о расстоянии до объекта.

Важные достоинства ультразвуковых датчиков:

- распространению ультразвукового сигнала (а, значит, и обнаружению объекта) не препятствует воздушная среда с большим содержанием пыли, иных взвешенных частиц в воздухе. Ультразвуковой датчик, как правило, работоспособен в непрозрачной воздушной среде, работоспособен там, где любой оптический датчик уже не сможет работать;
- ультразвуковой луч (сигнал) хорошо отражается как от твёрдых, так и от жидких поверхностей, причём не имеют значения цветность, прозрачность и шероховатость отрагательной поверхности объекта;
- если сравнить рабочие дистанции двух датчиков, ультразвукового и индуктивного, имеющих примерно одинаковые по размеру корпуса, то рабочие дистанции первого датчика будут в 20–50 раз больше, чем у второго.

Особенности ультразвуковых датчиков:

- датчик имеет определённую диаграмму направленности распространения ультразвукового сигнала — максимальная мощность сигнала излучается вдоль оси излучателя (датчика), значительно меньшая мощность сигнала излучается в направлениях, отличных от оси излучателя. Конструктивными приёмами при производстве датчиков удаётся существенным образом варьировать угол расхождения ультразвукового сигнала: в одних датчиках можно достичь очень узкого угла расхождения сигнала (сигнал будет своеобразным ультразвуковым щупом или указкой), в других датчиках можно получить очень широкий (в десятки градусов) угол расхождения сигнала, в третьих датчиках угол распространения луча может быть настроен пользователем для своей производственной задачи;
- ультразвуковой излучатель датчика вибрирует и не только на ультразвуковой частоте; это способствует самоочищению, некоторому стряхиванию пыли с приёмоизлучающей поверхности датчика;
- обычно ультразвуковые датчики работают на частотах от десятков до сотен килогерц. В силу физики процесса скорость распространения ультразвукового сигнала в воздушной среде не слишком велика, и должен быть пе-

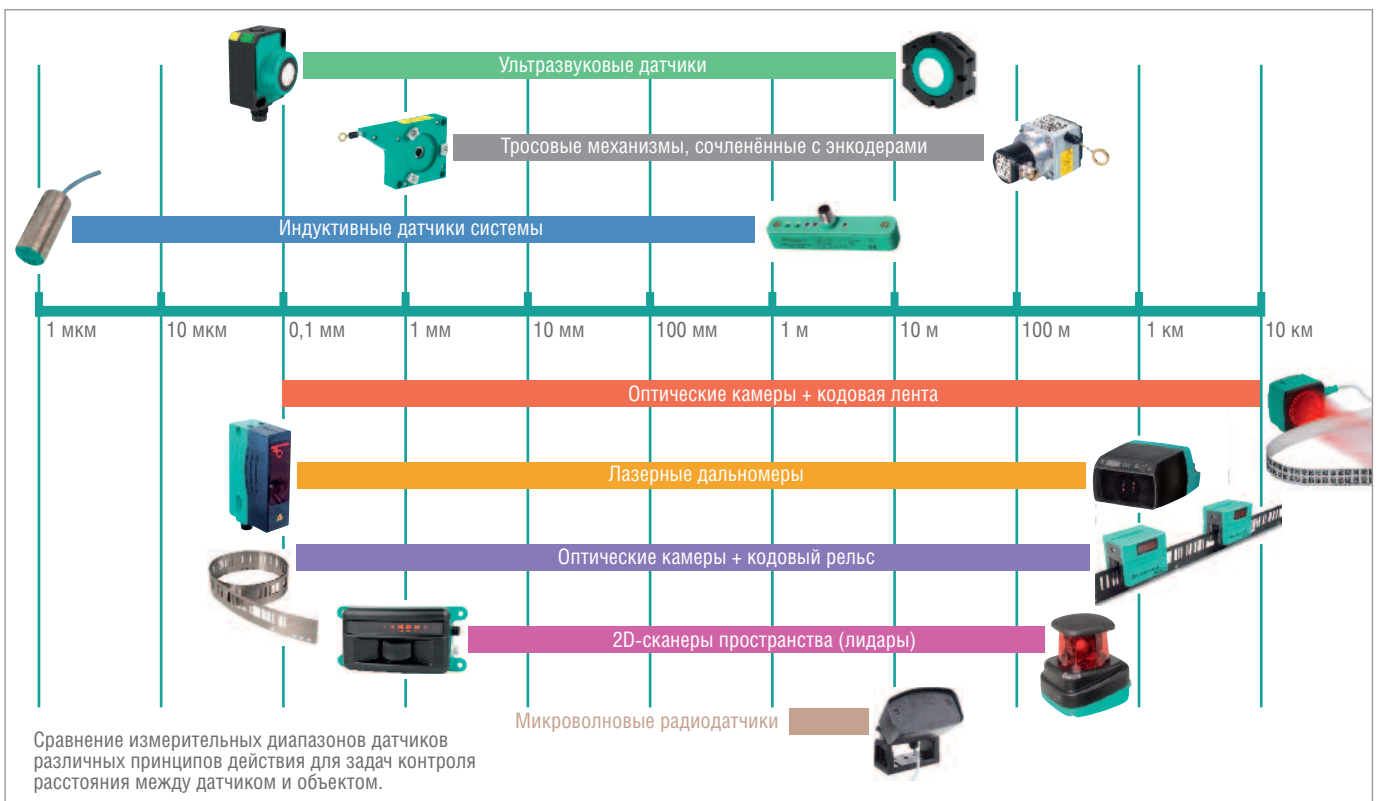


Рис. 1. Совокупные возможности датчиков компании Pepperl+Fuchs для измерения перемещений и дистанций



Рабочий диапазон	60...800 мм
Наилучшее разрешение	1 мм
Выходы	Аналоговые или бинарные
Интерфейс	IO-Link для удобства дистанционных настройки и визуализации измерений датчика; также предусмотрена возможность настройки датчика с помощью кнопки на корпусе
Угол расхождения луча	Настраиваемый
Быстродействие	Мин. 13 мс
Рабочие температуры	-25...+70°C
Степень защиты корпуса	IP67

Рис. 2. Ультразвуковые датчики серии UC800-F77S

риод ожидания для приёма отражённого от объекта сигнала. По этим причинам удаётся достичь быстродействия ультразвуковых датчиков не лучше, чем десятки-сотни миллисекунд. Для контроля многих производственных технологических процессов этого вполне достаточно. Однако для некоторых быстротекущих процессов, для оперативных измерений указанного быстродействия может не хватать;

- по причине более сложной конструкции приёмопередающего узла ультразвукового датчика, чем, например, у индуктивного датчика, пока ультразвуковые датчики стоят заметно дороже индуктивных. Однако технологии ультразвуковых датчиков постоянно совершенствуются, растут объёмы их производства, и существуют прогнозы, по которым цены на эти датчики в



Рабочий диапазон	200...3000 мм
Наилучшее разрешение	1 мм
Выходы	Токовый или бинарный
Способы настройки	Через программирующий вход или через внешний адаптер и специализированное ПО
Быстродействие	До 200 мс
Диапазон рабочих температур	-25...+60°C
Материал корпуса	Нержавеющая сталь, цельнометаллический
Степень защиты корпуса	IP68/IP69K
Исполнение ATEX	Имеются подобные датчики во взрывобезопасном исполнении для зон 3G, 3D

Рис. 3. Ультразвуковые датчики серии UMC3000

течение 5–10 лет должны приблизиться к ценам индуктивных датчиков.

Некоторые ультразвуковые датчики компании Pepperl+Fuchs показаны на рис. 2, 3, 4 вместе с основными техническими характеристиками.

Некоторые применения ультразвуковых датчиков компании показаны на рис. 5, 6, 7, 8.

Тросовые механизмы, механически сочленяемые с энкодерами (датчиками угла поворота вала)

Тросовый механизм представляет собой подпружиненный барабан. На барабан наматывается в один слой относительно тонкий стальной трос. За счёт подпружиненного барабана для вытягивания (разматывания) троса требуется некоторое незначительное усилие, пре-

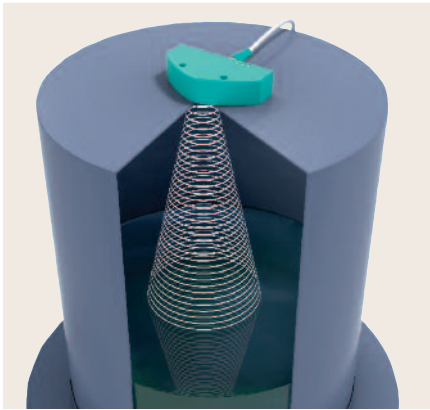


Рабочие диапазоны у разных типоразмеров датчиков	35...500; 60...2000; 200...4000 мм
Наилучшее разрешение	1 мм
Выходы	Через кнопку на корпусе или через внешний адаптер и специализированное ПО
Корпус	Свободно поворотный и быстро фиксируемый для нужд конкретной задачи; габарит пластикового корпуса 40x40x40 мм, светодиоды в углах корпуса и крепление корпуса полностью унифицированы с популярным типоразмером корпуса индуктивных датчиков
Угол расхождения луча	Настраиваемый
Быстродействие у разных типоразмеров датчиков	Минимум 20, 60, 110 мс
Диапазон рабочих температур	-25...+70°C; скоро будет доступен датчик для температур от -40°C
Степень защиты корпуса	IP67

Рис. 4. Ультразвуковые датчики серий UC500-L2, UC2000-L2, UC4000-L2 в однотипном корпусе L2

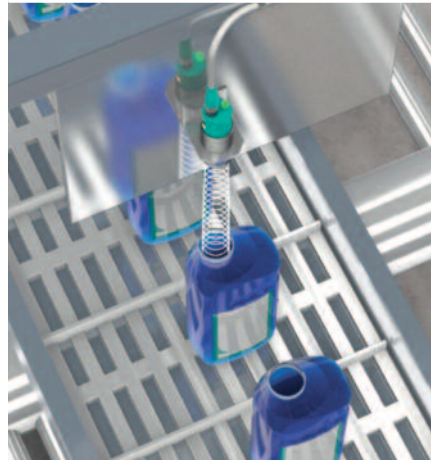
одолевающее усилие пружины, а для наматывания троса усилия не требуются, трос наматывается на барабан сам за счёт встроенного пружинного механизма барабана. Таким образом, поступательные (линейные) перемещения наконечника троса механизм преобразует во вращения барабана. Если тросовый механизм сочленить с энкодером, то этим энкодером можно измерить вращение барабана, которое механически связано (с хорошей точностью прямо пропорционально) с поступательным движением наконечника троса.

Качество изготовления механических деталей, упругие свойства стального троса, длины тросов таковы, что пристыкованным энкодером можно измерить поступательные движения троса в диапазонах от десятых долей миллиметра до 60 метров. В свою очередь, энко-



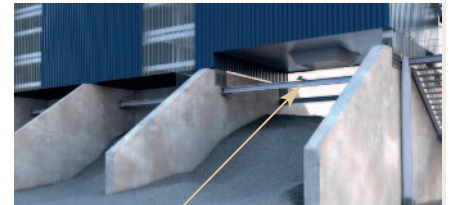
Ультразвуковой датчик определяет граничные уровни наполнения, создавая на выходе бинарные переключательные сигналы, или непрерывно определяет текущий уровень наполнения, создавая на выходе аналоговые сигналы

Рис. 5. Ультразвуковой датчик измеряет уровень наполнения ёмкости жидкими материалами

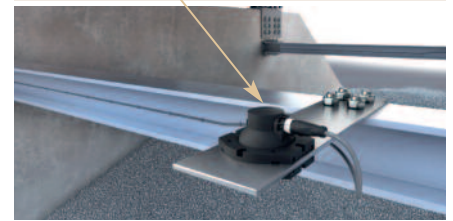


Ультразвуковой датчик контролирует уровень наполнения в каждом сосуде, идущем по конвейеру, через горловину сосуда

Рис. 6. Ультразвуковой датчик измеряет уровень наполнения ёмкости жидкими материалами



Ультразвуковой датчик



Ультразвуковой датчик определяет верхний уровень сыпучего материала, создавая на выходе бинарные или аналоговые сигналы

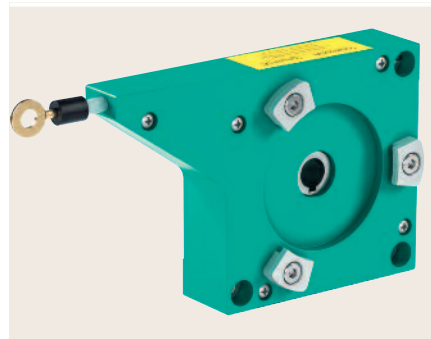
Рис. 7. Ультразвуковой датчик измеряет уровень наполнения сыпучим материалом



Ультразвуковые датчики расположены по периметру подвижной платформы

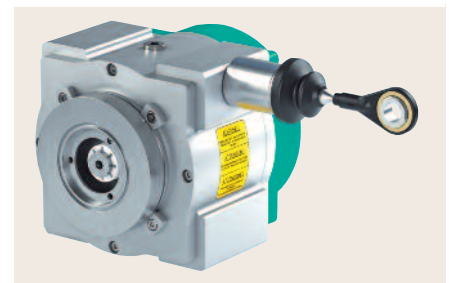


Рис. 8. Ультразвуковые датчики контролируют опасное сближение платформы с посторонними объектами



Длины тросов	3, 5, 10 м
Наилучшее разрешение	0,3 мм
Трос	Нержавеющая сталь, Ø0,55 мм
Корпус	Пластик
Срок службы	1 млн циклов
Диапазон рабочих температур	-30...+70°C
Степень защиты корпуса	IP50
Малогабаритный механизм в пластиковом корпусе предназначен для применения в общепромышленных условиях	

Рис. 9. Тросовый механизм серии ECN10TL, стыкуемый с энкодером



Длины тросов	1...60 м по выбору
Наилучшее разрешение	1 мм
Трос	Нержавеющая сталь, Ø1,35 мм
Корпус	Алюминий, возможно дополнительное покрытие
Срок службы	1 млн циклов
Диапазон рабочих температур	-30...+70°C
Степень защиты корпуса	IP64
Механизм в усиленном металлическом корпусе предназначен для применения в тяжёлых условиях	

Рис. 10. Тросовый механизм серии ECN30PL, стыкуемый с энкодером

деры компании Pepperl+Fuchs поставляются работающими практически со всеми промышленными интерфейсами, в том числе с повсеместно распространённым аналоговым.

Для заказа доступны как отдельные тросовые механизмы, так и тросовые механизмы, сочленённые на заводе-изготовителе с энкодерами.

Достоинства тросовых механизмов: в устройствах применяется простой, понятный, визуально контролируемый способ преобразования линейного движения наконечника троса во вращение

вала. Затем вращение вала измеряется энкодером. Надёжность такого способа измерения линейного движения весьма высока, но имеются особенности, продиктованные конструкцией узла.

Особенности тросовых механизмов: ● вне барабана, то есть в размотанном виде положение горизонтального троса в пространстве сопровождается провисанием троса. Это снижает точность измерений, особенно самых длинных перемещений. По этой причине тросовые механизмы применимы лишь в измерениях средней точности;

- в силу механической инерционности подвижных элементов тросового механизма такое устройство способно контролировать лишь не слишком быстрые перемещения;
- упругий, гибкий, прочный стальной трос – весьма надёжный элемент конструкции, он является составной частью измерительной системы. Однако в тяжёлых производственных условиях потребуется контролировать его исправность, по крайней мере визуально, а также необходимо содержать трос в достаточно чистом виде.



Интерфейсы абсолютных энкодеров: аналоговый 4–20 мА; Profinet; SSI; EtherCAT; возможны иные интерфейсы

Рис. 11. Некоторые варианты тросовых механизмов с пристыкованными энкодерами



Рис. 12. Применение тросового механизма с пристыкованным энкодером для контроля перемещений механизмов буровой установки

Примеры тросовых механизмов вместе с их основными техническими характеристиками показаны на рис. 9 и 10. Примеры тросовых механизмов, сочленённых с энкодерами, показаны на рис. 11. Применение тросового механизма для контроля перемещений механизмов на буровой установке проиллюстрировано рис. 12.

Устройства контроля расстояний иных принципов действия рассматриваются во второй части статьи. ●

Продолжение следует.

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

ICONICS запускает программных цифровых двойников

Компания ICONICS, являющаяся разработчиком программного обеспечения для систем визуализации, интеллектуальной автоматизации и аналитики, анонсировала запуск решения цифровых двойников для умных пространств, построенного на базе Microsoft Azure Digital Twins для виртуального моделирования образа физической среды. Основу этого решения компания ICONICS продемонстрировала на всемирном IoT-конгрессе в Испании (Барселона, 16–18 октября 2018 года). Цифровые двойники ICONICS будут эффективны как минимум в четырёх ключевых областях: повышение энергоэффективности, отслеживание фактических состояний с прогнозированием неисправностей, степень заполненности пространства и комфорт. Сосредоточив внимание на этих областях, ICONICS разрабатывает программные панели Smart Spaces для оценки уровня ожидаемого эффекта и поддержки принятия решений различными группами пользователей: менеджеров службы эксплуатации, экономистов, руководителей, владельцев объектов недвижимости.

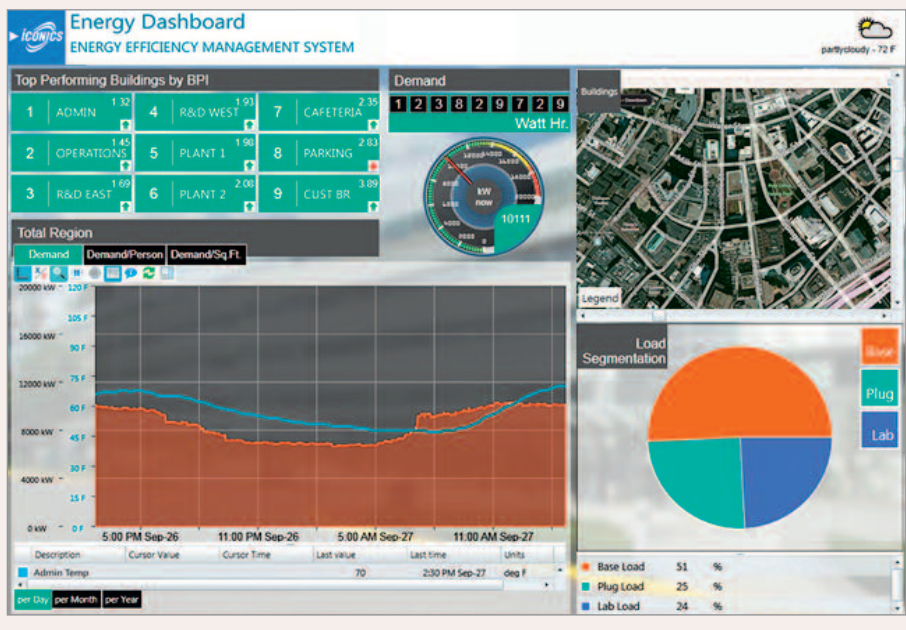
Решение умных пространств предлагает визуализацию в масштабе реального времени, сбор и анализ данных по энергопотреблению и работе оборудования от инженерных систем автоматизации зданий или от IoT-сенсоров. Собранные модулями ICONICS данные свободно интегрируются в платформу с машинным обучением Azure Machine Learning, что ещё больше повышает проницательность прогнозных моделей создаваемых цифровых двойников.

Теперь с Azure Digital Twins ICONICS может привести ещё более расширенные возможности для своих интеллектуальных

решений по автоматизации зданий. Компания интегрировала объектные модели Azure Digital Twins и пространственные графы, чтобы охватить ещё больше сценариев и вариантов использования взаимосвязей между оборудованием и пространствами, оптимизируя пространственную аналитику, повышая комфорт жильцов или арендаторов здания и увеличивая до максимума эффективность управления инфраструктурой.

– Мы уже обрабатываем более 157 миллионов записей в день из зданий кампуса Microsoft в регионе Пьюджет-Саунд (штат Вашингтон), – сказал Русс Агрусса, президент и главный исполнительный директор ICONICS. – Когда решение будет полностью внедрено, Microsoft Azure Digital Twins предоставит нам гипермасштабируемость для ещё более эффективного управления этими данными и обеспечения ещё более быстрого реагирования для наших клиентов с любого устройства.

Раймс Мортимер, генеральный директор Applied Innovation в Microsoft Digital, заявил: «ICONICS – давний партнёр Microsoft, который продолжает внедрять инновации с помощью своего нового решения цифровых двойников для умных пространств. Компания ICONICS стала первым энергетическим партнёром по адаптации платформы Microsoft Azure Digital Twins, используя свои преимущества с готовыми схемами данных и расширенными вычислительными возможностями. ICONICS обрабатывает данные с телеметрических систем и оборудования, предоставляя информацию, которая поможет снизить эксплуатационные расходы и повысить удовлетворённость владельцев недвижимости». ●



Платформа EuropacPRO — евромеханика высокого полёта



PROгрессивные блочные каркасы и приборные корпуса

- Безграничное разнообразие конфигураций из унифицированных компонентов
- Современный промышленный дизайн
- Высокая прочность и надёжность
- Доработка под индивидуальные требования

