

Главное – не запустить оборудование, а организовать техпроцесс

Визит на участок сборки кодовых полосок для глюкометров ООО «Компания «Элта»

Ю. Ковалевский

ООО «Компания «Элта» – разработчик и производитель медицинской техники, расположенный в Зеленограде, основной продукцией которого являются глюкометры «Сателлит», «Сателлит Экспресс» и «Сателлит Плюс». Данные приборы нуждаются в тестовых и кодовых полосках, которые представляют собой массовые изделия. Для локализации производства кодовых полосок, имеющих в своем составе чип, компания недавно запустила участок по монтажу кристаллов на печатную плату. Более того, специалистами компании был разработан собственный состав компаунда для герметизации установленных кристаллов, который теперь применяется на данном производстве.

Мы побывали на предприятии, где начальник участка микросборки Роман Викторович Фролов рассказал нам об оборудовании и возможностях участка, а также о планах дальнейшего его развития. В проведении экскурсии по участку ему помогал заместитель технического директора по продуктам для полупроводниковых производств ООО «Остек-ЭК» Дмитрий Александрович Суханов.



Роман Фролов

Роман Викторович, ваше предприятие производит медицинскую технику, в частности глюкометры. Данные изделия пусть и не всеобщего потребления, но всё же их можно отнести к потребительскому рынку, а этот сегмент традиционно у нас занимают зарубежные производители. Когда в вашей компании стартовало производство этих изделий?

К реализации проекта по импортозамещению этой продукции наша компания приступила пять лет назад. Тогда было закуплено соответствующее оборудование, но данное производство было запущено около полугода назад: определенное время потребовалось на выстраивание технологического маршрута, отладку процесса, накопление опыта.

Почему было принято решение локализовать производство, а не изготавливать свои изделия за рубежом?

Я думаю, у этого было несколько причин. С моей точки зрения, как производственника, изготавливать изделия

в нашей стране, во-первых, престижно. А во-вторых, благодаря этому мы можем пользоваться рядом преференций, которые предоставляются отечественным производителям со стороны государства.

Кроме того, в области медицинской техники в принципе идет активный процесс импортозамещения, и спрос на такие изделия, как глюкометры, произведенные в России, растет.

Каково назначение участка, на котором мы сейчас находимся?

Это сборочный участок, на котором основной технологический процесс – монтаж кристаллов. Как известно, микросхемы бывают корпусированные и бескорпусные. У первых кристалл установлен в корпусе, имеющем выводы или контактные поверхности, и вся эта конструкция монтируется на плату. Вторые представляют собой открытый кристалл, который ставится на плату непосредственно и затем герметизируется. Именно эта технология на данный момент реализована здесь.

Какую роль играет этот участок в производстве глюкометров?

Здесь мы производим кодовые полоски. Если вы когда-нибудь использовали бытовой глюкометр, то знаете, что для измерения содержания сахара в крови нужно вставить в прибор одноразовую тестовую полоску – по сути,

плату, на которую нанесен фермент, реагирующий с глюкозой. В результате данной реакции меняются электрические параметры полоски, и это изменение преобразуется глюкометром в значение, показывающее содержание глюкозы в капле крови.

Но параметры тестовых полосок варьируются от партии к партии, вызывая отклонения в показаниях прибора. Чтобы свести к минимуму эти отклонения, в наших глюкометрах применяются поправочные коэффициенты, которые задаются для каждой партии тестовых полосок на производстве. Их значения записываются в память специальной кодовой полоски наряду с датой изготовления партии тестовых полосок, поскольку для точных измерений необходима также и поправка на их старение. Когда вы открываете новую упаковку с тестовыми полосками, вы сначала достаете из нее кодовую полоску, вставляете ее в прибор, он считывает поправочные коэффициенты для данной партии, после чего вы можете использовать глюкометр, как обычно, и при этом получать более точные показания.

У импортных аналогов такой технологии нет, поэтому даже если предположить, что их тестовые полоски очень качественные и обладают малым разбросом параметров, то всё равно эти приборы не делают поправку на старение полосок, что снижает их точность.

Кодовая полоска представляет собой небольшую тонкую плату, на которую устанавливается чип. Этот чип мы и монтируем на данном участке.

В будущем, возможно, мы будем здесь монтировать также и кристаллы ИС на платы самих приборов. Такие разработки у нас ведутся.

Если ваши глюкометры обладают таким важным преимуществом перед зарубежными аналогами, как более высокая точность измерений, они, вероятно, должны пользоваться успехом за рубежом. У вас есть планы вывода этой продукции на международный рынок?

Да, мы уже поставляем наши глюкометры на экспорт, но пока это страны ближнего зарубежья – Грузия, Эстония, Латвия.

Всё оборудование для этого участка было поставлено ООО «Остек-ЭК»? Насколько вы довольны их сервисным обслуживанием?

Здесь большая часть оборудования от Остек-ЭК, но не всё. Остек – пожалуй, самый заметный поставщик решений для электронных производств в нашей стране. Одной из его сильных сторон является то, что он предоставляет именно комплексные решения, а его команда способна организовать производство, исходя просто из идеи заказчика. Им можно сказать: «Нам нужно изготавливать то-то и то-то», и вы получите законченный



Групповая заготовка с кодовыми полосками (вверху) и этикетка с кодовой полоской, которая вкладывается в упаковку с тестовыми полосками (внизу)

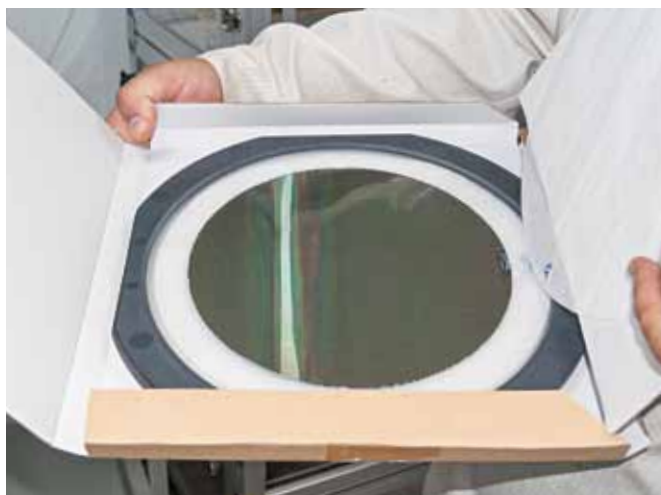
проект, отвечающий именно вашим требованиям, который затем ими будет воплощен в реальный участок или цех. И еще я бы подчеркнул, что если вы захотите что-то изменить в проекте, специалисты из Остек-ЭК не будут на вас давить. Они скорректируют проект с учетом ваших пожеланий. Или же доступно объяснят, почему так делать нельзя, если это действительно так.

Тем не менее часть оборудования мы приобретали у других поставщиков, что связано с тем фактом, что они поставляют в Россию некоторые установки определенного класса на эксклюзивной основе.

Что касается сервисного обслуживания, как говорил Генри Форд, «лучшая машина – новая машина». У нас оборудование совсем новое, оно работает корректно, и никаких проблем с ним пока не возникало. Тем не менее, оценить сервис от Остек-ЭК можно – по их оперативной реакции на наши вопросы, которые мы задавали, если нам было что-то непонятно. Все эти вопросы решались по телефону, либо в течение буквально двух-трех дней к нам приезжал специалист, который помогал нам на месте.

С чего начинается этот процесс? Что на входе данного участка?

На входе – платы и полупроводниковые пластины, уже утоненные и разрезанные на отдельные кристаллы.



Полупроводниковая пластина, разрезанная на отдельные кристаллы

Утонение и резка пластин – это последний этап кристалльного производства. По крайней мере, так было исторически. Сейчас, конечно, грань между кристалльным производством и корпусированием размывается: приходят такие технологии, как корпусирование на уровне пластины. Но в нашем случае данные операции выполняются на стороне поставщика пластин. Так или иначе они должны осуществляться не на участке монтажа кристаллов, потому что это «грязные» операции, а здесь – чистая зона, ее класс чистоты 6 ИСО.

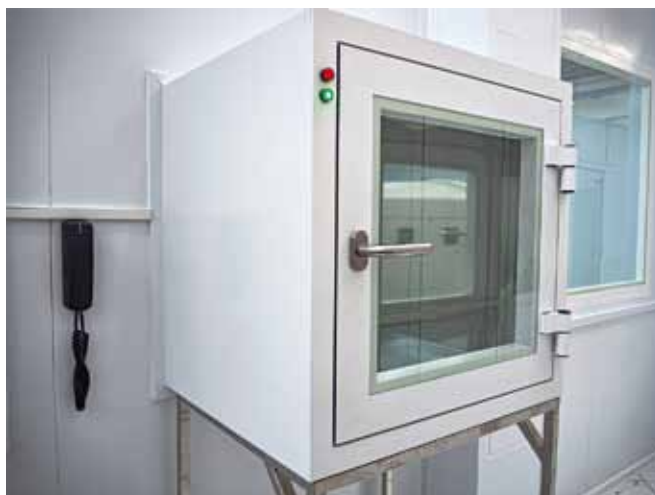
Кристаллы, применяемые в кодовых полосках, малого размера, и с пластины мы получаем порядка 16 тыс. кристаллов.

Поступившие в производство пластины и материалы, такие как проволока для разварки, до начала работы во избежание окисления хранятся в шкафах с контролируемой температурой и пониженной влажностью. В таких же шкафах хранятся незаконченные изделия, если процесс был прерван.

Собственно, первой операцией на данном участке является установка кристалла. Автомат Datacon 2200 evo plus от компании Besi (BE Semiconductor Industries) наносит клей для его крепления на подложку, снимает кристалл с ленты-носителя путем подкола с нижней стороны и устанавливает вакуумным захватом на положенное место. При этом кристалл прижимается с заданной силой, так чтобы клей выступил со всех сторон, как этого требуют стандарты: при визуальном контроле по периметру кристалла должно быть видно 30% клея.

Подложки с установленными кристаллами раскладываются в кассеты и в таком виде поступают в шкаф для групповой сушки.

Может показаться, что этот автомат установки кристаллов выглядит слишком сложным оборудованием для



Шлюз для передачи заготовок и изделий в чистое помещение и обратно



Один из шкафов сухого хранения на участке, в которых хранятся исходные материалы, заготовки и незавершенные изделия



Автоматическая система установки кристаллов
Datacon 2200 evo plus

тех задач, которые он выполняет. Но причина сложности конструкции – в высокой точности и скорости. Точность позиционирования по осям *X* и *Y* достигает ± 1 мкм. Скорость установки кристаллов на этой машине в реальных условиях составляет порядка 2000 шт./ч.

Насколько важна точность установки кристалла на плату, если затем выполняется проволочная разварка? Ведь кристалл не должен совмещаться с контактными площадками платы.

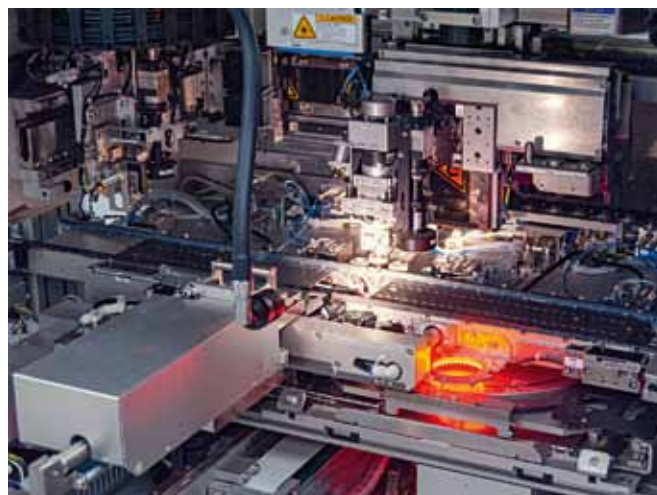
Точность очень важна вот по какой причине: если кристалл будет установлен со значительным смещением, то оптическая система оборудования проволочной разварки просто не сможет найти площадки, к которым должна привариваться проволока. Особенно это критично, когда площадки кристалла имеют малые размеры, например 60×60 мкм. У кристалла кодовой полоски они 200×200 мкм, но ведь это не единственное изделие, для производства которого предназначен данный участок.

Как выполняется отверждение клея? Это обычная сушка?

Да, мы используем термоотверждаемый состав, поэтому изделия подвергаются обычному нагреву. Влажность, освещение и другие факторы в отверждении клея не участвуют.

Нужно ли контролировать прочность присоединения кристалла?

Мы выполняем испытание прочности крепления на сдвиг в том случае, если менялись режимы, клей или что-либо еще в техпроцессе. Это выполняется на специальной установке 4000 Optima Bondtester от компании Nordson Dage. Она позволяет выполнять испытания



Внутреннее пространство установки
Datacon 2200 evo plus

на отрыв с усилием от 0,25 г до 50 кг, а на сдвиг – от 0,25 г до 200 кг. Это достигается применением системы грузов, расположенных с задней стороны установки. Такие



Шкаф сушки от компании Espres, в котором
производится отверждение клея



Установка испытаний на прочность
4000 Optima Bondtester



Система проволочной разварки IConn Plus

усилия, конечно, избыточны: при приложении к кристаллу 200 кг он просто разрушится.

Данная модель достаточно новая, и одним из ее преимуществ перед предыдущим поколением является то, что в головке уже установлены все необходимые инструменты: крючок для захвата проволоки, лопатка для испытания на сдвиг и т. п. На старых установках приходилось менять инструмент вручную.

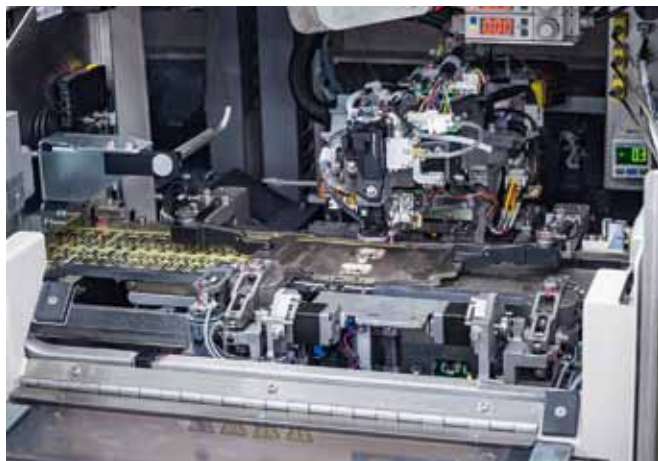
Далее выполняется проволочная разварка. Для этого применяется система IConn Plus от Kulicke & Soffa. Это одна из лучших установок для данной операции. Магазин, содержащий 780 изделий на 15 групповых заготовках, она обрабатывает примерно за пятнадцать минут. В рамках расширения производства мы планируем приобрести еще одну такую машину.

Из какого материала проволока, которую вы используете?

Здесь применяется соединение алюминиевой проволокой толщиной 35 мкм методом «клин-клин». В кодовых полосках всего два проволочных соединения, и особых требований по электрическим характеристикам к ним нет, поэтому использовать золотую проволоку нецелесообразно – не только потому, что она дороже, но и потому, что обращение с драгоценными металлами строго регулируется, а значит, влечет за собой много дополнительной бумажной работы.

Для наших будущих изделий, возможно, мы будем применять бронзовую проволоку с золотым покрытием. Данное оборудование позволяет работать и с этим материалом тоже, равно как и с золотой проволокой, и, соответственно, выполнять соединение не только «клин-клин», но «шарик-клин», а толщина проволоки может составлять от 15 до 100 мкм.

После выполнения проволочной разварки также проводятся испытания на отрыв проволоки с помощью



Внутреннее пространство системы IConn Plus

крючка и на сдвиг сварного соединения с применением специального скребка-лопатки. Эти испытания проводятся также только при изменении техпроцесса или в начале работы с новой партией проволоки. Для них применяется та же установка, что и для испытания прочности приклейки кристалла – 4000 Optima Bondtester.

Замечу, что согласно нормативным документам по контролю и испытаниям на прочность соединений усилие на отрыв проволоки должно составлять не менее 3 г, мы же обеспечиваем 12 г. Это достаточно важный параметр, учитывая то, что кристалл герметизируется компаундом, который при отверждении может порвать проволоку. Если бы герметизация выполнялась иначе, не исключено, что можно было бы довольствоваться меньшим усилием.

Герметизация кристалла компаундом – это последняя операция, выполняемая на данном участке. Мы используем для этого установку Quantum от Nordson Asymtek – автоматический дозатор, выполняющий нанесение материала по заданной программе.

При нанесении компаунда очень важна точность: материал не должен выходить за пределы отведенной для него области, поскольку иначе он может создать помехи для последующих операций – внутрисхемного программирования и разделения групповой заготовки на отдельные

полоски. Эти операции выполняются на другой площадке.

Точность нанесения зависит не только от оборудования, но и от свойств самого компаунда, а также от целого ряда других факторов. Компаунды зарубежного производства, которые мы рассматривали в качестве кандидатов для применения в наших изделиях, хорошие, но слишком дорогие для такой продукции, как кодовые полоски.

В результате мы стали использовать наш собственный компаунд.

То есть вы сами разработали состав герметизирующего компаунда?

Да. Это материал на эпоксидной основе с рядом вспомогательных ингредиентов, обеспечивающих требуемые характеристики. В частности, очень важно обеспечить правильную текучесть материала, потому что, как я уже говорил, он не должен растекаться слишком сильно, но в то же время он должен хорошо затекать под проволоку. Сделать это было непросто, но мы справились.

Еще одной непростой задачей, которую мы решили, было обеспечение отсутствия в материале воздуха, потому что в противном случае, на поверхности будут образовываться воронки. Есть специальные добавки, которые вытесняют воздух, но сложность заключается в том, что одна добавка может влиять на действие другой, поэтому



Автоматическая установка нанесения материалов Quantum



Головка установки Quantum, доработанная для нанесения двухкомпонентных материалов

задача разработки такого материала – сложная и многофакторная.

В общей сложности процесс разработки компаунда у нас занял два года.

Вы не планируете продавать ваш компаунд другим предприятиям?

Пока нет. Прежде мы должны его «обкатать». Пока он используется в пределах нашего производства, мы можем при необходимости что-то в нем скорректировать, подстроить его под конкретное изделие. Как я говорил, есть множество факторов, влияющих на качество герметизации, и они связаны не только с оборудованием и материалом, но и с изделием и конкретным техпроцессом на конкретном предприятии. Например, материал по-разному растекается в зависимости от шероховатости поверхности изделия, которая определяется, в частности, процессами гальванической металлизации и плазменной очистки. Для того чтобы материал мог использоваться на другом производстве, необходимо вырабатывать требования и методические рекомендации по его применению и налаживанию техпроцесса с его участием. А еще лучше – не продавать материал, а ставить технологию у заказчика полностью.

В технологии всё взаимосвязано. Поэтому главное не запустить оборудование или разработать отдельный материал, главное – организовать техпроцесс.

Это однокомпонентный или двухкомпонентный материал?

С точки зрения технологии нанесения, он двухкомпонентный, так как в процессе нанесения используются две емкости. Но вообще говоря, это многокомпонентный состав, причем каждый отдельный его компонент может храниться до смешивания длительное время. Благодаря этому с данным составом работать проще, чем с однокомпонентными материалами, для которых нужны особые условия хранения, а именно – очень низкие температуры, и которые обладают меньшим сроком жизни на производстве: если вы достали такой материал из холодильника, вы должны его использовать буквально в течение нескольких часов.

Но создав двухкомпонентный компаунд, мы столкнулись со следующей проблемой. У компании Nordson Asymtek не оказалось установки нанесения двухкомпонентных материалов нужной нам производительности. Поэтому нам пришлось немного доработать данный дозатор, изначально предназначенный для работы с однокомпонентными компаундами.

Кстати, в ближайшее время мы планируем приобрести еще один дозатор – более новый, с двумя головками нанесения материала, что позволит нам существенно повысить производительность.

А какова производительность участка сейчас?

Когда я начинал работать в компании «Элта» – это было почти три года назад – перед нами стояла задача обеспечить выпуск 5 млн изделий в год, то есть более 400 тыс. шт. в месяц. Мы эту задачу решили: сейчас мы производим такое количество изделий при работе в одну смену по восемь часов в день.

Однако благодаря импортозамещению в медицинской сфере с тех пор потребность существенно возросла. Подтверждение этого – постоянно подъезжающие и уезжающие машины, которые забирают готовые изделия с нашего производства.

По мере необходимости мы переходим на двухсменную работу – по 12 ч в сутки, увеличивая тем самым объем выпуска в полтора раза.

Потребность в данных изделиях растет из года в год. Поэтому до конца года мы планируем закупить дополнительное оборудование. Как я уже говорил, у нас должна появиться вторая установка для проволоочной разварки и еще один более производительный дозатор. Также в наших планах закупка второго автомата установки кристаллов. Это будет тоже более высокопроизводительная установка – следующего поколения, с новыми двигателями и направляющими.

Эти планы по закупке дополнительного оборудования направлены только на повышение производительности, или при этом будут расширены и технологические возможности?

Мы планируем, что с приобретением и вводом в строй нового оборудования мы не только сможем увеличить объем выпуска, но и получим возможность монтировать такие изделия, как фоточувствительные матрицы, для которых будет применяться несколько другая технология. Это нам необходимо, в частности, для новых проектов – приборов для ранней диагностики глаукомы, определения степени усталости водителей и др.

Где будет размещено новое оборудование?

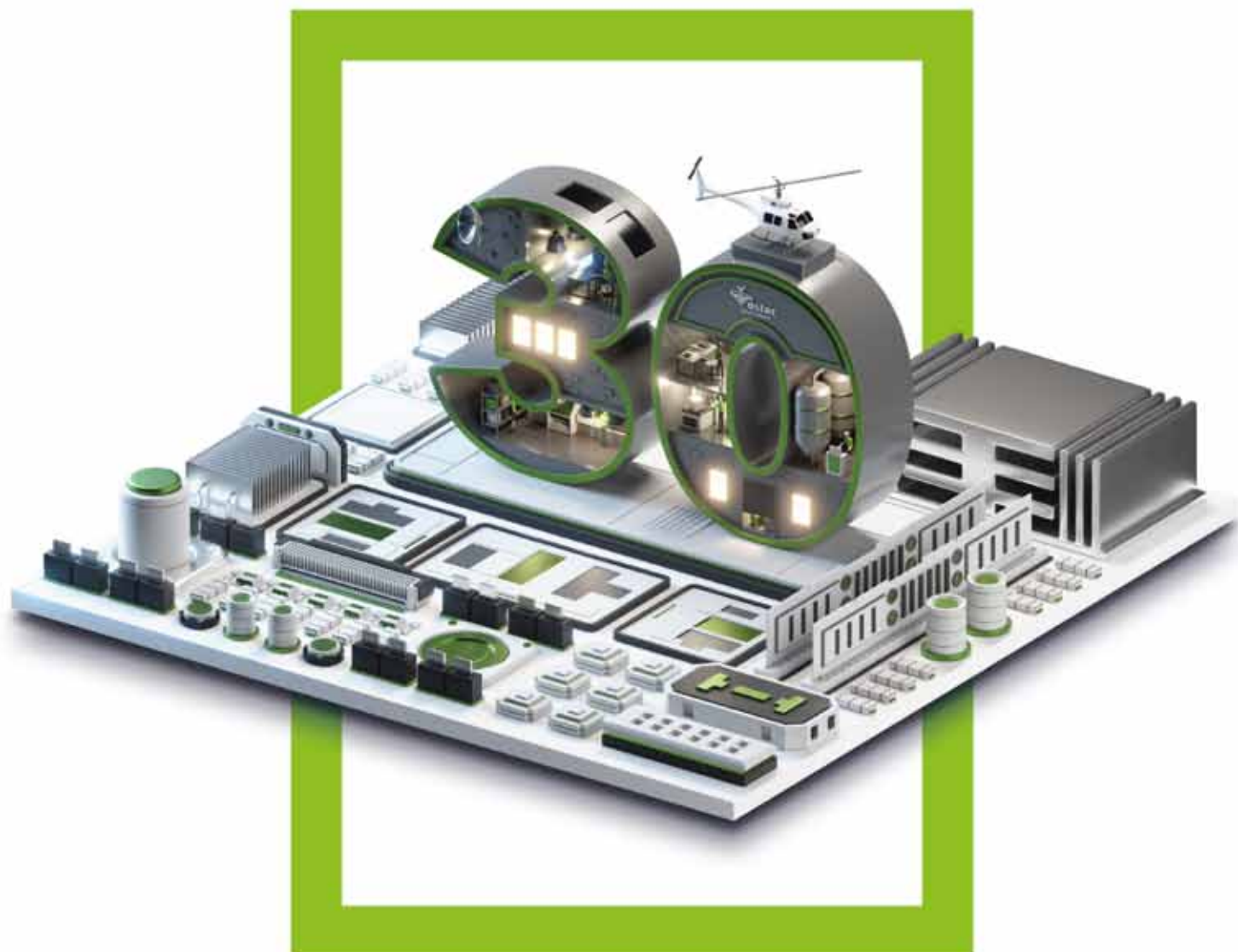
В перспективе – в новом здании, которое уже построено на площадке «Алабушево» ОЭЗ «Технополис Москва» и в которое мы планируем переехать через некоторое время. Это уже собственное здание нашей компании.

Помимо увеличения площадей, это позволит нам объединить всё наше производство на одной площадке. Сейчас оно разбросано по трем локациям в Зеленограде, что, конечно, вызывает определенные сложности.

Так что, надеюсь, в скором будущем сможем пригласить вас на наше новое производство, более мощное и удобное.

Спасибо за интересный рассказ.

Тридцать лет содействуем развитию ● ● ●



Отлаживая производство новых технологий, запуская оборудование заказчиков, разрабатывая новые программные продукты - мы содействуем развитию. Развитию своих сотрудников, бизнеса клиентов, электроники и других отраслей. Победы Остека за прошедшие 30 лет - это результат совместных усилий большого числа людей. Мы благодарны всем энтузиастам своего дела, увлеченным профессионалам, кто помогал и поддерживал. Мы вместе создаем будущее, которым можно гордиться!

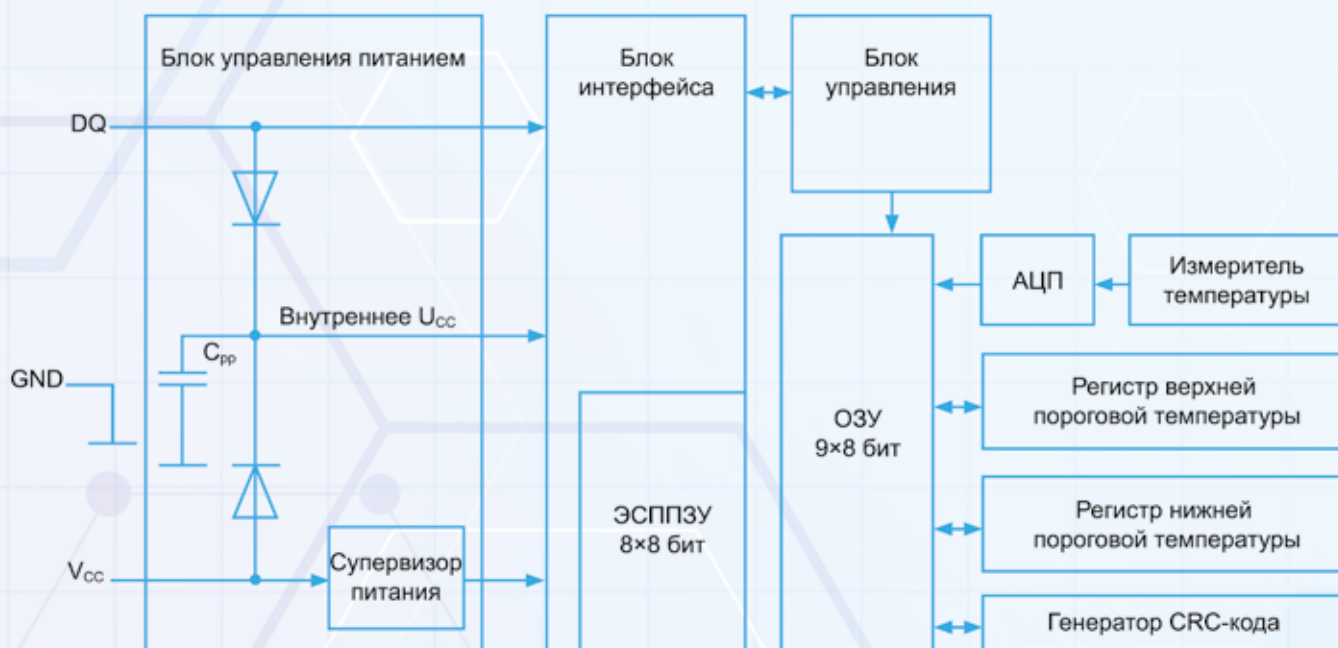
Особенности архитектуры и функционирования микросхемы 5019ЧТ2Т разработки и производства ОАО «ИНТЕГРАЛ»

Микросхема 5019ЧТ2Т содержит блок управления питанием, блок интерфейса с 64-битным ЭСППЗУ уникального номера, блок управления, ОЗУ, регистры верхней и нижней пороговой температуры, измеритель температуры с АЦП. Структурная схема микросхемы приведена на рис. 1. Номера выводов микросхемы 5019ЧТ2Т и их назначение приведены в табл. 2.

Таблица 2. Назначение выводов микросхемы 5019ЧТ2Т

Номер вывода корпуса	Обозначение	Назначение
01	NC	Вывод свободный
02	NC	Вывод свободный
03	V _{CC}	Вывод питания от источника напряжения
04	DQ	Вход/выход данных
05	GND	Общий вывод
06	NC	Вывод свободный
07	NC	Вывод свободный
08	NC	Вывод свободный

Рис. 1. Структурная схема микросхемы 5019ЧТ2Т



Микросхема 5019ЧТ2Т использует 1-Wire протокол. При этом формируется соединение, которое осуществляет коммуникацию на шине, используя всего один управляющий сигнал. Шина должна быть подключена к источнику питания через подтягивающий резистор, так как все устройства, связанные с шиной, используют соединение через порт с открытым стоком. Используя эту шину микропроцессор (устройство управления) идентифицирует и обращается к датчикам температуры, используя 64-битовый код прибора. Поскольку каждый прибор имеет уникальный код, число приборов, к которым можно обратиться на одной шине, фактически не ограничено. Вместе с этим микросхема 5019ЧТ2Т способна работать без внешнего питания. Эта возможность предоставляется через подтягивающий резистор. Высокий сигнал шины заряжает внутренний конденсатор (C_{pp}), который питает прибор, когда на шине низкий уровень. Таким образом, с использованием микросхем 5019ЧТ2Т существует возможность построения распределенной сети контроля и управления температурой по двухпроводному кабелю.

Основное функциональное назначение 5019ЧТ2Т – температурный преобразователь. Разрешающая способность температурного преобразователя может быть изменена пользователем и составляет 9, 10, 11, или 12 битов, соответствуя дискретности 0,5000; 0,2500; 0,1250 и 0,0625 °С, соответственно. Разрешающая способность по умолчанию установлена 12 бит. В исходном состоянии 5019ЧТ2Т находится в состоянии покоя (в неактивном состоянии). Чтобы начать температурное измерение и преобразование, главное устройство должно подать команду начала конвертирования температуры [0x44]. После конвертирования полученные данные запоминаются в 2-байтовом регистре температуры в ОЗУ, и 5019ЧТ2Т возвращается к неактивному состоянию. Карта памяти микросхемы представлена на рис. 2.

Как следует из рис. 2, четвертый байт ОЗУ содержит регистр конфигурации, который организован, как представлено на рис. 3. Пользователь может настроить разрешающую способность 5019ЧТ2Т, используя биты R0 и R1 в этом регистре, как показано в табл. 3.

Рис. 2. Карта памяти микросхемы



Таблица 3. Назначение битов R1 и R0 регистра конфигурации

R1	R0	Разрешение	Максимальное время конвертирования	
0	0	9 бит	93,75 мс	(tconv/8)
0	1	10 бит	187,5 мс	(tconv/4)
1	0	11 бит	375 мс	(tconv/2)
1	1	12 бит	750 мс	(tconv)

Рис. 3. Формат регистра конфигурации

Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
0	R1	R0	1	1	1	1	1

Формат представления температуры микросхемой 5019ЧТ2Т

Выходные температурные данные 5019ЧТ2Т калиброваны в градусах Цельсия. Температурные данные запоминаются как 16-битовое число со знаком. Формат регистра температуры приведен на рис. 4. Биты признака S указывают, является ли температура положительной или отрицательной: для положительных чисел S = 0, а для отрицательных S = 1. Если 5019ЧТ2Т будет настроена для конвертирования 12-битного разрешения, то все биты в температурном регистре будут содержать действительные данные. Для 11-битной разрешающей способности бит 0 не определен. Для 10-битной разрешающей способности биты 1 и 0 не определены, и для 9-битной разрешающей способности 2, 1 и 0 не определены.

Рис. 4. Формат регистра температуры микросхемы 5019ЧТ2Т

Младшие биты	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴
Старшие биты	Бит 15	Бит 14	Бит 13	Бит 12	Бит 11	Бит 10	Бит 9	Бит 8
	S	S	S	S	S	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴