

Совместное заседание Секции Совета главных конструкторов по направлению космического приборостроения и Секции № 9 МРГ при коллегии ВПК РФ

Ю. Ковалевский



27 февраля 2018 года на площадке холдинга «Российские космические системы» (РКС, входит в Госкорпорацию «РОСКОСМОС») прошло совместное заседание Секции по применению и развитию электронной компонентной базы (ЭКБ) Совета главных конструкторов по направлению космического приборостроения и Секции № 9 по участию малого и среднего бизнеса в разработке и производстве ЭКБ Межведомственной рабочей группы (МРГ) по вопросам разработки и производства ЭКБ при коллегии Военно-промышленной комиссии (ВПК) РФ.

Заседание открыл **начальник Центра применения ЭКБ РКС, заместитель руководителя Секции по применению и развитию ЭКБ**

М. И. Краснов. Он заметил, что данное совместное мероприятие собрало широкий круг представителей отрасли, включающий, помимо постоянных участников секций, представителей малого и среднего бизнеса, и это заседание будет содействовать налаживанию новых полезных взаимоотношений для решения текущих задач в обеспечении космической отрасли современной ЭКБ.

Далее с докладом, посвященным трендам мирового космического приборостроения, выступил **директор АНО «Институт стратегий развития», руководитель Секции № 9 МРГ по вопросам разработки и производства ЭКБ при коллегии ВПК РФ П. А. Верник.**

Докладчик отметил, что в настоящее время особую важность приобретает задача по коммерциализации



космической деятельности и развитию в ней государственно-частного партнерства (ГЧП). Среди областей, в которых на российском рынке уже сформировался определенный пул частных компаний, готовых выполнять НИР и ОКР для целей космической отрасли, в том числе в инициативном порядке, очевидно, можно назвать область разработки ЭКБ. Для эффективной реализации имеющегося потенциала в создании передовой ЭКБ космического применения в рамках ГЧП необходимо выявление трендов мирового космического приборостроения, что позволит определить потребности в соответствующих НИР и ОКР по разработке ЭКБ для российской космической отрасли на ближнюю и дальнюю перспективу.

П. А. Верник привел ряд основных характеристик космических технологий будущего на основании анализа ведущихся в мире работ и заявляемых целей в области космических технологий, проведенного в АНО «Институт стратегий развития», среди которых были отмечены:

1. переход от передачи информации к передаче знаний;
2. создание массивов открытых универсальных платформ с возможностью индивидуализации задач для каждого потребителя;
3. значительное увеличение доли систем гражданского применения и доли ГЧП, а также контроль рынка несколькими транснациональными корпорациями;
4. резкое удешевление стоимости запусков, определяемое, в частности, внедрением открытых коммерческих систем;
5. индустриальные космические платформы, мини-колонии на Луне и Марсе;
6. поселения людей, животных и растений в качестве мини-экосистем как элемент колонизации космоса;
7. резкое количественное и качественное изменение транспортных потоков и важность управления ими;
8. новые технологии военного контроля и воздействия как неотъемлемая часть расширения и необходимости защиты своих интересов странами, осваивающими космическое пространство.

По словам докладчика, несмотря на то, что некоторые из перечисленных характеристик относятся к достаточно далекой перспективе и требуют существенного прогресса в технологиях, практически по всем таким направлениям в мире уже ведутся работы.

В качестве принципов, на которых основывается развитие технологий, направленное на решение задач построения космических систем будущего, были названы:

1. «автотрофность» космических систем, обеспечение их способности к саморемонту и самовоспроизводству, что, в частности, потребует обеспечения их надежности методами, выходящими за рамки традиционного резервирования;
2. цифровизация и интеграция космических систем с другими типами технических систем;
3. микроминиатюризация, переход от спутниковых систем к спутникам-приборам и далее к спутникам на чипе;
4. закрытые системы полного цикла обеспечения жизнедеятельности людей, животных, растений, бактерий и проч.;
5. новые технологии выработки и передачи энергии;
6. повышение роли гибко изменяемого программного обеспечения (ПО) в стандартизованных электронных модулях и блоках, что будет определяться моральным устареванием космических систем за время, существенно меньшее, чем возможный срок эксплуатации аппаратного обеспечения (2–3 года против 15 лет);
7. развитие технологий двойного назначения.

Далее докладчик обратился к текущему состоянию и тенденциям рынка космических продуктов и услуг. В частности было отмечено, что ряд данных указывает на тенденцию роста доли космических услуг за счет снижения доли направлений, связанных с оборудованием и аппаратурой. Также по усредненным значениям за несколько лет наблюдается рост спроса на малоразмерные спутники, который, по прогнозам, в ближней перспективе будет сохраняться. Учитывая, что среди основных прогнозируемых областей применения малоразмерных спутников – телекоммуникации и наблюдение за Землей, этим направлениям должно быть уделено внимание при определении потребностей в аппаратуре для космических аппаратов (КА) и ЭКБ на ближайшие годы.

Кроме того, П. А. Верник заметил, что при построении комплексных космических систем, включающих достижения в таких областях, как аддитивные технологии, робототехника, БПЛА и т. п., необходимо выполнение требований к ЭКБ, диктуемых эксплуатацией в космическом пространстве, к чему существующие решения в ряде областей могут быть не готовы. В то же время особенностью ЭКБ космического применения является широкая функциональная номенклатура при крайне малой количественной потребности.

Таким образом, одной из основных проблем разработки и производства ЭКБ для космического применения остается то, что ее развитие идет по пути, отличному от промышленной и потребительской ЭКБ, ориентированной на крупносерийный и массовый выпуск продукции с коротким жизненным циклом и быстрой сменой типов ЭКБ.

Отчасти эта проблема может быть решена благодаря новой тенденции, заключающейся в создании унифицированных малых космических аппаратов с коротким сроком эксплуатации (от 2 до 3 лет), что определяется быстрым ростом требований к функционалу электронной аппаратуры и ее моральным устареванием.

В завершении своего доклада П. А. Верник привел некоторые выводы относительно тенденций развития ЭКБ с учетом указанных факторов, особо выделив роль датчиков и компонентов для обработки информации в космических системах будущего.



Далее с докладом о проблемных аспектах обеспечения ракетно-космической техники (РКТ) специализированной высоконадежной ЭКБ выступил **М. И. Краснов**. Он отметил, что его доклад в значительной степени коррелирует с выступлением П. А. Верника, что указывает на близость взглядов и высокую вероят-

ность нахождения точек соприкосновения между участниками в заседании Секциями.

Далее докладчик остановился на подходе к решению задачи импортозамещения по линии ГК «РОСКОСМОС», который, по его словам, реализуется в несколько этапов. На первом этапе выполнялось прямое функциональное замещение компонентов, что было полезно для оперативного решения текущих задач. Системные же изменения удалось реализовать в рамках следующего этапа, в котором определяющую роль сыграла унификация аппаратуры. Благодаря инициативе, выдвинутой по линии ГК «РОСКОСМОС» и поддержанной на государственном уровне, была открыта ОКР по интегрированной бортовой информационной системе (ИБИС), позволившая разработать аппаратуру автоматических космических аппаратов (АКА) на основе унифицированной архитектуры со стандартными питанием, интерфейсами, конструктивами и на отечественной ЭКБ.

В результате доля ЭКБ российского производства в бортовой аппаратуре (БА) РКТ выросла. При этом борьба с проблемой малых серий решается именно за счет унификации аппаратуры, применимой в различных КА. Это приводит к сокращению сроков производства и повышению технологичности.

В качестве следующего проблемного вопроса докладчик выделил обеспечение надежности. Средняя продолжительность современной миссии – от 10 до 15 лет, к этому следует прибавить срок хранения, время на отработку аппаратуры и т. п. С учетом отсутствия возможности ремонта аппаратуры АКА при выполнении миссии это

превращает вопрос фактического подтверждения надежности ЭКБ и БА в целом в серьезную научно-техническую проблему, над которой РКС ведет системную работу совместно с ФГУП «МНИИРИП».

В отношении недостающих технологии М. И. Краснов отметил, что для того, чтобы эффективно отвечать обозначенным мировым трендам, необходимо создавать соответствующие технологии, которые были бы либо сопоставимы с западными, либо представляли собой разумную альтернативу. В качестве примера докладчик привел БМК как альтернативу ПЛИС, хорошо проявляющую себя в мелкосерийной продукции.

Также докладчик сообщил, что РКС был разработан и поддерживается отраслевой перечень ЭКБ, разрешенной к применению, который является базовым рекомендательным документом для разработчиков БА, что позволяет не только сократить объем номенклатуры ЭКБ, но и снизить технические риски, связанные с возможными отказами при испытаниях и эксплуатации, а также повысить серийность поставок комплектующих.

Кроме того, докладчик обратил внимание присутствующих на то, что в современных условиях для разработчика большое значение имеет комфорт выбора и применения ЭКБ, который подчас становится определяющим фактором. Ведущаяся в настоящее время работа по внедрению библиотек отечественных компонентов и их моделей в САПР методично увеличивает применение российской ЭКБ в аппаратуре космического назначения.

Также М. И. Краснов продолжил тему малых космических аппаратов, затронутую предыдущим докладчиком, сообщив о том, что в западных странах существует направление по применению нано- и микроспутников для натурных испытаний ЭКБ на воздействие факторов космического пространства. Этот подход способен снизить стоимость и время выполнения испытаний и существенно повысить их достоверность.

В заключение своего доклада М. И. Краснов указал на активное взаимодействие РКС, как головной организации по ряду систем, с Минпромторгом России. По словам докладчика, ежегодно Минпромторгом ставится порядка пяти десятков работ в интересах ракетно-космической промышленности по заявкам или по согласованию с РКС.

Далее прозвучала серия коротких докладов представителей малого и среднего бизнеса, которые рассказали о возможностях и продукции своих предприятий, а также представили ряд предложений по сотрудничеству с РКС и ракетно-космической отраслью в целом.

Так, доклад **научного руководителя ФГБУН ИСВЧПЭ РАН П. П. Мальцева** был посвящен реализации связи, неконтролируемой с Земли, для группы космических

аппаратов. Докладчик рассказал о разработанной его институтом элементной базе для бортовых радиолокаторов и телекоммуникационных систем 5G в диапазоне частот 57–64 ГГц в виде СВЧ СнК. Применяемый диапазон частот позволяет обмениваться информацией спутникам группы, при этом сигнал не достигает поверхности Земли в силу значительного затухания в атмосфере.



А. Г. Филаретов, заместитель генерального директора АО «Светлана-Рост», поделился с присутствующими опытом своей компании как первой и на данный момент единственной в России контрактной фабрики (фаундри) СВЧ МИС. Он сообщил, в частности, что техническая возможность контрактного производства на предприятии существует с ноября 2017 года: отлажен типовой технологический процесс рНЕМТ05 и выпущен в обращение комплект PDK (Process Design Kit), область назначения которого при разработке МИС включает широкий перечень СВЧ-устройств, таких как фильтры, усилители, преобразователи частоты и др.



Начальник бюро маркетинга и работы с госсектором АО «КТЦ «Электроника» Д. С. Соколов предложил вниманию участников заседания разработки компании в области ПЛИС. По его словам, первую в России отечественную ПЛИС 5576XC1T компания разработала в 2007 году. На данный момент освоено в серийном производстве 12 типов ПЛИС с логической емкостью от 2,5 тыс. до 1,2 млн вентилей.



С. А. Михайлов, исполнительный директор АО «НПЦ СпецЭлектронСистемы», рассказал присутствующим о производственном комплексе компании, предназначенном для создания керамических 3D-модулей, пассивных СВЧ-компонентов и микросборок, ввод

в эксплуатацию которого запланирован на середину текущего года. Докладчик предложил сотрудничество в области изготовления пассивных СВЧ-элементов, корпусов и переходных плат со встроенными пассивными и дискретными активными элементами, изготовления и электротестирования заказных микросборок, оперативного изготовления СВЧ-плат.



А. В. Руткевич, генеральный директор ООО «НПП «Цифровые решения», предложил воспользоваться возможностями компании по разработке заказных ИС для экстремальных условий эксплуатации, в том числе стойких к ионизирующему излучению космического пространства. В компании создана библиотека для создания радиационно-стойких ИС, на основе которой уже разработано более 10-ти различных типов микросхем для космического применения, примеры которых были приведены в докладе.



Генеральный директор ООО «Интегральные решения» С. В. Макаров представил программное обеспечение для экстракции SPICE-параметров собственной разработки компании и предложил ее услуги по разработке макромоделей, компактных Verilog-A-моделей и экстракции SPICE-параметров с учетом температурных и дозовых воздействий.



Д. М. Урманов, исполнительный директор ООО «РАМЭМС», предложил вниманию участников мероприятия разработки компании в области высокоточных МЭМС-датчиков и переключателей и беспроводных систем технического мониторинга с подключением по



различным протоколам, включая Wi-Fi и LoRa. Также докладчик сообщил о том, что партнерами ООО «РАМЭМС» начата реализация проекта по изготовлению прототипа квантового гироскопа. В этой области компания готова к кооперации с различными организациями, институтами и концернами.



Л. Е. Переверзев, технический директор ООО «Альфачип» – компании, специализирующейся на разработке компонентов СнК, предложил услуги в области разработки компиляторов запоминающих устройств, в том числе радиационно-стойких, библиотек стандартных ячеек, ячеек ввода-вывода, проектировании сложнофункциональных блоков. По словам докладчика, компанией уже разработано и передано заказчикам более 200 компиляторов и 120 библиотек.



Доклад **В. В. Энса, генерального директора АО «Дизайн Центр «Союз»**, был посвящен радиационно-стойким программируемым аналоговым и аналого-цифровым микросхемам разработки компании. Применение таких микросхем с соответствующими «зашивками», по словам докладчика, обладает рядом преимуществ перед использованием стандартных ИС, в том числе меньшей стоимостью и площадью получающегося модуля при тех же технических характеристиках, а также более высокой надежностью и стойкостью к внешним факторам.



Ю. В. Смирнов, генеральный директор ООО «Отек-Инжиниринг» – подразделения Группы компаний Отек, специализирующегося на комплексных услугах по созданию и техническому перевооружению производств, рассказал о возможностях Остека по проектированию и оснащению производств сборочным, испытательным и другими видами оборудования, включая оборудование для аддитивных технологий, по сервисному обслуживанию, промышленному маркетингу и др. Также докладчик сообщил

о собственном производстве промышленной мебели для различных отраслей промышленности.



По завершении докладов с предложениями от представителей малых и средних предприятий, выступил **заместитель начальника Центра применения ЭКБ РКС А. И. Яровой**. Он рассказал присутствующим о двух разработанных в рамках программы нормативно-технического регулирования ГК «РОСКОСМОС»

проектах нормативных документов: «Положении о проекте научно-технического сопровождения НИОКР по созданию изделий (систем, комплексов) РКТ в части ЭКБ» и «Положении о порядке и условиях складирования, учета, хранения и списания ЭКБ, предназначенной для комплектования изделий (систем, комплексов) РКТ».



Заключительным докладом мероприятия стал доклад **заместителя начальника отдела маркетинга и рекламы АО «Карачевский завод «Электродеталь» Е. В. Дугина**, представившего вниманию участников заседания продукцию для применения в ракетно-космической отрасли, выпускаемую данным за-

водом, который является старейшим и крупнейшим на территории России предприятием по выпуску прямоугольных электрических соединителей.

В конце мероприятия П. А. Верник поблагодарил представителей Секции Совета главных конструкторов по направлению космического приборостроения за возможность проведения данного совместного заседания и высказал пожелание в скором будущем провести мероприятие, где представители ракетно-космической отрасли представили бы свои потребности в разработке ЭКБ, которые могли бы удовлетворить малые и средние предприятия.

В свою очередь, М. И. Краснов поблагодарил участников Секции № 9 МРГ при коллегии ВПК РФ за представленную информацию и выразил готовность к дальнейшему диалогу и к оказанию помощи малым и средним предприятиям в их участии в разработке и поставке ракетно-космической отрасли ЭКБ, соответствующей ее потребностям. ●