

# ЭКБ для ракетно-космической отрасли и не только

## XII Всероссийская научно-техническая конференция «ЭКБ-2023»

Ю. Ковалевский



Всероссийская научно-техническая конференция «ЭКБ» проходила в этом году в 12-й раз. Мероприятие, состоявшееся в Москве 7–8 сентября 2023 года, было организовано АО «ТЕСТПРИБОР» совместно с АО «НИИЭТ», АО «Ангстрем», ОАО «Интеграл» и ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению». Его темой на этот раз стало обеспечение предприятий ракетно-космической отрасли электронной компонентной базой.

В начале конференции прозвучали приветственные слова представителей организаторов мероприятия. **Н. И. Плис**, первый заместитель генерального директора АО «Ангстрем», поприветствовал участников, привел некоторые сведения о своем предприятии и указал на возросшую за последнее время потребность в отечественной ЭКБ. Также он поблагодарил АО «ТЕСТПРИБОР» не только за организацию данной крайне актуальной конференции, но и за устойчивое сотрудничество с АО «Ангстрем».

Генеральный директор АО «НИИЭТ» **П. П. Куцко** отметил, что данная конференция для предприятия особенная, поскольку институт впервые выступает в роли ее со-организатора, и указал на полезность мероприятия как площадки для живого общения представителей отрасли. Также он сообщил о результатах визита в «НИИЭТ» заместителя Председателя Правительства РФ – министра промышленности и торговли РФ Д. В. Мантурова, в частности о принятом по итогам данного визита решении о создании отраслевого кластера в Воронежской области.



Кроме того, П. П. Куцько подчеркнул важность выработки согласованного мнения предприятий по актуальным вопросам для его представления руководству отрасли и призвал к более активному участию в данной деятельности, в том числе с помощью созданной для этой цели дискуссионной площадки «Союз предприятий электронной промышленности РФ „Русская электроника“».

Учитывая заявленную тему конференции, вполне ожидаемо значительное количество представленных докладов касалось вопросов обеспечения радиационной стойкости ЭКБ, а также разработки и применения электронных компонентов, стойких к воздействию факторов космического пространства. Так, начальник службы инновационных технологий АО «Ангстрем» **А. А. Романов** представил в своем докладе краткую информацию о некоторых новых разработках компании и остановился более подробно на особенностях обеспечения заданных уровней радиационной стойкости ЭКБ, применяемых на предприятии, в число которых входят: разработанная и внедренная на производстве процедура обеспечения гарантии радиационной стойкости ЭКБ, проведение испытаний в соответствии со стандартами комплекса «Климат-7» каждой партии изделий, а также наличие возможности проведения на собственной испытательной базе оценочных испытаний ЭКБ и исследования влияния конструкции и технологии производства компонента на его радиационную стойкость в ходе выполнения ОКР.

Доклад другого представителя АО «Ангстрем» – ведущего специалиста департамента по БМК **Н. Н. Сергеевой** – был посвящен характеристикам и применению радиационно-стойких базовых матричных кристаллов разработки предприятия. В частности, было отмечено, что в последнее время компания получает большое количество заказов по переводу проектов из ПЛИС в БМК. Кроме того, в докладе прозвучала информация о том, что с целью снижения стоимости БМК предприятие осваивает их выпуск в пластиковых корпусах, а также о других технологиях и изделиях компании.

Директор по производству АО «НИИМА «Прогресс» **В. В. Карапетьянц** привел сведения о ряде радиационно-стойких СВЧ-микросхем, основанных на доступных в России технологиях и находящихся на разных стадиях разработки. Среди них – синтезаторы частоты, генераторы, управляемые напряжением (ГУН), модуляторы



и демодуляторы, делители частоты, SDR-приемопередатчики. Данные изделия разрабатывались предприятием для снижения санкционных рисков за свой счет в инициативном порядке параллельно выполнению ОКР по созданию аналогичных изделий, производство которых планировалось на иностранной технологической базе. Эта инициатива компании позволила избежать последствий ужесточения санкций.

При этом докладчик указал на ряд организационных и экономических сложностей, с которыми сталкивается предприятие. В частности, при разработке указанных радиационно-стойких микросхем институту пришлось самостоятельно и за свой счет разрабатывать библиотеки для требуемого уровня радиационной стойкости ввиду их отсутствия у отечественных фабрик. Кроме того, затраты на разработку и освоение производства (с учетом квалификационных испытаний), выполненные за собственный счет, невозможно учесть в структуре себестоимости.

Начальник НПК НТЦ-1 АО «НИИ КП» **П. А. Чубунов** представил данные по нагрузкам от воздействия электронов и протонов на различных орбитах и привел обзор конструктивных методов их снижения. На уровне аппаратуры были рассмотрены метод увеличения массовой толщины корпуса; применение специальных материалов в корпусе аппаратуры – более редкий метод в силу своей технологической сложности; оптимизация расположения элементов внутри аппаратуры; локальное экранирование. Методы, применяемые на уровне космических аппаратов, включали в себя оптимизацию расположения блоков внутри аппарата и использование специальных терморегулирующих покрытий его оболочки. На уровне ЭКБ было рассмотрено применение специальных корпусов компонентов. Также докладчик представил список основных нормативных документов «Роскосмоса» в области расчета и подтверждения соответствия требованиям по дозовым



эффектам и минимизации дозовых нагрузок конструктивными методами.

Локальной защите ЭКБ и РЭА от радиационного воздействия был посвящен доклад главного научного сотрудника ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» **С. С. Грабчикова**. В данном выступлении были приведены результаты работ, выполненных совместно с рядом компаний, по исследованию применяемых методов и разработке собственных материалов и корпусов ЭКБ с их использованием. Было отмечено, что в мире наиболее распространенным основным материалом для решения данной задачи является вольфрам. В последнее время ведутся исследования по применению других материалов, однако, по мнению докладчика, они будут уступать вольфраму по уровню защиты.

ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» совместно с АО «ТЕСТПРИБОР» был разработан материал, обладающий рядом преимуществ относительно чистого вольфрама в части обрабатываемости, согласованности по КТР с материалами, применяемыми в металло-керамических корпусах, возможности нанесения технологических слоев. Были приведены результаты расчетов и натурных испытаний, включая защитные характеристики данного материала, в том числе при воздействии ТЗЧ. В частности, сравнительные испытания показали в 13–16 раз более высокий уровень стойкости к излучению электронов при применении новых корпусов в сравнении с серийными корпусами на основе ковара.

Кроме того, докладчик рассказал, какие сведения необходимо получить от производителя ЭКБ, чтобы разработать конструкцию корпуса для защиты его изделия с помощью нового материала, а также указал на необходимость поддержки со стороны государства для широкого внедрения новой технологии.

О новых разработках в области радиационно-стойких источников питания рассказал в своем докладе представитель ЗАО «РЕОМ».

Помимо темы радиационной стойкости, ряд докладов мероприятия был посвящен продукции и технологическим возможностям предприятий. Так, **Ю. А. Альшевский**, и.о. директора филиала НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «Интеграл», рассказал об уже выпускаемых и разрабатываемых предприятием ИС для силовой электроники, интерфейсных ИС, операционных усилителях, АЦП, ПЗУ с электрическим программированием, ИС стабилизаторов напряжения, датчиках температуры, дискретных компонентах и др. Также докладчик рассказал о ведущейся на предприятии модернизации производства, результатом которой станет освоение техпроцесса БиКДМОП 0,35 мкм на пластинах 200 мм, ориентированного в первую очередь на изготовление ИС управления питанием, КМОП 0,35 мкм с опцией EEPROM и БиКДМОП 0,6 мкм на пластинах 150 мм.

**М. В. Гладких**, начальник маркетингового отдела ООО «ИПК «Электрон-Маш», привел характеристики ряда СВЧ-компонентов разработки компании, которые могут найти применение в космической технике. Среди упомянутых в докладе изделий были малопотребляющие целочисленные синтезаторы частоты со встроенным генератором для диапазона частот от 0,8 до 1,6 ГГц; ГУН – до 5,3 ГГц; высоколинейные СВЧ-смесители; ряд усилителей мощности, включая изделия со встроенным фазовращателем, монолитные усилители с выходной непрерывной мощностью до 70 и 100 Вт для S-, C- и X-диапазонов и др.; нитрид-галлиевый коммутатор, работающий в диапазоне 0,5–6 ГГц. Кроме того, докладчик рассказал о разработанных предприятием лабораторных СВЧ-усилителях мощности с выходной мощностью до 80 Вт и диапазоном частот до 18 ГГц, которые на момент проведения мероприятия проходили процедуру внесения в Госреестр СИ, а также о пассивных аттенюаторах, находящихся на разных стадиях разработки.

**А. Е. Козюков**, заместитель технического директора АО «ЭНПО СПЭЛС», представил доклад о деятельности компании в области разработки ЭКБ и РЭА, контрольного, испытательного и технологического оборудования и ПО, средств защиты информации. В частности, прозвучала информация о контрактной разработке





аналоговых, цифровых и гибридных тестеров, выполняемой на базе центра автоматизации измерений «Приборотек» – структурного подразделения АО «ЭНПО СПЭЛС». Также в качестве примеров разрабатываемого оборудования были приведены высоковольтные источники питания, генераторы одиночных импульсов напряжения, лазерные и рентгеновские установки различного назначения, включая исследование радиационных эффектов и коррекцию топологии кристаллов. Отдельно докладчик остановился на возможностях компании по разработке специализированной оснастки для тестирования в том числе сложных цифровых ИС и СВЧ-изделий в диапазоне частот до 40 ГГц. Для автоматизации контроля и испытаний АО «ЭНПО СПЭЛС» создано ПО для управления оборудованием.

Помимо этого, докладчик сообщил, что компанией осуществляется подготовка инженеров-испытателей и проводятся курсы повышения их квалификации.

Заместитель генерального директора по производству ООО «Остек-Электро» **А. С. Шейхо** поделился новостями в области создания вакуумной термоэлектрической платформы для тестирования ЭКБ и рассказал о других разработках компании, таких как микроомметр, серия источников-измерителей, шасси для автоматизации измерений, LC-измеритель, измеритель поверхностного сопротивления пластин.

Представитель АО «Российские космические системы», заместитель начальника отдела **Е. П. Миничева** рассказала о мерах, предпринимаемых для обеспечения сроков комплектования аппаратуры изделиями ЭКБ, в том числе с учетом возможного роста потребности в будущем.

Отдельно стоит отметить вызвавший большой интерес аудитории доклад коммерческого директора АО «ПКК Миландр» **Т. Л. Лысенко**, в котором она рассказала о планах производства продукции компании, сообщила о том, какие позиции продолжают выпускаться, какие будут заменяться другими изделиями, а какие планируется снять с производства, при этом порекомендовав варианты замены из собственной линейки АО «ПКК Миландр» либо из номенклатуры ЭКБ, выпускаемой другими отечественными предприятиями.

Несколько особняком стоял доклад **А. Ю. Никифорова**, заместителя директора Центра экстремальной прикладной электроники НИЯУ МИФИ, который продолжил тему доверенности ЭКБ и РЭА, поднятую им на прошлогодней конференции «ЭКБ». Докладчик познакомил аудиторию с рядом событий, произошедших за год, в том числе о создании Росстандартом в декабре 2022 года технического комитета по стандартизации «Программно-аппаратные комплексы для критической информационной инфраструктуры и программное обеспечение для них» (ТК 167). В середине февраля текущего года в рамках ТК была образована рабочая группа «Доверенные интегральные схемы» (РГ «ДИС»), которой в соответствии с Программой национальной стандартизации на 2023 год был разработан проект предварительного национального стандарта «Инфраструктура критическая информационная. Доверенные интегральные микросхемы и электронные модули. Общие положения».

Проведение следующей Всероссийской научно-технической конференции «ЭКБ-2024» планируется в 3 квартале следующего года.