

# Разветвитель RS-485 с «Power over Ethernet»

Андрей Шабронов

Основное достоинство RS-485 заключается в повышенной помехоустойчивости при условии использования линии типа «шина», поскольку наведённая помеха компенсируется в витом кабеле. Однако на практике требуются «древовидные» и «звёздные» структуры линий, что вызывает проблему помехоустойчивости для интерфейса RS-485. Общее решение для перехода к разным структурам линий состоит в том, что принято использовать разветвитель или повторитель RS-485 [1]. Предлагаемая конструкция выполняет разветвление RS-485, используя питание по кабелю по принципу «Power over Ethernet», в отличие от наиболее известных промышленных изделий. Разветвитель позволяет обеспечить помехоустойчивость при переходе от шинной структуры линии к древовидной структуре при расширении системы сбора данных термометрии.

## Структурная схема подключения разветвителя RS-485 PoE термометрии силосов элеватора

Действующий элеватор состоит из десяти корпусов, расположенных симметрично относительно центра, и диспетчерской с компьютером для термометрии. Исходный проект создан для девятого корпуса, нумерация корпу-

сов указана жёлтыми цифрами, рис. 1. Суммарная длина линии составляет не менее 250 метров. Для расширения по условиям эксплуатации потребовалось подключение восьмого корпуса. Структура линии преобразовалась в «древовидную», и также увеличилась суммарная длина линии. Установленный разветвитель позволил выполнить плановую модернизацию

без остановки работы системы термометрии.

## Принципиальная схема разветвителя RS-485

Схема разветвителя (рис. 2) модернизирована из схемы «гроза-защита» [2] и практически повторяет входные и выходные линии RS-485.

Первоначально предполагалось использовать схему [2] в качестве «повторителя-ответвителя» RS-485, но в этом случае уже длинная линия объекта получала бы дополнительную нагрузку в середине линии. Анализ такой топологии предсказывал, наоборот, повышение вероятности помех, поскольку середина линии в случае передачи от неё представляет два достаточно длинных луча. И компенсации наведённых сигналов может и не быть, так как эти лучи разные по длине.

Для полного дублирования разветвителя уже требовалось два повторителя,

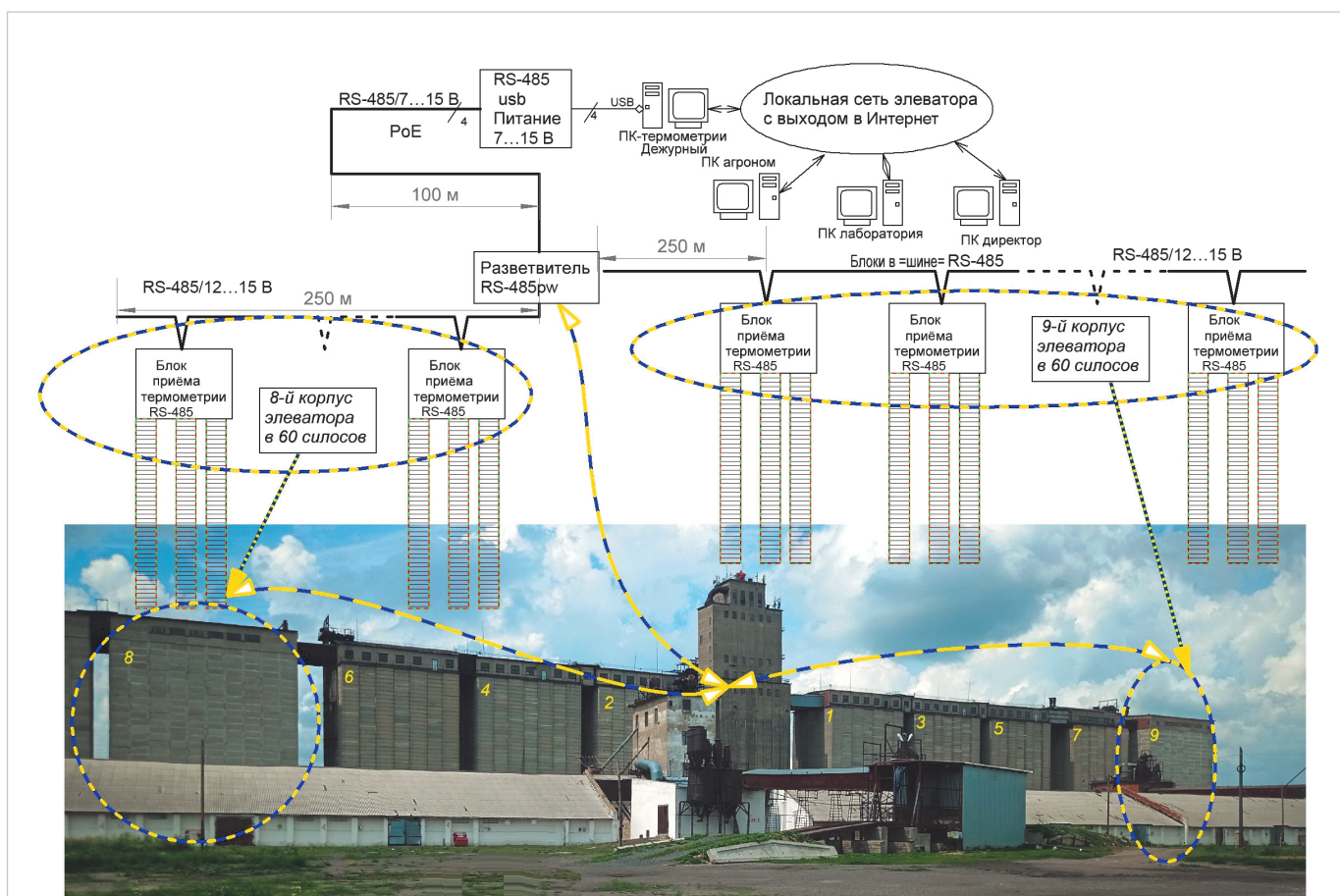


Рис. 1. Структурная схема подключения разветвителя RS-485

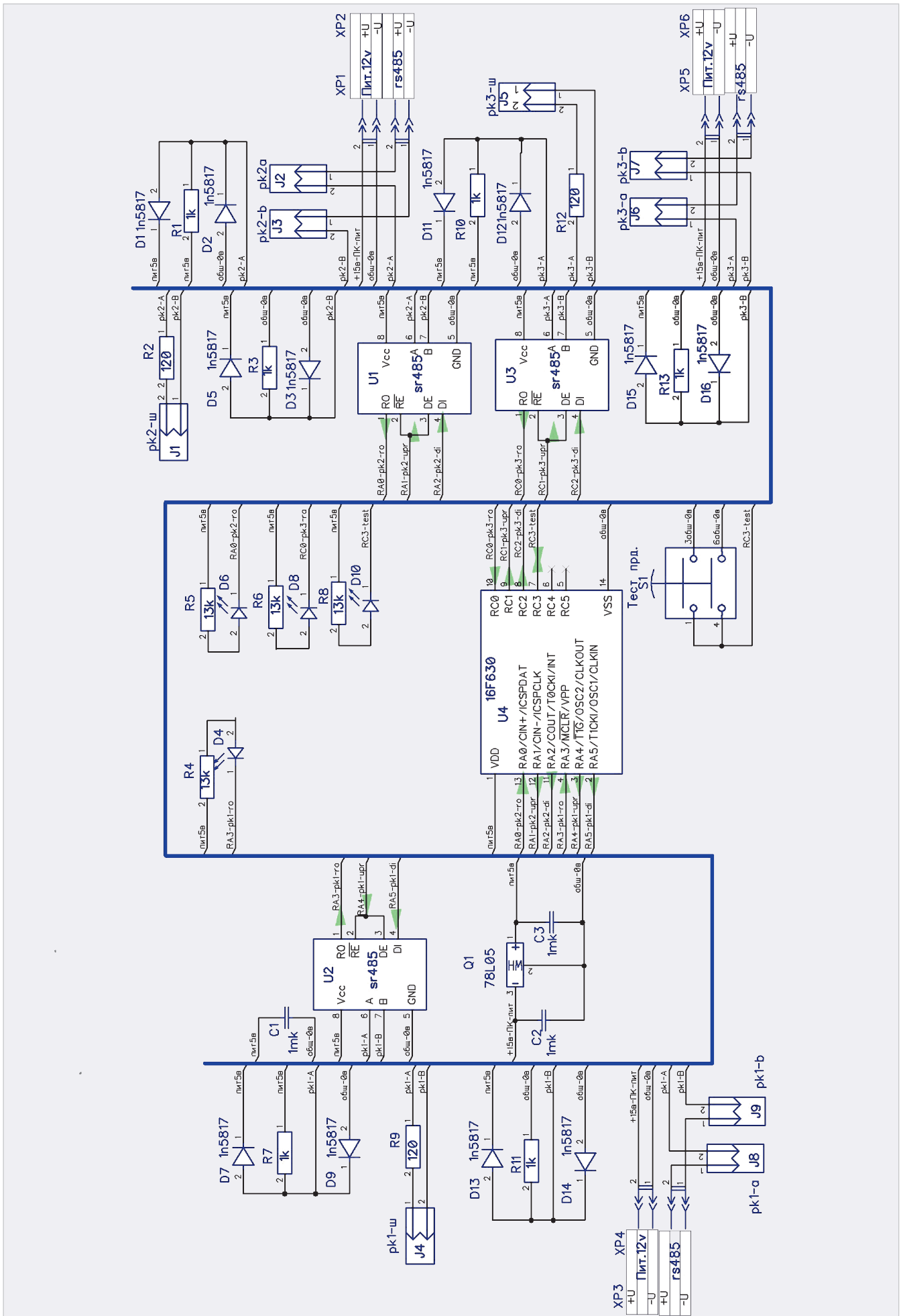


Рис. 2. Схема разводки платы RS-485

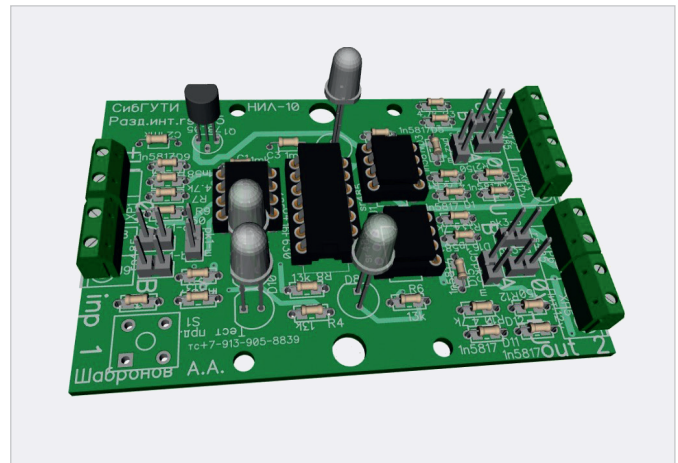


Рис. 3. Фото собранной платы разветвителя RS-485-1wire (слева) и её 3D-модель в DipTrace (справа)

что было неудобно и неконструктивно. Таким образом, возникло решение создать отдельный разветвитель на два направления.

Отличие предлагаемой схемы в использовании микроконтроллера (МК) с большим количеством выходных линий. Поскольку обмен интерфейса определён для 1200 бод, допустимо отказаться и от кварцевого резонатора. Однако, в случае необходимости, выводов МК хватает для его использования.

Далее в описании одинаковые функциональные элементы входных и выходных цепей разветвителя указываются в скобках.

На разъём XP3,4 (XP1,2; XP5,6) подключены линии с двумя проводами питания и двумя проводами интерфейса RS-485. Микросхема U2 (U1, U3) типа RS-485 преобразует парные противофазные входные сигналы в уровни логических сигналов  $=0=$  и  $=1=$ , которые поступают на выводы 4 (13, 10) RA3 (RA0, RC0) микроконтроллера (МК) U4 (PIC16F630) [5].

Резисторы R7, R11 (R1, R3, R10, R13) формируют начальные уровни напряжения для линий А, В интерфейса. Резисторы R9 (R2, R12) выполняют согласование с входным сопротивлением интерфейса. Все диоды в цепях А, В обеспечивают защиту от возможных импульсных наведённых напряжений.

Сигнализацию обмена обеспечивают светодиоды D4, D6, D8, включённые через ограничительные резисторы R3, R5, R6.

Для проверки работоспособности разветвителя предусмотрена кнопка теста S1. Если её нажать, то программа в МК начинает выдавать в сторону PK1 тестовую АТ-комбинацию на скорости 1200 бод, и, таким образом,

приём этой комбинации подтверждает исправность линии и схемы. Кроме того, светодиод сигнализирует о наличии питания на МК.

Питание элементов выполняется через стабилизатор Q1 (78L05), при этом общий потребляемый ток схемы не превышает 10 миллиампер.

Входные цепи А, В и резистор согласования включаются через штыревые переключки на плате, что позволяет быстро «прозвонить» участки линии по сопротивлению обычным мультиметром и определить с неисправностью.

Все компоненты схемы собраны на печатной плате и предназначены для монтажа входной линии под «винт». На рис. 3 представлены: слева – фото собранной печатной платы в прозрачном защитном боксе на объекте, справа – 3D-модель той же платы. Печатная плата разработана в среде проектирования DipTrace, проект доступен в каталоге программ [3] и находится в файле **shema\_vetvitel\_rs485.zip**.

На печатной плате предусмотрена установка некоторых компонентов под два размера: DIP и SOIC. Все микросхемы устанавливаются через переходные колодки DIP-8 и DIP-14, что позволяет ремонтировать блок, модифицировать и изменять программное обеспечение и возможные функции использования.

В печатной плате предусмотрены отверстия и «пустые» участки для установки на DIN-рейку аналогично конструкции [2].

### Программное обеспечение

Для настройки разветвителя RS-485 используется программное обеспечение, представленное по адресу [3]. Программа **shema\_vetvitel\_rs485.exe** подготовлена на языке программирования

FORTH [5]. Программа содержит все компоненты для программирования и модификации разветвителя RS-485, а также печатные платы и схемы.

Программный код для МК формируется при первом включении программы и выборе режима «восстановление всех файлов – компиляция нового кода». Для этого режима нажать клавишу  $=4=$  после старта программы. Код формируется в папку **povtoritel\_2\_rs485\_16f630\_v1** и подготовлен в двух файлах с расширением **hex**.

После программирования МК при первом включении требуется выдать код «АТТ» на скорости 1200 бод в разветвитель. Этот код выполняет настройку на выбранную скорость. Всего для ретрансляции без кварца доступно две скорости: 1200 и 2400 бод. Для других скоростей требуется использование кварцевого резонатора, поскольку максимальная частота работы МК без кварца не более четырёх мегагерц.

Используется алгоритм ретрансляции по тактовым интервалам старт-стопной последовательности. В исходном состоянии проверяется последовательно уровень  $=1=$  от PK1, PK2, PK3 и нажатие кнопки теста.

Как только любой из этих уровней установится равным  $=0=$ , это будет означать, что на соответствующем входе появился сигнал данных и начался стартовый интервал от соответствующего PK или передача теста. Для используемой схемы разветвителя сигнал с разъёма PK1 ретранслируется на PK2 и PK3. Обратная ретрансляция выполняется только на PK1. Соответственно, сигнал с PK2 передаётся только на PK1, и сигнал с PK3 также только на PK1. Сигнал теста передаётся тоже только на PK1.

Фрагмент текста программы основного алгоритма приведён далее на языке форт-ассемблера:

```

ORG @ m1 ! portc 0x3 btfs
\ проверка на тест нажатия
m5 goto
\ появился 0, выдача теста кнопки
porta 0x3 btfs
\ проверка PK1 пропустить, если 1
m2 goto
\ появился 0, переходим к ретрансляции
porta 0x0 btfs
\ проверка PK2 пропустить, если 1
m3 goto
\ появился 0, переходим к ретрансляции
portc 0x0 btfs
\ проверка PK3 пропустить, если 1
m4 goto
\ появился 0, переходим к ретрансляции
m1 goto
\ проверяем снова
ORG @ m2 ! 1 WORK_PK1PK2ATPK3#
\ передача от PK1 к PK2 PK3
m1 goto
\ проверяем снова
ORG @ m3 ! 1 WORK_PK2PK1AT#
\ передача от PK2 на PK1

```

### m1 goto

```

\ проверяем снова
ORG @ m4 ! 1 WORK_PK3PK1AT#
\ передача от PK3 на PK1
m1 goto
\ проверяем снова
ORG @ m5 ! 1 OUT_TEST_OTV# \
передача теста на PK1
m1 goto
\ проверяем снова

```

После передачи байта в выбранном направлении программа возвращается к опросу входов. Таким образом, ретрансляция не зависит от количества байтов, и направление передачи определяется только по принципу «кто первый».

Подробное описание приведено в тексте файла **povtoritel1\_2\_rs485\_16f630\_v1.f** на языке Форт [5]. Текст форт-ассемблера находится в файле **assmb\_pik12f\_v1.f** и компилируется при формировании кода исполнения для МК. Все тексты программ имеют подробные комментарии и доступны для модификации и изменений.

### Выводы

Предложенная схема разветвителя RS-485 позволяет формировать раз-

личные структуры линий интерфейса и, кроме того, выполняет тестирование линии и защиту участков линии. Использование питания устройств термометрии по линии связи увеличивает надёжность и ремонтпригодность системы измерений. Дополнительное программное обеспечение МК при необходимости допускает ввести и другие функции работы, кроме простой ретрансляции. Например, резервирование, независимую работу между шинами или передачу специальных сигналов или кодов управления.

### Литература

1. Повторитель RS-485. URL: <https://ipc2u.ru/catalog/mwe485-ygs/>.
2. Шабронов А. «Гроза-зонт» RS-485 // Современная электроника. 2024. № 2. С. 48–49. URL: <https://www.cta.ru/articles/soel/2024/2024-2/178207/>.
3. Каталог программы, платы. URL: [http://90.189.213.191:4422/temp/predohranim\\_i\\_uvelichim\\_rs485\\_v1/test/](http://90.189.213.191:4422/temp/predohranim_i_uvelichim_rs485_v1/test/).
4. Описание 16F630. URL: <https://www.chipdip.ru/product/pic16f630-i-sl>.
5. Описание языка Форт spf4.exe, автор версии А. Черезов. URL: <http://www.forth.org.ru/>.



## НОВОСТИ МИРА

### Arm предоставляет разработчикам инструменты на основе искусственного интеллекта на GitHub

Компания Arm намерена произвести революцию в разработке программного обеспечения, интегрировав свою вычислительную платформу с GitHub, крупнейшим сообществом разработчиков, и она будет усовершенствована за счёт использования мощного GitHub Copilot. С помощью предложений кода Copilot на основе искусственного интеллекта разработчики могут быстрее писать, тестировать и оптимизировать код на Arm, а за счёт интеграции инструментов Arm в GitHub Actions они смогут оптимизировать задачи в приложениях, от облачных веб-приложений до решений искусственного интеллекта, при этом снижая затраты и повышая производительность.

«Это партнёрство даёт возможность 20 миллионам разработчиков, использующих Arm сегодня, использовать весь потенциал самой распространённой в мире вычислительной платформы и крупнейшей в мире платформы для разработчиков, чтобы сделать разработку быстрее, проще и эффективнее», – сказал Алекс Спинелли, старший вице-президент по искусственному интеллекту и платформам и услугам для разработчиков, Arm.



Расширение Arm для GitHub Copilot, которое скоро будет доступно в рамках GitHub Marketplace, поможет разработчикам более эффективно создавать, тестировать и развёртывать программное обеспечение. Расширение, интегрированное с курируемыми наборами данных, предложит специализированные инструменты для разработки кода ИИ, такие как миграция кода, контейнеризация, рабочие процессы CI/CD и оптимизация производительности, обеспечивая более плавное развёртывание от облака до периферии.

Ранее в этом году GitHub объявил об общедоступной версии средств запуска Arm64 Linux и Windows Native Arm для GitHub Actions. Эти средства выполнения, доступные клиентам с планами GitHub Team и Enterprise

Cloud, оптимизируют разработку, снижают затраты и увеличивают скорость. Средства выполнения Arm64 также повышают эффективность конвейеров искусственного интеллекта с помощью популярных платформ, таких как PyTorch.

По словам Спинелли, долгосрочное видение заключается в том, чтобы дать разработчикам возможность беспрепятственно развёртывать, тестировать и оптимизировать свои приложения по всей поверхности от самых больших облачных решений до самых маленьких датчиков.

