

МАГИЧЕСКИЕ ЧИСЛА ЭЛЕКТРОНИКИ: 702, 709, 741



Известный специалист по рынку электронных компонентов **Георгий Келл** на своей авторской странице рассказывает об электронных компонентах, сыгравших ключевую роль в развитии отрасли.

Несильным преувеличением будет тезис, что начало современной микроэлектроники связано с появлением интегральных операционных усилителей (ОУ), которые явились универсальными «кирпичиками» для всей современной аналоговой электроники. Конечно, и это не подлежит сомнению, первые ИС были цифровыми — триггер, регистр, логический элемент И-НЕ... Но нужно учесть, что именно на этих простых элементах развивалась и совершенствовалась технология получения интегральных транзисторов и других элементов, требуемых в аналоговой схемотехнике.

Собственно говоря, операционные усилители в ламповом испол-

нении появились еще до Второй Мировой войны и получили широкое распространение как элемент аналоговых вычислительных машин в системах вооружения. В послевоенные годы произошел естественный переход на транзисторное исполнение, в истории которого заметную роль сыграла компания **Philbrick**, купленная позднее компанией **Teledyne**...

Но подлинный «расцвет» ОУ начался с того момента, как они были выпущены в интегральном исполнении. И общепризнанной является роль Роберта Видлара (*Robert Widlar*) как создателя первых монолитных ОУ. Вообще Боб Видлар — одна из самых заметных фигур в истории полупроводниковой электроники. Хотя он не открывал законов, славился весьма неуживчивым нравом и дружил с «зеленым змием», но ни одна книга по истории электроники XX века не обходится без раздела о Видларе. Кстати, 30 ноября Видлару исполнилось бы 70 лет, и автор очень верит, что

удастся отметить эту дату публикацией в журнале **НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ** статьи о судьбе Роберта Видлара.

Безусловно, в истории ОУ (в 2004 году база PartMiner насчитывала 12429 наименований) было немало ярких страниц, но микросхемы «бывшие первыми» запомнились всем, кто начинал свою карьеру в электронике после 25-го съезда КПСС. И было три «магических» числа — **702**, **709** и **741**. Вернее к советским электронщикам эти числа пришли закамouflированными под кодами К140УД1, К153УД1 и К140УД7. И хотя в паспортах и ТУ заводов-изготовителей (киевский «Кристалл» для крайних ИС и рижская «Альфа» для средней) указаний на прототип не было, но переведенные довольно быстро издательством «Мир» книги Хьюлсмана раскрыли тайну рождения.

Но вернемся к «отцу» двух из трех этих ОУ. Боб Видлар пришел в компанию **Fairchild** в сен-

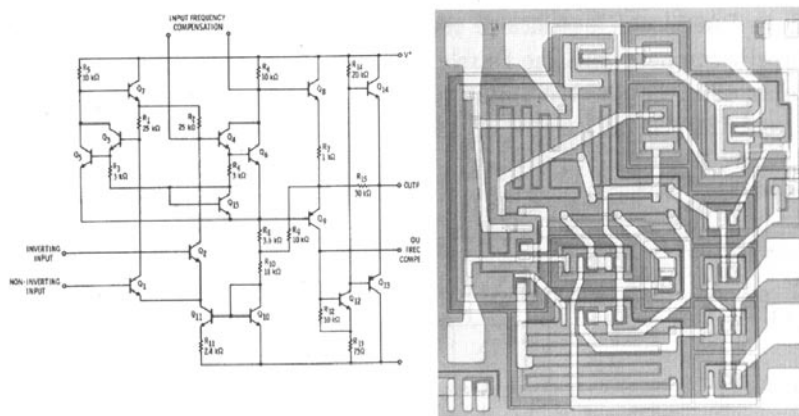


Fig. 8.25. The Fairchild Operational Amplifier $\mu\text{A} 709$ has fourteen bipolar transistors and fifteen resistors. Actual die size: $1880 \times 1880 \mu\text{m}$

тябре 1963 года, проработав до этого в нескольких компаниях и хорошо освоив транзисторную схемотехнику. Ему было 26 лет, но обладал очень большой верой в свои силы и не стеснялся эту веру демонстрировать, подчас наживая себе неприятности. Видлар поступил в группу Джона Барретта (*John Barrett*), которая уже имела опыт создания дифференциальных усилителей с использованием технологии формирования интегральных транзисторов для цифровых схем. Найдя общий язык с талантливым инженером-технологом Дэвидом Талбертом (*David V. Talbert*) и техником Минео Яматаки (*Mineo Yamatake*), Видлар смог достаточно автономно выполнять поставленные перед ним задачи и реализовать собственные идеи. Уже в самом начале Видлар сформулировал правило — не переводить в интегральное исполнение схемотехнику дискретных компонентов. Результатом стало изобретение им таких инновационных элементов интегральных аналоговых схем, как «токовое зеркало» и *bandgap* ИОН.

В октябре 1964 года компания **Fairchild** анонсировала «полностью интегральный операционный усилитель» **uA702**. Он состоял из 7-и *npn*-транзисторов, требовал внешнего конденсатора для обеспечения устойчивости и имел до смешного скромные (по нынешним временам параметры): коэффициент усиления 2800, сдвиг 2 мВ и размах выходного напряжения $\pm 5,5$ В. Разработка была выполнена инициативно Робертом Видларом, и когда руководство в лице Боба Нойса (*Robert Noyce*), потребовало подключиться к продвижению еще «сырого» по мнению автора продукта на рынок, последовал резкий отказ. На счастье в это время в отдел маркетинга **Fairchild** пришел будущий основатель компании **Maxim** Джек

Гиффорд (*Jack Gifford*), ему и было поручено наладить сотрудничество со строптивым разработчиком. Видлару было 27 лет, Гиффорду 24 года, «сухой закон» в Калифорнии был давным-давно упразднен и нет ничего удивительно, что общий язык был найден.

Компания **Fairchild** установила цену в \$50 за **uA702**, но спрос был такой, что купить его по этой цене было просто невозможно. У дистрибьюторов цена доходила до \$300, да и то при условии, что заказчик покупал в придачу нехилую партию транзисторов или диодов. Несмотря на массу недостатков, **uA702** открыл для электронщиков новую эру, и они с нетерпением ждали продолжения.

И Видлар не заставил себя ждать. В октябре 1965 года на национальной конференции по электронике Роберт Видлар анонсировал **uA709**, и спустя месяц новый ОУ завоевывал рынок. В декабре только компания **Bendix** разместила заказ на 10 тыс штук! В августе 1966 года компания стабильно продавала по 5 тыс. **uA709** еженедельно. Успех был заслуженным — этот ОУ был действительно лучшим для своего времени. Конкуренты — **Motorola** (MC1530), **RCA** (CA3015), **TI** (SN512) заметно отставали. В составе **uA709** было 14 транзисторов (2 из них *nnp*) и 15 резисторов. Несмотря на то, что **uA709** также требовался внешний конденсатор, но коэффициент усиления был увеличен в 10 раз и значительно улучшились динамические характеристики.

В декабре 1965 года Видлар и Талберт покинули **Fairchild** и продолжили свою деятельность в компании **Molectro**, которая почти сразу же «влилась» в **National Semiconductor**. Поэтому дальнейшие разработки Видлара имели префикс LM: LM101, LM102, LM108, LM109, LM111, M118. Надо сказать, что главной причи-

ной ухода Видлара из **Fairchild** была очевидная недооценка его вклада в бизнес компании — продажи ОУ составляли треть от всего объема. Недаром в заявлении об уходе он просто написал «*I want to be RICH!* — Я хочу быть БОГАТЫМ!». И своей цели — иметь к 30 годам \$1 млн. он, в итоге, достиг.

Спустя неделю после ухода из компании **Fairchild** Боба Видлара, в нее поступает молодой английский инженер Дэвид Фуллагар (*David Fullagar*). Ему было поручено модернизировать **uA709** и эта работа довольно скоро привела к созданию первого полностью скомпенсированного ОУ. **uA741** был анонсирован в мае 1968 и сразу же завоевал огромную популярность из-за своей низкой цены и удобства применения. Спустя короткое время рынок был наполнен аналогичными ОУ от других производителей, но только число **741** может быть причислено к «магическим».

Дэйв Фуллагар проработал в **Fairchild** совсем недолго, уже в 1969 году он перешел в компанию **Intersil**, а затем в 1983 году принял участие в создании компании **Maxim**. Кстати, именно компания **Maxim** установила в октябре 2004 года на своей территории памятный обелиск двум бывшим сотрудникам **Fairchild** — Роберту Видлару и Джину Хоерни, отметив тем самым их вклад в развитие интегральной аналоговой электроники. Нетрудно догадаться, что основатель и глава **Maxim's** Джек Гиффорд выразил таким образом глубокое уважение к своему другу Бобу Видлару, который ушел из жизни 27 февраля 1991 года.

Всем, кто интересуется историей электроники, очень рекомендую книгу, вышедшую в издательстве Springer в 2007 году: Во Lojek "History of Semiconductor Engineering".