

УДК 001+621.372

К. т. н. Э. Н. ГЛУШЕЧЕНКО, к. т. н. В. М. ЧМИЛЬ

Украина, г. Киев, НПП «Сатурн»

E-mail: chmil@nbi.com.ua, gen-nto@ukr.net

ВСЕГДА НА ПЕРЕДОВЫХ РУБЕЖАХ СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКИ (к 50-летию НИИ «Сатурн»)

Статья посвящена Научно-производственному предприятию «Сатурн» — от момента создания до сегодняшних дней. Описаны определяющие этапы его развития и научно-технические результаты, достигнутые коллективом на протяжении 50-летней истории предприятия.

Ключевые слова: НПП «Сатурн», СВЧ-устройства, системы спутниковой связи, арсенид-галлиевые радиоэлементы.

50 лет тому назад в марте 1968 года в соответствии с Распоряжением Совета Министров СССР и приказами Министра электронной промышленности СССР в Киеве был создан научно-исследовательский институт криогенной электроники (НИИ КЭ).

В 1960-е годы возникла острая необходимость в разработке сверхчувствительных (малощумящих) приемо-усилительных систем и устройств СВЧ-диапазона, наиболее пригодных для решения задач дальней космической связи, телевизионного вещания через искусственные спутники Земли, радиоастрономии и новейших видов систем вооружения. Тогда же были выявлены и изучены эффекты при глубоком (криогенном) охлаждении твердых тел, обеспечивающие возможность разработки криоэлектронных приемоусилительных систем СВЧ-диапазона с существенно уменьшенными собственными шумами. Именно эти факторы и предопределили необходимость создания научно-исследовательского института, специализирующегося на криогенной электронике.

Официальным днем рождения НИИ КЭ принято считать 25 июня 1968 года, когда к выполнению обязанностей директора приступил Владимир Николаевич Алфеев.

Основным направлением работ НИИ КЭ были определены разработка и организация производства сверхчувствительных (малощумящих) систем и устройств СВЧ-диапазона, не уступающих по своим параметрам зарубежным аналогам или же превосходящих их за счет использования глубокого, криогенного охлаждения.

С этой задачей молодой (и в основном молодежный) коллектив НИИ КЭ успешно справился — уже в 1969 году выполнил пятнадцать уникальных разработок: две ОКР, одну поисковую НИР и двенадцать НИР. При этом сотрудники еще и активно участвовали в строительстве производственных корпусов института.

Подобный результат был следствием правильно выбранной кадровой политики администрации — вместе с приглашенными из разных научных центров СССР опытными специалистами разработки выполняли вчерашние выпускники ведущих вузов: Киевского и Харьковского государственных университетов, ХНУРЭ, КПИ и других. Важнейшим фактором оказалось также активное взаимодействие с известными научными коллективами страны, в первую очередь ИРЭ АН УССР, ИК АН УССР, ФТИНТ (Харьков), НИИ МД (Ленинград) и многие другие. Именно такой симбиоз и обеспечил успешное выполнение задач, поставленных перед коллективом института при его создании.

Следует отметить, что за прошедшие 50 лет наименование института претерпело ряд изменений (НИИ КЭ — НИИ «Сатурн» — НПО «Сатурн» — ОАО «НПП «Сатурн» — ПАО «НПП «Сатурн» — ЧАО «НПП «Сатурн»), но это был все тот же «Сатурн». Не менялись и стоящие перед «Сатурном» задачи, главной из которых было оставаться на передовых рубежах современной СВЧ-электроники.

Такому состоянию в немалой степени способствовало исключительно плодотворное многолетнее сотрудничество и взаимодействие с факультетом электроники НГУУ «КПИ» имени

Игоря Сикорского. Олицетворением и наиболее активным организатором этого процесса был и остается доцент Николай Николаевич Кобак — ряд его подопечных до сих пор трудятся на «Сатурне» (например, директор дочернего предприятия Н. Н. Бердар, начальник НИЛ П. А. Яцык). Принципиальным в сложившемся сотрудничестве было то, что знакомство студентов с современными электронными технологиями начиналось еще на третьем курсе во время ознакомительной практики, а заканчивалось в большинстве случаев защитой диплома по тематике работ «Сатурна». Соответственно, «Сатурн» постоянно пополнялся подготовленными квалифицированными специалистами.

Общеизвестно, что практически невозможно создать современную радиоэлектронную аппаратуру на базе серийных компонентов, не превосходящих по своим характеристикам массово используемые. Поэтому на «Сатурне», который в 1974 году возглавил Л. Г. Гассанов, стало правилом: для достижения заданных улучшенных характеристик разрабатываемой современной аппаратуры необходимо организовывать и развивать новые научные направления и технологии.

За все годы на «Сатурне» было создано и развито около 30 новых научных направлений и технологий. Не все они стратегически влияли на уровень и качество разработок предприятия, но на самых значимых имеет смысл остановиться.

Самыми первыми были созданы лаборатории по разработке и внедрению в изделия «Сатурна» смесительных и параметрических диодов, а затем и диодных матриц. Без этих компонентов, заменявших серийные покупные изделия, было невозможно создать современное поколение параметрических усилителей — самых высококачественных СВЧ-устройств в 1960—70-х годах. Это направление постоянно развивалось, и уже в XXI веке был создан смесительный (детекторный) диод для 3-мм диапазона частот с емкостью 0,4 фФ.

После приобретения технологического оборудования для диодных технологий было принято решение дополнить технологическую базу оборудованием для создания малошумящих СВЧ полевых транзисторов. В конечном итоге эта работа привела к революционному результату — замене трудоемких в изготовлении параметрических усилителей транзисторными без ухудшения характеристик устройств. При этом был реализован полный технологический комплекс для работы с полупроводниковыми материалами группы A_3B_5 с блоком прецизионной электронной

литографии, позволяющим создавать топологию с точностью не хуже 0,15 мкм. Подобный технологический комплекс на то время имелся еще всего в пяти странах мира.

В настоящее время трудно себе представить существование СВЧ-радиоэлектронных систем без диэлектроники — различных видов диэлектрических резонаторов, которые применяются для селекции сигналов, стабилизации частоты СВЧ-устройств и снижения их массогабаритов. Такому развитию в 1970-е годы СВЧ-диэлектроника обязана энтузиазму и активной пропагандистской деятельности сотрудников «Сатурна», которые выполнили исследование СВЧ диэлектрических резонаторов и разработку конструктивно-технологических принципов их применения для создания нового класса твердотельных приборов и устройств СВЧ. Эта их научно-практическая деятельность была удостоена Государственной премии Украины в области науки и техники.

В 70-е годы прошлого века главным информационным источником для населения стало телевизионное вещание через искусственные спутники связи (ИСЗ). Для реализации бытового телевидения в труднодоступных районах «Сатурном» была разработана малогабаритная приемная станция спутникового телевидения для диапазона 4 ГГц «Электроника-связь СТВ-4М», выполненная с применением собственных транзисторов, диодов и диэлектрических резонаторов.

В 1975 году во время спецоперации в Иране армия США убедительно доказала преимущества и целесообразность применения мобильных систем связи через ИСЗ, поэтому начатая в 1977 году на «Сатурне» разработка цифровой спутниковой мобильной системы телекоммуникации и связи СКС «Электроника-001» была вполне прогнозируемой. Однако, в отличие от американского одноканального аналога, эта система была семиканальной, и в ней был реализован целый ряд принципиальных новейших решений: компактный транзисторный усилитель мощности передатчика, двухуровневая фазовая манипуляция на несущей частоте (т. е., еще 40 лет назад была обеспечена скорость передачи не менее 512 Кбит), фильтр на ПАВ на германате висмута, сжимающий информационный сигнал с базой 31. Именно эти отличия обеспечивали работу системы с кодированным и сжатым в 1000 раз информационным сигналом, т. е. конфиденциальный режим связи на уровне ниже шумов.

Важнейшим научно-практическим направлением «Сатурна» является обеспечение наземной

инфраструктуры космической отрасли — радиоастрономия с радиометрией. Разработанными на «Сатурне» криоэлектронными радиометрическими системами с превышающими зарубежные аналоги параметрами оснащены все радиотелескопы СССР, включая РАТАН (Зеленчук), РТ-22 (Симеиз) и РТ-70 (Евпатория). Качество и надежность изделий «Сатурна» предопределили успех дальней космической связи при реализации таких глобальных проектов, как «Венера-15», «Венера-16» и «Вега» (международный проект «Венера — комета Галлея»).

Еще одним успешным направлением практической деятельности «Сатурна» является создание медико-биологической аппаратуры. Это в первую очередь система информационно-волновой терапии миллиметрового диапазона «Электроника КВЧ» и изделие для профилактики желудочно-кишечного тракта «Струмок». А система «Криоэлектроника-2» для криохирургии и гинекологии до настоящего времени применяется как в отечественных, так и в зарубежных клиниках. Во многих животноводческих хозяйствах успешно использовалась аппаратура криостатирования для долгосрочного хранения биологических материалов.

Успешное, своевременное и качественное выполнение заданий по созданию и производству современных радиоэлектронных систем устройств было по достоинству отмечено руководством страны. В 1986 году за разработку и организацию производства изделий специального назначения «Сатурн» был награжден орденом Трудового Красного Знамени. Были отмечены наградами и многие сотрудники предприятия — 66 человек награждены орденами, а 68 — медалями.

Научно-практическая деятельность «Сатурна» также не осталась без внимания: его сотрудники в составе шести коллективов ученых были удостоены Государственной премии СССР, а также в составе девяти научных коллективов — Государственной премии Украины.

В процессе выполнения производственных заданий сотрудниками проводились серьезные научные исследования, по результатам которых были оформлены и успешно защищены докторские диссертации Л. Г. Гассановым, В. И. Поповым, Б. В. Ткачуком, К. С. Сундучковым и А. И. Семенко. Кроме того, более 50 сотрудников «Сатурна» защитили кандидатские диссертации.

Развал СССР отразился на работе «Сатурна» как в экономическом, так и в организацион-

ном плане, и с 1991 года бремя руководства «Сатурном» взял на себя В. М. Чмиль. Были нарушены многолетние производственные связи, сузился круг потенциальных заказчиков. Произошло переподчинение «Сатурна» украинскому ведомству, ответственному за электронную и специальную тематику.

В тот же период времени «Сатурн» был преобразован в акционерное общество. Претерпела изменения и структура «Сатурна» — организованы дочерние предприятия (ПНДП «ЭлисаТ», ПНДП «Сатмаш»), научно-исследовательский центр (НИЦ), производственная служба, служба контроля и качества и другие. Однако это практически не отразилось на развитии основного направления деятельности предприятия.

В связи с уменьшением потребности в странах СНГ в изделиях СВЧ-электроники «Сатурн» переориентировался на рынки Китая и Ирана. Менее успешным, к большому сожалению, оказалось внедрение в рынки Европы и Америки. Хотя следует отметить, что имели место поставки в США отдельных СВЧ-устройств для их космического агентства НАСА.

В интересах ряда китайских предприятий была проведена разработка комплекта приемопередающих устройств Ку- и Ка-диапазонов для станций спутниковой связи (входной конвертор, приемник, усилитель мощности), комплект входных устройств для станций тропосферной связи. Особо следует отметить разработку приемного устройства и комплекса в целом для контроля наличия предметов под одеждой человека в интересах таможенных служб и служб по борьбе с международным терроризмом, а также целый ряд других изделий. Все упомянутые изделия были освоены при непосредственном участии специалистов «Сатурна» в процессе производстве на предприятиях Китая.

В Иран по заказу их комитета по радио и телевидению было поставлено более 30 комплектов переносных репортажных радиорелейных станций.

Не прекращалось, хотя и уменьшилось в объемах, сотрудничество со странами СНГ. Так, например, для Российской Федерации в рамках международной программы «Радиоастрон» (вывод на орбиту радиотелескопа) радиотелескопы в Светлом, Бадарах и Зеленчуке были дооснащены входными сверхмалощумящими усилительными устройствами, которые успешно эксплуатируются до сих пор. Следует также отметить участие «Сатурна» в создании сети новых радиотелескопов РФ в рамках международной

программы VLBI, где нашим предприятием был разработан и поставлен трехдиапазонный (S-, Ku- и Ka-диапазонов) приемный коиплекс.

Также для предприятий РФ «Сатурн» разработал и внедрил в производство приемопередатчики миллиметрового диапазона длин волн для радиолокационных станций берегового обзора.

За цикл работ в интересах РФ В. М. Чмиль награжден Орденом Дружбы РФ.

И в других странах СНГ, например в Казахстане и Туркмении, успешно эксплуатируются СВЧ-устройства, созданные «Сатурном» по заказу их национальных комитетов по радио и телевидению.

Не прекращалось сотрудничество «Сатурна» с предприятиями и организациями Украины — в первую очередь с Государственным космическим агентством (ГКА) Украины. Так в 2012–2013 годах были модернизированы приемные устройства антенного комплекса радиотелескопа РТ-70 в Евпатории. Проводились работы по переоснащению приемными устройствами центров по управлению и наблюдению за космическими объектами в Дунаевцах и Евпатории. Сегодня насущной задачей является переоснащение антенных комплексов в Золочеве Львовской области с целью вхождения ГКА Украины в качестве участника в различные программы Европейского Космического Агентства.

Структурными подразделениями «Сатурна» выполнялись и другие важные работы. Так, например, дочернее предприятие «ЭлисаТ» в последние годы активно занималось разработкой и изготовлением аппаратуры для цифровых тропосферных радиорелейных станций (ЦТРС), формировательно-приемной аппаратуры радиолокационных станций (РЛС) и аппаратуры для систем радиоразведки. За период с 2007 до 2012 года предприятием была разработана, изготовлена и поставлена аппаратура для ЦТРС Р-417 МУ и ЦТРС Р-423-1М, в состав которой входило приемопередающее оборудование, аппаратура управления и контроля, модемное оборудование и малошумящие усилители.

Высокая чувствительность разработанной аппаратуры ЦТРС (соотношение сигнал/шум составляет минус 7 дБ на скорости 512 Кбит/с; минус 3 дБ на скорости 1024 Кбит/с; 0 дБ на скорости 2048 Кбит/с) позволяет строить линии связи длиной более 200 км. Все модернизи-

рованные ЦТРС активно эксплуатировались в зоне проведения АТО.

Работы по модернизации РЛС проводились в двух направлениях:

- разработка и изготовление приемной аппаратуры для некогерентных РЛС с использованием штатных импульсных передатчиков;
- разработка и изготовление формировательно-приемной аппаратуры для когерентных РЛС с использованием твердотельных передатчиков.

Приемная аппаратура была разработана и поставлена для некогерентных РЛС П-14 и П-18, а формировательно-приемная аппаратура — для когерентных РЛС П-18.

Модернизированные когерентные станции П-18, обеспечивая подавление активных и пассивных потерь, позволяют обнаруживать и сопровождать воздушные цели на расстояниях более 400 км, что превышает дальность аналогичных станций других производителей.

Во многих станциях радиоразведки и радиомониторинга общегражданского и специального назначения, используемых потребителями Украины, а также за рубежом, применяются входные устройства, разработанные и изготовленные ПНДП «ЭлисаТ». Такие устройства позволяют проводить пеленгацию радиоизлучающих устройств, снимать информацию со спутниковых и радиорелейных систем связи для последующего ее декодирования.

Подразделения «Сатурна» также проводят поставки СВЧ-комплектующих и оказывают различные услуги (например, нанесение гальванопокрытий и полный цикл испытаний аппаратуры) практически всем предприятиям Украины, работающим в области создания радиоэлектронных устройств.

Как «Сатурн» в целом, так и отдельные его сотрудники за выполнение работ по государственным программам награждены грамотами и именными наградами Верховной Рады Украины, грамотами Кабинета Министров и Государственного космического агентства Украины, а Чмиль В.М. в составе научного коллектива удостоен звания Лауреата Государственной премии Украины в области науки и техники.

Изделия «Сатурна» попрежнему конкурентоспособны и не уступают уровню зарубежных аналогов, а само предприятие, как и прежде, остается среди лидеров отечественной СВЧ-электроники.