

# Высокая производительность – это не только бóльшие объемы производства, но и возможность более точного прогнозирования сроков для заказчика

Визит на производство ЗАО «Фортэкс»

Ю. Ковалевский



В ноябре 2019 года на производстве компании «Фортэкс» – разработчика приборов учета электроэнергии и других электронных устройств и контрактного производителя, расположенного в Санкт-Петербурге – была запущена обновленная линия поверхностного монтажа, а в начале этой весны в данной линии заработала новая установка трафаретной печати, сменившая последнюю единицу оборудования, оставшуюся от старой линии.

В марте мы побывали на производственной площадке компании, познакомились с составом оборудования новой линии, а также узнали, какие цели преследовались данной модернизацией, почему была заменена вся линия за очень короткий промежуток времени и какие новые возможности появились у компании с ее вводом в эксплуатацию. Показал нам новую линию и ответил на наши вопросы Михаил Дмитриевич Бурылов, заместитель генерального директора по продажам и маркетингу ЗАО «Фортэкс».

## Михаил Дмитриевич, компания «Фортэкс» начала свою деятельность с разработки электросчетчиков. Когда появилась необходимость в создании собственного производства и почему?

Да, первым продуктом нашей компании был электросчетчик. Компания была создана 20 лет назад. Ее учредитель и генеральный директор Дмитрий Алексеевич Бурылов, работавший в то время в Институте аналитического приборостроения РАН, занялся разработкой счетчиков электрической энергии. На этот прибор нашелся покупатель, но ему были нужны готовые изделия, не только разработка. Было решено изготовить 100 шт. на пробу. Их собрали вручную. Заказчик остался доволен и заказал уже 500 шт. Такое количество сделать так же, как первые сто, было уже затруднительно. Так что, вопрос об организации собственного производства возник практически сразу.

Далее производство стало развиваться, увеличивался штат, появилась потребность в технологическом оборудовании, компания начала расти. За свою 20-летнюю историю она разрасталась до 70 человек. Сейчас штат не такой большой, но благодаря оптимизации объем работ, который мы выполняем, гораздо больше, чем тогда.

## Сейчас компания продолжает вести деятельность в области разработки?

Да, мы разрабатываем различную гражданскую продукцию достаточно широкого потребления, такую как те же электросчетчики, теплосчетчики, устройства для «умного дома».

Был момент, когда в силу определенных причин мы не смогли далее производить продукцию для нашего первого и, в то время, основного заказчика. Тогда мы практически мгновенно потеряли очень большую долю заказов. Поэтому мы были вынуждены искать новые проекты и начать оказывать услуги контрактного производства. Можно сказать, нет худа без добра: контрактная сборка оказалась успешным направлением. Сейчас мы запускаем в производство порядка 150 новых изделий в год, при этом типичный размер партии составляет от 1 до 5 тыс. шт. Мы изготавливаем различную продукцию, в том числе из области телекоммуникаций, систем сбора и передачи данных. Один из примеров собираемых у нас изделий – устройство управления для электрических полотенцесушителей. Компания, которая заказывает у нас сборку электроники для данных изделий, занимает около половины рынка электрических полотенцесушителей в России и полностью локализовала их производство на территории РФ.

## Среди ваших заказчиков преобладают постоянные клиенты или компании с разовыми заказами?

Конечно, разовые заказы случаются, но это единичные случаи. Обычно, если компания приходит к нам с заказом, она остается с нами надолго. У нас несколько десятков постоянных заказчиков, из которых порядка десяти – более или менее крупные, на них приходится основной объем.

Мы не позиционируем себя как дешевое производство. Для нас главное качество. Наши заказчики – те компании, для которых это важно, поэтому они продолжают размещать заказы у нас.

## Вы недавно полностью обновили свою линию поверхностного монтажа. Когда это произошло?

Мы запустили эту линию 1 ноября 2019 года. То есть ей еще меньше полугодя. Тем не менее на новой линии мы уже наладили серийное производство достаточно большого количества проектов. Процесс пуска наладки занял совсем немного времени, и в этом, в частности, сыграло роль то, что ранее большинство установок на нашем производстве было тех же производителей, поэтому персоналу не потребовалось сильно переучиваться, привыкать к другой логике интерфейсов пользователя и т. п.

## В чем была причина такой масштабной модернизации? Ведь многие производители заменяют оборудование по частям.

На самом деле, у нас эта модернизация началась тоже с одной операции – установки компонентов. Фактически мы хотели заменить старый установщик на новый. Но в итоге пришли к решению обновить всю линию: и транспортную систему, и установку трафаретной печати, и печь, и систему АОИ.

Главная причина, по которой мы решили заменить установщик, – рост заказов. Старая линия не справлялась с новыми объемами, которые в последнее время стремительно росли. Рост заказов за прошлый год у отдельных заказчиков составил до 50%.

## Для новой линии вы выбрали автоматы установки компонентов серии E by SIPLACE. Ее производитель – ASM Assembly Systems – исторически специализировался на оборудовании для крупносерийного и массового производства, но данная серия предназначена для относительно небольших серий. Насколько она оказалась подходящей для вашего производства?

Мы обратили внимание на эту серию именно потому, что работаем с мелкими и средними сериями. Иногда нужно запустить партию объемом 5 тыс. плат, а иногда – всего пять штук. Такие проекты тяжело собирать на высокопроизводительном оборудовании.

Выбранное нами оборудование позволяет достаточно оперативно перенастраивать линию на выпуск следующего проекта.



Михаил Бурылов



Автоматы установки компонентов E by SIPLACE.  
Слева – чип-шутер с установочной головкой CP14;  
справа – универсальный установщик с головкой CP12/PP

### В среднем, как часто вам приходится выполнять переналадку линии и сколько времени это занимает?

Конечно, это зависит от конкретных проектов, их сложности и объемов, но можно сказать, что у нас бывает от одной переналадки в три дня, если речь идет о заказе в несколько тысяч достаточно сложных изделий, и до трех переналадок в день, когда заказы небольшие. У нас пока не реализована подготовка вне линии. Это для нас следующий этап. Когда мы это сделаем, переналадка будет занимать не больше четверти часа. Сейчас же она может отнимать до полутора-двух часов. Но это – как максимум.

### А производительности этих автоматов среднего класса вам хватает?

Сейчас суммарная реальная производительность двух установщиков в линии составляет 35 000 комп./ч, причем это не предел. Мы сами установили некоторые ограничения на скорости и ускорения перемещения головки с компонентами



Установочная головка CP14



Установочная головка CP12/PP

для повышения стабильности работы. Но в принципе, эти ограничения можно снять, и тогда реальная производительность будет порядка 40 000 комп./ч.

На данный момент, я бы сказал, что производительности немного не хватает, но это прежде всего связано с тем, что мы завершаем большие проекты, которые не успевали собирать на старой линии, параллельно выполняя новые заказы. Кроме того, у нас есть потенциал для повышения общей эффективности за счет сокращения времени переналадки, и над этим мы сейчас работаем.

Изначально мы планировали заменить старый автомат на один универсальный установщик, но ASM и «Глобал Инжиниринг» сделали очень выгодное предложение, и мы установили два автомата по классической схеме: чип-шутер и универсал. Чип-шутер у нас однопортальный, на установочной головке CP14 типа «наклонная турель» – 14 инструментов. Одна из особенностей этого автомата в том, что в начале сборки новой платы он забирает компоненты из питателей еще до того, как плата остановится в позиции сборки, а затем, уже захватив компоненты, производит считывание реперных знаков. Это позволяет немного сэкономить время. На универсальном автомате используется другая головка – CP12/PP. Она комбинированная, включающая вертикальную турель с 12 инструментами и дополнительный инструмент для прецизионной установки, а также монтажа тяжелых компонентов.

Помимо большей производительности, два установщика в линии – это еще и увеличенное количество позиций питателей, что повышает гибкость производства. Сейчас у нас в сумме 210 позиций под ленты 8 мм плюс устройство смены палет на универсальном автомате.

Так что, с точки зрения возможностей это оборудование нас вполне устраивает. Во всяком случае, в приобретении второй линии пока необходимости нет. Мы планируем следующим этапом модернизировать другие операции, такие как монтаж в отверстия, программирование, тестирование, финальная сборка в корпус, упаковка, потому что сейчас заказчикам обычно требуются комплексные услуги по контрактному производству, они хотят на выходе получать готовое конечное изделие. Уже потом, если рост объемов продолжится, можно будет задуматься о том, чтобы поставить вторую линию поверхностного монтажа.

### Приходится ли вам работать с обрезками лент и, если да, насколько это удобно на этом оборудовании?

Если заказ небольшой, а комплектацию предоставляет заказчик, иногда возникает необходимость использования обрезков лент. Обычно это

изготовление прототипов, опытных образцов. Но это не проблема: лента легко наращивается и загружается как обычно.

### Какие еще возможности установщиков, кроме производительности и скорости переналадки, сыграли роль при их выборе?

Конечно, на наш выбор повлияло соотношение нескольких факторов: и цены, и качества, и функциональных характеристик.

Немаловажную роль сыграли возможности программного обеспечения ASM, в том числе для этапа подготовки производства. В частности, из результатов оптимизации мы сразу видим, с какой скоростью будет изготавливаться продукция, причем расчетные величины с очень высокой точностью совпадают с реальными.

Приведу еще один пример возможностей ПО данных автоматов. Чтобы не допустить монтажа ошибочного компонента, перед установкой компоненты распознаются системой технического зрения и проверяются геометрические размеры их корпусов, выводов и т. п. на соответствие заранее заданным допускам. Если компонент не проходит эту проверку, он сбрасывается. При трех сбросах подряд автомат останавливается. У этих установщиков реализована функция, которая позволяет на этапе программирования посмотреть вживую, как видит компонент камера, и при необходимости поменять настройки. Использование этой функции для таких компонентов, как разъемы или крупные микросхемы, нам позволило на практике свести их сбросы к нулю. Например, для установки на 5000 плат нам приходит 5100 больших микросхем, а после выполнения заказа у нас остается ровно 100 шт. данных компонентов. И это стало возможным благодаря новому ПО, разработанному ASM.

### Вы сказали, что изначально планировали приобрести только новые установщики. Почему вы решили поменять также и принтер, и печь?

Принтер мы заменили в линии последним, запустили его в середине марта. Когда мы работали на старом оборудовании, имевшийся тогда принтер нас вполне устраивал. Но после запуска установщиков E by SIPLACE, а также новой системы АОИ мы увидели, что у принтера есть некоторые проблемы, которые не позволяют в полной мере раскрыться возможностям нового оборудования как в плане скорости, так и в плане повторяемости.

Иными словами, возникла задача «подтянуть» операцию нанесения пасты к новым возможностям по установке компонентов.

Мы выбрали принтер E by DEK и, я считаю, не ошиблись. Эта установка демонстрирует потрясающую производительность в отношении как транспортировки платы, так и собственно цикла печати. С ее запуском общее время цикла печати у нас сократилось на 40%. Кроме того, она обеспечивает очень точное совмещение и высокую повторяемость.



Установка трафаретной печати E by DEK

Как известно, качество печати пасты – это основа качества сборки по технологии поверхностного монтажа в целом. Хотя этот принтер мы начали применять совсем недавно, мы уже видим, насколько возросло качество нанесения паяльной пасты.

### Новый принтер – тоже ASM и тоже серии E. Какие преимущества установки трафаретной печати E by DEK вы видите с точки зрения контрактного производства с мелкими и средними сериями?

Прежде всего, к достоинствам данного принтера я бы отнес простоту процесса настройки. Он настолько интуитивно понятен, что на обучение с учетом всех нюансов потребовалось максимум два часа. Соответственно, подготовка к выполнению нового проекта тоже занимает очень мало времени, а в условиях частых переналадок это важнейший фактор.

### В отношении размеров компонентов, под которые может наноситься паста и которые могут устанавливаться на вашей линии, есть ограничения со стороны оборудования серии E?

Эта линия позволяет устанавливать все присутствующие на рынке компоненты поверхностного монтажа с размерами до 45 × 87,5 мм и высотой до 19 мм, которые в принципе можно устанавливать на автоматическом оборудовании. У нас даже есть насадки установщика для монтажа компонентов 0201m. Речь идет о метрических корпусах размером 0,25 × 0,125 мм, а не о дюймовых 0201, размеры которых 0,6 × 0,3 мм и которые также обозначаются 0603m.

### Насколько широко применяются такие миниатюрные компоненты в изделиях, собираемых на вашем

### производстве? Ведь это скорее промышленная электроника, не мобильные телефоны.

Компоненты 0201m мы пока в серии не устанавливали, хотя готовы к этому, причем с точки зрения не только монтажа, но и инспекции. А компоненты в корпусах 01005 не часто, но встречаются. Сейчас наиболее распространенные чип-корпуса – 0201 и 0402. Десять лет назад в основном применялись 0805.

К миниатюризации стремятся все, включая разработчиков изделий промышленного применения, систем управления, учета, сбора данных и т. п. Электронные устройства становятся интеллектуальными, у них растет функциональность, и их разработчикам приходится размещать всё больше компонентов на той же площади.

Этот тренд, миниатюризация – еще одна причина, из-за которой необходимо обновлять оборудование, и не только установщики.

### Печь вы тоже заменили, чтобы она соответствовала уровню других новых установок в линии?

Вообще говоря, старая печь нас устраивала. Но она уже устарела и морально, и физически. Это была третья в России печь от Rehm Thermal Systems. Она проработала у нас 13 лет, и за это время ее пришлось относительно серьезно ремонтировать только один раз: в ней заменили один двигатель. Причиной был «свистящий» подшипник. По большому счету можно было заменить только сам подшипник, и, более того, эта неисправность никак не сказывалась на выполнении печью своих функций, просто было неприятно постоянно слышать этот свист.



Конвекционная печь пайки оплавлением  
Rehm VisionXC 2450 тип 523

Поскольку старая печь проявила себя настолько надежной, мы решили заменить ее на установку того же производителя – Rehm Thermal Systems, несмотря на то, что у нас было более выгодное ценовое предложение на печь другого производителя. В новой печи больше зон: семь зон нагрева, из которых пять – преднагрева и две пиковые, и три зоны охлаждения, благодаря которым на выходе мы получаем плату с температурой порядка 30 °С.

### Большее количество зон связано с бессвинцовой пайкой?

Сейчас мы не собираем изделия по бессвинцовой технологии, но понимаем, что в скором времени это потребует, поскольку вопросам защиты окружающей среды уделяется всё большее внимание. Мы готовы к этому морально. Думаю, что сейчас готовы и технически. Остается только набраться опыта. Мы в настоящее время работаем в этом направлении.

### В линии также новые системы загрузки, разгрузки и транспортирования. В чем их особенности?

На входе нашей линии установлен комбинированный загрузчик, который позволяет выполнять загрузку как из кассет, так и по одной плате с помощью вакуумного захвата. Это оказалось очень удобно, потому что во многих проектах сборка осуществляется только с одной стороны платы, и можно обойтись без ручной операции укладывания плат в кассеты. Если же проект предполагает двусторонний монтаж, то сначала платы могут загружаться вакуумным захватом по одной, а после выполнения монтажа на первой стороне разгрузчик на выходе линии уложит их в кассету, которую достаточно перевернуть и установить в загрузчик в начале линии для сборки второй стороны. Таким образом устраняется ряд ручных операций, что не только повышает эффективность, но и позволяет избежать ошибок, связанных с человеческим фактором.

Также в линии есть поворотный конвейер, который позволяет выстроить линию в угловой конфигурации. Изначально мы планировали установить в этом помещении более короткую линию. Предполагалось использовать другой загрузчик, а также АОИ вне линии. Но потом мы пришли к выводу, что нам нужен комбинированный загрузчик и более новая система АОИ, которую имеет смысл встроить в линию. Длина линии увеличилась, и, чтобы уместить ее в этом помещении, потребовался поворотный конвейер.

У нас имеется и инспекционный конвейер, встроенный в линию после установщиков. На нем можно визуально проверить плату перед пайкой или доустановить те или иные компоненты.

У нас был только один случай, когда пришлось доустанавливать компоненты на инспекционном конвейере. Как я уже говорил, наши установщики позволяют ставить очень широкий спектр компонентов поверхностного монтажа, предназначенных для автоматизированной установки. Здесь важно это последнее замечание. Например, иногда встречаются



**Комбинированный загрузчик  
1Clicksmt LDC330L**

поверхностно монтируемые разъемы, которые, однако, не содержат съемных колпачков для их захвата вакуумным инструментом. То есть автомату просто не за что их взять. Именно такие компоненты нам однажды и пришлось ставить на этом конвейере вручную.

Еще одно решение, которое мы применили в нашей линии, – буфер на 25 заготовок между печью и системой АОИ, перед которым установлен дополнительный соединительный конвейер. Назначение данного буфера двояко. Во-первых, в АОИ существует ограничение на общий процент ошибок. Если этот порог превышает, то система инспекции останавливается. На устранение причин ошибок может потребоваться некоторое время, в течение которого выходящие из печи платы будут накапливаться в этом буфере.

Во-вторых, с соединительного конвейера можно забирать платы на операцию отмывки, а затем укладывать отмытые платы в буфер, чтобы они были проверены АОИ уже в чистом виде, то есть такими, какими они пойдут на нанесение конформного покрытия, если эта операция предусмотрена. Таким образом можно проконтролировать качество не только сборки, но и отмывки. При этом оператору не нужно загружать платы в АОИ по одной. Он загружает сразу несколько плат, после чего может заняться другими делами.

Если же отмывка не требуется, что характерно для большинства изделий, на которые покрытие наносится не должно, то после пайки платы поступают на АОИ напрямую, по конвейеру.

### Как вы выбрали систему АОИ?

Можно сказать, мы ее не выбрали. Однажды я был на одном предприятии, где увидел эту систему – 3D-АОИ Omron



**Поворотный конвейер  
1Clicksmt TRC330L**

VT-S730. Я был настолько впечатлен ее работой, что сразу понял: нам нужна именно такая установка.

Должен сказать, что у нее весьма специфическая логика подготовки программ и процесса инспекции. Но поняв ее, мы научились создавать программы достаточно быстро, при этом получая очень высокое качество контроля с выявлением практически всех возникающих дефектов.

До этого у нас была система АОИ другого производителя. Она не была встроена в линию. Ее программирование строилось на основе «золотой» платы, то есть фотографировалась плата без дефектов, а далее поступающие изделия сравнивались с этой фотографией. При этом маркировку, выводы, паяные соединения и т. п. нужно было описывать дополнительно, что делалось довольно сложно.

Здесь процесс иной. Сначала сканируется плата без компонентов, с помощью чего определяются все контактные площадки. Затем сканируется собранная плата. В процессе производства сравнение выполняется как с собранной, так и с несобранной платой. Если, например, контактная площадка не полностью смочена припоем, это определяется благодаря тому, что система знает, как выглядит площадка без припоя.

Цвета различных областей платы, таких как контактные площадки, настраиваются, а маркировку компонентов система распознает сама. На основе маркировки выявляются



**Инспекционный конвейер 1Clicksmt CYB330L между установщиками и печью**



Слева направо: соединительный конвейер 1Clicksmt CYA330L, буфер 1Clicksmt STB330L, система 3D-АОИ Omron VT-S730, разгрузчик с функцией сортировки по результатам инспекции 1Clicksmt NG OK ULDC330L

такие дефекты, как ошибочный компонент и неправильный угол поворота корпуса. При этом определяется не только факт, что угол поворота неверный, но и его значение.

Эта система позволяет при ее программировании настраивать большое количество параметров, учитывать множество особенностей каждой платы. Поэтому данный процесс не сводится к нажатию «волшебной кнопки». Оператор должен понимать различные нюансы. И тем не менее время программирования новой системы оказалось в среднем в четыре раза меньше, чем той, что была до этого.

С помощью этой установки мы можем видеть очень многое. Например, когда мы еще работали на старом принтере, мы отчетливо видели проблемы с неравномерностью объема отпечатков, которые проявлялись в различной форме галтелей соседних паяных соединений многовыводных компонентов. У нас очень жесткие требования к качеству паяных соединений: наш ОТК не пропускает некоторые состояния, которые считаются приемлемыми в соответствии с классом 2 по стандарту IPC-A-610. Данная система позволяет эффективно выявлять такие состояния. Если АОИ находит тот или иной дефект, плата поступает в отдельный накопитель, из которого она забирается контролером для дополнительной проверки и принятия решения по предполагаемым дефектам.

Применение этой системы также позволяет выявлять определенные несоответствия на поступающих к нам платах. Так, оказалось, что у некоторых производителей на платах маска нанесена неоднородно. На АОИ это заметно по неравномерности цветовой окраски. В результате система считает, что плата неровная с отклонениями от плоскостности

до 500 мкм на достаточно небольшом участке, хотя на самом деле этих отклонений нет.

### Речь идет об отечественных платах?

В данном случае, да. Обычно мы заказываем платы у российских производителей, если заказ небольшой, потому что срок поставки у отечественных компаний в таких случаях короче. Если же размер партии крупный, несколько сотен или тысяч штук, то мы заказываем платы за рубежом. Здесь главную роль играет экономика: к сожалению, российские производители при таких объемах не могут обеспечить конкурентоспособную цену.

Также, вне зависимости от размера партии, за рубежом приходится заказывать те платы, в которых используются технологии, не освоенные на российских производствах. Например, у нас бывают проекты с шириной проводников 80 мкм. За изготовление таких плат в России с гарантией результата никто не берется.

### А качество у российских и зарубежных производителей отличается?

Когда как. Это в большой степени зависит от того, насколько качественные материалы используются отечественными производителями. Некоторые российские компании изготавливают платы, ничем не уступающие зарубежным. Дефект маски, который я упомянул, по всей видимости, был вызван именно применением некачественного материала.

### Этот дефект влияет на функциональность изделий или он чисто косметический?

Я не стал бы называть его чисто косметическим. Хотя такие платы действительно работали после сборки, нельзя гарантировать, что это несоответствие не проявит себя в дальнейшем. Поэтому то, что сейчас с помощью новой системы АОИ мы можем выявлять подобные случаи, – безусловный плюс.

Кроме того, чем более качественную продукцию мы получаем на входе, тем легче работать нам. Это касается не только плат, но и компонентов.

### А компоненты вы закупаете сами или их предоставляет заказчик? Применяете ли вы отечественную ЭКБ?

На крупные партии обычно закупаете сами; при заказах на сборку небольших опытных партий или прототипов в большинстве случаев комплектация поступает от заказчика.

Подавляющее большинство монтируемых нами компонентов – импортные. Если говорить о поверхностном монтаже,

то это практически 100%. Но российские компоненты у нас встречаются, например трансформаторы. Они у отечественных производителей качественные, при этом их приобретать выгоднее с экономической точки зрения, учитывая стоимость доставки из-за рубежа. Такие российские компоненты часто заложены в документации заказчиков.

За годы мы наработали базу надежных поставщиков ЭКБ. Это известные российские дистрибьюторы. Проблемы с качеством поставляемых ими компонентов практически не встречаются, и мы доверяем этим компаниям. Поэтому у нас даже нет входного контроля. Мы только пересчитываем компоненты и маркируем упаковки этикетками со штрихкодами, которые используются для прослеживания и идентификации типономиналов при загрузке в установщики. Эти этикетки формируются в складской системе учета, которая у нас построена на базе 1С.

### На вашем производстве реализована прослеживаемость самих изготавливаемых изделий?

Да, это осуществляется с помощью штрихкодов, наклеиваемых на заготовки. Вся информация о том, какое изделие кем и когда собрано, у нас доступна. В этом году мы планируем внедрить лазерную маркировку, которая заменит этикетки со штрихкодом.

### Монтаж в отверстия у вас организован в отдельном помещении. Зачем нужны рабочие места с паяльными станциями здесь, рядом с линией поверхностного монтажа?

Действительно, установкой штыревых компонентов у нас занимаются десять монтажников, и их рабочие места расположены в другой комнате. Эти места предназначены для того, чтобы работающие на линии операторы имели возможность

оперативно устранить тот или иной дефект на изготавливаемых здесь изделиях. У нас линия работает в две смены, в каждую смену ее обслуживают два оператора. Также на линии работает технолог, который занимается подготовкой производства: проектированием трафаретов, подготовкой программ для оборудования и т. п. Исходя из этого количества сотрудников, мы организовали в данном помещении рабочие места, поскольку на старой линии приходилось часто что-то исправлять в изделиях, и мы предполагали, что с новой линией будет подобная ситуация, в особенности в начальный период ее эксплуатации.

Однако, как видите, эти рабочие места практически не используются: просто нечего исправлять. Результаты монтажа на линии оказались лучше, чем мы предполагали.

### Помимо повышения качества, какие преимущества для ваших заказчиков предоставляет новая линия?

Я уже упоминал про возможность точного прогнозирования скорости сборки изделий. В сочетании с повышением производительности – а она у нас выросла на порядок – эта возможность позволяет не только быстрее выполнять заказы, но и заранее выдавать заказчикам реальные прогнозы по срокам. Иными словами, если мы говорим, что сборка займет, например, неделю, то так оно и будет. Не неделю, когда у нас появится время, и не примерно неделю, а семь дней с момента поступления к нам комплектации.

И к вопросу качества я бы добавил, что теперь мы не только можем обеспечить его на более высоком уровне, но и подтвердить, что это действительно так, с помощью высокоточной автоматической оптической инспекции.

### Спасибо за интересный рассказ.



**Комментирует коммерческий директор  
ООО «Глобал Инжиниринг»  
Аркадий Викторович Гылов**

На мой взгляд, по составу оборудования сейчас производство компании «Фортэкс» – самое современное в Санкт-Петербурге. Новая линия поверхностного монтажа может работать практически со всеми SMD-компонентами,

которые доступны на рынке. Это позволяет данной компании быть открытой для заказчиков, готовой фактически к любым проектам, быстрее и гибче реагировать на меняющуюся обстановку с заказами.

Сейчас многие говорят про «умные производства», про «Индустрию 4.0», но часто в эти понятия вкладывается разный смысл. Для нас «Индустрия 4.0» – это сочетание современного оборудования с передовыми программными средствами, которые позволяют производителю эффективно контролировать и гибко управлять процессами.

В новой линии компании «Фортэкс» работают автоматы установки компонентов и система трафаретной печати производства ASM Assembly Systems, входящей в состав ASM Pacific Technology, а одной из сильных сторон этого производителя являются программные решения. Среди них – ПО ASM Production Planner. С помощью этого средства оператор, в частности, может видеть, какие питатели уже не используются в текущем проекте, и благодаря возможности горячей замены, не останавливая работу линии, снимать и перезаряжать эти питатели для использования в следующих проектах. Кроме того, ПО показывает оператору, как скомпоновать питатели, чтобы максимальное их количество из числа применяемых в текущем проекте могло быть использовано и при сборке следующего заказа.

Это позволяет существенно сократить время переналадки, которое, как известно, занимает значительную часть общего фонда времени, в особенности у контрактных производителей.

Мы планируем в скором времени внедрить эту систему на производстве «Фортэкс», что сделает его еще более гибким и позволит максимально использовать возможности оборудования. Такие решения мы и считаем реальным шагом к созданию «умных производств».



## Микросхема регулируемого стабилизатора напряжения 5323EP014 категории качества «ВП»

ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «Интеграл» освоило в серийном производстве микросхему категории качества «ВП» линейного регулируемого стабилизатора напряжения с низким остаточным напряжением 5323EP014 с током нагрузки до 1,5 А. Входное напряжение – 2,21+20 В, регулируемое выходное напряжение – 1,21+19 В.

Микросхема 5323EP014 предназначена для формирования стабилизированного напряжения и может быть использована в источниках питания электронной аппаратуры, устойчивой к воздействию специальных внешних воздействующих факторов.

Ближайшим функциональным аналогом микросхемы 5323EP014 является микросхема MSK5141H компании M.S.Kennedy Corp. (США).

Микросхема 5323EP014 изготавливается в металлокерамическом корпусе типа 4116.8-3.

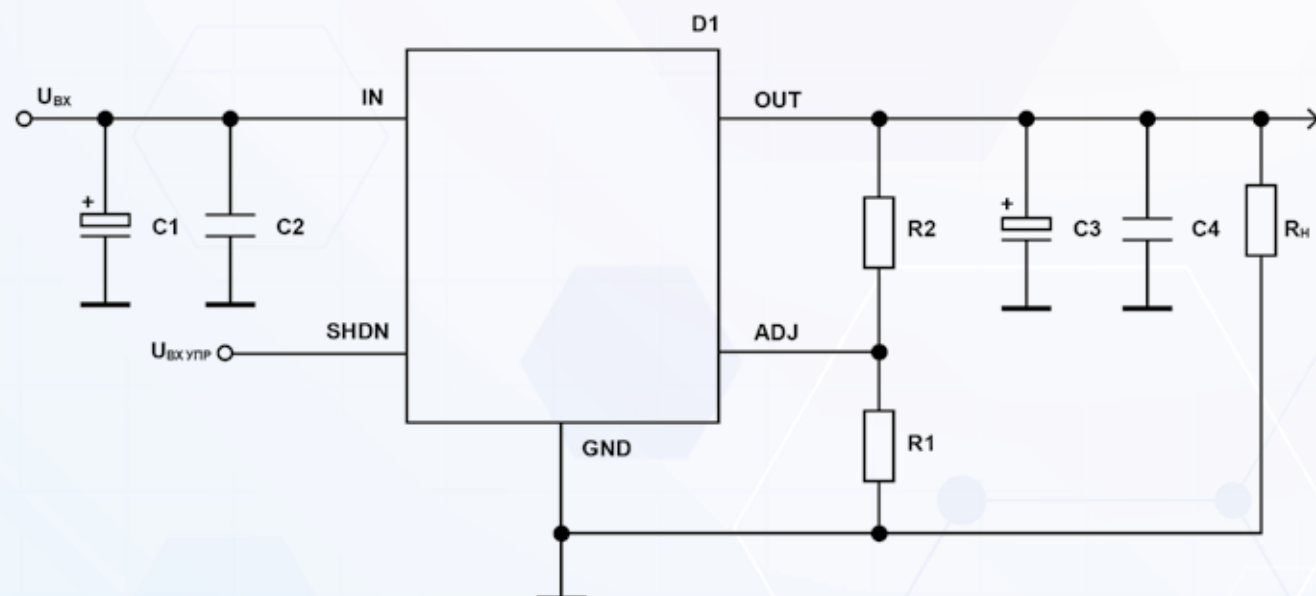
Таблица 1. Электрические параметры микросхемы при приемке и поставке

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Напряжение регулировки, В при $2,21 \text{ В} \leq U_{\text{вх}} \leq 20 \text{ В}$ ; $I_{\text{вых}} = -1,0 \text{ мА}$ ; $2,5 \text{ В} \leq U_{\text{вх}} \leq 10 \text{ В}$ ; $I_{\text{вых}} = -1,5 \text{ А}$	$U_{\text{рег}}$	$\frac{1,174}{1,089}$	$\frac{1,246}{1,331}$	$\frac{25 \pm 10}{-60; 125}$
Минимальное падение напряжения, В при $U_{\text{вх}} = 3,5 \text{ В}$ ; $U_{\text{вых}} = 2,42 \text{ В}$ ; $I_{\text{вых}} = -1,5 \text{ А}$	$U_{\text{гд min}}$	–	$\frac{0,75}{0,95}$	$\frac{25 \pm 10}{-60; 125}$
Ток регулировки, мкА при $U_{\text{вх}} = 2,21 \text{ В}$	$I_{\text{рег}}$	–	$\frac{10}{50}$	$\frac{25 \pm 10}{-60; 125}$
Ток потребления в выключенном состоянии, мкА при $U_{\text{вх}} = 6,0 \text{ В}$ ; $U_{\text{вх упр}} = 0$	$I_{\text{пот выкл}}$	–	$\frac{1,0}{10}$	$\frac{25 \pm 10}{-60; 125}$
Ток потребления, мА при $U_{\text{вх}} = 2,21 \text{ В}$ ; $I_{\text{вых}} = 0$	$I_{\text{пот}}$	–	3,2	$\frac{25 \pm 10}{-60; 125}$
Нестабильность по напряжению, %/В при $2,5 \text{ В} \leq U_{\text{вх}} \leq 20 \text{ В}$ ; $U_{\text{вых}} = 1,5 \text{ В}$ ; $I_{\text{вых}} = -1,0 \text{ мА}$	$K_u$	$\frac{-0,05}{-0,20}$	$\frac{0,05}{0,20}$	$\frac{25 \pm 10}{-60; 125}$
Нестабильность по току, %/А при $U_{\text{вх}} = 2,5 \text{ В}$ ; $U_{\text{вых}} = 1,5 \text{ В}$ ; $-1,0 \text{ мА} \leq I_{\text{вых}} \leq -1,5 \text{ А}$	$K_i$	$\frac{-0,67}{-3,34}$	$\frac{0,67}{3,34}$	$\frac{25 \pm 10}{-60; 125}$

**Примечания:**

1. При измерении электрических параметров и эксплуатации микросхем температура кристалла ТКР не должна превышать 150 °С.
2. Нормы электрических параметров приведены при  $U_{\text{вх упр}} = 5,0 \text{ В}$ , вывод ADJ и вывод OUT объединены ( $U_{\text{вых}} = 1,21 \text{ В}$ ), если не указано иначе.
3. Знак «минус» перед значением тока указывает только его направление (вытекающий ток).

Рис. 1. Типовая схема включения микросхемы 5323EP014



- C1 – танталовый конденсатор емкостью 10 мкФ, 25 В
- C2 – керамический конденсатор емкостью 0,1 мкФ
- C3 – танталовый конденсатор емкостью 100 мкФ, 25 В
- C4 – керамический конденсатор емкостью 1,0 мкФ
- R1, R2 – резисторы точностью 0,5%;
- Rн – нагрузочный резистор.

Выходное напряжение  $U_{\text{ВЫХ}}$ , В, определяется по формуле:

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{РЕГ}} \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) + (I_{\text{РЕГ}} \cdot R2) / 1000,$$

где  $U_{\text{РЕГ}}$  – напряжение регулировки на выводе ADJ, В,  
 $I_{\text{РЕГ}}$  – ток регулировки по выводу ADJ, мкА

Таблица 2. Назначение выводов

Номер вывода микросхемы	Обозначение	Назначение
02	OUT	Выход
04	OUT	Выход
06	ADJ	Вывод регулировки
08	GND	Общий вывод
11	SHDN	Вход управления
13	IN	Вход
15	IN	Вход
17	NC	Вывод свободный

Микросхема 5323EP014 имеет стойкость к воздействию специальных факторов 7.И, 7.С и 7.К по ГОСТ РВ 20.39.414.2 с характеристиками 7.И<sub>1</sub> – 2Ус; 7.И<sub>6</sub> – 2Ус; 7.И<sub>7</sub> – 7×4Ус; 7.С<sub>1</sub> – 5×1Ус; 7.С<sub>4</sub> – 3×5Ус; 7.К<sub>1</sub> – 2К; 7.К<sub>4</sub> – 1К; 7.К<sub>9</sub> (7.К<sub>10</sub>) – является стойкой; 7.К<sub>11</sub> (7.К<sub>12</sub>) – 60 МэВ см<sup>2</sup>/мг по катастрофическим отказам и тиристорному эффекту. Микросхема регулятора напряжения 5323EP014 выпускается в серийном производстве и включена в Перечень ЭКБ 02.



**ОАО «ИНТЕГРАЛ»**  
 управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ» Республика Беларусь

[www.integral.by](http://www.integral.by)

тел./факс: (+375-17) 398 72 03  
 тел.: (+375-17) 298 97 43  
 E-mail: ATitov@integral.by