

# Решение проблем импортозамещения на предприятиях радиоэлектронной промышленности



16 апреля состоялось заседание Координационного совета разработчиков и производителей радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), ЭКБ и продукции машиностроения Союза машиностроителей России. Основным в повестке дня стал вопрос обмена опытом отечественных производителей специальных радиотехнических комплексов по организации импортозамещения изделий электронной компонентной базы (ЭКБ).

Заседание прошло под руководством **председателя Совета, директора по внешним коммуникациям АО «Росэлектроника» Арсения Валерьевича Брыкина**. Открывая мероприятие, А. В. Брыкин сказал: «Текущая геополитическая обстановка заставляет нас по-новому рассматривать и решать вопросы, связанные с эффективностью и методами импортозамещения широкой номенклатуры изделий – от базовых комплектующих до узлов. Исходим из того, что опыт крупнейших разработчиков уникальных радиотехнических комплексов актуален и интересен всем участникам рынка». Он также добавил, что в рамках совета ведется активная работа по оптимизации поставок от разработчиков ЭКБ до производителей сложных радиотехнических комплексов и систем.

**Директор Центра – заместитель генерального конструктора АО «РТИ» Александр Алексеевич Рахманов** выступил с докладом «Импортозамещение электронной компонентной базы в АО «РТИ» (**содокладчик В. К. Дорошевич, начальник отдела**).

Предприятия АО «РТИ» реализуют уникальные по сложности и масштабу проекты в сфере радио- и космических технологий, навигации и микроэлектронной продукции. Продуктовый портфель АО «РТИ» представлен готовыми решениями в области комплексных систем связи и безопасности, системной интеграции, микроэлектроники, телекоммуникаций, геоинформатики и радионавигации, а также крупными оборонными проектами государственной значимости.

В настоящее время актуально применение современных информационных технологий при выборе электрорадиоизделий отечественного и иностранного производства для вновь разрабатываемых и модернизируемых изделий военной техники, а также при сопровождении уже используемой в изделиях военной техники номенклатуры электрорадиоизделий. Создание автоматизированной информационной системы (АИС «Номенклатура») стало одним из ключевых решений задачи импортозамещения ЭКБ в изделиях АО «РТИ» (рис. 1).

АИС «Номенклатура» позволяет выбирать номенклатуру электрорадиоизделий отечественного и иностранного производства при разработке и модернизации изделий военной техники, а также сопровождать используемую в изделиях военной техники номенклатуру электрорадиоизделий, анализировать возможности замещения электрорадиоизделий иностранного производства отечественными функциональными аналогами, автоматически прогнозировать возможные проблемы с поставками уже примененных электрорадиоизделий.

По словам А.А.Рахманова, программами импортозамещения предприятия концерна «РТИ» занимаются целенаправленно. «Основной заказчик требует, чтобы мы использовали только российские программное обеспечение и электронную компонентную базу». Трудность заключается в том, что сейчас используется очень широкая номенклатура изделий и узлов – десятки тысяч позиций. Осваивать всю линейку долго и дорого. Поэтому первоочередная задача – унификация и сокращение номенклатуры.

**Автоматизированная информационная система «Номенклатура»** решает следующие задачи:

- выдает рекомендации по замене ЭКБ ИП;
- проводит автоматизированный анализ номенклатуры (состояние производства (начало, окончание и снятие с производства), доступность, ограничение поставок);
- осуществляет поиск поставщиков ЭКБ в России, мониторинг сроков поставки и стоимости.

База данных в автоматизированной системе номенклатуры включает электронные компоненты иностранного производства (которые находятся в списке разрешенных к применению), перечень МОП, сведения о снятых с производства изделиях и сведения (перечень) о выполняемых ОКР по заказу Минпромторга. Соответственно, в базу данных включены номенклатура и статус производителя, характеристики изделия. Автоматизированная система проводит анализ не только по номенклатуре, но и по техническим характеристикам. Следует отметить, что к этой распределенной системе подключены дочерние компании (в Великом Новгороде, Ярославле и т. д.).

Программа номенклатуры осуществляет индивидуальный поиск следующим образом: указывается необходимый

аналог, включается программа поиска. Автоматизированная система ищет изготовителя, изделие, его параметры и документацию (date-sheet).

Система позволяет в онлайн-режиме осуществлять поиск по доступности продукции и ее стоимости. Информация выдается полная: изготовитель, поставщик, упаковка, срок поставки, стоимость закупки от одного изделия до партии в пределах 500 шт. Вывод: применение АИС «Номенклатура» позволит ускорить решение задачи импортозамещения ЭКБ в изделиях АО «РТИ» и повысить качество применяемой ЭКБ.

Относительно выполнения сетевых планов-графиков по импортозамещению в АО «РТИ» докладчик сообщил, что из десяти планов-графиков выполнено только три. (И то потому, что это были планы по модернизации аппаратуры, а не по разработке.) По другим семи изделиям были подготовлены технико-экономические обоснования стоимости мероприятий по импортозамещению.

В заключение А. А. Рахманов сделал несколько предложений для внесения в протокол заседания:

- Минпромторгу РФ совместно с Минобороны РФ разработать нормативно-правовую базу по упрощению порядка замены ЭКБ ИП и ЭКБ ОП на всех этапах жизненного цикла;
- рекомендовать Минпромторгу РФ организовать представление предприятиями-изготовителями ЭКБ ОП информации на электронной площадке о наличии изделий на складах готовой продукции и в производстве со сроками поставки и стоимости в реальном масштабе времени;
- обратиться в Минпромторг РФ и Минобороны РФ с предложением ограничить до трех месяцев время на подготовку и согласование необходимых разрешительных документов при применении ЭКБ ИП, комплектующих и/или материалов при заключении контрактов на разработку образцов ВВСТ независимо от количества типов представленных на экспертизу.

**Начальник службы по развитию ЭКБ, ПКИ и материалов АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» Константин Алексеевич Колегов** выступил с докладом: «О подходах



**Рис. 1.** Автоматизированная информационная система «Номенклатура». Источник: АО «РТИ»

к импортозамещению комплектующих изделий в продукции номенклатуры АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей».

Задача Концерна: обеспечение текущих и перспективных потребностей государства в создании, поддержании и развитии эффективной системы воздушно-космической обороны в интересах безопасности и обороноспособности Российской Федерации и союзников.

«Миссия Концерна – продажи на мировом рынке вооружения и военной техники. Мы применяем ЭКБ ИП, так как отечественные аналоги менее надежны, ограниченной номенклатуры и имеют низкий процент выхода годных. Хорошо, конечно, применять отечественную ЭКБ, но в таком случае мы не сможем конкурировать на мировом рынке», – сказал К. А. Колегов.

Продукция Концерна – это сочетание радиоэлектронной техники и машиностроительного производства. 70% составляет ЭКБ. Отечественная электронная промышленность отстает и не может обеспечить нас современной ЭКБ. У российских разработчиков должна быть возможность выбирать оптимальные технические решения, чтобы наши изделия могли конкурировать на мировом рынке. Того, что предлагают МНИИРИП и Минпромторг – недостаточно. Необходимы материалы и современные производства, конкурентоспособные на мировом рынке.

Докладчик выделил основные результаты реализации мероприятий по импортозамещению комплектующих изделий в продукции Концерна.

Сделано следующее:

1. Создана Служба по развитию ЭКБ, покупных комплектующих изделий (ПКИ) и материалов, в задачи которой входит импортозамещение (централизация, организация, координация и контроль работ).
2. В головных дочерних обществах созданы рабочие группы по импортозамещению.
3. Создан Координационный совет разработчиков РЭА и ЭКБ, заседания которого проводятся каждый месяц. По словам К. А. Колегова, «на заседаниях большую часть времени проводим с коллегами из электронной промышленности. Приглашаем производителей ЭКБ или сами выезжаем к ним. Мы объясняем, какие характеристики нам нужны, они знакомят нас с производством, рассказывают, какие изделия разрабатывают. Это стартовая точка для большой совместной работы. Затем организуем технические семинары для разработчиков РЭА и ЭКБ».
4. Создан Головной испытательный центр сертификационных испытаний ЭКБ, предназначенный в основном для испытаний ЭКБ ИП. Для ЭКБ ОП пока нет необходимости создавать такую структуру.
5. Создан Дизайн-центр «СВЧ МИС» на базе АО «ВНИИРА» (г. Санкт-Петербург) для проектирования ИС и транзисторов СВЧ-диапазона в интересах предприятий Концерна.

6. Разработан и ведется перечень изделий ЭКБ иностранного производства, применяемых в продукции по номенклатуре Концерна, собрана информация по результатам ее использования, даны рекомендации по разрешительным и правовым документам. Статус перечня ЭКБ ИП – информационный.
7. Разработана и утверждена Программа основных мероприятий по импортозамещению и по гарантированному обеспечению комплектующими изделиями дочерних обществ Концерна на период до 2020 года.
8. В Концерне создан Центр компетенций, причем не только по ЭКБ, но и по другим комплектующим изделиям. Центр определяет головные предприятия по производству комплектующих изделий, на которые производителям РЭА рекомендуется обращаться за поставками.
9. Реализован ряд инвестиционных проектов по созданию современных производств электронных модулей, испытательных лабораторий.
10. В Концерне осуществляется мониторинг российского рынка ЭКБ. На основе анализа рынка составляются отчеты, которые рассылаются на многие предприятия.
11. Составлены планы-графики по импортозамещению. По изделиям украинского производства все планы выполнены за три года. Сейчас на повестке дня планы по странам НАТО и ЕС. Ситуация сложная. По состоянию на 1 января 2018 года, из 67 позиций выполнено 39, еще 28 – в стадии реализации.

В заключение К. А. Колегов отметил необходимость концентрации усилий на изделиях полупроводниковой микроэлектроники при разработке и производстве отечественных аналогов изделий ЭКБ, а также необходимость развития производства высокочистых материалов для радиоэлектроники.

Участники Координационного совета также обсудили проблемы внедрения цифровых технологий в ходе модернизации производственных мощностей. Так, представители ООО «Остек-СМТ» и ООО «ПСБ технологии» поделились опытом применения цифровых технологий на сборочно-монтажном производстве РЭА.

**Генеральный директор компании «Остек-СМТ» Евгений Борисович Липкин** выступил с докладом «Модернизация сборочно-монтажного производства в рамках цифровой производственной парадигмы».

Практически все ведущие производители технологического оборудования в рамках концепции «Индустрия 4.0» предлагают собственные решения для интеграции оборудования в единую сеть, «оцифровки» данных и централизации управления.

«Умная линия» – собственная разработка ООО «Остек-СМТ» – часть концепции «Цифровая фабрика», направленной на интеграцию инновационных решений

в производство и создание в стране мощного и современного промышленного комплекса.

«Цифровая фабрика» помогает построить так называемую цифровую модель производства, которая способствует принятию своевременных и эффективных управленческих решений на основе объективных данных, собираемых с производственных объектов, позволяет обрабатывать информационные потоки предприятия с помощью экспертных аналитических систем и автоматизации.

Программно-аппаратный комплекс «Умная линия» предназначен для повышения общей эффективности сборочно-монтажного оборудования (рис. 2). В задачи комплекса входят сбор информации, ее анализ, обработка и передача персоналу, ответственному за принятие тех или иных решений.

«Умная линия» – единственный на сегодняшний день производственный комплекс, включающий в себя лучшее в своем классе оборудование для нанесения паяльной пасты, установки компонентов, оплавления и автоматической оптической инспекции. Это оборудование объединено в общее информационное пространство для обмена данными и повышения эффективности работы в целях оперативного принятия решений и предоставления персоналу дополнительных элементов управления линией.

Мощное аналитическое ядро «Умной линии» осуществляет непрерывный мониторинг параметров процесса в реальном времени и формирует наглядные отчеты по ключевым характеристикам производственного процесса: производительность, качество, простои, затраты, своевременность обслуживания и общая эффективность оборудования.

**Цифровое сборочно-монтажное производство** включает в себя «Умную линию» и «умное» рабочее место.

### Состав «Умной линии»

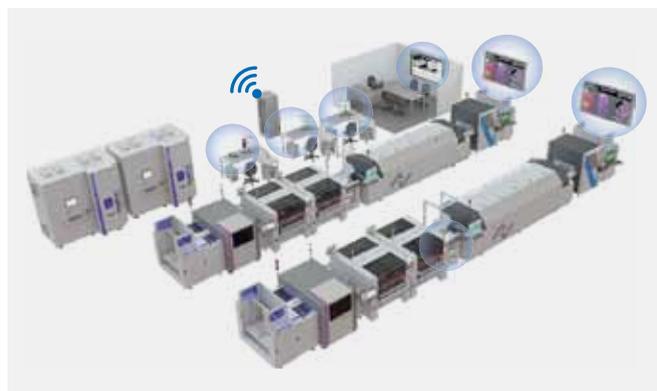
Программно-аппаратный комплекс «Умная линия» состоит из трех основных элементов:

- аналитической системы;
- информационной инфраструктуры;
- сборочно-монтажного оборудования.

### Аналитическая система

Основу «Умной линии» составляет аналитическая система, включающая несколько модулей, а именно: экспертную систему для аналитики, СУБД, программы сбора данных с оборудования и приложения для взаимодействия персонала с аналитической системой.

Сбор данных осуществляется в непрерывном режиме. Экспертная система их классифицирует, обрабатывает согласно установленным алгоритмам и передает получателям в режиме реального времени или по запросу. При появлении отклонений экспертная система немедленно информирует об этом.



**Рис. 2.** Структура комплекса «Умная линия». Источник: ООО «Остек-СМТ»

### Информационная инфраструктура

Под информационной инфраструктурой понимается комплекс средств оповещения, отображения информации и доступа к аналитически обработанным данным «Умной линии» (главный монитор линии, диспетчерская панель, автоматизированное рабочее место, панель оператора, «умные» часы, удаленный доступ).

«Умная линия» обеспечивает комплексное управление работой производства:

- управление производственной дисциплиной (анализ эффективности сотрудников, видеофиксация событий, контроль производственной дисциплины, мониторинг и анализ простоев в режиме 24/7);
- мониторинг состояния оборудования (автоматически выявляет отклонения параметров оборудования и сбоев, уведомляет о текущем состоянии процесса и отклонениях, обеспечивает учет наработки и планирование технического обслуживания);
- управление технологическими параметрами (помощь в подборе технологических параметров, анализ причин дефектов в режиме реального времени, статистический анализ и подготовка отчетов, технологическая база знаний, разработка рекомендаций).

Система управления сборочно-монтажным производством обеспечивает:

- повышение производительности;
- отслеживание выполнения планов;
- прослеживаемость (кто, как, когда и что?);
- управление технологической дисциплиной;
- соблюдение технологических режимов;
- прозрачность производственных процессов;
- безбумажное производство.

«Умная линия» – небольшая часть всеобъемлющей концепции «Цифровая фабрика» – предоставляет возможность построения вертикально и горизонтально

интегрированной ИТ-системы на производстве, обеспечивающей передачу данных без искажений.

Тему цифрового производства продолжил технический директор компании «ПСБ технологии» Александр Игоревич Акулин, выступивший с докладом «Практический опыт внедрения цифровых технологий на сборочно-монтажном производстве РЭА».

Сначала он остановился на следующих основных направлениях деятельности компании:

- проектирование топологии и изготовление печатных плат, монтаж и тестирование печатных узлов (с ОТК и приемкой «5»);
- поставка печатных плат (многослойных, сложных, с микроотверстиями, СВЧ, ГЖПП) российским предприятиям;
- выполнение заказов по монтажу модулей: сложных, с микросхемами BGA, QFP, QFN, с высокой плотностью монтажа;
- заказов по трассировке и/или верификации проектов печатных плат (ПП);
- выполнение комплексных заказов: трассировка + платы + компоненты + монтаж;
- выполнение заказов по анализу проблем ЭМС на ПП, проверке тепловых режимов ПП, для чего была выбрана и освоена уникальная система моделирования, помогающая быстро проверять качество проектов и решать проблемы с ЭМС и сбоями на ПП.

В компании успешно используется САПР печатных плат Cadence Allegro (это оказалось оптимальным, масштабируемым решением для проектирования сложных печатных плат), для более простых плат используется OrCAD (недорогая САПР, совместимая с Allegro) или Altium (средняя по цене САПР), а для моделирования – система Cadence Sigrity (уникальная система анализа целостности сигналов и питаний на печатной плате).

Докладчик отметил, что после того, как компании удалось добиться высокого качества разработки печатных плат и стабильного качества их монтажа, основной стала

задача обеспечения эффективности использования оборудования. Необходимо повышение производительности цеха и постоянный контроль качества. Внедрение «Умной линии» должно помочь справиться с такой задачей.

В ответ на вопрос: «Зачем создавать „Умную линию“?» – докладчик сказал следующее:

«Во-первых, «Умная линия» позволит выявить причины простоев в условиях широкой номенклатуры изделий, высокой сложности монтажа и длительной переналадки. Во-вторых, «Умная линия» обеспечивает сбор данных для анализа, онлайн-контроль производительности, фиксацию простоев, сбоев и их причин. В-третьих, «Умная линия» может выявить причины сбоев и упорядочить производственные процессы, повысить дисциплину и мотивацию персонала, обеспечить единообразие производственных процессов в различных бригадах».

При внедрении «Умной линии» в компании «ПСБ технологии» ставились следующие задачи:

- свести к минимуму время простоев – это позволит монтировать больше изделий в единицу времени, оптимизировать длительность этапа переналадки, контролировать онлайн-выполнение задач, связанных с повышением эффективности работы оборудования;
- отслеживать онлайн-состояние линии (генерировать предупреждения и сигналы тревоги при внештатных ситуациях, отслеживать возникновение определенных событий);
- повысить качество монтажа (в режиме реального времени контролировать качество трафаретной печати паяльной пасты, генерировать предупреждения при отклонении качества, проактивно реагировать на возможные дефекты);
- контролировать онлайн-качество монтажа – в режиме реального времени отслеживать качество смонтированных плат на АОИ (оптической инспекции), генерировать предупреждения о возникновении повторяющихся дефектов, сигнализировать о серьезных ошибках;
- повышать качество проектирования (фиксировать дефекты монтажа, выявлять системные проблемы с конфигурацией посадочных мест на ПП или взаимным размещением компонентов на ПП, передавать информацию в отдел проектирования для корректировки правил создания библиотек и правил DFM-анализа в САПР OrCAD и Allegro).

В заключение А. И. Акулин сделал вывод о том, что «Умная линия» помогает обеспечить реализацию приоритетов компании «ПСБ технологии», а именно: повысить качество продукции, сократить сроки поставки, увеличить мощности, а также помогает получить верные критерии для DFM-верификации проектов ПП перед производством прототипов и при выходе на серию.

*Материал подготовлен И. Кокоревой*