



## ОБ ОДНОМ ПОЛУЗАБЫТОМ СОБЫТИИ (К ПЯТИДЕСЯТИЛЕТИЮ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ)

**В журнале "ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ", 2008, №5 была опубликована статья Б.М.Малашевича "Первые отечественные интегральные схемы. 50-летию официальной даты посвящается". В центре внимания автора были отечественные первопроходцы, создавшие образцы "твердых схем" осенью 1962 года на Рижском заводе полупроводниковых приборов, после чего был налажен их серийный выпуск. Сама работа и изложенные в ней факты вызывают уважение. Однако фраза "В СССР никто ничего подобного не делал, а о работе Д.Килби и Р.Нойса никакой информации на РЗПП не было" не совсем точна. По крайней мере, это утверждение опровергают работы по микроэлектронике, которые велись в Таганрогском радиотехническом институте в 1958–1962 годах.**

Таганрогский радиотехнический институт (ТРТИ) был организован в 1952 году одновременно с Рязанским и Минским радиотехническими институтами. Это связано с быстрым ростом радиоиндустрии в послевоенные годы и возникшим дефицитом специалистов. Для радиопромышленности в тот период было характерно экстенсивное развитие. Конструктивно-технологическая реализация новых достаточно сложных технических средств (армейская аппаратура, массовое телевидение, только что появившиеся ЭВМ) базировалась на традиционных консервативных решениях, плохо приспособленных для массового производства (дискретная элементная база, конструкция с общим шасси, навесной и жгутовый проволочный монтаж, ручное проектирование). Требовались и назревали революционные изменения в подходе к конструкторским и технологическим решениям, которые позволили бы преодолеть "тиранию количеств" и связанные с ней проблемы повышения надежности, уменьшения габаритов, массы и энергопотребления, а главное – добиться экономичности при массовом производстве. Поиск путей преодоления этих проблем шел во всех странах мира с развитой радиоиндустрией.

Е. Механцев, к.т.н., профессор  
kes@fep.tti.sfedu.ru

Весной 1958 года в ТРТИ на должность заведующего кафедрой конструирования и производства РЭА (КиПРА) был избран Л.Н.Колесов (рис.1), сменивший на этом посту организатора и первого руководителя кафедры Н.К.Иванова-Есиповича. Окончив аспирантуру ЛЭТИ, Л.Н.Колесов в 1954 году защитил кандидатскую диссертацию. В одном из Ленинградских НИИ он пытался организовать работы по миниатюризации аппаратуры на основе полупроводниковой техники, но не получил поддержки. Перебраться в Таганрог ему порекомендовал Н.К.Иванов-Есипович, с которым он был знаком по аспирантуре. Л.Н.Колесов прибыл в ТРТИ с твердым намерением реализовать свои идеи в вузе, еще не обремененном традициями, с помощью молодежного коллектива кафедры. Он понимал проблемы, стоящие перед конструкторами и технологами РЭА и знал об обсуждавшихся на Западе путях их преодоления и попытках найти приемлемые решения.

Сохранился уникальный документ, который Л.Н.Колесов представил весной 1958 года коллективу кафедры. Это – "Проект направления" исследовательских работ, содержащий формулировку целей, постановку задачи (со ссылками на некоторые известные к тому времени подходы, в частности на работы в Малверне, Великобритания), формулировки конкретных тем, предназначенных для персонального выбора сотрудниками. Общий смысл документа в современных терминах оценивается однозначно: это предложение направления работ по микроэлектронике.

В первую очередь необходимо было создать минимальные условия для начала работ. Читая сейчас материалы о первых попытках создать прототипы интегральных схем за рубежом и в СССР, нетрудно убедиться в том, что все они предпринимались в условиях полупроводникового производства или лабораторных исследований в этой области. Всегда имелась какая-то инфраструктура по изготовлению транзисторов, включая оборудование, материалы и некоторый опыт участников. В ТРТИ ничего подобного не было, как говорится – первым было слово.

Л.Н.Колесову удалось добиться совместного решения Минвуза РФ и Ростовского Совнархоза об организации



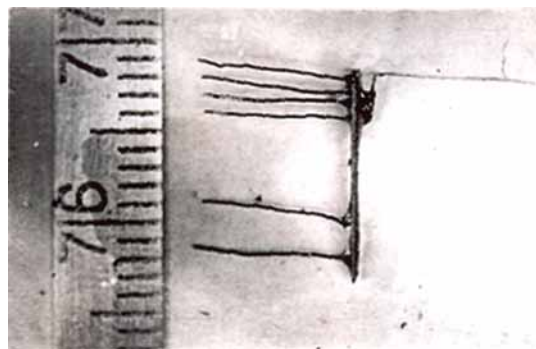
**Рис. 1. Л. Н. Колесов**

в ТРТИ отраслевой научно-исследовательской лаборатории (ОНИЛ) с задачей разработки методов создания малогабаритной радиоаппаратуры. Совместный приказ ведомств вышел 24 декабря 1958 года. Совнархоз выделил для этих целей лимит на 12 штатных сотрудников и помог с оборудованием, институт предоставил полуподвальное помещение в еще не достроенном учебном корпусе. Условия договора предусматривали работу двух третей сотрудников ОНИЛ по заказам предприятий Совнархоза. Это были работы по освоению изделий из ферритов, по разработке схем на транзисторах с применением печатного монтажа – для тех лет вполне актуальная проблематика. Тематику работы оставшейся трети сотрудников кафедры определяла сама. В соответствии с этим решением с 1959 года в ОНИЛ были сформированы и начали работу три сектора: ферритов, полупроводниковых печатных схем и "твердых схем". В их штат вошли лучшие дипломники и выпускники института, возглавили работу секторов преподаватели кафедры, а участвовали практически все сотрудники кафедры.

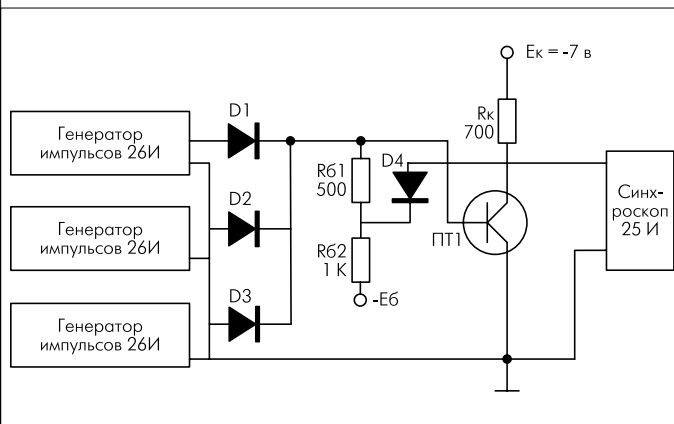
Остановимся на работе сектора "твердых схем", хотя в первые годы коллектив кафедры и ОНИЛ представляли по сути единое целое. Сектор возглавил и.о. доцента кафедры В.Г.Адамчук, его "правой рукой" был талантливый инженер П.Е.Фомичев. В качестве первого объекта для возможной реализации методом "твердых схем" была выбрана ячейка диодно-транзисторной логики на германии, выполненная методом сплавления индиевых (образующих р-р-переход) и оловянных (омические контакты) электродов. Конструктивно она напоминала ячейку генератора, предложенного Д.Килби. На этой ячейке можно было реализовать и другие функциональные узлы.

Выбор ближайшей цели определил и круг подготовительных работ. Большой удачей было приобретение на Таганрогском заводе электротермического оборудования (ТЗЭТО) печи для изготовления германиевых диодов сплавным методом. Печь имела элементы автоматики для поддержания температуры и перемещения нагретой зоны и комплектовалась химическим генератором водорода. Оборудование для первичной обработки германия (резка, шлифовка, полировка), как и кассеты из графита для размещения образцов, поступающих в печь, сделали сами сотрудники. Много хлопот доставило получение воды требуемого качества. Но главной проблемой был собственно германий. Подходящий по параметрам слиток удалось достать в Москве, опираясь на традиционную для вуза методику "в порядке оказания технической помощи" и с некоторой долей приключений. На подготовку условий для проведения первых опытов ушел 1959 год, первые практические результаты были получены в 1960-м.

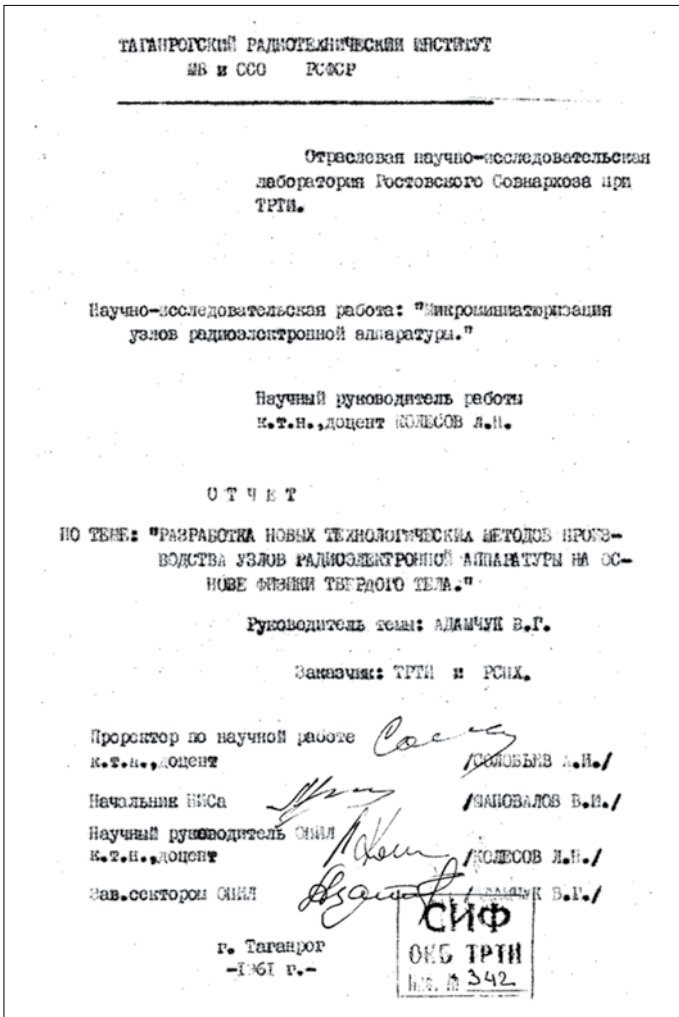
Исследование полученных структур (рис.2, 3) уже не представляло сложностей для радистов, имевших минимальную аппаратуру. Результаты были оформлены в отчете по теме: "Разработка новых технологических методов производства узлов радиоэлектронной аппаратуры на основе физики твердого тела", подготовленного в 1961 году



**Рис.2. Кристалл готовой "твердой схемы" (без нагрузочного сопротивления)**



**Рис.3. . Электрическая схема "твердой схемы" (элемент диодно-транзисторной логики)**



**Рис.4. Титульный лист заключительного отчета по созданию "твердой схемы" 1961 года**

(рис.4). В связи с плохим качеством сохранившегося оригинала отчета, приведенные в тексте настоящей статьи копии рисунков частично восстановлены без ущерба для их содержания.

Единственный факт, на который хотелось бы обратить внимание, это то, что кроме принципиального подтверждения работоспособности полученного функционального узла, уже тогда проверялась возможность предотвращения перехода выходного транзистора в режим насыщения за счет введения обратной связи (что отчетливо видно на эюрах, рис.5). То есть проверялось то, что со временем стало выполняться с помощью барьера Шоттки.

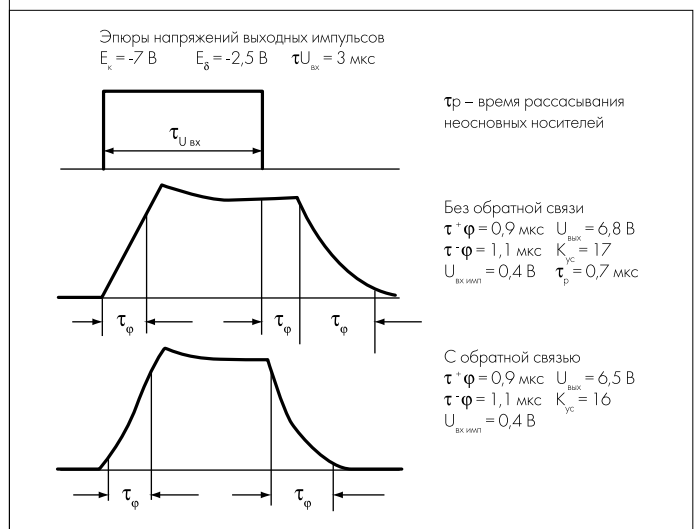
Таким образом, к 1961 году в ОНИЛ ТРТИ была создана первая в стране функционирующая "твердая схема" на германии. Непосредственно этой работой руководил В.Г.Адамчук. Кроме коллектива сектора "твердых схем" ОНИЛ, созданию первой действующей микросхемы в России прямо или косвенно способствовал весь коллектив кафедры КиПРА и ОНИЛ, возглавляемый Л.Н.Колесовым, по инициативе которого и был выполнен весь комплекс работ. К сожалению, в условиях вуза организовать производство

подобных изделий не представилось возможным, но резонанс среди научной общественности, и не только вузовской, это событие вызвало немалый.

Практически сразу после получения первых результатов, а именно в марте 1962 года, в ТРТИ была проведена первая межвузовская научно-техническая конференция по миниатюризации радиоэлектронной радиоаппаратуры под эгидой Минвузов СССР и РСФСР и НТОРиЭ имени А.С.Попова. Сообщение об итогах этой конференции было опубликовано в четвертом выпуске журнала "Известия ВУЗов. Радиотехника" за 1962 год. В работе конференции приняли участие 530 представителей вузов, научно-исследовательских институтов и предприятий, было заслушано 60 докладов и сообщений, в том числе доклады Л.Н.Колесова и В.Г.Адамчука, раскрывавшие конкретное содержание проводимой в институте работы и ее результаты. Осенью 1962 года ТРТИ утвердили головным институтом в системе вузов по направлению "Создание микроэлектронной аппаратуры высокой надежности и автоматизация ее производства". Одновременно Минвузом был создан совет по координации работ в этой области во главе с Л.Н.Колесовым. В совет, в частности, вошли И.П.Степаненко (МИФИ), К.В.Шалимова (МЭИ), В.Н.Дулин (МАИ), Ю.П.Ермолаев (КАИ), П.В.Павлов (ГГУ) и другие представители вузов.

Наконец, приказом Минвуза от 24 сентября 1962 года в ТРТИ была организована первая в институте проблемная лаборатория по микроэлектронике с численностью госбюджетных сотрудников более 100 человек и соответствующим финансированием.

Все эти факты свидетельствовали о признании научной общественностью актуальности проделанной работы, а также о ее достойном уровне. Это позволило расширить и углубить тематику проводимых исследований. В дальнейшем исследования по полупроводниковым ИС в основ-



**Рис.5. Эюры напряжений на входе и выходе "твердой схемы"**



ном развивались в теоретическом плане (исследование тепловых режимов ИС, их паразитных связей, разработка методик расчета и проектирования, исследования по специальным вопросам технологии). Но, идя навстречу требованиям авторитетных заказчиков, которых не могла удовлетворить только зарождающаяся микроэлектронная промышленность, в институте с 1962 года широко развернулись работы по созданию гибридных ИС частного назначения на основе пленочной технологии. Наряду с решением вопросов проектирования таких схем было организовано опытное производство изделий с приемкой представителями заказчика.

Таким образом, начатые в ТРТИ в 1958 году по инициативе и под руководством Л.Н.Колесова работы по микроэлектронике позволили создать в 1960–1961 году первую в стране действующую "твердую схему". Этот факт способствовал разворачиванию исследований в этом направлении как в вузах, так и в промышленности страны. Эта работа послужила основой для создания в ТРТИ научной школы микроэлектроники, сохранившейся до сих пор, способствовала становлению вуза, позволила не только улучшить обучение студентов, но и организовать подготовку кадров высшей квалификации в этой области, создать первые отечественные учебники по микроэлектронике. ○



**На 76 году ушел из жизни Александр Анатольевич Васенков.** Александр Анатольевич родился 10 мая 1934 года в Москве, в 1958 году закончил МИФИ, в 1970 году защитил кандидатскую диссертацию по расчету и оптимизации параметров интегральных схем.

За время трудовой деятельности А.А.Васенков прошел путь от инженера до заместителя директора по науке – главного инженера, исполнял обязанности генерального директора НПО "Научный центр". С 1981 по 1987 годы – директор НИИ физических проблем им. Ф.В.Лукина.

Научный стаж Васенкова А.А. более 40 лет, им опубликовано около 200 трудов, в том числе пять монографий. Сфера его научных и научно-организационных интересов была необычайно широкой. Александр Анатольевич читал лекции в МФТИ, МИЭТ, был главным редактором и членом редколлегий ряда периодических изданий: сборников "Микроэлектроника" и "Микроэлектроника и полу-

## НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



**Справочник инженера-схемотехника**  
Корис Р., Шмидт-Вальтер Х.

Москва:  
Техносфера, 2008. – 608с.  
ISBN 978-5-94836-164-2

Удобный, компактный и достаточно полный источник информации по электротехнике и электронике, основам расчета цепей постоянного и переменного тока, закономерностям электрических и магнитных полей, принципам измерения основных электрических величин, аналоговой и цифровой схемотехнике, силовым электрическим компонентам. Большое количество иллюстраций упрощают поиск необходимой информации.

Книга адресована студентам, инженерам, разработчикам электронной аппаратуры и измерительных систем. Справочник переведен на несколько языков, в Германии переиздавался шесть раз. Без сомнения, он будет популярен и в России.

### Как заказать наши книги?

По почте: **125319 Москва, а/я 594.**

По тел./факсу: **(495) 956-3346, 234-0110.**

E-mail: **knigi@technosphera.ru; sales@technosphera.ru.**

проводниковые приборы", журналов "Электронная промышленность", "Электронная техника"; членом Комитета по присуждению Ленинских и Государственных премий, премий Совета Министров СССР.

За достижения в развитии отечественной микроэлектроники и спецтехники Васенков А.А. дважды удостоен Государственной премии СССР: в 1975 году за создание первой отечественной САПР, в 1987 году за создание новых приборов для спецтехники. Награжден орденами "Октябрьской революции", "Трудового Красного Знамени", "Дружбы народов", "Знаком почета", медалями, знаками "Почетный радист", "Почетный работник электронной промышленности", "Знаком почета Миноборонпрома", медалями ВДНХ.

Его отличало высокое чувство патриотизма и беззаветной преданности своему делу, ответственности и личной причастности ко всем проблемам, решаемым в стенах института.

Добрая и светлая память об Александре Анатольевиче навсегда сохранится в наших сердцах.

Выражаем глубокие и искренние соболезнования семье, родным и близким покойного.

Коллектив ФГУП "НИИФП" им. Ф.В.Лукина и редакция журнала "ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технолгоия, Бизнес".