

10 принципов, которые необходимо знать при работе с источником питания постоянного тока

Часть 1

Keysight Technologies

Понимание принципов работы измерительных инструментов может дать представление о том, как усовершенствовать методы испытаний. Современные технические характеристики и защитные функции источников питания обеспечивают гибкость при создании более простых и эффективных испытательных установок.

1. ПРАВИЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ В РЕЖИМЕ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ИЛИ ТОКА

Выход источника питания может работать в режиме стабилизации напряжения (CV) или в режиме стабилизации тока (CC) в зависимости от установки напряжения, предела силы тока и сопротивления нагрузки. В большинстве случаев источник питания работает в режиме CV или CC. Однако при некоторых условиях источник питания может войти в третий режим, называемый нерегулируемым (UNR). Понимание этих трёх режимов поможет правильно запрограммировать источник питания гораздо быстрее.

Стабилизация напряжения

Источник питания будет работать в режиме стабилизации напряжения (CV) при условии, что нагрузке не требуется ток больше установленного предела силы тока. Согласно закону Ома, $U = I \times R$ –

для поддержания постоянного напряжения во время изменения сопротивления нагрузки необходимо, чтобы сила тока возрастала или уменьшалась. До тех пор, пока потребление тока $I_{\text{вых}} = U_s / R_L$ меньше, чем установленный предел силы тока, источник питания стабилизирует выход при установленном значении напряжения. Источник питания будет работать вдоль горизонтальной линии U_s (см. рис. 1) при $I_{\text{вых}} = U_s / R_L$.

Стабилизация тока

Если сопротивление нагрузки уменьшается, например в случае неисправности элемента испытываемого устройства, и сопротивление нагрузки R_L меньше, чем R_c (отношение установленного напряжения источника питания к установленному пределу силы тока), источник питания будет стабилизировать ток. И наоборот – закон Ома диктует изменение напряжения, если сила тока остаётся постоянной, равной установленному пределу. Такой режим работы называется режимом стабилизации тока (CC). Источник питания будет работать вдоль вертикальной линии I_s (см. рис. 1), значение напряжения на выходе будет равно $U_{\text{вых}} = I_s \times R_L$.

Нерегулируемое состояние

Если источник питания не способен стабилизировать выходное напряжение или силу тока, то он переходит в нерегулируемый (UNR) режим – ни сила тока, ни напряжение не будут находиться в установленных пределах, а реально установившиеся значения не смогут быть predetermined. Хотя переход в режим UNR может происходить вследствие множества причин, случается это не очень часто. Возможные причины перехода в нерегулируемый режим:

- источник питания имеет внутреннюю неисправность;

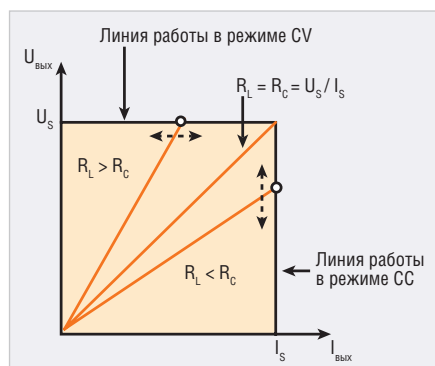
- напряжение в сети питания переменного тока ниже нормированного диапазона;
- сопротивление нагрузки равно R_c , то есть значению, при котором выход переходит из режима CV в режим CC или из CC в CV (см. рис. 1);
- имеется ещё один источник мощности, соединённый с выходом источника питания, например в случае если применяется параллельное соединение выходов;
- выход переходит из режима CV в CC или из CC в CV – такой переход вызовет кратковременное состояние UNR.

2. ПРИМЕНЕНИЕ 4-ПРОВОДНОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ НА НАГРУЗКЕ

В идеальном случае провода, соединяющие источник питания с нагрузкой, не имеют сопротивления. В действительности сопротивление провода зависит от его длины и сечения. В конечном итоге напряжение на нагрузке может уменьшаться, когда источник питания доставляет ток по проводам. Для компенсации такого эффекта следует применять 4-проводное подключение, чтобы скорректировать падение напряжения.

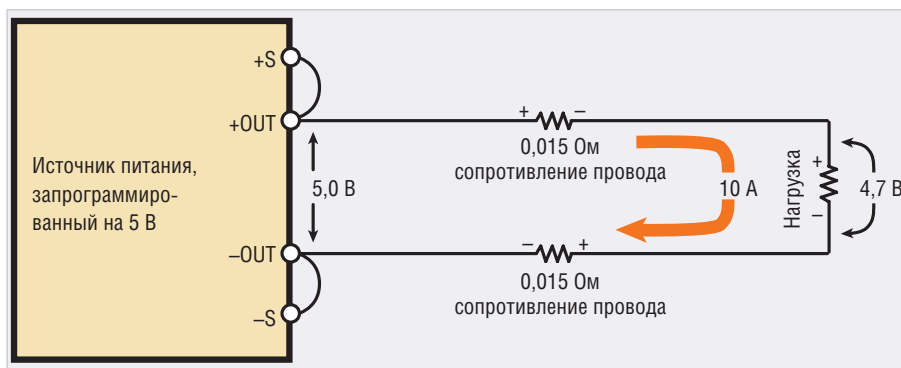
Обычно в комплект поставки источника питания с фабрики входят провода, подключённые в определённом месте к выходным клеммам, однако в случае установок с длинными проводами для подключения нагрузки или для сложных установок с реле и соединителями напряжение на выходных клеммах не будет в точности соответствовать напряжению на нагрузке (см. рис. 2).

В зависимости от сечения и длины провода сопротивление соединений с нагрузкой может приводить к тому, что напряжение на нагрузке будет существенно ниже, чем необходимо. Ситуации с высокими значениями силы тока, например, будут неизменно приводить к значительным падениям напряжения даже при коротких проводах для подключения нагрузки.



Примечание: R_L – сопротивление нагрузки, R_c – критическое сопротивление (сопротивление перехода), U_s – установка напряжения, I_s – установка силы тока

Рис. 1. Выходные характеристики источника питания



Примечание: провода нагрузки +OUT и -OUT длиной 0,9 м, сечением 1 мм² каждый

Рис. 2. Влияние сопротивления проводов нагрузки на напряжение при отсутствии 4-проводного подключения

Значения сопротивления для различных сечений медного провода приведены в таблице 1.

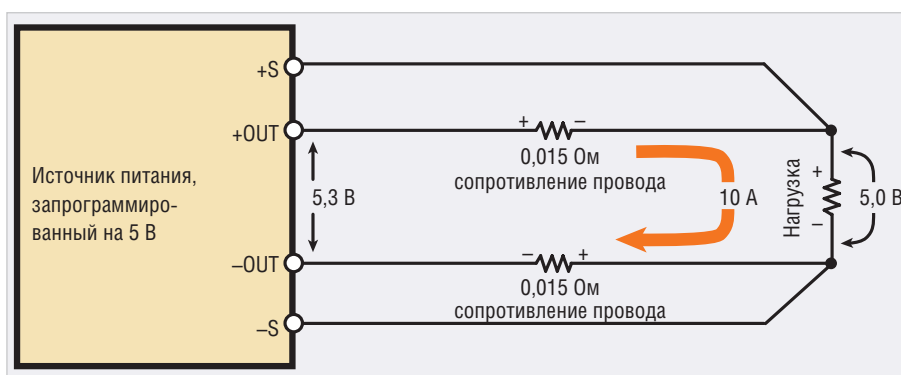
При подключении клемм к нагрузке внутренний усилитель с обратной связью «видит» напряжение непосредственно на нагрузке, а не на выходных клеммах. Поскольку цепь управления считает напряжение непосредственно на нагрузке, источник питания будет сохранять напряжение нагрузки постоянным, невзирая на падения напряжения, вызванные диаметром и длиной провода нагрузки, выходными реле или соединителями.

При использовании 4-проводного подключения необходимо помнить следующее:

- следует использовать 2-проводной экранированный кабель со скрученными жилами в качестве проводов считывания;
- соединять экран провода считывания с землёй нужно только одним концом кабеля;
- не следует связывать и переплетать провода для 4-проводного подключения с проводами для подключения нагрузки;
- следует предотвращать размыкание цепи на клеммах считывания, поскольку они являются частью тракта обратной связи выхода (компания Keysight использует внутренние резисторы для защиты системы считывания. Эти резисторы предотвращают рост выходного напряжения более чем на несколько процентов в случае если провода для считывания по ошибке оказались разомкнутыми);
- большинство источников питания могут компенсировать максимум несколько вольт падения напряжения на проводах нагрузки.

Для реализации 4-проводного подключения (см. рис. 3) следует:

1. Отсоединить клеммы считывания от основных выходов.



Примечание: провода нагрузки +OUT и -OUT длиной 0,9 м, сечением 1 мм² каждый

Рис. 3. Применение 4-проводного подключения для компенсации падения напряжения на проводах нагрузки

2. Подключить каждую клемму считывания к контакту нагрузки с подходящей полярностью.
3. Если необходимо, установить источник питания в 4-проводной режим.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ ТОКА ИСПЫТУЕМОГО УСТРОЙСТВА

Точные результаты измерений тока испытуемого устройства можно получить с помощью амперметра, токового шунта или благодаря встроенной в источник питания возможности измерения. В конечном счёте, рассмотрев преимущества и недостатки каждого подхода, нужно выбрать один из них. Функция измерения силы тока с помощью источника питания может обеспечить необходимую точность измерения.

Амперметр

Наиболее распространённый способ измерения тока испытуемого устройства – использование настольного цифрового мультиметра в режиме амперметра. Несмотря на то что амперметр имеет преимущество в виде строго определённой погрешности измерений, для его подключения приходится разрывать

Таблица 1. Сопротивление различных сечений медного провода

Сечение провода, мм ²	Сопротивление, Ом/м
0,5	0,034
0,75	0,02267
1	0,017
1,5	0,01133
2,5	0,0068
4	0,00425
6	0,00283
10	0,0017
16	0,00106
25	0,00068

цепь. Кроме того, цифровой мультиметр имеет ограничения на максимальную силу тока, которую можно измерить, – обычно она составляет несколько ампер.

Внешний токовый шунт / цифровой мультиметр

Измерения силы тока можно проводить с помощью шунтов. Используя токовый шунт, можно выбрать наиболее подходящий шунтирующий резистор, соответствующий нужному диапазону силы тока. Точность измерений основывается на точности измерения напряжения цифровым мультиметром и точности шунта. Несмотря на то что таким методом можно получить результаты измерения с очень высокой точностью, на них могут неблагоприятно повлиять некоторые ошибки. Следует обратить внимание на следующие сложности, которые обычно остаются вне поля зрения:

- термо-ЭДС – в цепях, где применяются разнородные металлы, возникает ЭДС, влияющая на результат измерений;
- калибровка шунта – прецизионные измерения могут быть выполнены только при использовании откалиброванного шунта;

Таблица 2. Относительная погрешность считывания силы тока источником питания

Уровень выходного тока, % от номинального значения	Типовая погрешность, %
100	0,1...0,5
10	0,5...1
1	~10

● эффекты саморазогрева – повышенная температура, вызванная протеканием электрического тока, может вызывать изменение сопротивления шунта.

Кроме того, установка токового шунта требует разрыва цепи, чтобы подключить шунт последовательно. Токовый шунт, установленный в системе, которая смонтирована в стойке, может даже потребовать сложных подключений, включающих реле и коммутаторы.

Встроенное измерение силы тока

Избежать трудностей, связанных с подключением токовых шунтов, можно за счёт использования встроенной в источник питания функции измерения силы тока. Данная функция использует внутренний шунт, выбранный с целью дополнить номинальное выходное значение источника питания. В этом случае нет необходимости отсоединять испытуемое устройство или подключать цифровой мультиметр.

В таблице 2 приведён уровень погрешности измерений при использовании высококачественного источника питания.

В измерительных характеристиках источника питания учтены ошибки, связанные с внешним шунтом. Таким образом, точности измерения источником питания может оказаться достаточно для большинства приложений, в которых требуется измерять силу тока, особенно для случаев, когда сила тока находится в пределах 10–100% от номинального значения источника питания.

Встроенная функция измерения силы тока предоставляет следующие преимущества:

- уменьшение количества оборудования, необходимого для подключений (не требуются реле, коммутаторы и прокладка проводов);
- простота использования;
- представление результатов измерений непосредственно в амперах;
- отсутствие необходимости разъединения схемы;
- строго определённая погрешность – в значениях погрешности уже учтены ошибки, связанные с шунтом;
- синхронизированные измерения – измерения могут быть запущены па-

раллельно с другими событиями, зависящими от электропитания.

4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ИЛИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ВЫХОДОВ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ БОЛЬШЕЙ МОЩНОСТИ

Для получения большего значения напряжения можно соединить два или более выхода источника питания последовательно, а для достижения больших значений силы тока следует соединить выходы параллельно.

При последовательном соединении выходов для получения больших значений напряжения необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- не следует превышать пределы плавающего напряжения (изоляция выходной клеммы) любого из выходов;
- не следует допускать попадания на выходы источника питания напряжения обратной полярности;
- соединять последовательно необходимо только те выходы, которые имеют одинаковые пределы силы тока и напряжения.

Следует настроить каждый выход источника питания независимо, так чтобы сумма напряжений оказалась равной полному требуемому значению. Для этого сначала следует настроить каждый выход на максимальный необходимый предел силы тока, который нагрузка сможет безопасно обработать, затем установить значение напряжения каждого из выходов так, чтобы сумма этих значений была равна полному желаемому напряжению. Например, если используются два выхода, нужно установить напряжение каждого из них равным половине суммарного желаемого значения напряжения, а если используются три выхода – равным одной трети от суммарного желаемого значения напряжения.

При параллельном соединении выходов для получения больших значений силы тока необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- один выход должен работать в режиме стабилизации напряжения (CV), а другой (другие) – в режиме стабилизации тока (CC);
- потребление электрического тока выходной нагрузкой должно быть достаточным для поддержания выхода (выходов) в режиме CC;
- параллельно следует соединять только те выходы, которые имеют идентичные номинальные значения напряжения и силы тока.

Пределы силы тока следует установить одинаковыми для всех выходов, так чтобы в сумме они были равны желаемому значению полной силы тока. Значение напряжения CV-выхода следует установить немного меньшим, чем значение напряжения CC-выходов. CC-выходы генерируют выходной ток, на который они были настроены, и снижают напряжение до тех пор, пока оно не будет соответствовать напряжению CV-блока, который генерирует ток, достаточный только для того, чтобы выполнить все требования нагрузки.

Для измерения напряжения непосредственно на нагрузке можно использовать функцию 4-проводного подключения при последовательной или параллельной конфигурации источников питания. Применительно к некоторым источникам питания необходимо преднамеренно установить для каждого выхода режим дистанционного считывания, иногда называемый 4-проводным режимом.

Использование 4-проводного подключения при последовательных соединениях

При использовании 4-проводного подключения в последовательной конфигурации необходимо соединить последовательно его клеммы на каждом из выходов и подключить их к нагрузке, как это показано на рисунке 4.

Использование 4-проводного подключения при параллельных соединениях

Когда используется 4-проводное подключение в параллельной конфигурации, следует соединить параллельно его клеммы на каждом выходе и подключить их к нагрузке, как это показано на рисунке 5.

Для упрощения настройки параллельного соединения выходов некоторые источники питания поддерживают расширенную функциональную возможность, называемую группировкой выходов. Сгруппировано может быть до четырёх одинаковых выходов, предоставляя пользователю возможность управлять ими, как если бы они представляли собой единственный выход с более высокой силой тока.

5. МИНИМИЗАЦИЯ ПОСТУПЛЕНИЯ ШУМОВ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ В ИСПЫТУЕМОЕ УСТРОЙСТВО

Если испытуемое устройство (ИУ) чувствительно к шуму на входе питания, необходимо сделать всё возмож-

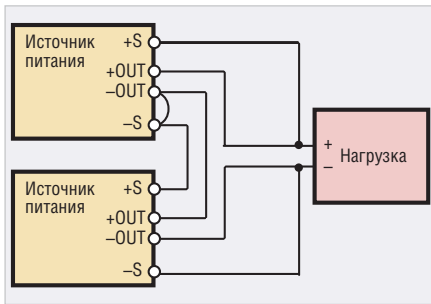


Рис. 4. Последовательное соединение с 4-проводным подключением

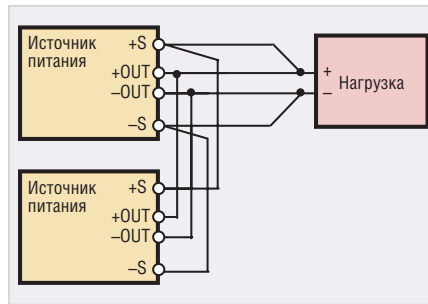


Рис. 5. Параллельное соединение с 4-проводным подключением

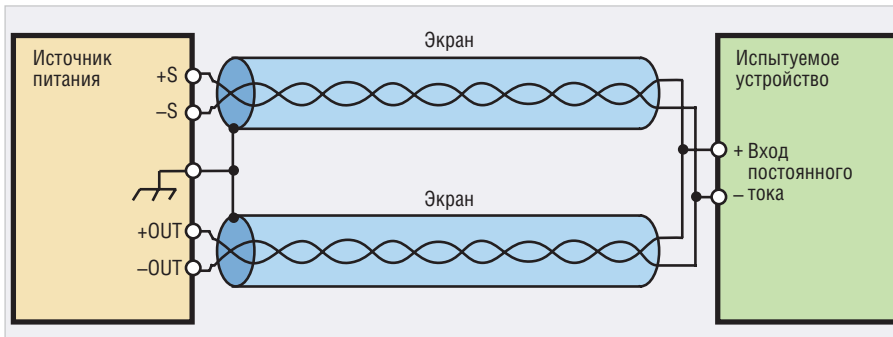


Рис. 6. Соединение экрана с землёй одним концом кабеля

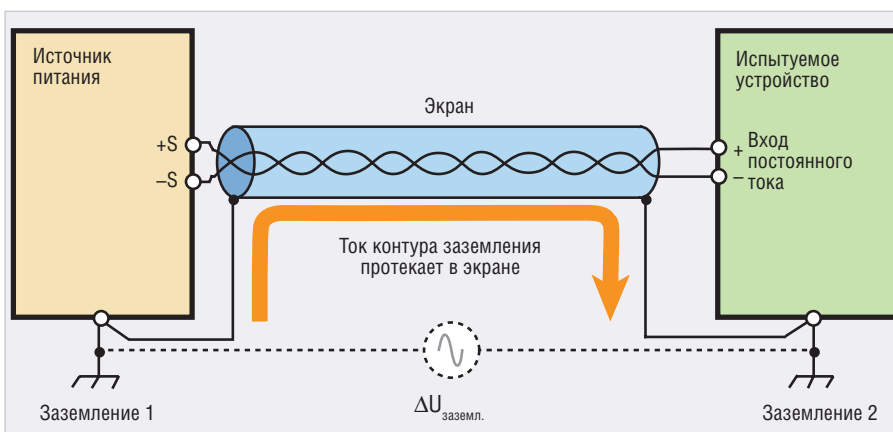


Рис. 7. Неправильное подключение экрана (двумя концами)

ное для минимизации шума. Ниже описаны три простых шага, которые помогут этого добиться.

Выбор малошумящего источника питания

Чтобы минимизировать шум, следует начать с источника питания.

Поскольку фильтрация шумов от источника питания может оказаться затруднительной, желательно начать с выбора источника питания, который имеет очень низкий уровень шумов. Это может быть, например, линейный регулируемый источник питания, однако он может иметь немалые размеры и выделять большое количество тепла. В связи с этим выбор стоит остановить на импульсном источнике питания. Современная технология, применяемая в импульсных

источниках питания, развита настолько, что характеристики шума на их выходе могут быть сравнимы с характеристиками шума линейных источников. Сравнение характеристик шума типовых линейных и импульсных источников питания представлено в таблице 3.

Выбор источника питания с низким уровнем шума (СКЗ и размах) на выходе – это важный шаг, но минимизировать шум можно также уделив должное внимание соединительным проводам с ИУ.

Экранирование соединения «источник – испытуемое устройство»

Соединения между источником питания и ИУ могут быть восприимчивы к шумовым перекрёстным помехам. Различные типы помех включают индук-

Таблица 3. Сравнение уровня шумов линейных и импульсных источников питания

Тип источника питания	Уровень шумов (СКЗ), мкВ	Уровень шумов (размах), мВ
Линейный	~500	~4
Импульсный	~750	~5

тивную, ёмкостную связи, а также радиопомехи. Существует ряд способов уменьшить шум, однако наиболее эффективным является применение экранированных 2-проводных кабелей для подключения нагрузки и разъёмов считывания.

При использовании экранированных кабелей следует обеспечить подключение экрана к земле только одним концом, например подключить экран со стороны источника питания к земле, как это показано на рисунке 6. Пренебрежение подключением экрана одним из концов может увеличить ёмкостную наводку.

Не следует подключать экран к земле обоими концами, поскольку в этом случае могут возникнуть токи в контуре заземления. На рисунке 7 показан ток в контуре заземления, который развился из-за разности потенциалов между заземлениями источника и ИУ. Ток в контуре заземления может порождать напряжение на кабелях, что проявляется в виде помех в ИУ.

В дополнение к надлежащему экранированию сохранить параметры шума источника питания на низком уровне может балансировка импеданса кабеля.

Балансировка импеданса выхода относительно земли

Синфазный шум – это шум, который генерируется, когда синфазный электрический ток течёт из источника питания в землю и порождает напряжение на импедансе относительно земли, включая импеданс кабеля. Чтобы минимизировать влияние синфазного тока, следует выровнять импеданс положительной и отрицательной выходной клемм источника питания, а также положительной и отрицательной клемм ИУ относительно земли. Чтобы решить эту задачу, следует использовать синфазный дроссель последовательно с выходными проводами и шунтирующий конденсатор между каждым проводом и землёй.

Изложение принципов работы с источником питания постоянного тока будет завершено во второй части статьи.

ЛИТЕРАТУРА

<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5990-8888EN.pdf>

НОВОСТИ МИРА

BPM ОСВАИВАЕТ ИИ И МИКРОСЕРВИСЫ

Традиционные виды инструментария BPM (управление бизнес-процессами) всё чаще замещаются альтернативами в форме приложений на базе облаков и микросервисов, которые нередко оказываются более практичными. И хотя это позволяет предприятиям задействовать преимущества новых технологий из категории искусственного интеллекта (ИИ) и ботов, а также модернизировать определённые бизнес-процессы, этот тренд также приносит специфические риски, которые должны стать предметом забот архитекторов корпоративных систем.

Существование инструментов BPM во многом связано с тем, что другие классы корпоративных приложений, например CRM, ERP или ECM, не имеют сильных средств управления потоками работ.

Когда нужный BPM-инструмент начинает поставляться в виде микросервисов, предприятия могут заменить слой потоков работ, действовавший внутри других приложений, на BPM-микросервисы, однако для этого необходимо, чтобы и традиционные поставщики корпоративных приложений переходили на данную архитектуру.

Несмотря на потенциальные преимущества BPM-инструментов на базе микросервисов, новые нормативы, например регламент Евросоюза General Data Protection Regulation, могут препятствовать их внедрению в практику, давая второе дыхание традиционным монолитным кодовым базам. Это связано с тем, что инструменты более традиционного типа облегчают возможность оперировать всеми корпоративными данными в одном месте.

Облачные провайдеры продолжают дифференцировать свои ИИ-предложения. И хотя первое поколение ИИ-инструментов в основном решало технические проблемы, некоторые из них сегодня содержат усовершенствования, которые ориентированы на бизнес и могут усилить встряску рынка BPM.

Так, средства типа Salesforce Einstein могут ранжировать круги потенциальных покупателей, идентифицировать мошеннические действия и давать продуктовые рекомендации, а бизнес может всё это соединить с потоками работ. Ряд поставщиков сегодня также предлагает ИИ-библиотеки, вмещающие различные алгоритмы, и предприятия могут модернизировать свои биз-

нес-процессы, встраивая эти библиотеки в приложения.

Хотя микросервисы, ИИ и чат-сервисы трансформируют рынок BPM, они вместе с тем создают потенциальные проблемы в сфере GRC (управление рисками и соблюдение нормативов). Например, чтобы улучшить исполнение бизнес-процессов посредством ИИ-приложений, для прогнозной оценки базы покупателей или обнаружения мошеннических действий могут потребоваться конфиденциальные финансовые или персональные данные клиентов. Компаниям необходимо создавать барьеры, защищающие эти данные при их перемещении в новых потоках работ.

С другой стороны, высказываются мнения, что стратегические подходы к использованию ИИ и ботов на самом деле могут улучшить GRC и в целом бизнес-этику. Например, исторически организациям приходилось умалчивать определённую информацию о своих работниках из-за ограниченности ресурсов и непомерного объёма требуемой отчётности. ИИ и боты во многих отношениях помогают упростить сбор этой информации. Они позволяют обеспе-

Встраиваемые решения MEN

Защищённые компьютерные платы и системы для работы в жёстких условиях эксплуатации и для ответственных применений

- Компьютерные модули Rugged COM Express® (VITA 59) и ESMexpress®
- Платы в форматах CompactPCI®/PlusIO/Serial и VME
- Мезонинные модули PMC, XMC, M-Module™ I/O
- Защищённые коммутаторы Ethernet
- Встраиваемые и панельные компьютеры



Always reliable. Always ahead.



- Высокая надёжность в соответствии с EN 50155, DO-254, E1
- Обеспечение уровней безопасности до SIL 4, DAL-A
- Высокое качество продукции в соответствии с ISO 9001/1400, AN/AS 9100, IRIS



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



чить более полный и интерактивный процесс сбора информации, сделать его более релевантным, управлять его широтой и адресовать выявленные проблемы наиболее компетентным работникам департамента соблюдения нормативов и этики. В конечном счёте это позволит предприятиям быстрее обнаруживать и устранять потенциальные риски.

www.itweek.ru со ссылкой на TechTarget

Открыта 1-я очередь завода «Датчики и системы»

9 февраля 2018 года состоялась торжественная церемония открытия первой очереди завода «Датчики и системы». Новый завод «Совтест АТЕ» ориентирован на серийное производство МЭМС-датчиков, систем безопасности и мониторинга, а также тестового и технологического оборудования в рамках реализации государственной программы по импортозамещению.

На базе МЭМС производят акселерометры, гироскопы, датчики давления, беспроводные системы мониторинга зданий, мостов, сооружений, ЛЭП и т.д.

Запуск производства будет проходить в три этапа. В 1-ю очередь завода входят корпуса № 1, 2, 6 и 7. В 1-м корпусе находится участок корпусной сборки и монтажа готовых изделий радиоэлектроники, во 2-м – участок поверхностного монтажа и участок тестирования и контроля собранных печатных плат; в 6-м корпусе расположены центр технологий неразрушающего контроля, конструкторский отдел, а также производятся предпродажная подготовка оборудования и сервисное обслуживание; в 7-м корпусе расположены столовая, склад и конференц-зал. В конце этого года планируется также открыть 2-ю очередь завода – 4-й и 5-й корпуса, где будет находиться производство корпусных деталей, изделий из листового металла, выполняться металлообработка и порошковая окраска корпусов. Запуск 3-й очереди завода намечен на 2019 год. В корпусе № 3 будет располагаться производство датчиков на основе микроэлектромеханических систем. Это самое дорогостоящее направление деятельности предприятия, но и самое перспективное. Выход на полную мощность ожидается в 2021 году.

www.sovtest-ate.com

Под Екатеринбургом проектируют первый в России «умный город»

К возведению smart city на участке в 555 га приступят, если столица Урала получит право на проведение Всемирной выставки «ЭКСПО 2025». Проект «умного города» уже презентован на сочинском форуме.

Из 555 га 184 выделит под выставочные павильоны. Выставка с участием 140 стран мира продлится полгода. После этого площадку «ЭКСПО» планируют преобразовать в smart city с жилыми домами, образовательными, научными, медицинскими и развлекательными центрами.

По словам вице-преьера Аркадия Дворковича, уральский «умный город» будет местом «с «зелёными» технологиями на возобновляемых источниках», в том числе речь идёт о солнечной энергии. Использовать природные ископаемые и минеральные виды топлива в городе вообще не планируется, зато при его возведении прибегнут к самым совершенным на сегодня технологиям.

Новости Интернета вещей

innodisk

ДЕЙСТВУЙ НА ОПЕРЕЖЕНИЕ

Компактные твердотельные накопители с интерфейсом SATA III, характеризующиеся более высокой скоростью передачи данных

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама