

ЭЛЕКТРОНИКА КОСМИЧЕСКИХ КОРПОРАЦИЙ БУДУЩЕГО В "ИНДУСТРИИ 4.0"

Л.Раткин, к.т.н.¹

УДК 621.38,
629.7.05
ВАК 05.27.00

На XIII Международном авиационно-космическом салоне МАКС была проведена научно-практическая конференция "Космические корпорации будущего в Индустрии 4.0". Организатор – АО "Российские космические системы" (АО "РКС") – и его деловые партнеры представили серию докладов о перспективах развития электроники для аэрокосмической промышленности.

После вступительного слова модератора конференции – начальника отдела обеспечения инновационной деятельности АО "Российские космические системы" А.А.Николашина – с докладом о целях, маршрутах и окружении технологий новой



индустрии выступил директор Исследовательско-аналитического центра Государственной корпорации "Роскосмос" Д.Б.Пайсон. Это сообщение стало ключевым докладом мероприятия. Особое внимание докладчик уделил взаимодействию Роскосмоса с частным бизнесом в сфере коммерциализации продуктов и услуг,



в частности в сфере электроники, что предполагает ликвидацию ряда правовых пробелов с четким определением понятия "коммерциализация космической деятельно-

сти" и ее основных направлений в нормативно-правовых документах (НПД). Для устранения внутренних и внешних противоречий потребуются доработка законодательной базы. Также необходима разработка типовых дорожных карт продвижения бизнес-проектов в сфере космической деятельности, упрощение ее лицензирования без ущерба для безопасности и надежности техники с построением прозрачной системы взаимодействия с бизнесом по принципу "единого окна". Допустимо разумное лоббирование "налоговых каникул" для инвесторов и налоговых льгот для бизнеса, безвозмездное предоставление земельных участков под новое строительство с созданием зон с особыми налоговыми режимами. Адаптация типовых механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП) предполагает гарантирование закупок продукции и услуг у частных компаний, передачу им в управление активов, поддержку контрактов жизненного цикла, аренду и концессию активов, приватизацию и перформанс-контракты с гарантией по кредитам. Среди дополнительных возможностей – создание благоприятного режима использования объектов интеллектуальной собственности (ОИС), владельцем которых является Российская Федерация и ГК "Роскосмос", предоставление квалифицированного персонала с уникальными компетенциями (в том числе по НИОКР), учреждение венчурных фондов, бизнес-инкубаторов и центров прототипирования.

¹ ООО "АРГМ", заместитель генерального директора.

"Точками входа" для стартапов являются не только реализованные проекты ГЧП для подключения к широкомасштабным государственным программам по производству ракет-носителей, спутниковых платформ, бортовой электроники и оборудования, но и межотраслевые производственные комплексы для интеграции в цепочки поставок "традиционных компаний" с предложением подсистем (например, оборудования и датчиков и услуг по их обслуживанию), а также методы оптимизации взаимоотношений лидирующих промышленных предприятий с ведущими национальными университетами в сфере производства микро-спутников и соответствующих наземных зондов с разработкой и продвижением сервисов с оптимальной добавленной стоимостью и по системной интеграции приложений, обрабатывающих, в том числе, получаемую спутниками дистанционного зондирования земли информацию.

Условиями успеха стратегического партнерства в космической сфере являются способности и возможности работать в рамках действующего законодательства, наличие потенциала формирования специальных процедур управления жизненными циклами проектов (например, по производству бортовой электроники), функции контроля инвестиционных ресурсов (не являющихся частью или производной традиционных источников финансирования со стороны Правительства РФ), отсутствие прямой конкуренции с реализуемыми государственными программами и прозрачность схем финансирования и критериев оценки отраслевых инвестиционных проектов.

Инструментарий научно-промышленной кооперации космической отрасли с инновационным сообществом в разных секторах, включая электронику, обширен: помимо взаимодействия с Национальной технологической инициативой, реализации совместных программ с институтами развития и разработки технологических платформ, планируется интеграция "Открытых инноваций", софинансирование инновационных территориальных кластеров и формирование сетевых структур взаимодействия с соисполнителями и смежниками.

Среди реализуемых технологических платформ Роскосмоса – "Национальная космическая технологическая платформа" (координаторы – ФГУП ЦНИИмаш и МАИ), "Легкие и надежные конструкции" (координатор – ПАО "Ракетно-космическая корпорация "Энергия" им. С.П.Королева"), "Использование результатов космической деятельности" (координатор – АО "РКС") и "Национальная информационная спутниковая система" (координатор – АО "Информационные спутниковые системы" им. акад. М.Ф.Решетнева"). Все платформы ориентированы на скоординированное

решение комплекса научно-образовательных, технически-технологических и промышленно-экономических задач по созданию и применению перспективных космических комплексов и систем. В числе основных задач – увеличение объемов производства приборов и оборудования на отечественной элементной базе, разработка научно-образовательных и промышленно-технологических проектов и программ, разработка конкурентоспособных видов продукции для выхода на новые рынки, построение открытой информационно-коммуникационной площадки, регламентация и стандартизация с гармонизацией законодательства и устранением правовых пробелов и внутренних и внешних противоречий в НПД, достижение отраслевого синергетического эффекта через реализацию серий проектов с ГЧП и разработка долгосрочной стратегии научных и прикладных исследований с ее систематической корректировкой.

Согласно перечню поручений Президента РФ по итогам Петербургского международного экономического форума 1–3 июня 2017 года, Правительству РФ совместно с ГК "Ростех", ГК "Роскосмос", ГК "Росатом", ПАО "Объединенная авиастроительная корпорация", АО "Объединенная судостроительная корпорация" поручено обеспечить создание в указанных организациях специальных подразделений и венчурных фондов, инвестирующих в малые инновационные компании в различных отраслях, включая электронику. Доклад по данной теме запланирован до 15 октября 2017 года.

Перспективы развития процессов создания бортовой аппаратуры (БА) с применением нано- и микроэлектроники были темой доклада **заместителя генерального конструктора по перспективным технологиям конструирования БА АО "РКС" Г.А.Ерохина**. Докладчик отметил, что



в космической отрасли предложена система унификации интерфейсов, соответствующая внешним воздействующим факторам (ВВФ), конструктивам и архитектуре. Например, приборная унификация НИР "Магистраль" для конструктива приборов предполагает форм-фактор (3U или 6U) с обеспечением тепловых режимов и стойкости к механическим воздействиям с заданным коэффициентом их пересчета на модули и компоненты. Интерфейсы питания, управления и телеметрии с проектами стандартов реализуемы для типа и объема телеметрической информации в зависимости от модуля и прибора. Основными интерфейсами управления прибора являются SpaceWire (ECSS-E-ST-50-12C), МКИО (ГОСТ Р 52070-2003) и RS485 (ГОСТ Р ИСО 8482-93). Архитектура построения приборов предполагает их стандартизированный транспортный протокол информационного обмена, объединительную кросс-плату и модульный принцип. Допустимые интерфейсы передачи данных – RS485 со скоростью до 10 Мбит/с, SpaceWire со скоростью до 100 Мбит/с и Serial RapidIO (RapidIO Spec. 2.3) со скоростью выше 100 Мбит/с. Моделирование процессов построения орбитальной группировки, конструирования бортовых систем, учета степеней их электромагнитной совместимости, расчета механической прочности и тепловых режимов предполагает, в частности, проектирование облика космического аппарата (КА) и поиск оптимальных схмотехнических решений. В космической отрасли ведется разработка сквозного цикла проектирования БА (ОКР "Бозан").

Унифицированные ряды модулей на импортонезависимой ЭКБ, разрабатываемые в рамках ОКР "ИБИС-КА-НКУ" (КА), предназначены для телеметрических бортовых систем, командно-измерительных систем, систем навигации ориентации и времени, систем межспутниковой радиолинии, систем высокоскоростной радиолинии, управляющих комплексов, систем энергопитания, регистрации и документирования ВВФ. Создание по заказу разработчика КА систем в кратчайшие сроки на базе квалифицированных модулей позволяет также существенно снизить стоимость создания систем. Унификация БА обусловлена широким спектром приборов и модулей с единой архитектурой их построения и конструктивов с применением стандартизированных интерфейсов.

Различие процессорных архитектур не служит препятствием для реализации сетевой архитектуры, если выполняются требования по унификации межпрограммного взаимодействия, гармонизации системных интерфейсов и реализуемости бортовой ОС на аппаратных решениях. Требованиями к унифицированному вычислительному модулю являются обязательный набор интерфейсов 4×SpaceWire, 2×МПИ, ПЗУ объемом

от 512 кбит, ЦП с частотой не менее 100 МГц и производительностью 1,5 MIPS/МГц (как минимум), РПЗУ (flash) от 32 Мбит и ОЗУ от 40 Мбит (32 Мбит + защита). При невозможности унификации процессного ядра унифицируются требования к вычислительным модулям.

Служебный бортовой радиотехнический комплекс (БРТК) реализует функции управления и получения параметров о состоянии объекта. При выполнении ОКР "Обработка-И25-РК" в 2016–2018 годах планируется создание комплекта радиационно-стойких цифровых приемопередатчиков для низкоскоростной и высокоскоростной радиосвязи. По ОКР "Преобразователь-И23-РК" и ОКР "Преобразователь-И24-РК" с 2016 по 2018 годы для работы в СВЧ-трактах будут созданы радиационно-стойкие АЦП и ЦАП соответственно. Для решения задач по стандартизации протоколов передачи информации в радиоканалах (ППИР), отказа от зарубежных ПЛИС в модемах и кодеках БРТК и минимизации массогабаритных параметров (миниатюризации) БРТК предлагается разработка системы ППИР, макетирование ППУ (основного элемента БРТК) и поставка Минпромторгом РФ ОКР по созданию СБИС.



Выступление **вице-президента и исполнительного директора Кластера передовых производственных технологий, ядерных и космических технологий Фонда "Сколково" А.И.Белякова**

затрагивало проблематику отраслевого взаимодействия "Сколково" с научно-промышленными предприятиями и организациями. Докладчик представил пять основных направлений "космических участников" "Сколково": космические технологии, навигационные продукты и сервисы, телекоммуникация, материалы и ЭКБ для аэрокосмической промышленности и комплексные аэрокосмические технологии. В 2013–2016 годах при динамике объема частных инвестиций в компании с 126,8 до 590 млн руб. рост выручки составил с 1078,2 до 1200 млн руб. при создании 1296 рабочих мест и получении 33-х патентов на ОИС.



В докладе **М.К.Абубекерова (ООО "Азмерит")** был представлен малогабаритный звездный датчик (МЗД) АЗДК-1 с полем зрения 20°, погрешностью 10", массой 172 г, габаритами по бленде 50×93 мм, КМОП-матрицей 1024×1280 пикселей, частотой опроса 10 Гц, мощностью

0,25 Вт и габаритами по корпусу с креплениями 44×60×93 мм. Разработка содержит ряд уникальных технических решений, включая оригинальные алгоритмы обработки изображения для повышения точности (измерение фотоцентра изображения до долей пикселя, учет неоднородности и чувствительности темнового тока), охлаждение КМОП-матрицы по мере ее деградации для снижения тепловых шумов, возможность калибровки КМОП-матрицы в полете (точность датчика не снижается благодаря возможной радиационной деградации матрицы фотоприемника), отечественную ЭКБ (кроме фотоприемников и ПЛИС) и "колодезную" компоновку датчика, позволяющую достичь необходимых значений массогабаритных характеристик. Показательна позитивная динамика сотрудничества АО "РКС" с ООО "Азмерит": после встречи 15 апреля 2015 года на ОКР "Астродатчик" уже 18 января 2016 года был подписан термит сделки, а 25 мая 2016 года – заключено инвестиционное соглашение. Защита гранта на ГК Фонда "Сколково" состоялась 19 ноября 2016 года, подписание соглашения о предоставлении гранта – 5 декабря 2016 года, первый транш соинвестора поступил 29 декабря 2016 года, что позволило начать новый этап работы.

В качестве основных выводов из ключевого доклада конференции, представленного Д.Б.Пайсоном, можно выделить следующее.

Во-первых, для совместной реализации инновационных проектов государственными производственными предприятиями и частным бизнесом в рамках научно-промышленной кооперации с Роскосмосом необходимо устранение в НПД ряда правовых пробелов. Например, целесообразно введение законодательных определений "коммерциализация космической деятельности" и "основные направления коммерциализации космической деятельности" в НПД, что предполагает гармонизацию всей системы НПД для устранения внутренних и внешних противоречий.

Во-вторых, в НПД необходимо ввести определение "типовые дорожные карты продвижения бизнес-проектов в сфере космической деятельности", а также упростить законодательные механизмы лицензирования космической деятельности, что предполагает формирование прозрачной среды ГЧП по принципу



"единого окна" с повышением уровней надежности и безопасности эксплуатации космических средств и систем. Целесообразно стимулирование инвестиционных структур посредством оптимизации графика "налоговых каникул", предоставление дополнительных льгот и особых налоговых режимов частному бизнесу, в том числе участвующему в разработке электроники для аэрокосмической индустрии, и выделение земельных участков для этих целей под новое строительство на безвозмездной основе.

Эти выводы также подтверждаются информацией, представленной в других сообщениях мероприятия.

Кроме того, следует отметить, что отсутствие системных решений в сфере отраслевого НПД ухудшает ситуацию в сфере космической экологии: в ближайшие годы ожидается рост объемов производства космических спутников, увеличение количества частных запусков и, как следствие, объема космического мусора из частей отработанных спутников на орбитах. Это приведет к неминуемому засорению наиболее доступных орбит, повышению рисков при запуске очередных частных КА и росту стоимости систем обеспечения безопасности и страхования космических пусков и миссий.

В рамках Международного авиационно-космического салона МАКС был проведен ряд других научно-практических конференций. Помимо выставочной экспозиции в павильонах и на открытых площадках, в дни работы форума состоялись демонстрационные полеты новейших образцов российской и зарубежной авиатехники. ●