



ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№5 • 1977





ЭМ-712

В номере

Роль передового опыта в повышении действенности социалистического соревнования

Опыт работы научно-производственного комплекса

Фотоэлектронные умножители для спектрозональных исследований в фотометрии

Метрологическое обеспечение производства полупроводниковых материалов

Микрофрезерование высокочастотной плазмой

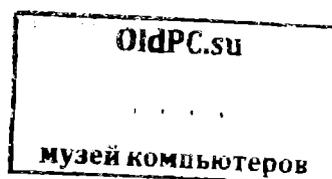
ВАЖНО ОТЖЕЛ С

ВЫПУСК
(41)



ПРОМЫШЛЕННОВА

ПРОЛЕТАРИИ ВСЕХ СТРАН, СОЕДИНЯЙТЕСЬ!



ВСЕ РЕЗЕРВЫ — НА СЛУЖБУ ПЯТИЛЕТКЕ	5
ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА	9
ИЗДЕЛИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ	23
ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬНО- ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА	49
ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА	61

• ЭЛЕКТРОНИКА •

- 3 XXX лет Великой Победы
ВСЕ РЕЗЕРВЫ НА СЛУЖБУ ПЯТИЛЕТКЕ
- 5 Роль передового опыта в повышении действенности социалистического соревнования. *Л.А. Геворкян, Е.Ф. Иванов*.
- 7 От высокого качества работы передовиков – к высокой производительности труда коллектива. *Л.Т. Барятинская*

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- 10 Опыт работы научно-производственного комплекса. *В.Н. Васильев, М.Б. Волкова, Ю.А. Корнах, Ю.В. Михайлов, Ю.С. Сергеев, О.В. Филатов*
- 14 Опыт нормативного планирования роста производительности труда в отрасли. *А.Д. Гохшанд, В.С. Зверков, Н.М. Первова*.
- 19 Нормативный учет затрат на производство на предприятиях отрасли. *П.А. Новоселов*

ИЗДЕЛИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

- 24 Лучшим изделиям – Знак качества
- 26 ИС серии 504 на полевых транзисторах с *p-n* переходом. *А.С. Познанский, Т.Р. Пскович, С.О. Сааремяэ, А.А. Саганенко, С.В. Смирнова*.
- 30 ОЗУ на дополняющих МОП-транзисторах. *В.П. Болдырев, Э.П. Калошкин, Ю.А. Кулагин, А.Г. Чернык*
- 32 Фотоэлектронные умножители для спектральных исследований в фотометрии. *Г.С. Вильдгрубе, Н.В. Дунаевская, А.Л. Захарова, М.Д. Подоксина*.
- 35 Узел катодного распыления для установок УВР–ЗМ и УВР–4. *В.А. Ведерников, Т.И. Данилина, З.А. Шандра*.
- 36 Высококачественный полевой транзистор КП 312. *В.С. Либерман, В.К. Неужин, Л.Д. Нефедова, В.В. Фурев*.
- 38 Мощные генераторные лампы для радиовещания, широкополосных средств связи и промышленных целей. *В.А. Клевцов, Ю.К. Лесиш, Р.Я. Рошин*
- 41 Интегральные схемы для устройств обнаружения ошибок в информационных каналах. *А.И. Белоус, В.П. Болдырев, Г.М. Марченко, С.Н. Рябова, Ю.И. Савотин, А.В. Ткач*
- 45 Перспективы создания дискретного видеотелефонного экрана на ионных индикаторах с сеточным управлением. *Г.Е. Махар-Диманов*.

ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

- 50 Метрологическое обеспечение производства полупроводниковых материалов. *А.П. Гундорин, Ю.Н. Кузнецов, М.А. Шевельков*
- 54 Инфракрасные методы неразрушающего контроля ИЭТ. *А.Г. Жуков*.
- 57 Фотооптическая скамья ЭМ – 543 для фотографических и визуальных испытаний оптических систем. *Л.И. Букато, М.А. Войтович, Г.В. Корбан, Б.Ф. Нисковский, В.М. Новиков*.
- 58 Комплекс универсальной телевизионной аппаратуры для дефектоскопии. *В.И. Григорьев, А.В. Кошевой, В.Е. Ситников*.

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- 62 Проблемы совершенствования технологии изготовления эпитаксиальных слоев кремния. *В.М. Бурюков, Ю.Н. Кузнецов, В.А. Тверсков, В.И. Шачнев*.
- 65 Микрофрезерование высокочастотной плазмой. *А.М. Домахина, В.М. Масловский, Л.С. Сименштейн, В.В. Чесноков*.
- 67 Использование электронно-лучевого метода для формирования защитного слоя в МДП БИС. *В.Я. Айвазов, О.Н. Копылов, О.С. Фролов*.
- 69 Стеклоуглерод и электронные приборы на его основе. *Ю.В. Зайцев, Р.Г. Прядкина, А.С. Татарчук*
- 71 Изготовление металловолоконных экранов. *В.Я. Ильичев, М.Я. Муляров, Л.А. Смирнова*.
- 73 Оборудование для высокочастотного распыления. *В.И. Логунов, В.А. Михневич, Г.Х. Сатаров*.
- 75 Графопостроители ЭМ–711 и ЭМ–712. *Ю.Г. Бутков, Е.М. Перминов, Ю.А. Рубин*
- 77 Микроплазменная сварка электродных узлов высокоинтенсивных источников света. *В.И. Донец, В.И. Лямзин, В.П. Помазков*.
- 79 Новый способ пайки керамических конденсаторов. *О.А. Дмитриева, Г.С. Танфилова*.
- 80 Переналаживаемый автомат 7309 для упаковки радиодеталей. *Г.М. Дремух, П.А. Шевцов*.
- 83 Методика определения режимов пайки элементов с ограниченным диапазоном рабочих температур. *В.Г. Ананич, А.И. Беляков, Е.А. Клецов, О.В. Якубович*

РАБОЧИМ, ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИМ РАБОТНИКАМ И СЛУЖАЩИМ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Дорогие товарищи!

Центральный Комитет Коммунистической партии Советского Союза горячо поздравляет вас с выдающимися трудовыми успехами — досрочным выполнением заданий пятилетнего плана по объему производства, производительности труда и достижением высоких технико-экономических показателей в работе.

Одержанная вами победа — это результат самоотверженного труда и творческой инициативы рабочих и инженерно-технических работников электронной промышленности, смелого внедрения в производство последних достижений научно-технического прогресса.

Достигнутые вами успехи являются следствием большой организаторской работы партийных, профсоюзных и комсомольских организаций и хозяйственных руководителей в деле повышения технического уровня производства, комплексной механизации и автоматизации технологических процессов, ускорения освоения производственных мощностей, совершенствования управления отраслью, широкого развертывания социалистического соревнования за претворение в жизнь решений XXIV съезда КПСС, за досрочное выполнение заданий девятой пятилетки.

Центральный Комитет КПСС с большим удовлетворением отмечает, что вами до конца пятилетки будет дополнительно выпущено большое количество изделий электронной техники, необходимых народному хозяйству.

Ваш пример свидетельствует о больших возможностях повышения эффективности производства, которые могут быть реализованы при широком развитии инициативы и творчества трудящихся.

Центральный Комитет Коммунистической партии Советского Союза выражает твердую уверенность в том, что рабочие, инженерно-технические работники и служащие электронной промышленности будут и впредь настойчиво бороться за повышение эффективности работы, приложат все свои силы, знания и накопленный опыт для дальнейшего увеличения выпуска, улучшения качества и надежности изделий электронной техники.

Желаем вам, дорогие товарищи, успешного выполнения принятых социалистических обязательств и новых достижений в честь XXV съезда КПСС.

Л. БРЕЖНЕВ

**Генеральный секретарь Центрального
Комитета Коммунистической партии
Советского Союза**



XXX ЛЕТ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

Прошло 30 лет с того дня, когда красное знамя, взвившееся над рейхстагом, возвестило миру о безоговорочной капитуляции гитлеровской Германии.

Война Советского Союза с фашистской Германией, а затем и милитаристской Японией была смертельной схваткой двух различных общественно-экономических формаций – социализма и капитализма, двух противоположных идеологий – пролетарской, социалистической, идеологии марксизма-ленинизма, с одной стороны, и гитлеровской буржуазной идеологии национализма, шовинизма, расизма, варварства, мракобесия – с другой.

Победа советского народа в Великой Отечественной войне по своему историческому значению не имеет себе равных во всех войнах прошлого. Навязанная нашему народу кровопролитная война явилась тяжчайшим испытанием для советского строя, суровой проверкой морально-политического единства советского народа.

Ни одна страна не испытала стольких лишений и трудностей, сколько их выпало на долю советского народа.

1418 дней войны... И каждый из них преисполнен величайшими подвигами мужества. Патриотизм советского народа был поистине беспределен. В годы Великой Отечественной войны рядом с молодыми солдатами сражались и те, кто не подлежал призыву, вместе с мужчинами с оружием в руках шли женщины. От Баренцева моря до предгорьев Кавказа ни на час не утихали ожесточенные сражения. Советские люди показали безграничную преданность своей Родине, Коммунистической партии. Защищая в кровопролитных боях Москву и Ленинград, Сталинград и Одессу, отстаивая свое Отечество, они отстаивали и свою коммунистическую идеологию. Высокие боевые и моральные качества советских воинов, превосходство советской военной науки и искусства, организаторский талант и мастерство наших военачальников обеспечили успешное решение сложнейших стратегических, оперативных и тактических задач. Красная Армия показала себя первоклассной армией нашего времени.

Огромный размах получило партизанское движение. На временно оккупированной врагом советской территории действовали тысячи партизанских отрядов и групп. Это был по существу второй фронт борьбы, наносивший большой урон противнику. Земля горела под ногами фашистов. Партизаны разрушали коммуникации, отрезая пути отступления противнику, сбрасывали с откосов эшелоны с оружием, уничтожали живую силу врага.

Усилия тех, кто сражался с оружием в руках, находили горячую поддержку тружеников тыла. Благодаря самоотверженному труду рабочих и колхозников наши вооруженные силы не испытывали недостатка в продовольствии, боевой технике, вооружении и боеприпасах. За годы войны мы произвели военной техники вдвое больше, чем гитлеровцы. Массовый трудовой героизм советских рабочих проявился уже в первые дни войны в движении двухсотников, многостаночников и совместителей профессий, в борьбе целых коллективов за досрочное выполнение заказов для фронта. Ушедших на фронт мужчин у станков сменили женщины. Население активно участвовало в возведении оборонительных сооружений. Так, в строительстве оборонительных сооружений на подступах к Москве приняли участие 600 тыс. жителей Москвы и Подмосковья. Их трудовой подвиг, слившись с подвигом воинов Красной Армии, превратил столицу нашей Родины в неприступную крепость. В оснащении армии и флота первоклассными танками, самолетами, боевыми кораблями большая роль принадлежит замечательным советским конструкторам и ученым.

Победа была завоевана дорогой ценой. Война унесла более 20 млн. жизней советских людей. Многие сотни тысяч советских людей загублены в гитлеровских лагерях смерти. Разрушены и сожжены десятки тысяч городов и сел, десятки тысяч промышленных предприятий. Такого варварства и бесчеловечности еще не знала история. Наша страна потеряла около 30% национальных богатств.

Однако ничто не сломило непреклонной воли советского народа к победе. С новой силой подтвердились слова В.И. Ленина: "Никогда не победят того народа, в котором рабочие и крестьяне в большинстве своем узнали, почувствовали и увидели, что они отстаивают свою, Советскую власть – власть трудящихся, что отстаивают то дело, победа которого им и их детям обеспечит возможность пользоваться всеми благами культуры, всеми созданиями человеческого труда".

Защищая свое социалистическое отечество, советские люди, преисполненные сознанием великой исторической миссии освободителей от фашистского ига, проявили массовый героизм и одержали полную победу над самым опасным врагом человечества. От исхода минувшей войны зависела не только судьба нашей Родины, но и будущее всего мира.

Сейчас, оценивая ход и итоги второй мировой войны сквозь призму прошедших лет, человечество все более глубоко осознает тот вклад, который внес Советский Союз в дело мира. Приняв на себя основную тяжесть битвы, советский народ спас от уничтожения мировую цивилизацию, принес мир, свободу и демократию народам многих стран, открыл новые перспективы и определил генеральное направление в развитии послевоенного мира. В результате победы над фашизмом выросли и окрепли силы социализма, ослабли позиции реакции. Как никогда упрочилось положение Советского Союза на международной арене. Теперь уже никто не смеет безнаказанно распоряжаться судьбами народов. Отныне нет международных проблем, решать которые можно было бы без участия Советского Союза.

Сегодня сама жизнь показывает, какие замечательные плоды приносит ленинская внутренняя и внешняя политика партии. Как отметил апрельский Пленум ЦК КПСС, советский народ встречает Победу над гитлеровской Германией поистине историческими достижениями в строительстве коммунистического общества и в борьбе за осуществление тех идеалов мира демократии и свободы, за которые сражались народы в великой битве против фашизма и милитаризма. Трудящиеся нашей страны добились замечательных успехов в осуществлении грандиозных планов, намеченных XXIV съездом партии. И для нас нет более важной задачи, чем еще упорнее трудиться над выполнением и перевыполнением заданий последнего года девятой пятилетки, чтобы быть достойными тех, кто, не щадя своей жизни, отстоял свободу и независимость нашей Родины, светлое будущее всего человечества.

* В.И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 38, стр. 315.

ВСЕ РЕЗЕРВЫ - НА СЛУЖБУ ПЯТИЛЕТНЕ

РОЛЬ ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА В ПОВЫШЕНИИ ДЕЙСТВЕННОСТИ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО СОРЕВНОВАНИЯ

Л.А.ГЕВОРКЯН, Е.Ф.ИВАНОВ

Определяя пути решения главной задачи девятой пятилетки, XXIV съезд КПСС поставил перед партийными, профсоюзными, комсомольскими организациями, перед всеми трудящимися страны большую задачу — усилить борьбу за ускорение темпов развития производства на основе его интенсификации, за всемерное повышение эффективности народного хозяйства.

В этой борьбе значительное место отводится социалистическому соревнованию, роль и значение которого непрерывно возрастают. Действенность соревнования на данном этапе его развития зависит от трудовой инициативы масс, от умелого обобщения и распространения передового опыта.

Широко развернулось социалистическое соревнование на предприятиях нашей отрасли. Им охвачено свыше 92% работающих. Рабочие, инженерно-технические работники и служащие отрасли активно включились в борьбу за успешное выполнение государственных планов и заданий. Усилия соревнующихся нацелены на ускорение темпов роста производительности труда, создание и освоение новой техники, а также новых видов продукции, улучшение качества выпускаемых изделий, внедрение научной организации труда, на своевременное выполнение кооперированных поставок, укрепление трудовой и общественной дисциплины, достижение намеченных объе-

мов производства без увеличения численности работающих. В ходе социалистического соревнования в отрасли родилось много ценных начинаний, широко поддержанных в коллективах.

Почины инициаторов соревнования, их передовые приемы могут получить массовое распространение только в том случае, если они направлены на повышение эффективности производства, экономически обоснованы, отвечают духу подлинного товарищеского соперничества, способствуют развитию чувства коллективизма, взаимопомощи, хозяйского отношения к труду, созданию атмосферы настойчивого творческого поиска, нетерпимости к недостаткам, росту культурного и технического уровня трудящихся.

Многие начинания новаторов производства именно в силу того, что для них характерны эти качества, приобрели широкий размах в нашей отрасли. Об этом свидетельствуют почины бригады Г.Д.Арефьевой, мастера А.В.Плехоткина, нарезчицы А.И.Безруковой, мастеров Н.И.Потаповой и О.В.Пантелеева, рабочих Н.П.Стукалина, Б.И.Полякова, В.В.Ловецкого и других.

Большую популярность, главным образом среди молодежи, завоевали конкурсы на лучшего по профессии. Цель конкурсов профессионального мастерства состоит не только в том, чтобы определить лучшего, а, главное, наглядно показать рабочим, как

именно, каким путем можно добиться высоких результатов в труде. Это отвечает указанию В.И.Ленина о необходимости гласности, сравнимости результатов и возможности практического повторения опыта.

Важной формой пропаганды являются школы передового опыта, которые успешно функционируют на многих предприятиях и в организациях отрасли. За период 1973—1974 гг. в них обучалось около 35 тыс. рабочих. Практика показала, что учеба в таких школах помогает рабочим повысить свою производительность труда, улучшить качество продукции, превращает самих слушателей школ в активных пропагандистов, распространителей передового опыта.

За последние годы в отрасли большое значение приобрели школы коммунистического труда. Они стали действенным средством пропаганды соревнования за коммунистическое отношение к труду. Ставя перед собой задачи всестороннего развития нового человека, строителя коммунистического общества, школы коммунистического труда воспитывают у рабочих, ИТР и служащих высокие профессиональные и моральные качества, их программы обучения охватывают все стороны деятельности, как производственной, так и научной, общественно-политической. Только в 1973—1974 гг. действовало более 3 тыс. таких школ. В них обучалось более 10 тыс. слушателей, многие из них завоевали звание ударников коммунистического труда, стали рационализаторами производства, ведут большую общественную работу в коллективе.

Активно способствуют пропаганде передового опыта тематические отраслевые, внутризаводские выставки, такие, как «Передовые приемы и методы труда передовиков производства», «Рационализаторы и их творчество», «Наука — производству», выставки по НОТ и другие. Посетители этих выставок могут ознакомиться с разнообразной пристендовой литературой, проспектами, научными отчетами, информационно-справочными материалами. Ведущие специалисты предприятий проводят для них специальные семинары и консультации.

Весьма распространенной формой работы по пропаганде передового производственного опыта и прогрессивной технологии стали передвижные выставки «Наука — производству». Проведение таких выставок способствует укреплению содружества науки с производством. Только за 1974 год такого рода выставки были организованы на 10 крупных предприятиях отрасли. На них было сделано около 300 докладов, дано 400 консультаций, заключено свыше 20 договоров на совместные работы по внедрению передовой технологии, что позволило получить большой экономический эффект.

Так, благодаря внедрению только одной договорной работы сэкономлено свыше 150 тыс.руб., вдвое увеличилась производительность труда на производственных участках.

Важная роль в распространении передового опыта принадлежит заводским многотиражкам, радиогазетам, плакатам и бюллетеням, издаваемым предприятиями и организациями отрасли. На их страницах систематически сообщается о ходе социалистического соревнования, о развитии его новых форм, рождении патристических починов, помещаются портреты передовиков, рассказывается о победителях социалистического соревнования, рационализаторах и изобретателях.

В ЦНИИ «Электроника» с III квартала 1974 г. налажен выпуск плакатов серии «Передовой опыт — в массы», освещающих передовые производственные починки трудящихся отрасли. В настоящее время на предприятия разосланы плакаты «Пятилетку — досрочно» (о трудовой инициативе резчицы А.И.Безруковой), «Все резервы — в действие» (о почине коллектива прессового участка, возглавляемого мастером А.В.Плехоткиным), «Наставничеству — широкую дорогу» (об инициаторах движения наставничества в отрасли Н.П.Стукалине, Б.И.Полякове и В.В.Ловецком), «В авангарде — «Светлана» и другие.

Большое внимание распространению трудовых починков уделяет руководство Министерства и ЦК профсоюза рабочих радио- и электронной промышленности. На совместных заседаниях коллегии МЭП и Президиума ЦК профсоюза заслушивались и получили одобрение многие ценные начинания передовиков производства.

Дальнейшее совершенствование и повышение эффективности организации соревнования нуждается прежде всего в установлении систематического действенного контроля за выполнением коллективных и личных социалистических обязательств, в разработке методики учета уровня организации соревнования при подведении итогов.

Решение вопросов организации социалистического соревнования во многом зависит от отношения к этой работе партийной, профсоюзной, комсомольской организаций и хозяйственных руководителей. Там, где партийные, профсоюзные организации и администрация предприятий больше внимания уделяют изучению и распространению передового опыта, где не проходят мимо недостатков, где каждый отстающий находится под особым контролем, социалистическое соревнование достигает большей действенности.

Статья поступила 12 февраля 1975 г.

УДК 331.876.4

ОТ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА РАБОТЫ ПЕРЕДОВИКОВ — К ВЫСОКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА КОЛЛЕКТИВА

Л. Т. БАРЯТИНСКАЯ

Набирает темп завершающий год пятилетки. На предприятиях отрасли все шире развертывается соревнование за досрочное выполнение социалистических обязательств и встречных планов.

Как документ огромной мобилизующей силы восприняли труженики электронной промышленности Обращение ЦК КПСС к партии, к советскому народу, в котором перед трудящимися поставлены задачи всемерного повышения производительности труда, улучшения качества выпускаемой продукции. Успех пятилетки в целом зависит от того, насколько хорошо поработает каждый коллектив, каждый рабочий, служащий. Именно поэтому вопрос подготовки производственных кадров, воспитания молодого пополнения рабочего класса приобретает сейчас огромное значение.

С каждым годом в отрасли растет число наставников молодежи, обучающих молодых рабочих производственным навыкам, воспитывающих у них любовь к избранной профессии.

Девизы зачинателей движения наставничества в отрасли «Ни одного отстающего рядом» и «Каждому молодому рабочему — производительность труда передовиков» нашли горячую поддержку и практическое воплощение в делах коллективов, а для людей, отдающих все свои силы, знания, опыт, передающих мастерство молодежи, стали нормой повседневной трудовой жизни.

В начале года на совместном заседании партийного комитета, профкома и комитета комсомола одного из заводов рассматривалась инициатива Героя Социалистического труда бригадира намотчиц Марии Андреевны Фомичевой, обратившейся в партком завода с просьбой перевести ее в отстающую бригаду.

Возглавляемая ею бригада создана в 1968 г. В нее вошли в основном молодые намотчицы. Бригадир сумела не только научить девушек профессии, но и сплотить коллектив, привить работницам чувство ответственности за общее дело. И успехи налицо. За короткий срок резко увеличился выход годных изделий, на 35% возросла производительность труда. Коллектив выступает инициатором многих ценных начинаний и по праву считается правофланговым в соревновании. Примером во всем для членов бригады является ее руководитель. За высокие производственные показатели М.А.Фомичева награждена Почетными грамотами обкома КПСС, горкома КПСС, облисполкома, ее имя неоднократно заносилось на Доску почета области. В 1970 г. М.А.Фомичева была удостоена медали «За доблестный труд», в 1971 г. — ордена Трудового Красного знамени. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 16 января 1974 г. ей присвоено звание Героя Социалистического Труда.

«Мы неплохо потрудились в прошлом году, — говорит Мария Андреевна. — Наша бригада 4 ноября 1974 г. рапортовала о завершении пятилетнего плана. Производительность труда за год повысилась на 10%, изготовлено сверхплановой продукции на 9170 руб., сэкономлено 170 кг цветных металлов. В этом году бригада также взяла на себя повышенные обязательства, и я считаю, что девушки с ними успешно справятся. Уверена, что мой уход из бригады не повлияет на результаты труда коллектива, а я постараюсь приложить все силы к тому, чтобы вывести новую бригаду в число передовых».

Каждой пятилетке свойственны свои индивидуальные черты, рождаются новые герои, возникают ценные трудовые подвиги, но стало уже хорошей традицией продол-

жать патриотические начинания героев предыдущих пятилеток. Трудовой подвиг Валентины Гагановой продолжен на новом этапе развития социалистического соревнования.

Славные традиции живут во многих трудовых коллективах нашей отрасли. Бывший подопечный Героя Социалистического Труда Н.П.Стукалина токарь-расточник одного из заводов В.Н.Шувакин уже не только догнал своего учителя по производственным показателям, но и сам стал наставником молодых рабочих. В завершающем году пятилетки он обязался повысить производительность труда не менее чем на 5% против достигнутого. Добиться этого, конечно, нелегко. Но неиспользованные резервы есть. Так, при обработке деталей станочники зачастую пользуются старым, привычным инструментом, тогда как имеется новый, более прогрессивный. Например, применение фрезы ВК-8 вместо Р-18 при обработке классных пазов в чугуне повысило производительность труда на этой операции в 4 раза. Огромный резерв, по мнению В.Н.Шувакина, кроется в применении УСП.

Испытав на своем личном опыте, как важно молодому рабочему почувствовать рядом локоть старшего товарища, умеющего во-время прийти на помощь, деликатно указать на недостатки в работе, он не жалеет ни сил, ни времени для воспитания молодежи. Сейчас у него трое подшефных, которым В.Н.Шувакин передает свои профессиональные навыки, свою любовь к делу, интерес к творческому поиску. За безупречный труд и большую работу по воспитанию трудовой молодежи В.Н.Шувакин награжден орденом «Знак почета».

Движение наставничества широко распространилось на этом заводе. Вслед за первыми наставниками Н.П.Стукалиным, В.В.Ловецким, Б.И.Поляковым появились десятки других. Среди них нужно отметить токаря С.Х.Садрятдинова, который воспитал не одного молодого рабочего, слесаря-инструментальщика В.М.Игнатьева, кавалера Ордена Трудового Красного Знамени. Все они делают большое, благородное дело, воспитывая молодежь, прежде всего, своим личным примером.

«Личным примером» — именно так называется статья в многотиражной газете одного из производственных объединений, рассказывающая о бригадире-наставнике Е.Н.Головине и его бригаде. Бригада Головина завершила пятилетку в ноябре 1974 г. Езесь коллектив трудится слаженно, целеустремленно. Работу в бригаде не делят на выгодную и невыгодную, легкую и тя-

желую. Любое задание выполняется с душой. Каждый готов прийти на помощь товарищу. Сила коллектива в единстве, и в этом немалая заслуга бригадира. «Отличный мастер своего дела, душа-человек», — так говорят о нем рабочие. С большой благодарностью вспоминает о своем наставнике Б.Н.Жерновков — ныне начальник лаборатории в конструкторском бюро завода. Подрастком пришел он в бригаду Е.Н.Головина, здесь получил первые трудовые навыки, стал квалифицированным слесарем. Именно по настоянию Евгения Николаевича пошел учиться дальше. И сейчас еще Б.Н.Жерновков нередко обращается за советом к своему бывшему наставнику. За 23 года работы на заводе Е.Н.Головин воспитал десятки молодых рабочих, многие из которых стали квалифицированными слесарями, знающими инженерами, опытными конструкторами, но до сих пор считают своим долгом поделиться с наставником своими трудовыми достижениями, радостями, а иногда и огорчениями, и всегда получают квалифицированный совет, помощь и поддержку. Лучшей оценкой труда наставника может служить то, что все его подопечные, начав трудовой путь в бригаде Головина, после службы в армии вернулись на родной завод, в свой коллектив.

Можно много рассказывать о наставниках трудовой молодежи нашей отрасли — и о работнице участка вакуумного и водородного отжига Марии Алексеевне Андриановой, которая шефствует над девушками, пришедшими на завод из профессионально-технического училища, и о бригадире С.А.Зудине, награжденном медалью «Наставник молодежи», и о других скромных тружениках нашей отрасли, которые не только сами служат примером горячей преданности рабочему делу, но и своих воспитанников учат с честью нести звание «рабочий человек», передают эстафету труда из настоящего в будущее.

Нужно, чтобы наставничество стало массовым движением в отрасли. Ни один молодой рабочий не должен оставаться без внимания старших товарищей — только тогда задача воспитания молодежи, подготовки молодого пополнения рабочего класса будет успешно решена.

Статья поступила 24 марта 1975 г.

УДК 331.876.4

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- 10 Опыт работы научно-производственного комплекса
- 14 Опыт нормативного планирования роста производительности труда в отрасли
- 19 Нормативный учет затрат на производство на предприятиях отрасли

9

ОПЫТ РАБОТЫ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

В.Н.ВАСИЛЬЕВ, М.Б.ВОЛКОВА, Ю.А.КОРНАК, Ю.В.МИХАЙЛОВ,
Ю.С.СЕРГЕЕВ, О.В.ФИЛАТОВ

В целях претворения в жизнь решений XXIV съезда КПСС по ускорению темпов научно-технического прогресса и повышению эффективности деятельности НИИ и КБ одно из производственных объединений электронной промышленности выступило инициатором сокращения сроков разработки и освоения новых приборов и повышения их технического уровня.

В связи с этим в рамках объединения на основе слияния ранее существующих КБ и завода был создан научно-производственный комплекс (НПК). Это позволило централизованно решать вопросы капитального строительства, финансирования, снабжения, сбыта и транспортного хозяйства. В результате руководство КБ и завода получило возможность более углубленно прорабатывать и оперативно решать технические и организационные вопросы, связанные непосредственно с планированием и управлением НИР и ОКР и производством, повышением эффективности науки, ускорением темпов научно-технического прогресса.

Научно-производственный комплекс, являющийся логической и органической частью объединения, осуществляет единое техническое и административно-производственное руководство.

Основной целью образования научно-производственного комплекса является обеспечение органического слияния науки и производства, что будет способствовать:

- сокращению цикла "исследование – внедрение в производство";
- повышению технического уровня производства, улучшению качественных показателей научно-исследовательских разработок;
- надежности и долговечности серийной продукции благодаря подключению сотрудников научных подразделений к процессу управления производством;
- максимальному внедрению результатов разработок КБ в производство;

– обеспечению народного хозяйства изделиями электронной техники, потребности в которых ограничены.

Для достижения перечисленных целей разработан ряд организационно-технических мероприятий:

1. Наряду с ответственностью за научную деятельность научно-производственного комплекса на начальника КБ возложена полная ответственность за выполнение основных технико-экономических показателей производства, к которым относятся объем товарной продукции, номенклатура, темпы роста выработки, расходование фонда заработной платы. В распоряжение начальника КБ переданы численность и фонд заработной платы персонала не только научных, но и производственных подразделений. Начальник КБ получил право утверждать производственным цехам планы по объему товарной продукции, номенклатуре, технико-экономическим показателям в пределах установленных лимитов по производству; составлять проекты цен на выпускаемые комплексом изделия и представлять их в вышестоящие органы; рассматривать материалы по премированию (депремированию) ИТР и СКП подразделений производства и представлять проекты приказов в соответствующие службы объединения.

2. Создание, выпуск и ведение технической документации осуществляются совместно с технологическими и конструкторскими службами в рамках научно-производственного комплекса. Это позволяет существенно сократить длительный процесс формальной передачи и переработки документации.

3. Завершен переход на сквозное планирование цикла "разработка – освоение" с использованием методов сетевого планирования, причем при годовом планировании используется автоматизированная система сетевого планирования и управления (АССПУ).

4. Благодаря использованию при проведении НИР и ОКР современных методов физико-математического моделирования с применением ЭВМ и моделирующих машин для инженерных расчетов сокращен объем экспериментов, проводимых на макетах и образцах изделий, что позволило, несмотря на возросшую сложность разработок сократить длительность ОКР в девятой пятилетке на 1,6 месяца по сравнению с восьмой пятилеткой.

5. На технические службы научных подразделений комплекса возложена ответственность за технический уровень производства. Для научно-производственного комплекса характерна прямая связь с заказчиками, что позволяет своевременно и в нужном объеме вести подготовку производства новых изделий, лучше выявлять реальные потребности (количество изделий и их параметры) заказчиков в новых изделиях, максимально обеспечивать экономические и организационные условия комплексного планирования разработки и производства новых изделий, технически и экономически выгодных как для изготовителя (НПК), так и для потребителя.

Резкое сокращение длительности цикла "исследование – производство" обусловлено выполнением следующих мероприятий:

- параллельного проведения НИР, ОКР и освоения изделий, использования промежуточных результатов НИР и ОКР по мере их получения в разработках и в производстве, выполнения в ходе НИР этапа ОКР, подготовки производства в ходе проведения ОКР;

- проведения НИР и ОКР с привлечением на ранних стадиях разработки цехового персонала к непосредственному участию в создании и освоении изделий в серийном или опытном производстве;

- совмещения сроков приемки Государственной комиссией ОКР и приемки установочной серии;

- подготовки технической документации, оборудования, инструмента и оснастки в ходе проведения ОКР в объеме, достаточном для приемки ОКР Государственной комиссией, с одновременным вынесением решения об освоении разработанных изделий без проведения установочной серии;

- сокращения цикла "проектирование и изготовление оснастки – изготовление деталей и узлов" с целью проведения НИР и ОКР за счет внедрения прогрессивной технологии и осуществления ряда организационных мер, а именно: внедрения пакетных штампов, обеспечившего сокращение цикла "проектирование – изготовление штампа" в

1,5–2 раза, что позволило за 1971–1973 гг. сэконо- номить 105 тысяч нормо-часов; организации участка координатно-расточных станков с целью изготовления первых партий деталей для НИР и ОКР с минимальным количеством оснастки, что в ряде случаев сократило цикл изготовления деталей и узлов на четыре–шесть месяцев, а также широкого внедрения холодной объемной штамповки, листовой вырубки, глубокой вытяжки, прецизионного литья цветных сплавов и пластмасс, электроэрозионной обработки.

За счет перечисленных и других мероприятий цикл "проектирование оснастки – изготовление узлов и деталей" удалось сократить по особо сложным деталям и узлам с восьми – десяти до четырех – шести месяцев, по сложным деталям и узлам – с четырех–шести до одного–трех месяцев.

В условиях научно-производственного комплекса значительно уменьшились затраты на приобретение уникального оборудования, стало возможным более рациональное использование его службами научных и производственных подразделений.

Большое внимание при создании научно-производственного комплекса было уделено составлению типовых схем цикла "разработка – освоение". Вместо классической схемы последовательного проведения этапов цикла "ОКР – ожидание подготовки производства – подготовка производства – изготовление изделий к приемке установочной партии" разработаны типовые схемы (см. приложения 1, 2 и 3), которые позволили, начиная с 1972 г., предусмотреть подготовку производства для всех ОКР в ходе их проведения. Хотя со времени образования научно-производственного комплекса прошло всего три года, результаты говорят о прогрессивности этой формы связи науки с производством. На тех же площадях и без увеличения численности темпы прироста товарной продукции по НПК за последние три года и по проекту плана на 1975 г. составляют ежегодно 23–25% (в среднем). Практически весь рост объема товарной продукции осуществлен за счет освоения выпуска новых видов изделий.

Число внедренных ОКР составило более 90% всех опытно-конструкторских работ, законченных в период с января 1971 г. по январь 1975 г. Если изделия, разработанные в восьмую пятилетку, были освоены за девять лет, то такое же количество изделий, разработанных за четыре года девятой пятилетки, было освоено за четыре года.

Длительность цикла – "исследование – разработка – освоение" сократилась по сравнению с предыдущей пятилеткой в 2,3 раза.

Экономический эффект от сокращения цикла "исследование – освоение" в расчете на 1971 – 1975 гг. составит не менее 4 млн. руб. при условном высвобождении численности по каждому году не менее 5% от состава НПК.

Процесс сокращения длительности цикла "разработка – освоение" сопровождался качественным скачком в техническом уровне изделий, осваиваемых в производстве (ранее приборы морально старели в ожидании освоения в течение двух – трех лет), а также переходом на планирование проведения НИР и ОКР с учетом непрерывности цикла "исследование – разработка – производство", обеспечив отбор актуальной тематики НИР и ОКР на основе лучшего выявления реальных потребностей заказчиков в новых изделиях.

В условиях научно-производственного комплекса с коротким циклом "разработка – освоение" можно отказаться от необоснованно ранней постановки ОКР, что в значительной мере сможет предотвратить моральное старение изделий.

Важным фактором в деле повышения эффективности деятельности НПК является оптимальное распределение функций среди руководящих работников комплекса. В рассматриваемом НПК начальник комплекса курирует вопросы текущего и перспективного планирования, кадровой политики, труда и заработной платы, вопросы экономики производства. Главный инженер занимается вопросами научно-технического прогнозирования науки и производства и отвечает за подготовку последнего. Основной задачей главного технолога является обеспечение надлежащего состояния технологии на производстве и в науке, а главного конструктора – курирование разработок и решение вопросов, связанных с конструкцией изделий.

Эффективность работы НПК обуславливается также оптимальным соотношением численности персонала научных и производственных подразделений. Это соотношение определяется исходя из трех основных показателей: объема науки и производства; номенклатуры выпускаемых изделий и места (головной роли) КБ в отрасли.

Опыт показывает, что оптимальное соотношение численности персонала науки и производства

внутри рассматриваемого НПК должно лежать в пределах 1 : 2,5 – 1 : 3.

В ходе создания и укрепления комплекса были выявлены отдельные проблемы, решение которых будет способствовать дальнейшему повышению эффективности деятельности НПК:

- различия в оплате труда и материальном поощрении рабочих научных и производственных подразделений;

- нехватка высококвалифицированных специалистов, хорошо разбирающихся в технико-экономических вопросах на всех стадиях цикла "исследование – разработка – производство", связанных с планированием и управлением НИР и ОКР и производством;

- потребность в сильной службе прогнозирования и перспективного планирования новых изделий.

Портфель нереализованных заявок на разработку новых изделий и на изделия, не освоенные в производстве в период работы НПК, сильно сократился.

Сроки освоения новых изделий не превышают 1,5–2 лет, а цикл "разработка-освоение" сокращен еще более за счет того, что подготовка производства начинается в ходе ОКР.

В динамичных условиях деятельности научно-технического снабжения, ремонтно-строительных и пусконаладочных работ, трудовые и кадровые вопросы требуют мобильных решений.

Научно-производственный комплекс – новая прогрессивная форма связи науки с производством. Решение поставленных задач, преодоление отмеченных трудностей будет способствовать укреплению комплекса, повышению эффективности его работы.

СОВМЕЩЕНИЕ ОКР С ИЗГОТОВЛЕНИЕМ УСТАНОВОЧНОЙ СЕРИИ								
НАУКА								
ОКР включена в план	ТЗ согласовано	Макетные образцы изготовлены	Эскизный проект разработан и защищен	Техническая документация на лабораторный образец разработана	Лабораторный образец изготовлен и испытан	Техническая документация на изготовленные партии опытных образцов разработана	ОКР и установочная серия предъявлены к приемке Госкомиссией	ОКР и установочная серия приняты Госкомиссией
ПРОИЗВОДСТВО								
Задание на проектирование и изготовление оборудования выдано				Техническая документация на проектирование и изготовление инструмента и оснастки передана	Техническая документация на изготовление опытной серии передана		Оборудование и оснастка изготовлены	Установочная серия изготовлена

ПРОВЕДЕНИЕ ОКР НА БАЗЕ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА										
НАУКА										
ОКР включена в план	ТЗ согласовано	Техническая документация на макетный образец разработана	Макеты обследованы	Эскизный проект разработан и защищен	Техническая документация на лабораторный образец разработана	Лабораторные образцы обследованы	Техническая документация на изготовление партии опытных образцов откорректирована	Партия опытных образцов обследована	ОКР предъявлена к приемке Госкомиссией	ОКР принята Госкомиссией
ПРОИЗВОДСТВО										
Задание на проектирование и изготовление оборудования выдано		Техническая документация на макетный образец передана	Макеты изготовлены	Техническая документация на лабораторный образец передана		Оборудование, инструмент и оснастка спроектированы и изготовлены, Партия лабораторных образцов изготовлена	Техническая документация на опытный образец передана	Партия опытных образцов изготовлена	Установочная серия изготовлена и предъявлена к приемке Госкомиссией	Установочная серия принята Госкомиссией
Сроки проведения установочной серии в зависимости от объема работ по подготовке производства и потребностей заказчиков в серийной продукции могут опережать или превышать сроки проведения ОКР.										

ПРОВЕДЕНИЕ ОКР С ОДНОВРЕМЕННОЙ ПОДГОТОВКОЙ ПРОИЗВОДСТВА									
НАУКА									
ОКР включена в план	ТЗ согласовано	Макеты изготовлены и обследованы	Эскизный проект разработан и защищен	Техническая документация на лабораторный образец разработана	Лабораторные образцы обследованы	Техническая документация на изготовление партии опытных образцов откорректирована	Партия опытных образцов изготовлена и обследована	ОКР предъявлена к приемке Госкомиссией	ОКР принята Госкомиссией
ПРОИЗВОДСТВО									
Задание на проектирование и изготовление оборудования выдано						Техническая документация на опытные образцы передана	Оборудование, инструмент и оснастка спроектированы и изготовлены	Установочная серия изготовлена	Установочная серия принята
Сроки проведения установочной серии в зависимости от объема работ по подготовке производства и потребностей заказчиков в серийной продукции могут опережать или превышать сроки проведения ОКР.									

Статья поступила 6 сентября 1974 г.

УДК 658.5.011

ОПЫТ НОРМАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РОСТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В ОТРАСЛИ

А.Д. ГОХШТАНД, В.С. ЗВЕРКОВ, Н.М. ПЕРВОВА

В условиях новой системы планирования и экономического стимулирования и имеющегося дефицита в рабочей силе, планирование производительности труда с учетом объективных возможностей предприятия имеет первостепенное значение

Целью настоящей работы было определение сложившейся на предприятиях Министерства за последние 5 лет объективной зависимости темпов роста производительности труда от основных технико-экономических показателей и построение экономико-математической модели роста производительности труда, которая, в конечном итоге, давала бы возможность по ожидаемому и планируемому темпам роста важнейших технико-экономических показателей предопределить темп роста производительности труда на текущий и планируемый периоды.

В настоящее время в экономической литературе довольно широко освещены вопросы применения методов математической статистики для экономического анализа производительности труда, тогда как проблема прогнозирования производительности труда (как долгосрочного, так и краткосрочного) разработана еще недостаточно.

Наилучшим образом, по нашему мнению, задача выявления сложившейся взаимосвязи роста производительности труда и влияющих на нее основных технико-экономических показателей решается с помощью корреляционно-регрессионного анализа, который дает возможность качественно оценить форму и тесноту связи между анализируемыми показателями и производительностью труда.

На первом этапе работы для построения модели и разработки методики расчета нормативного темпа роста производительности труда по темпам роста основных технико-экономических показателей была определена экспериментальная группа предприятий одного из главных производственных

управлений Министерства. Были отобраны действующие предприятия с наиболее стабильной номенклатурой и однородным (серийным) характером производства. Общий объем производства отобранных предприятий составляет более 90% объема производства всех предприятий Главного управления, что позволило модель, разработанную для экспериментальной группы предприятий применить ко всему управлению в целом.

Так как на производительность труда влияет большое число факторов, случайных и неслучайных, точно учитываемых и не поддающихся точному учету, в первую очередь были отобраны показатели, существенно влияющие на производительность труда и прямо или косвенно отражающиеся в статистической отчетности.

Аналитически, графически и математически была исследована сложившаяся за период с 1969 г. взаимосвязь между темпами роста производительности труда и динамикой фондоотдачи основных промышленно-производственных фондов, фондвооруженности, технической и электровооруженности одного рабочего, удельного веса несравнимой продукции и объема производства валовой продукции. Взаимосвязь производительности труда с фондвооруженностью одного работающего и фондоотдачей основных промышленно-производственных фондов исследовалась в двух вариантах: исходя из полной среднегодовой стоимости основных промышленно-производственных фондов и так называемой эквивалентной стоимости, т.е. стоимости, пересчитанной с учетом степени освоения этих фондов. В дальнейшем рассчитанные подобным образом фонды именуется эквивалентными.

Графический анализ взаимосвязи упомянутых выше технико-экономических показателей с производительностью труда позволил установить наличие значительной прямой связи темпов роста

производительности труда с темпами роста объема валовой продукции и фондоотдачи эквивалентных фондов, обратной — с удельным весом несравнимой продукции, и менее очевидной связи — с темпами роста фондо-, электро- и технической вооруженности одного рабочего.

Для более глубокого изучения этих взаимосвязей и отбора важнейших технико-экономических показателей для включения в экономико-математическую модель был использован корреляционно-регрессионный анализ.

Исследование сложившейся зависимости между темпами роста производительности труда и основными технико-экономическими показателями, влияющими на нее, проводилось на простейшей в расчетах двухфакторной модели линейной зависимости типа

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2,$$

где y (функция) — темп роста производительности труда в процентах к предыдущему году; x_1 и x_2 (факторы-аргументы) — темпы роста включенных в модель важнейших технико-экономических показателей в процентах к предыдущему году.

Для отбора из всех анализируемых технико-экономических показателей двух наиболее тесно связанных с производительностью труда и наименее связанных между собой (что являлось основным критерием отбора их для включения в качестве факторов в модель), рассчитывались коэффициенты парной корреляции r между темпами роста производительности труда и каждого из перечисленных выше технико-экономических показателей, а также между темпами роста самих технико-экономических показателей:

Производительность труда y — фондовооруженность x_1	$r_{yx_1} = -0,5$
Производительность труда y — механовооруженность x_2	$r_{yx_2} = -0,6$
Производительность труда y — электровооруженность x_3	$r_{yx_3} = -0,16$
Производительность труда y — удельный вес несравнимой продукции x_4	$r_{yx_4} = -0,4$
Производительность труда y — объем валовой продукции x_5	$r_{yx_5} = +0,95$
Производительность труда y — фондоотдача эквивалентных фондов x_6	$r_{yx_6} = +0,898$
Фондовооруженность x_1 — объем производства x_5	$r_{x_1x_5} = -0,3$

Механовооруженность x_2 — объем производства x_5	$r_{x_2x_5} = -0,4$
Механовооруженность x_2 — электровооруженность x_3	$r_{x_2x_3} = +0,5$
Фондовооруженность x_1 — электровооруженность x_3	$r_{x_1x_3} = +0,5$
Фондоотдача эквивалентных фондов x_6 — объем производства x_5	$r_{x_6x_5} = +0,189$

По коэффициентам парной корреляции (наибольшим в паре "производительность труда — технико-экономический показатель" и наименьшим в паре технико-экономических показателей) были отобраны технико-экономические показатели для составления вариантов экономико-математической модели производительности труда. Было проверено несколько вариантов модели и для каждого из них рассчитывался совокупный коэффициент корреляции R , отражающий степень суммарного влияния на темп роста производительности труда включенных в модель технико-экономических показателей в общей совокупности влияния всех показателей, учтенных и неучтенных в модели:

I вариант $y_{x_1x_3} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_3$	$R_{y_{x_1x_3}} = 0,97$
II вариант $y_{x_2x_3} = a_0 + a_1x_2 + a_2x_3$	$R_{y_{x_2x_3}} = 0,985$
III вариант $y_{x_1x_4} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_4$	$R_{y_{x_1x_4}} = 0,65$
IV вариант $y_{x_6x_5} = a_0 + a_1x_6 + a_2x_5$	$R_{y_{x_6x_5}} = 0,894 (1969 \text{ г.})$ $0,635 (1970 \text{ г.})$ $0,986 (1971 \text{ г.})$

За основу при выборе варианта модели была принята следующая предпосылка: если совокупный коэффициент корреляции включенных в модель технико-экономических показателей с производительностью труда достаточно высок, т.е. сила влияния неучтенных в данной модели факторов (технико-экономических показателей) относительно мала, то, зная значение факторов-аргументов (в данном случае — темп роста включенных в модель технико-экономических показателей), можно достаточно точно предсказать значение функции (в данном случае — темп роста производительности труда).

По сочетанию коэффициентов корреляции, отвечающему поставленным условиям, был выбран вариант экономико-математической модели производительности труда, в которую в качестве факторов-аргументов были включены:

x_1 — темп роста (снижения) фондоотдачи эквивалентных основных промышленно-производственных фондов в процентах к предыдущему году;

x_2 — темп роста объема валовой продукции в процентах к предыдущему году.

Расчет фондоотдачи эквивалентных фондов предприятий производится по так называемым коэффициентам освоения проектной мощности. За основу при определении коэффициентов освоения были приняты нормы объема производства продукции на вводимых в эксплуатацию производственных мощностях действующих, реконструируемых и расширяющихся предприятий на конец 1-го, 2-го и 3-го года освоения, утвержденные приказом Министра, которые пересчитываются применительно к среднегодовой стоимости основных промышленно-производственных фондов. Пример определения коэффициентов освоения основных промышленно-производственных фондов, принятых для расчета эквивалентных фондов, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Год освоения	Объем производства продукции в процентах от годовой проектной мощности, вводимой в действие (условно)		Коэффициент освоения основных промышленно-производственных фондов
	Из расчета стоимости вводимых основных промышленно-производственных фондов на конец года	Из расчета среднегодовой стоимости вводимых основных промышленно-производственных фондов	
ПРОДУКЦИЯ А			
1-й	55	$27,5 \left(\frac{55}{2} \right)$	0,3
2-й	90	$73 \left(55 + \frac{90-55}{2} \right)$	0,75
3-й	100	$95 \left(90 + \frac{100-90}{2} \right)$	1,0
ПРОДУКЦИЯ Б			
1-й	50	$25 \left(\frac{50}{2} \right)$	0,25
2-й	80	$65 \left(50 + \frac{80-50}{2} \right)$	0,65
3-й	100	$90 \left(80 + \frac{100-80}{2} \right)$	1,0

Расчет эквивалентных фондов за любой n -ый год производится путем прибавления к среднегодовой стоимости основных промышленно-производственных фондов ($n-2$)-года, считающихся освоенными, приростов ($n-1$)- и n -го годов, скорректированных по коэффициентам второго и первого годов освоения.

После обработки на ЭВМ отчетных данных предприятий экспериментальной группы о темпах роста производительности труда и объема валовой продукции за 1969–1971 гг. и рассчитанных темпах роста фондоотдачи эквивалентных фондов за эти годы были получены исходные данные (коэффициенты уравнений, коэффициенты парной и множественной корреляции и др.), по которым составлены уравнения линейной регрессии, отражающие сложившуюся зависимость темпов роста производительности труда от темпов роста технико-экономических показателей для этой группы заводов:

$$1969 \text{ г. } y = 4,942 + 0,422 x_1 + 0,303 x_2;$$

$$1970 \text{ г. } y = 6,760 + 0,504 x_1 + 0,040 x_2;$$

$$1971 \text{ г. } y = 5,758 + 0,446 x_1 + 0,274 x_2.$$

Подстановкой в найденные уравнения отчетных данных о темпе роста объема валовой продукции и рассчитанных по отчетным данным значений темпов роста (снижения) фондоотдачи эквивалентных фондов за эти годы по Главному управлению в целом были получены расчетные темпы роста производительности труда $y_{расч}$ за 1969, 1970 и 1971 гг.

Приведенное в табл. 2 сравнение расчетных значений y с соответствующими отчетными данными о темпах роста производительности труда по Главному управлению говорит о том, что найденные уравнения достаточно точно отражают взаимосвязь этих показателей.

Таблица 2

Отчетный период, год	Прирост производительности труда y по отчетным данным, %	Расчетные значения прироста производительности труда \hat{y} , %	Отклонение расчетных значений от отчетных, %	
			абсолютное	относительное
1969	15,7	15,3	-0,4	-2,5
1970	18,9	19,3	+0,4	+2,1
1971	28,2	29,0	+0,8	+2,8

Степень точности найденных уравнений регрессии проверялась нахождением величины средней ошибки аппроксимации ϵ , определяемой по формуле:

$$\epsilon = \frac{1}{n} \sum \frac{\hat{y} - y}{y} \times 100,$$

где n — число факторов-аргументов, включенных в модель; y — значение темпов роста производительности труда по отчетным данным; \hat{y} — расчетные значения темпов роста производительности труда.

Величина ошибки аппроксимации по годам составила: $\epsilon_{69} = -1,28\%$; $\epsilon_{70} = +1,06\%$; $\epsilon_{71} = +1,58\%$.

Вполне достаточная степень точности найденных уравнений регрессии дала основание принять к дальнейшим расчетам выбранный вариант экономико-математической модели расчета темпа роста производительности труда.

Для того чтобы по сложившейся за три отчетных года зависимости рассчитать значение предполагаемого темпа роста производительности труда по Главному управлению на два последующих года (текущий и планируемый), математически определялась тенденция изменения по годам темпов роста производительности труда, объема валовой продукции и фондоотдачи "эквивалентных фондов", т.е. изменения коэффициентов a_0 , a_1 и a_2 уравнений во времени.

Для этой цели был применен метод экстраполяции значений коэффициентов a_0 , a_1 и a_2 за 1969, 1970 и 1971 гг. на два последующих года (1972 и 1973) с учетом сложившейся за предыдущие годы объективной тенденции их изменения, то есть найденные по годам коэффициенты коррелировались с фактором времени t .

Для каждого последующего года составляли и решали уравнение типа:

$$y_{t, x_1, x_2} = a_0 + a_1 x + a_2 x^2.$$

Значения коэффициентов уравнения регрессии на 1972 г. с учетом действия фактора времени находили в результате решения системы уравнений:

$$\begin{aligned} a_0 &= b_{00} + b_{01} x \times t \\ a_{1_{72}} &= b_{10} + b_{11} \times t \\ a_{2_{72}} &= b_{20} + b_{21} \times t, \end{aligned}$$

где $t = 4$ (для 1972 года).

По найденным коэффициентам $a_{0_{72}}$, $a_{1_{72}}$ и $a_{2_{72}}$ составлялось уравнение зависимости на 1972 г., которое в отличие от трех предыдущих уравнений, составленных по отчетным данным соответствующих лет, является "временным", то есть предопределенным по фактору времени.

Соответственно, по уравнениям, составленным на 1969, 1970 и 1971 гг., и временному на 1972 г. экстраполировались коэффициенты $a_{0_{73}}$, $a_{1_{73}}$ и $a_{2_{73}}$ и составлялось временное уравнение зависимости на 1973 г.

По уравнению регрессии на 1972 г. подстановкой в него значений ожидаемого за 1972 г. темпа роста объема валовой продукции и рассчитанного ожидаемого темпа роста фондоотдачи эквивалентных фондов был определен нормативный ожидаемый темп роста производительности труда за 1972 г. по Главному управлению.

Соответственно подстановкой в уравнение регрессии на 1973 г. значения планируемого темпа роста объема валовой продукции и рассчитанного планируемого темпа роста фондоотдачи эквивалентных фондов определили нормативный планируемый темп роста производительности труда на 1973 г.

Таким образом, на примере экспериментальной группы заводов, а затем и Главного управления в целом, была отработана методика расчета нормативного темпа роста производительности труда по главным управлениям и Министерству.

По отработанной методике в 1973 г. для каждого производственного главного управления и Министерства были определены уравнения регрессии, по которым рассчитывался нормативный ожидаемый темп роста производительности труда за 1973 г. и нормативный планируемый темп на 1974 г., принятый ГУ Министерства за основу при составлении проекта плана на 1974 г.

Ожидаемый за 1973 г. и проектируемый на 1974 г. темпы роста производительности труда рассчитывались по соответствующим временным уравнениям дважды: в июне 1973 г. (по ожидаемому выполнению плана 1973 г. по объему валовой продукции и фондоотдаче эквивалентных фондов, рассчитанным по отчетным данным за

5 мес.) и в ноябре 1973 г. (по ожидаемому выполнению плана, рассчитанному по отчетным данным за 9 месяцев 1973 г.).

В I полугодии 1974 г. рассчитывались уравнения регрессии по главным управлениям и Министерству по отчетным данным предприятий за 1973 г. о темпах роста производительности труда, объема валовой продукции и рассчитанным по соответствующим отчетным данным темпам роста фондоотдачи эквивалентных фондов, соответственно были уточнены и скорректированы временные уравнения регрессии на 1974 г., по которым определялся ожидаемый нормативный темп роста производительности труда за 1974 г.

По уравнениям регрессии 1970, 1971, 1972 и 1973 гг., составленным ранее по отчетным данным, и скорректированным временным уравнениям на 1974 г. находились временные уравнения регрессии на 1975 г., по которым рассчитывался нормативный прирост производительности труда на 1975 г. И так ежегодно: по получении отчетных данных за последний отчетный год определяются уравнения регрессии за этот год и на базе ряда уравнений за несколько последних лет рассчитываются временные уравнения на два следующих за отчетным года: текущий, по которому считается ожидаемое выполнение плана, и планируемый, по которому рассчитывается проект плана.

Точность краткосрочного прогнозирования темпов роста производительности труда по описанной экономико-математической модели зависит в основном от "инерционности" модели, т.е. от степени сохранения в текущем и планируемом периодах сложившейся за предыдущие годы объективной тенденции изменения темпов роста основных технико-экономических показателей, влияющих на темп роста производительности труда.

При значительном изменении абсолютной величины темпов или их направленности (+-) рассчитанный по временным уравнениям норматив требует корректировки.

В настоящее время нормативный темп роста производительности труда корректируется на величину среднего относительного отклонения расчетных значений y от отчетных за предыдущие годы ($\sum \frac{\hat{y} - y}{y} \times 100$), которое используется с обратным знаком как поправка.

Точность расчета нормативного темпа роста производительности труда зависит также от точности расчета динамики фондоотдачи эквивалентных фондов, безусловного соблюдения единства методологии и сопоставимости базисного и рассчитываемого периодов, от правильности применения коэффициентов освоения фондов.

В настоящее время исследуется возможность применения нормативных уравнений, рассчитанных для главных управлений для планирования роста производительности труда объединений и предприятий.

Безусловно, разработанный метод определения нормативного темпа роста производительности труда еще недостаточно совершенен для того, чтобы рассчитываемые по нему показатели непосредственно использовались в планировании, но и на этой стадии разработки они практически служат основой при решении вопросов текущего планирования труда и заработной платы по главным управлениям и Министерству.

Статья поступила 1 апреля 1975 г.

УДК 658.412



«Всемерно улучшать систему учета и отчетности, совершенствовать статистику»

Из Директив XX1У съезда КПСС

НОРМАТИВНЫЙ УЧЕТ ЗАТРАТ НА ПРОИЗВОДСТВО НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОТРАСЛИ

П.А.НОВОСЕЛОВ

Производство изделий электронной техники (электровакuumных и полупроводниковых приборов, интегральных микросхем, радиодеталей и др.) имеет ряд особенностей. Наиболее характерными из них являются:

— возникновение в процессе производства в значительных количествах необратимого отсева деталей, узлов и изделий, получаемого в результате недостаточной управляемости отдельных операций, технологического процесса и неполного знания физико-химических свойств исходных материалов, требующих организации особо тщательного учета и устранения этого отсева;

— изготовление в больших количествах малогабаритных изделий;

— наличие в отрасли широкой номенклатуры изделий товарного выпуска, исчисляемой сотнями тысяч типонаименований, изготавливаемых в различных исполнениях и модификациях;

— широкое использование одних и тех же деталей в производстве многих изделий;

— применение дорогостоящих и драгоценных металлов, требующее организации специального учета их расходования в процессе производства.

Перечисленные особенности производства электронной техники объективно способствовали возникновению на предприятиях определенных трудностей в организации учета затрат на производство и, главным образом, в деле правильного калькулирования фактической себестоимости отдельных изделий.

В связи с этим разработан ряд важнейших мероприятий по улучшению учета, в том числе «Основные положения по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции на промышленных предприятиях», утвержденные Госпланом, Министерством финансов, ЦСУ и Государственным комитетом цен Совета Министров СССР и введенные в действие с 1 января

1971 г. Издание «Основных положений» обеспечивает министерствам и ведомствам возможность разрабатывать и утверждать отраслевые инструкции по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции, правильной организации контроля издержек производства и достоверное исчисление себестоимости продукции по видам, сортам, размерам и т.д. на базе нормативного метода учета затрат на производство. Этот метод способствует применению прогрессивных норм расхода трудовых и материальных затрат на единицу продукции, выявлению резервов производства, устанавливает действенный контроль за уровнем себестоимости продукции в процессе ее изготовления.

Нормативный метод учета обеспечивает наиболее правильное определение фактической себестоимости изделий в любых модификациях и видах исполнения.

Учитывая, что применение нормативного метода учета затрат на производство создаст возможность совершенствования управления экономикой предприятия, министерство разработало «Рабочую инструкцию» по переводу предприятий с серийным и массовым характером производства на нормативный метод учета.

«Рабочая инструкция» охватывает перечень вопросов от проведения подготовительных мероприятий и показа составления нормативных калькуляций до организации сводного учета затрат на производство и калькулирование готовой продукции. В инструкции приводятся также необходимые формы (бланки) и образцы их заполнения. При ее разработке были учтены особенности отрасли и приняты принципиальные установки, такие, как организация бесполуфабрикатного варианта учета, составление нормативных калькуляций на изделия во всех видах исполнения и приемки, т.е. недопущение применения усредненных норм, ежемесячное внесение изменений

норм в карты, обязательное внедрение сигнальной документации по учету отклонений от норм и составление балансов деталей, организация сводного учета затрат на производство по группам изделий по принципу построения цехов основного производства, выпускающих товарную продукцию.

Снятие остатков незавершенного производства рекомендовано производить один раз в квартал, а при хорошо поставленном учете затрат на производство один раз в полугодие.

Организация нормативного метода учета с использованием ЭВМ и перфорационных машин на предприятиях отрасли должна строиться на следующих принципиальных положениях:

— нормативный метод учета осуществляется на всех предприятиях серийного и массового характера производства с применением бесполуфабрикатного варианта;

— карты нормативных калькуляций составляются по действующим нормам на все изделия, изготовленные в различных видах исполнения и модификациях, т.е. не допускается применение каких-либо усредненных норм, карты на детали и узлы — только в прямых затратах (материалы и основная зарплата), а на изделия товарного выпуска — по цеховой или производственной себестоимости;

— изменения в карты нормативных калькуляций вносятся один раз в конце месяца на основании изменений в документах, составляемых техническими службами и отделами труда и зарплаты;

— в связи с изготовлением многих деталей из дорогостоящих материалов и покрытием их драгоценными металлами, межцеховое движение деталей строго документировано;

— инвентаризация незавершенного производства во всех основных цехах проводится один раз в квартал с оценкой его по нормативной стоимости. В заготовительных, механических, керамических и других цехах, изготавливающих различные детали и расходующих основные материалы, инвентаризация незавершенного производства (только в количественном исчислении) проводится ежемесячно. Все цехи основного производства на дату проведения инвентаризации незавершенного производства обязаны составлять балансы деталей с отражением результатов сличения в отчетном месяце;

— учет отклонений от норм по основной заработной плате рабочих и по основным материалам осуществляется бухгалтерией совместно с экономистами цехов с помощью применения сигнальной документации и составления специальных расчетов;

— сводный учет затрат на производство осуществляется бухгалтерией по груп-

пам однородных изделий, как правило, по числу цехов основного производства. Сумма изменения норм и отклонения от норм относятся ежемесячно на себестоимость товарной продукции;

— фактические затраты механо-заготовительных, керамических, гальванических и других цехов, не выпускающих товарную продукцию, а лишь осуществляющих изготовление деталей и частичную сборку узлов, ежемесячно включаются (без проводки) в своды затрат тех товарных сборочных цехов, для производства которых изготавливались эти детали. Стоимость применяемых деталей в нескольких сборочных цехах при небольшом числе наименований учитывается по своду затрат одного из сборочных цехов с последующей передачей стоимости фактически полученных им деталей и узлов в свод затрат другого цеха. В случаях, когда заготовительные, механические и другие цехи изготавливают детали, применяемые несколькими сборочными цехами в широком ассортименте, и эти механо-заготовительные цехи, кроме того, выпускают отдельные виды товарной продукции, по ним составляются отдельные своды, в которых отражается движение всех затрат, связанных с выпуском готовых изделий, с передачей полуфабрикатов и т.д. и стоимость остатков незавершенного производства.

При ручном способе ведения нормативного хозяйства предприятиями применяются в основном четыре образца карт нормативных калькуляций — две на детали, одна на узел и одна на готовое изделие. Одна из карт на деталь предназначена для учета ее нормативной стоимости, изготавливаемой из какого-то одного материала, а вторая — для деталей, изготавливаемых из керамических масс, из стекла, пресс-порошков, т.е. при использовании ряда компонентов. Карты построены применительно к условиям наших производств и отражают следующие сведения о деталях: наименование, нормируемое количество, маршрут прохождения по цехам, применяемость в узлах и изделиях, стоимость основных материалов, из которых делаются детали, стоимость реализуемых отходов, расценки на операциях и с учетом пооперационно наращиваемой стоимости детали в прямых затратах (материалы и основная зарплата).

Карта на узел состоит из трех разделов: в первом приводится перечень деталей и основных материалов, употребляемых при сборке, с указанием номера операции, на которой сочленяются те или другие детали и их стоимость, показываемая по статьям затрат, во втором разделе — последовательный перечень сборочных операций и расценок, в третьем наращивается в прямых затратах пооперационная стоимость узла. Заглавная часть этой карты аналогична карте на деталь.

Карта на готовое изделие идентична в построении карте на узел и отличается лишь размерами и введением нового раздела, в котором на каждое первое число месяца указывается нормативная производственная стоимость изделия.

Дополнительная зарплата, отчисления на социальное страхование с основной зарплатой, и другие накладные расходы, исчисленные на квартал плановым отделом на единицу продукции, отождествляются с нормативными.

Вспомогательные материалы (кислоты, реактивы, спирт, материалы по защите изделий от загрязнения и т.п.), расходуемые на технологические цели, включаются только в нормативную калькуляцию на готовое изделие по сметным ставкам, разрабатываемым плановым отделом для цехов.

Предприятия могут сами разрабатывать формы бланков нормативных калькуляций применительно к условиям своего производства, но с соблюдением основных требований, приведенных в типовых формах карт, приложенных к инструкции.

Большая организующая роль в успешном внедрении нормативного метода учета, как показала практика, принадлежит консультациям. Несмотря на то, что рабочая инструкция достаточно подробно освещает вопросы внедрения нормативного учета, начиная от порядка проведения подготовительных работ и кончая указанием построения сводного учета затрат на производство, и к ней приложены необходимые образцы бланков с заполненными примерами, предприятия все же нуждаются в дополнительных консультациях, которые помогли бы им привязать инструкцию к конкретным условиям данного производства.

Многие предприятия отрасли с серийным и массовым характером производства уже применяют нормативный метод учета. Предприятиям, внедрившим нормативный метод учета, предстоит еще совершенствовать этот метод и доводить его до состояния, когда недокументированные отклонения будут представлять собой ничтожно малую величину (доли процента) и не окажут какого-либо существенного влияния на формирование отчетной себестоимости изделий.

В заключение следует остановиться еще раз на выборе варианта построения сводного учета затрат на производство. Некоторые предприятия, боясь отойти от заказного метода учета, излишне расширяют число учитываемых групп изделий, выпускаемых одним и тем же сборочным цехом, и тем самым как бы сохраняют этот метод учета.

Практика показала, что деление затрат одного и того же цеха на несколько сводов лишь увеличивает объем работ. Как известно, деление затрат цеха на большое число групп изделий иногда объясняется необходимостью более правильного распределе-

ния отклонений от норм. Между тем группировку документированных отклонений можно без особых затруднений производить по группам изделий внутри одного и того же свода затрат. Наилучшим считается вариант, когда число сводных затрат равно числу сборочных цехов, выпускающих товарную продукцию, без какого-либо дальнейшего подразделения затрат и независимо от числа наименований калькулируемых изделий.

В связи с тем, что в отрасли на многих предприятиях применяются дорогостоящие материалы и драгоценные металлы, сдача отходов выделена в отдельную графу, в которой в числителе стоит сдача отходов по фактической стоимости, а в знаменателе — стоимость отходов, сданных цехом по нормам.

Результаты переоценки незавершенного производства в связи с изменением норм в текущем месяце, а также отклонений от норм, вызванных отступлением от технологических процессов, принято списывать ежемесячно на себестоимость товарной продукции.

Отклонения по основным статьям калькуляции расшифровываются в виде приложения к своду затрат по причинам, изделиям и местам возникновения.

Нормативный метод учета затрат на производство и калькулирование изделий менее трудоемок по сравнению с любым другим методом учета. Он позволяет отказаться от ежемесячных инвентаризаций незавершенного производства, а нормативная калькуляция помогает правильно производить оценку брака, различных списаний, передач и незавершенного производства.

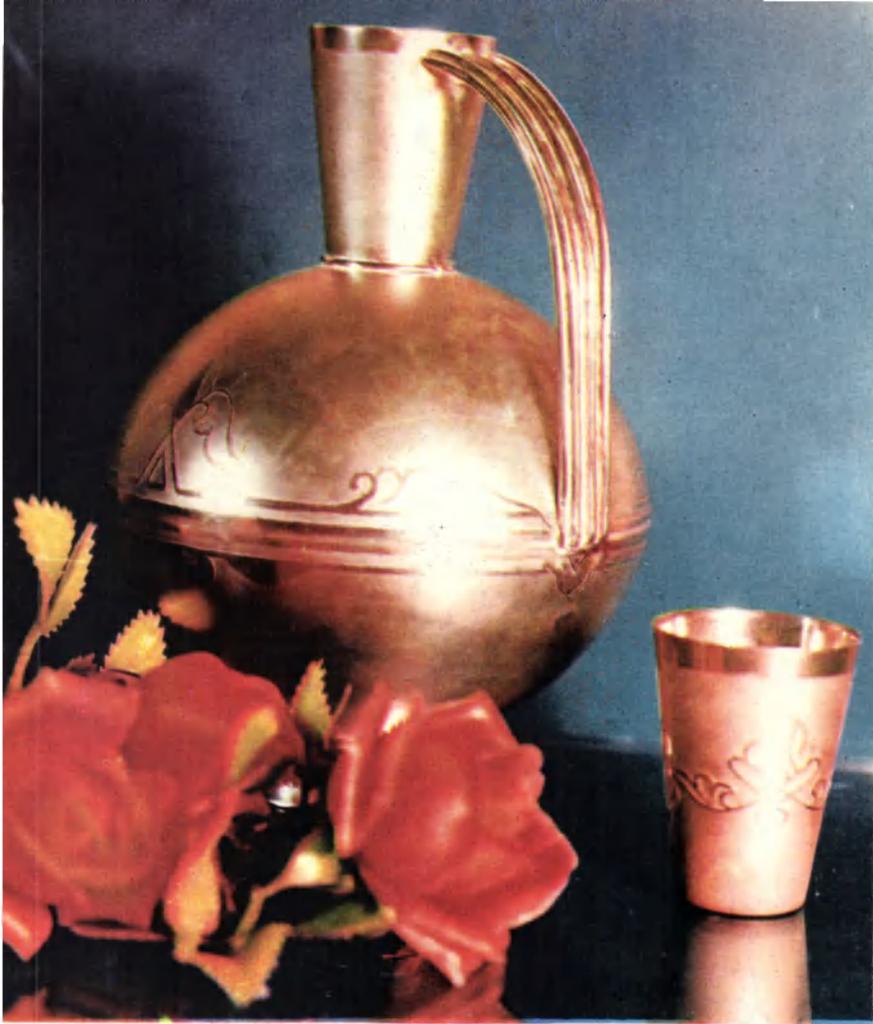
С помощью нормативного метода с большой точностью определяется экономическая эффективность от внедрения организационно-технических мероприятий, рацпредложений и т.п., проверяется качество действующих норм, устанавливается степень участия технических служб в деле изыскания внутрипроизводственных резервов, подводится база под более совершенное планирование цехом и предприятием в целом себестоимости изделий и углубление форм хозяйственного расчета.

Но главным достоинством этого метода является определение затрат производства по нормам и отклонений от них, которые выявляются, как правило, в процессе производства и дают возможность в ряде случаев не допускать возникновения непроизводительных потерь.

Нормативный метод учета затрат на производство и калькулирование несомненно является передовым методом, особенно в условиях современной механизации нормативного хозяйства.

Статья поступила 30 января 1975 г.

УДК 658.53:801



ИЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

- 24 Лучшим изделиям — Знак качества
- 26 ИС серии 504 на полевых транзисторах с р-п переходом
- 30 ОЗУ на дополняющих МОП-транзисторах
- 32 Фотозлектронные умножители для спектрональных исследований в фотометрии
- 35 Узел катодного распыления для установок УВР-3М и УВР-4
- 36 Высокочастотный полевой транзистор КП312
- 38 Мощные генераторные лампы для радиовещания, широкополосных средств связи и промышленных целей
- 41 Интегральные схемы для устройств обнаружения ошибок в информационных каналах
- 45 Перспективы создания дискретного видеотелефонного экрана на ионных индикаторах с сеточным управлением

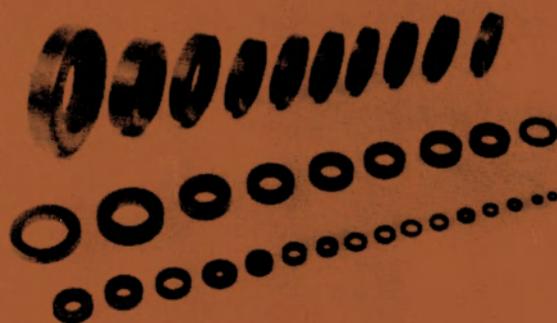
23

ЛУЧШИМ ИЗДЕЛИЯМ

КОЛЬЦЕВЫЕ ФЕРРИТОВЫЕ СЕРДЕЧНИКИ МАРОК 20ВИ2, 30ВИ2, 50ВИ2

(Технические условия ПЯО.707.074ТУ)

Применяются в качестве магнитопроводов в аппаратуре связи и радиоэлектронной аппаратуре в диапазоне частот: 1—100 МГц (20ВИ2), 1—120 МГц (30ВИ2) и 1—50 МГц (50ВИ2).



УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рабочая температура от -60
до +125°C
Относительная влажность
воздуха при температура
40°C до 98%
Понижение атмосферного
давления до 5 мм рт.ст.

Вибрационные нагрузки
в диапазоне частот
5—2500 Гц с ускорением до 18 g
Многokратные удары
с ускорением до 150 g
Одинократные удары
с ускорением до 250 g
Линейные нагрузки
с ускорением до 100 g

Наименование параметры	Марка феррита		
	20 ВИ2	30 ВИ2	50 ВИ2
Начальная магнитная проницаемость	20 ± 4	30 ± 5	50 ⁺¹⁵ - 5
Относительный температурный коэффициент начальной магнитной проницаемости	от -60 до +20°C 20-125°C } < 15·10 ⁻⁴	20-85°C 20-125°C } < 35·10 ⁻⁴	от -60 до +20°C (3+7)·10 ⁻⁴ 20-125°C (20+125)·10 ⁻⁴
Добротность на частоте 20 МГц 30 МГц	- 160	- 200	110 -
Типоразмеры	K5×3×1; K7×4×2 K10×6×3; K12×6×4,5 K16×8×6; K20×10×5 K32×16×8	K5×3×1; K7×4×2 K12×6×4,5; K16×8×6 K20×10×5; K32×16×8	K4×2,5×1,2; K5×3×1; K20×12×6; K7×4×2; K12×6×4,5; K16×8×6; K20×10×5; K32×16×8

— ЗНАК КАЧЕСТВА



СЕРДЕЧНИКИ ИЗ ФЕРРИТА МАРКИ 600 НН ДЛЯ ОТКЛОНЯЮЩИХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМ ОС-5, ОС-6, ОС-11

(Технические условия ОЖО.707.128 ТУ)



ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Магнитная проницаемость при индукции 0,03 Т, температуре 25—10°C на частоте 16 кГц ≥ 500 (нерасколотые);
 ≥ 400 (расколотые)

Удельные потери при индукции 0,03 Т, температуре 25 ± 10°C на частоте 16 кГц ≤ 2 мкВт/см³ Гц

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рабочая температура 10—90°C
Относительная влажность воздуха при температуре 40°C 98%

Одиночные удары с ускорением 20 g

Кольца раскалываются термоударом на две половины по линии, сформленной при превращении.

ВЕНТИЛИ ВОЛНОВОДНЫЕ НИЗКОГО УРОВНЯ МОЩНОСТИ 8-ВВ-12, 8-ВВ-13

(Технические условия ПАО 223.013ТУ)



Диапазон частот:	
8-ВВ-12	3650—3900 МГц
8-ВВ-13	3400—3650 МГц
Прямые потери	$\leq 0,4$ дБ
Обратные потери	≥ 23 дБ
КСВН	$\leq 1,03$
Сечение входа и выхода	58x25 мм
Габариты	150x70x87,5 мм

ИС СЕРИИ 504 НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ С $p-n$ ПЕРЕХОДОМ

имеют низкий уровень собственных шумов, высокое входное сопротивление и хорошее согласование входных и выходных характеристик

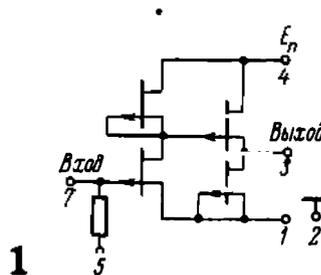
А.З.ПОЗНАНСКИЙ, Т.Р.ПСКОВИЧ, С.О.СААРЕМЯЭ, А.А.САГАНЕНКО, С.В.СМИРНОВА

Схемы выполнены на одном кристалле кремния размером $1,5 \times 1,5$ мм по планарно-диффузионной технологии с окисной изоляцией элементов. Рабочий диапазон температур от -60 до $+125^\circ\text{C}$. В состав серии входят низкочастотные малозумящие усилители с высоким входным сопротивлением 5УС041–5УС042 и согласованные пары p -канальных полевых транзисторов 5НТ041–5НТ044 в корпусе 301.8–2.–1

Схемы 5УС041 и 5УС042 предназначены для усиления слабых электрических сигналов высокоомных датчиков. Электрическая схема усилителя приведена на рис. 1. Входной каскад с динамической нагрузкой непосредственно соединен с источником повторителем, сопротивление утечки на входе составляет $0,4\text{--}4$ МОм. Схемы обеспечивают при небольшом числе элементов сравнительно высокое усиление и низкий уровень собственных шумов. Усилители сохраняют работоспособность при изменении напряжения источника питания от -6 до -18 В. Возможно соединение схем в двухкаскад -

ный усилитель с внешней отрицательной обратной связью по напряжению и термостабильностью коэффициента усиления не хуже $\pm 1,5\%$ в диапазоне рабочих температур.

Основные параметры усилителей при 25°C приведены в табл. 1. Зависимости основных характеристик усилителя от частоты, питающего напряжения, входного сигнала и температуры приведены на рис. 2–7. Частотные зависимости спектральных плотностей ЭДС шума и шумового тока, приведен -

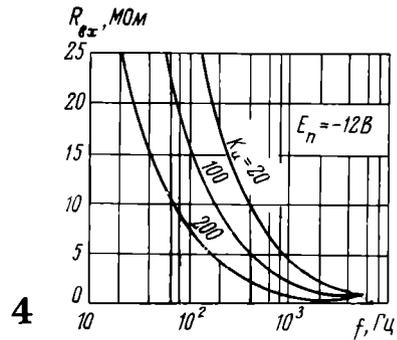


ных ко входу, для 5УС041 соответствуют типовым значениям для согласованных пар 5НТ041–5НТ042 и даны на рис. 8 (кривая 1 – 5НТ041, 5НТ042; кривая 2 – 5НТ043, 5НТ044).

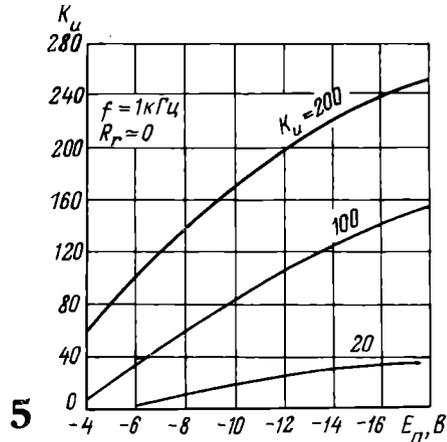
Таблица 1

Основные параметры усилителей

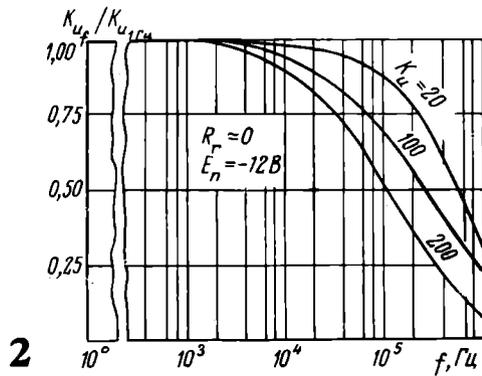
Наименование параметра	5УС041, 5УС042			Режим измерения
	А	Б	В	
Коэффициент усиления напряжения K_u	20–60	40–120	80–200	$E_n = -12 В$ $f = 1 кГц$ $R_r = 100 Ом$
ЭДС шумов $E_{ш\text{вх}}$, мкВ	≤ 3 (5УС041) ≤ 5 (5УС042)			$\Delta f = 5-10000 Гц$ $R_r = 0$ $E_n = -12 В$
Максимальное выходное напряжение $U_{\text{вых. max}}$, В		$\geq 0,5$		$f = 1 кГц$ $R_n = 3 кОм$ $K_f = 10\%$
Входное сопротивление $R_{\text{вх}}$, МОм	≥ 1		$\geq 0,5$	$f = 1 кГц$
Выходное сопротивление $R_{\text{вых}}$, кОм		≤ 1		$f = 1 кГц$
Верхняя граничная частота f_v , кГц		≥ 20		$R_r \leq 100 Ом$
Ток потребления $I_{\text{потр}}$, мА		≤ 5		$E_n = -12 В$
Напряжение источника питания E_n , В		$12 \pm 10\%$		



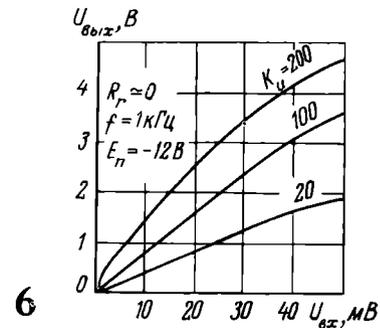
4



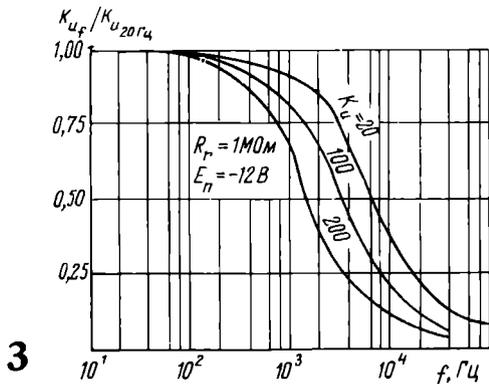
5



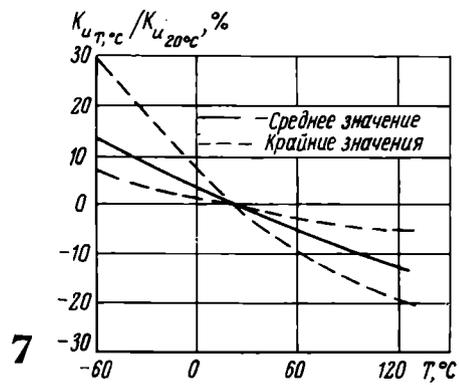
2



6



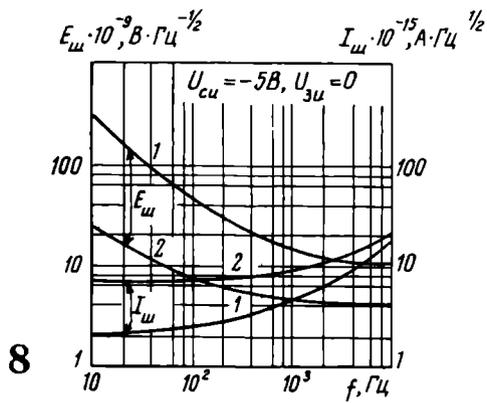
3



7

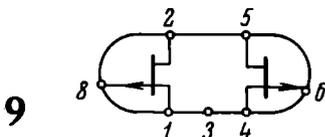
Основные параметры согласованных пар транзисторов

Наименование параметра	5НТ041, 5НТ042			5НТ043, 5НТ044			Режим изменения
	А	Б	В	А	Б	В	
Начальный ток стока $I_{с.нач}$, мА	0,1–0,7	0,4–1,5	1–2	1,5–7,5	5–15	10–20	$U_{си} = -10 В$
Крутизна S , мА/В	$\geq 0,3$	$\geq 0,5$	$\geq 0,8$	$\geq 1,5$	≥ 3	≥ 5	$U_{си} = -10 В, f = 270 Гц$
Напряжение отсечки $U_{зи.отс}$, В	$\leq 4,5$						$U_{си} = -5 В, I_{с.отс} = 1 мкА$
Входная емкость $C_{11и}$, пФ	≤ 6			≤ 17			$U_{си} = -10 В, U_{зи} = 0,$ $f = 500 кГц$
Проходная емкость $C_{12и}$, пФ	≤ 2			≤ 4			
Ток утечки затвора $I_{з.ут}$, нА	≤ 2						$U_{зи} = 5 В, U_{си} = 0$
Коэффициент шума $K_{ш}$, дБ	≤ 2						$U_{си} = -10 В, U_{зи} = 0$ $f = 1 кГц, R_{г1} = 1 МОм$
Отношение начальных токов стока $\frac{I_{с.нач 1}}{I_{с.нач 2}}$	$\geq 0,9(5НТ042;$ $5НТ044)$						$U_{си} = -10 В$
Отношение крутизны $\frac{S_1}{S_2}$	$\geq 0,9(5НТ042;$ $5НТ044)$						
Разность напряжений затвор-исток $ U_{зи1} - U_{зи2} , мВ$	$\leq 30(5НТ041;$ $5НТ043)$						$I_c = 0,1 мА, U_{си} = -5 В$
Температурный дрейф разности напряжений затвор-исток $\frac{\Delta U_{зи.1} - U_{зи.2} }{\Delta T}$, мкВ/град	$\leq 50(5НТ041;$ $5НТ043)$			$\leq 200(5НТ042;$ $5НТ044)$			
Максимально допустимое напряжение сток-исток $U_{си.макс}$, В	10+10%						$U_{зи} = 0$



8

Согласованные пары полевых транзисторов (рис.9) предназначены для работы во входных каскадах маломощных, дифференциальных и операционных усилителей, устройствах аналого-вычислительной техники. Основные параметры согласо-



9

ванных пар при 25°C приведены в табл. 2. Зависимости крутизны S , начального тока стока $I_{с.нач}$ и активной составляющей выходной проводимости $g_{22и}$ от напряжения отсечки $U_{зи.отс}$ представлены на рис.10 (5НТ041, 5НТ042) и 11 (5НТ043, 5НТ044). Зависимость тока стока $I_{с}$ от напряжения затвор-исток $U_{зи}$ с достаточной для практических задач точностью описывается соотношением

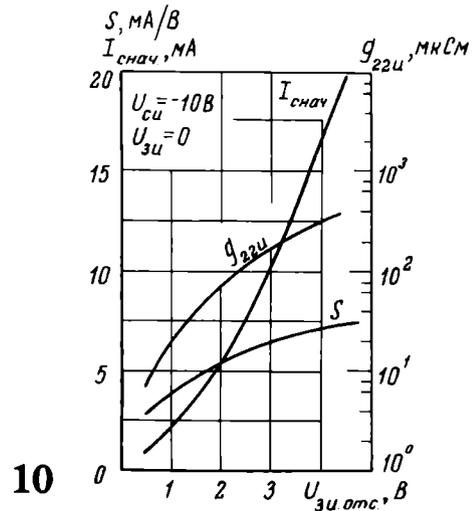
$$I_{с} = I_{с.нач} \left(1 - \frac{U_{зи}}{U_{зи.отс}} \right)^2.$$

Для оценки качества полевых транзисторов служит граничная частота $f_{гр}$, при которой коэффициент усиления по мощности равен 1:

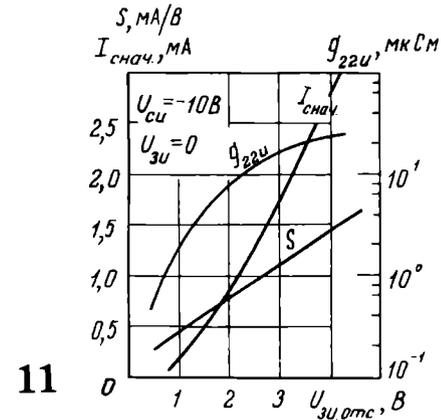
$$f_{гр} = \frac{S}{2\pi C_{12и}}$$

Для транзисторов 5НТ043В типовое значение $S = 6,5 \text{ мА/В}$, $C_{12и} = 3,2 \text{ пФ}$, следовательно,

$$f_{гр} \approx \frac{6,5 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 3,2 \cdot 10^{-12}} \approx 320 \text{ МГц}$$



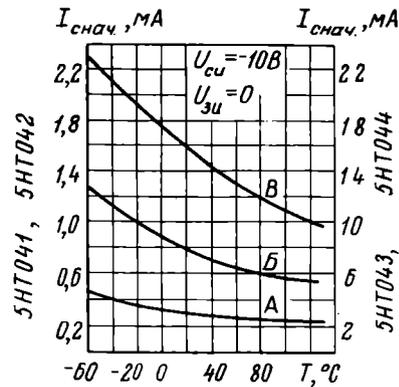
10



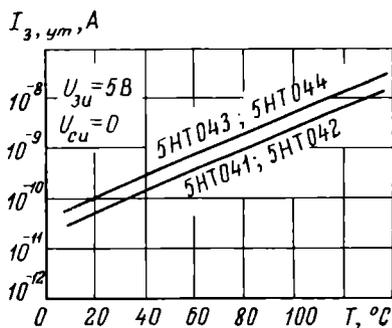
11

На рис. 12 и 13 приведены температурные зависимости начальных токов стока и токов утечки затвора.

Как показали результаты исследований, разность токов утечки затворов согласованных пар полевых транзисторов при температуре 125°C незначительна, что позволяет успешно использовать их на входе дифференциальных усилителей сигналов от высокоомных источников.



12



13

Показанные на рис. 8 типовые частотные зависимости спектральной плотности приведенных ко входу ЭДС шума $E_{\text{ш}}$ и шумового тока $I_{\text{ш}}$ позволяют вычислить коэффициент шума при любом сопротивлении генератора R_{Γ} :

$$K_{\text{ш}} = 10 \lg \frac{4kTR_{\Gamma} + E_{\text{ш}}^2 + I_{\text{ш}}^2 R_{\Gamma}^2}{4kTR_{\Gamma}}$$

Статья поступила 13 марта 1975 г.

УДК 621.382.822:621.382.32

ОЗУ НА ДОПОЛНЯЮЩИХ МОП-ТРАНЗИСТОРАХ

В.П.БОЛДЫРЕВ, Э.П.КАЛОШКИН Ю.А.КУЛАГИН, А.Г.ЧЕРНЫХ

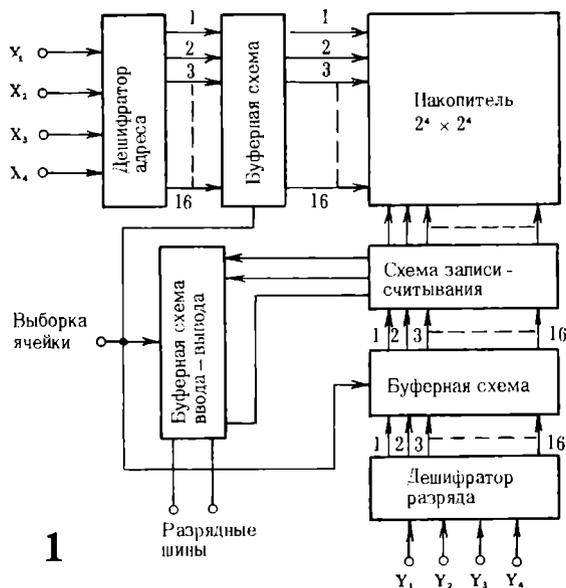
Дано описание конструкции и технологии изготовления полупроводниковых ОЗУ на дополняющих МОП-транзисторах емкостью 256 бит. Приведены основные электрические характеристики микросхем

Микросхемы на дополняющих МОП-транзисторах характеризуются сверхнизким уровнем потребляемой мощности, высокой помехозащищенностью, идентичностью параметров компонентов.

Функциональная схема полупроводниковых ОЗУ на дополняющих МОП-транзисторах представляет собой матричный накопитель, состоящий из 256 одноразрядных слов, схем дешифраторов адреса и разряда, записи считывания и трех буферных схем (рис.1). В качестве накопителя используется шеститранзисторный элемент с двухплечевым управлением (рис.2).

Выбранная организация ОЗУ позволила спроектировать наиболее универсальную ИС с возможным увеличением разрядности и объема блока ОЗУ ЦВМ, получить при заданной технологии максимальное быстродействие за счет исключения медленных схем развязки, упростить топологию кристалла и обеспечить возможность работы ОЗУ с ТТЛ ИС через биполярный усилитель считывания.

Для непосредственной стыковки с ТТЛ и ЭСЛ ИС было определено напряжение питания 5 В, что в свою очередь обусловило выбор в качестве элементной базы



1

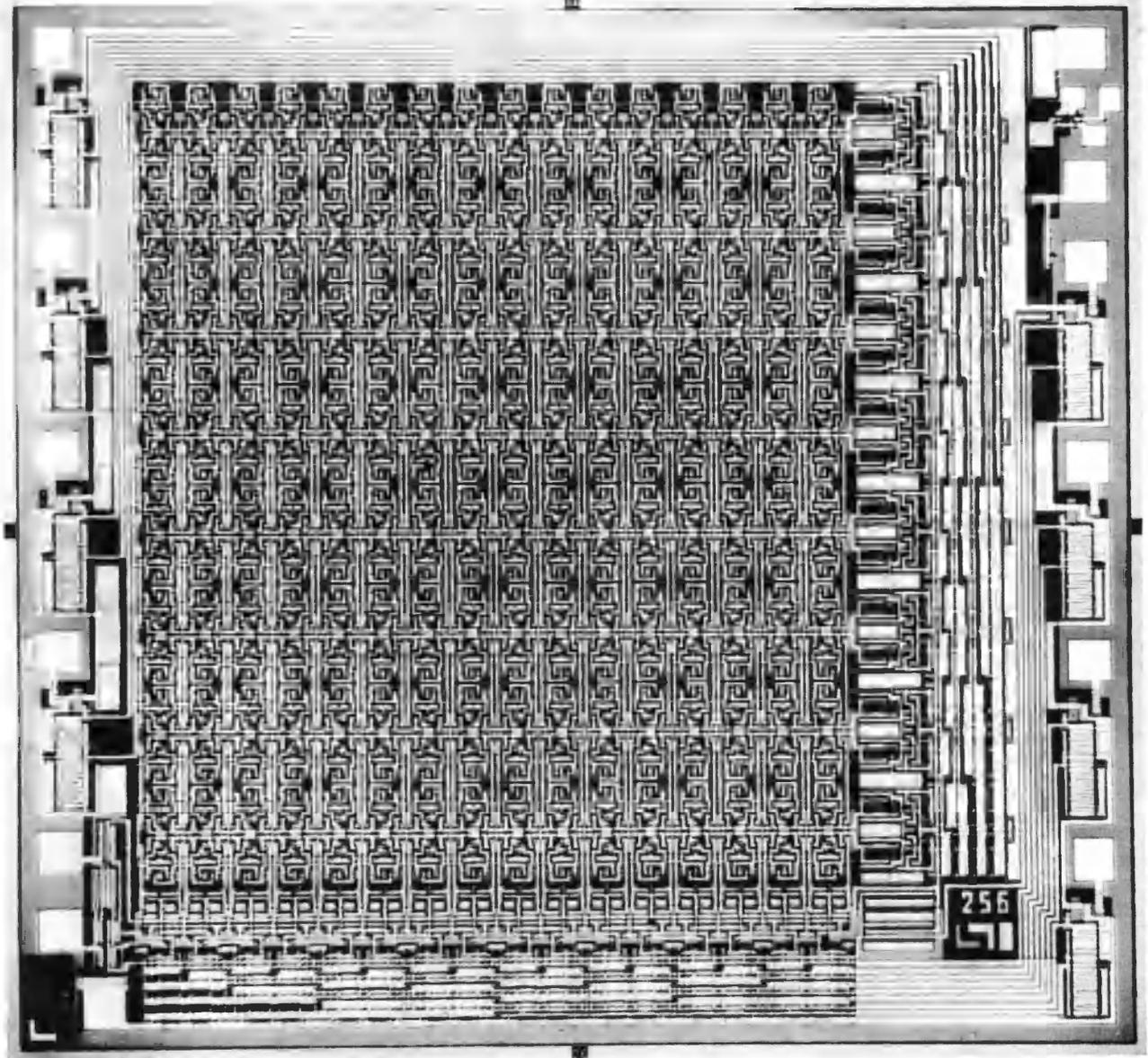
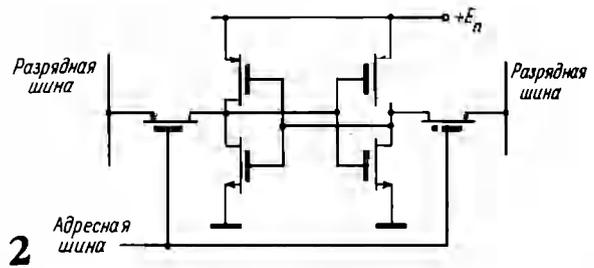
низкопороговых дополняющих МОП-транзисторов.

При выборе технологии изготовления ОЗУ прежде всего учитывалась необходи-

30

мость получения максимального быстродействия и надежности ИС. Поэтому полупроводниковые ОЗУ были выполнены по стандартной технологии изготовления низкороговых дополняющих МОП-транзисторов на базе изопланарного процесса.

Создание толстого окисла на поверхности кремниевой пластины по изопланарной технологии позволило существенно



3

повысить степень интеграции элементов за счет ликвидации охранных колец вокруг каждого *p*- и *n*-канальных транзисторов, а также обусловило почти двухкратное увеличение быстродействия схемы по сравнению с обычной тонкоокисной технологией за счет уменьшения емкости паразитных МОП-транзисторов.

Следует отметить и другое достоинство изопланарного процесса: его применение

дает возможность значительно уменьшить перепад уровней на поверхности кристалла, что позволяет создать бесступенчатую систему разводки межсоединений схемы и повышает надежность ее работы.

Полупроводниковое ОЗУ содержит 1986 элементов. Общий вид кристалла размером 3x3,2 мм показан на рис.3. Регулярность структуры электрической схемы обус-

ловила создание топологии кристалла с одним уровнем межсоединений, что особенно важно в условиях серийного производства.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЗУ

Напряжение питания 5.0 В ($\pm 10\%$)
 Потребляемая мощность в режиме хранения ≤ 80 мкВт
 Уровень входных сигналов, соответствующий
 логической «1» $\geq (E_n - 1)$ В
 логическому «0» ≤ 1 В
 Время выборки (измеряется как время задержки* сигнала от момента появления информации на входе до момента появления считанной информации на выходе) ≤ 0.5 мкс

Время записи (определяется как минимальная длительность входного сигнала, при котором происходит переключение выбираемого запоминающего элемента) ≤ 1.0 мкс

Микросхема герметизирована в металлокерамическом корпусе с 16 планарно расположенными выводами. Диапазон рабочих температур — 10—85°C.

Разработанное полупроводниковое ОЗУ может применяться в системах памяти ЦВМ с жестко ограниченным энергоресурсом.

Статья поступила 11 марта 1975 г.

УДК 681.327.2.001.2:621.396.69-181.48

ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ УМНОЖИТЕЛИ ДЛЯ СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ФОТОМЕТРИИ

Г.С.ВИЛЬДГРУБЕ, Н.В.ДУНАЕВСКАЯ, А.Л.ЗАХАРОВА, М.Д.ПОДОКСИНА



Для решения различных задач регистрации излучения в диапазоне 200—1100 нм разработаны четыре пороговых фотоэлектронных умножителя (ФЭУ), имеющих одинаковые габариты и цоколевку (см.таблицу).

*Времена задержек измеряются на уровне 0.5 от логического перепада.

В основе этой серии ФЭУ лежит малогабаритная жалюзийная умножительная система, позволяющая регистрировать широкий диапазон токов [1].

Регистрация очень малых мощностей излучения в диапазоне 200—1100 нм требует обеспечения высокого отношения сигнала к шуму, что достигается в этих приборах уменьшением вклада термоэмиссии с фотокатода в собственные шумы на вы-

Тип прибора	Фотокатод	Рабочий диаметр фотокатода, мм	Спектральный диапазон чувствительности, нм	Средняя чувствительность фотокатода, мкА/лм	Напряжение питания, В	Средняя анодная чувствительность, А/лм	Темновой ток (при средней анодной чувствительности), А	Порог чувствительности, лм·Гц ^{-1/2}	Температурный диапазон, °С
ФЗУ-96	Сурьмяно-калиево-цезиевый	3	200–680	35	1600	30	3·10 ⁻¹⁰	5·10 ⁻¹¹	от –60 до +70
ФЗУ-112	Оксидно-серебряно-цезиевый	5	200–1100	25	1500	10	1·10 ⁻⁷	5·10 ⁻¹¹	от –60 до +55
ФЗУ-114	Сурьмяно-калиево-натриево-цезиевый	10	200–850	80	1400	30	5·10 ⁻¹⁰	1·10 ⁻¹²	от –60 до +70
ФЗУ-116	Теллур-цезиевый	10	200–350	8·10 ⁻³ *)	1500	300**)	5·10 ⁻¹¹	1·10 ⁻¹¹ Вт·Гц ^{-1/2}	от –60 до +70

Примечания. *)Чувствительность в максимуме спектральной характеристики, мА/Вт.
**)На длине волны 253,7 нм, А/Вт.

Условия эксплуатации

	ФЗУ-96	ФЗУ-112, ФЗУ-114, ФЗУ-116
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот ускорением, <i>g</i>		
2–2500 Гц	12	–
1–3000 Гц	–	20
Линейные нагрузки с ускорением, <i>g</i>	400	500
Многочисленные удары (400 уд) с ускорением, <i>g</i>	50	75
Одиночные удары с ускорением, <i>g</i>	500	1000

ходе ФЗУ, удовлетворительной эффективностью фотокатода в нужном диапазоне спектра, исключением паразитных эффектов в умножительной системе.

Для уменьшения вклада термоэмиссии в собственные шумы фотоэлектронного умножителя в ФЗУ-96 и ФЗУ-112 используется вырезающий конус, позволяющий уменьшить диаметр рабочей площади до 3–5 мм.

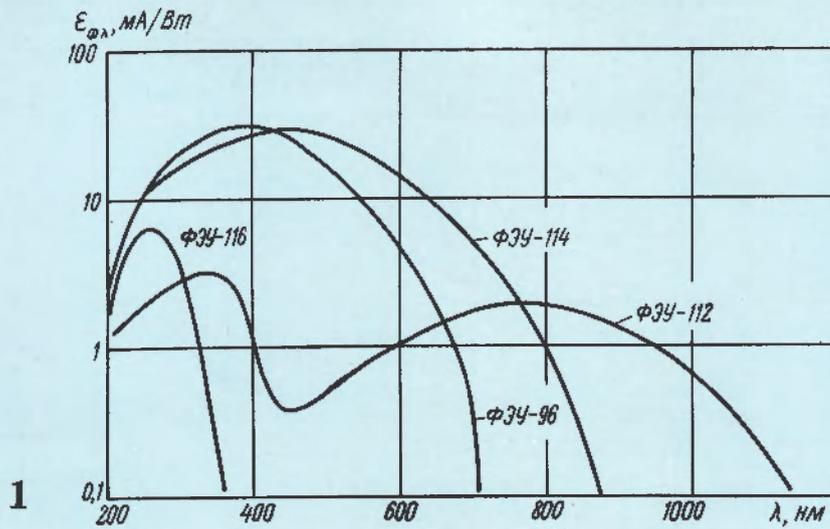
Применение кварцевого кольца в фотокатодной части приборов и экрана, опирающегося на внутреннюю стенку калиброванной части колбы, исключает обратную оптическую и ионную связи и позволяет в ФЗУ-96 и ФЗУ-114 получить пороговую чувствительность до 2·10⁻¹¹ лм·Гц^{-1/2} при отсутствии фона. В присутствии фоновой засветки порядка 10⁻¹⁰ лм пороговая чувствительность составляет (1 ± 2) 10⁻¹² лм·Гц^{-1/2}.

Спектральные характеристики приборов приведены на рис.1. Чувствительность приборов в левой части характеристик ограничена пропусканием фиолетового окна колбы.

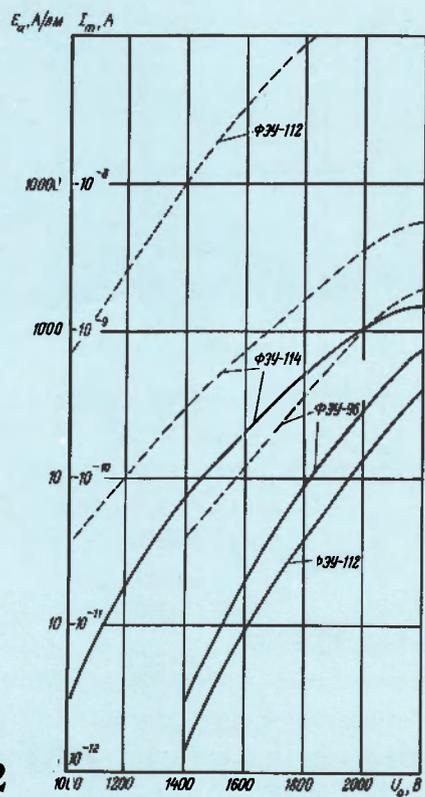
Для ФЗУ-116 с теллур-цезиевым фотокатодом отношение чувствительности на длине волны 365 нм к чувствительности в максимуме характеристики не превышает 5% (так называемый коэффициент солнечной слепоты).

Для увеличения чувствительности фотокатода можно использовать эффект полного внутреннего отражения на границе фотокатод–вакуум [2]. Помещая перед фотокатодом ФЗУ-112 или ФЗУ-114 призму полного внутреннего отражения, обеспечивающую четырехкратное (и более) прохождение света через фотокатод, можно получить почти полное поглощение света, при этом чувствительность увеличивается в несколько раз.

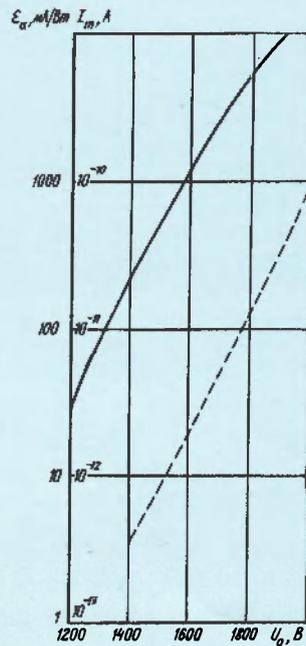
Типовые зависимости анодной чувствительности (сплошная линия) и темнового тока (пунктирная) от напряжения питания приведены на рис.2, (а – для ФЗУ-96, ФЗУ-112 и ФЗУ-114; б – ФЗУ-116). Из рисунка видно, что отношение темнового тока к анодной чувствительности до предельно-допустимого напряжения (2200 В), остается на одном уровне или изменяется незначительно. В некоторых приборах при увеличении напряжения пи-



1



2



3

тания выше предельно-допустимого наблюдается ухудшение порога чувствительности. В области низких напряжений ухудшение порога характерно для всех приборов и объясняется значительным вкладом шумов измерительной аппаратуры, так как шумы ФЭУ при малых значениях питающих напряжений незначительны.

Гарантируется сохранение параметров всех типов ФЭУ в пределах заданных норм при работе со средними анодными токами порядка 1 мкА в течение 1000 ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильдгрубе Г.С. и др. Авт.свид. № 205157. "Бюлл. изобр.", 1967, № 23.
2. Мостовский А.А. и др. Авт.свид. № 252495. "Бюлл. изобр.", 1969, № 29.

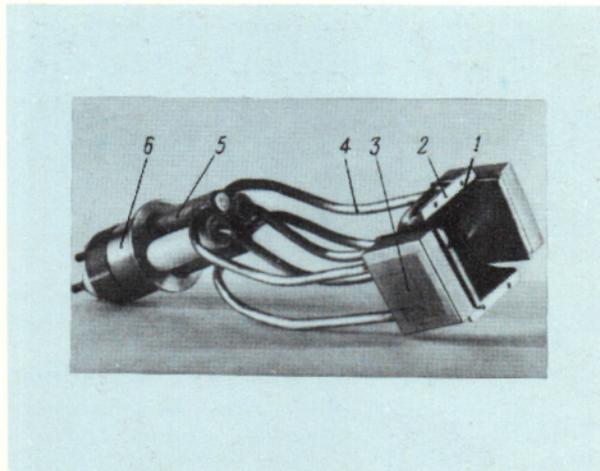
УЗЕЛ КАТОДНОГО РАСПЫЛЕНИЯ ДЛЯ УСТАНОВОК УВР-3М И УВР-4

В.А.ВЕДЕРНИКОВ, Т.И.ДАНИЛИНА, З.А.ШАНДРА

Применяемая в промышленных установках УВР-3М и УВР-4 диодная система катодного распыления имеет ряд существенных недостатков. При осаждении диэлектрических пленок на поверхность полупроводника происходит интенсивная бомбардировка поверхности подложки заряженными частицами из разряда. Возникающие при этом радиационные дефекты являются причиной высокой плотности поверхностных состояний полупроводника [1]. Кроме того, в диодной системе распыления зона горения разряда выходит за пределы межэлектродного пространства, что ведет к загрязнению пленок газовыми молекулами, десорбировавшимися со стенок вакуумного колпака и подколпачного устройства.

С точки зрения получения качественных диэлектрических пленок перспективным способом реактивного катодного распыления является использование разряда в скрещенных электрическом и магнитном полях (пеннинговский разряд) [2]. Для установок УВР-3М и УВР-4 разработан катодный узел на основе устройства, описанного в работе [2], что позволяет получать реактивным распылением пленки при относительно низком давлении газа в камере и невысокой интенсивности электронно-ионной бомбардировки.

Конструкция узла представлена на рисунке. Медный анод 1 выполнен в форме дуги. Два стальных катода 2 имеют пазы для крепления катодных насадок из распыляемого материала. Анод и катоды охлаждаются проточной водой, подаваемой по медным трубкам 3. Трубки приварены к четырем штуцерам 4, проходящим через стальную пробку 5



и электрически изолированным от нее. Стальная пробка соответствует по своим размерам пробке с электрическими выводами, расположенной на плате УВР-3М и УВР-4. Поперечное магнитное поле создается постоянными магнитами 6.

Максимальная скорость осаждения пленок колеблется для различных материалов в пределах 150–200 Å/мин. Неравномерность пленок по толщине менее 5% при площади подложки 30×30 мм. Рабочее давление $(1 \div 5) \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст.

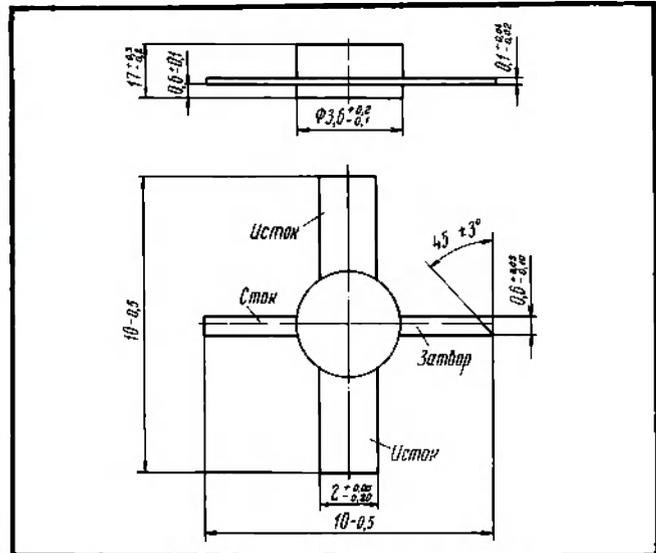
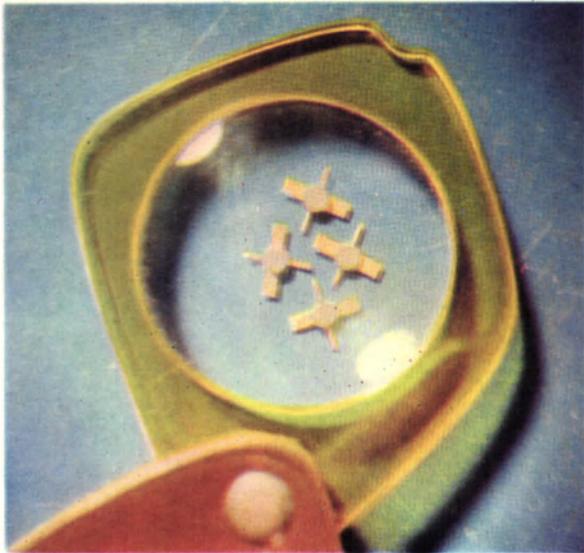
ЛИТЕРАТУРА

1. Литовченко В.Г., Лысенко В.С., Дубчак А.Г. Центры радиационного типа, возникающие на обезвоженной поверхности Ge при бомбардировке ионами He⁺ с низкой энергией. "Украинский физический журнал", 1971, том 16, № 8.
2. Воробьев Г.А., Данилина Т.И. Получение диэлектрических пленок в низковольтном пеннинговском разряде и их исследование. "Электронная техника", сер. 12, 1970, вып. 2.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ПОЛЕВОЙ ТРАНЗИСТОР КП 312

В.С.ЛИБЕРМАН, В.К.НЕВЕЖИН, Л.Д.НЕФЕДОВА, В.В.ФУРСОВ

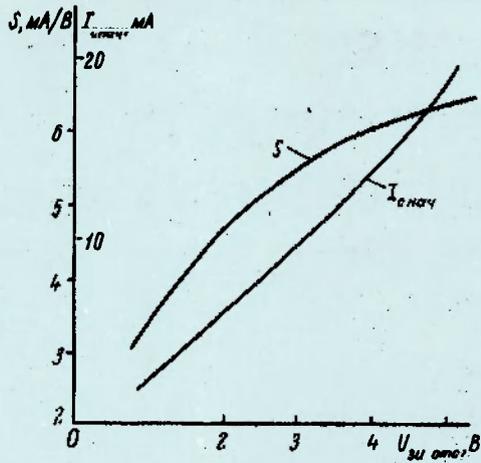
Кремниевый *n*-канальный прибор с затвором в виде *p-n* перехода изготовлен по планарно-эпитаксиальной технологии. Выпускается в полосковом корпусе.



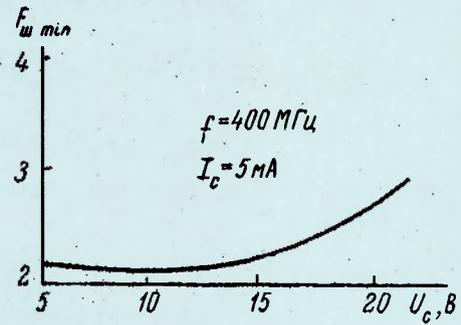
Предназначен для работы во входных каскадах малошумящих высокочастотных усилителей до частоты 400 МГц.

Электрические характеристики транзисторов типов А и Б приведены в таблице и на рис.1—5.

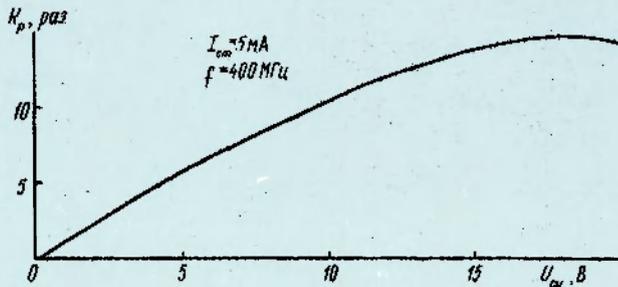
Параметр	Тип транзистора	Значение параметра		
		минимальное	типовое	максимальное
Крутизна характеристики S , мА/В при $U_{СИ} = 15 В$ и $U_{ЗИ} = 0$	А	4,5	5,0	6,0
	Б	2,0	4,0	5,0
Начальный ток стока $I_{С,нач}$, мА при $U_{СИ} = 15 В$ и $U_{ЗИ} = 0$	А	8	15	20
	Б	1,5	5	—
Ток утечки затвора $I_{З,ут}$, нА при $U_{ЗИ} = -10$ и $U_{СИ} = 0$	А	0,05	0,1	2,5
	Б			
Напряжение отсечки $U_{З}$ и отс, при $U_{СИ} = 15 В$ и $I_C = 10$ мкА	А	2,5	3,8	8
	Б	0,8	3,0	6
Входная емкость $C_{вх}$, пФ при $U_{СИ} = 15 В$ и $f = 10$ МГц	А	2,0	2,4	4,0
	Б			
Проходная емкость $C_{пр}$, пФ при $U_{СИ} = 15 В$ и $f = 10$ МГц	А	0,5	0,64	1
	Б			
Коэффициент шума F , дБ при $U_{ЗС} = 10 В$, $I_C = 5$ мА и $f = 400$ МГц	А	2,0	3,0	4
	Б	2,0	3,5	6
Активная составляющая выходной проводимости $G_{22и}$, мкСм при $U_{СИ} = 15 В$ и $f = 1 \cdot 10^9$ Гц	А	40	75	130
	Б	10	40	110



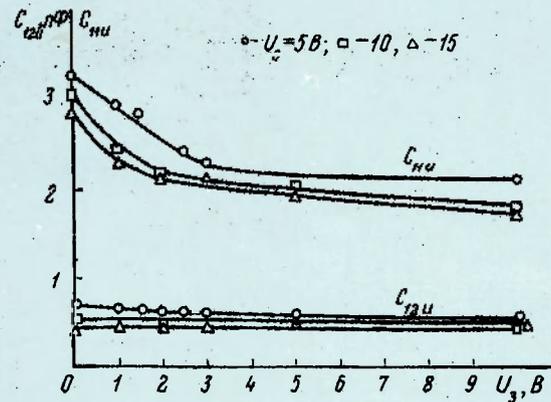
1
ЗАВИСИМОСТЬ НАЧАЛЬНОГО ТОКА СТОКА И КРУТИЗНЫ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТ НАПРЯЖЕНИЯ ОТСЕЧКИ



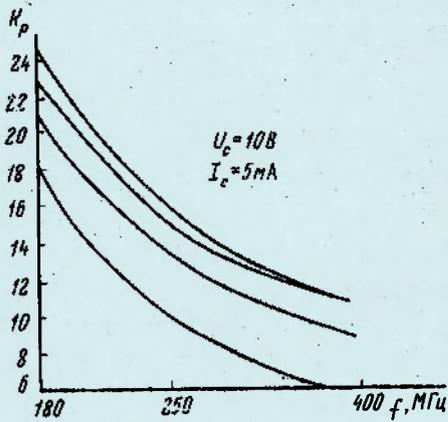
4
ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ШУМА ОТ НАПРЯЖЕНИЯ СТОК-ИСТОК В РЕЖИМЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОГЛАСОВАНИЯ



2
ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ ПО МОЩНОСТИ ОТ НАПРЯЖЕНИЯ СТОК-ИСТОК



5
ЗАВИСИМОСТЬ ВХОДНОЙ И ПРОХОДНОЙ ЕМКОСТЕЙ ОТ НАПРЯЖЕНИЯ ЗАТВОР-ИСТОК



3
ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ ПО МОЩНОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ ТРАНЗИСТОРОВ

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Напряжение, В	
сток-исток	20
затвор-исток	25
затвор-сток	25
Постоянный ток стока, mA	25
Постоянная рассеиваемая мощность при 25°C, мВт	100

МОЩНЫЕ ГЕНЕРАТОРНЫЕ ЛАМПЫ ДЛЯ РАДИОВЕЩАНИЯ, ШИРОКОПОЛОСНЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

В.А.КЛЕВЦОВ, Ю.К.ПЕСИШ, Р.Я.РОЩИН



1

ЛАМПЫ ДЛЯ РАДИОВЕЩАНИЯ. Разработанная серия мощных триодов ГУ-65 (рис. 1) позволила повысить технические характеристики передатчиков за счет увеличения мощности ламп (триод ГУ-65А отдает мощность 500 кВт) и сокращения их числа, снижения потерь мощности на возбуждение выходного каскада, а также применения новых способов охлаждения ламп, требующих значительно меньших затрат энергии.

Характерные конструктивные особенности этих ламп — улучшенное токораспределение между сеткой и анодом и повышенная крутизна анодно-сеточной характеристики — обеспечивают высокие значения коэффициента усиления по мощности (порядка 20–

50) при повышенном значении электронного КПД анодной цепи (порядка 70–80%). Благодаря этому мощные ДСВ передатчики работают с промышленным КПД 60–65%, а сверхмощные широкодиапазонные КВ передатчики, например на лампах ГУ-65А, с КПД 50–55%.

Лампы новой серии выпускаются с водяным и испарительным охлаждением анода. Модификации приборов с воздушным охлаждением имеют усовершенствованные малогабаритные радиаторы, требующие вентиляторов с малой мощностью.

Основные параметры мощных генераторных ламп для радиовещания приведены в табл. 1.

Таблица 1

Лампа	Охлаждение	P_k , кВт	P_a доп., кВт	f , МГц	E_a , кВ	K_p	η , %	Высота, мм	Диаметр, мм	Масса, кг
ГК-9А	Водяное	30	18	2	10	75	80	340	150	5
ГК-9Б	Воздушное	30	18	2	10	75	80	340	210	12
ГУ-66Б	Воздушное	80	30	30	10	10	78	450	220	15
ГУ-66А	Водяное	100	60	30	10	10	78	450	182	8
ГУ-68Б	Воздушное	175	70	30	10	50	75	580	245	35
ГУ-68А	Водяное	250	130	30	10	10	70	580	215	24
ГУ-65А	Водяное	500	350	30	12	10	75	650	245	28

Дальнейшее развитие мощных генераторных ламп для радиовещания осуществляется в направлении увеличения коэффициента усиления и отдаваемой колебательной мощности.

Экспериментальный образец генераторного тетрода с выходной мощностью 1 МВт и серийный триод ГУ-65А представлены на рис. 2.

2



ЛАМПЫ ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ. В последние годы при создании радиопередающей аппаратуры все большее распространение находят системы с высокой степенью автоматизации перестройки рабочей частоты, усиливающие радиосигналы в широкой полосе частот (десятки-сотни мегагерц).

Одним из наиболее распространенных принципов построения выходных каскадов усилителей в данных системах является принцип распределенного усиления мощности [1-3].

Разработана серия генераторных тетродов, предназначенных для применения в устройствах, работающих по принципу распределения усиления мощности (УРУ): ГС-36Б, ГУ-74Б, ГУ-77Б, ГУ-78Б с мощностью рассеяния на аноде соответственно 0,4; 0,6; 1,6; 2,5 кВт (рис. 3). Малые значения остаточного напряжения анода и выходной емкости лампы при заданном значении импульса анодного тока реализованы за счет использования приоритетных оригинальных технических решений [4, 5]. Применение данных ламп в радиопередающих устройствах с УРУ позволяет существенно по-

высить промышленный КПД передатчика, снизить его габариты, вес и стоимость. Например, передатчики на лампах ГУ-74Б с выходной мощностью 1 кВт, предназначенные для использования в промышленном и торговом флотах СССР, имеют промышленный КПД 20%.

3



Основные параметры генераторных тетродов для УРУ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Лампа	$P_{a \text{ доп'}}$ Вт	$I_{a \text{ max'}}$ А	$U_{a \text{ ост'}}$ В	$f_{\text{max'}}$ МГц	$C_{\text{вых'}}$ пФ
ГС-36Б	400	0,95	< 300	500	7
ГУ-74Б	600	1,50	< 250	60	12
ГУ-77Б	1600	3,50	< 250	250	20
ГУ-78Б	2500	4,50	< 250	250	30

Дальнейшее совершенствование генераторных ламп данного целевого назначения осуществляется в направлении снижения уровня энергетических потерь на аноде в режиме молчания, нелинейных искажений и шумов, а также повышения уровня локализации мощности в объеме.

Разработка малогабаритных "токовых" приборов с оптимальными параметрами позволит в ближайшие годы создать унифицированные модули УРУ, на базе которых можно будет разрабатывать радиопередающую широкополосную аппаратуру различного уровня мощности с высокими техническими характеристиками.

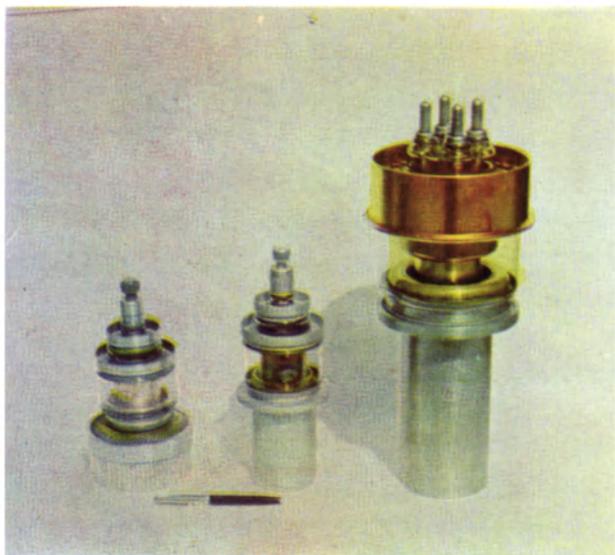
ЛАМПЫ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОТЕРМИИ. Режим работы ламп в промышленных ВЧ установках существенно отличается от режима их работы в радиопередающих устройствах.

В процессе нагрева нагрузка в генераторах изменяется в широких пределах, вследствие чего приборы часто работают в режимах, близких к режимам холостого хода и короткого замыкания.

В первом случае режим работы становится перенапряженным, при этом резко возрастает мощность, рассеиваемая сеткой, во втором — увеличивается мощность, рассеиваемая анодом. В отличие от радиопередающих устройств питание ламп в промышленных генераторах осуществляется от источников нестабилизированного напряжения. Кроме того, промышленные генераторы трудно обеспечить системой достаточно интенсивного водяного или принудительного воздушного охлаждения, требуемого при резко меняющейся нагрузке. Поэтому лампы, используемые в промышленных генераторах для обеспечения эксплуатационной надежности приборов, должны иметь значительные запасы по мощностям, рассеиваемым электродами, а промышленные установки вследствие их широкого применения — приспособленную к массовому производству конструкцию и быть достаточно экономичными.

Выпускается серия мощных генераторных триодов, специально предназначенных для применения в промышленных устройствах: ГУ-56, ГУ-58А, ГУ-58Б, ГУ-59А, ГУ-59Б, ГУ-62А, ГУ-62П — с отдаваемой колебательной мощностью от 1 до 40 кВт.

4



Основные параметры ряда мощных триодов для промышленных генераторов представлены в табл.3.

Таблица 3

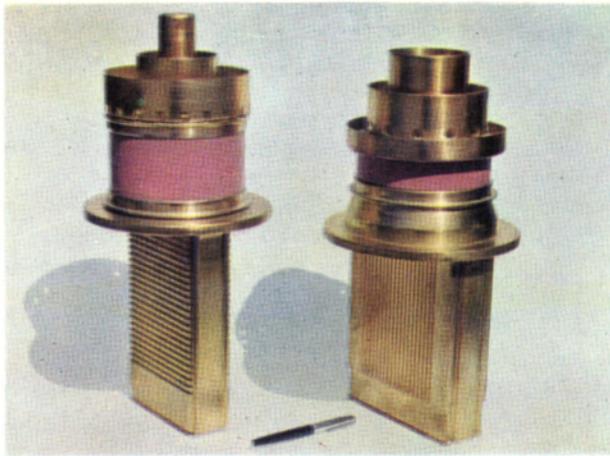
Лампа	Охлаждение	P_k , кВт	P_a , кВт	$f_{пред}$, МГц	U_a , кВ	η , %
ГУ-58Б	Воздушное	4,0	3	300	6,0	70
ГУ-58А	Водяное	4,0	3	300	6,0	70
ГУ-59Б	Воздушное	6,3	6	155	5,0	64
ГУ-59А	Водяное	6,3	6	155	5,0	64
ГУ-62П	Испарительное	40,0	40	85	8,0	80
ГУ-62А	Водяное	63,0	40	85	10,5	80

Эксплуатационные параметры приборов данной серии, обеспечивающие повышенную долговечность, выбраны с большим запасом: мощность рассеяния на аноде — в 1,5 раза (при кратковременном включении аноды ламп позволяют рассеивать мощность в 2–5 раз больше допустимой), а мощность рассеяния на сетках более чем в 2 раза превышает мощности, рассеиваемые при использовании ламп в номинальном режиме.

Улучшенные характеристики указанных генераторных ламп по сравнению с ранее использовавшимися обеспечивают повышение технических характеристик промышленных установок. Так, например, применение триодов ГУ-62А и ГУ-62П позволило повысить промышленный КПД установок не менее чем на 5%.

Генераторные и модуляторные лампы с использованием принципа магнитной фокусировки электронного потока и чрезвычайно малым уровнем сеточных токов [6] работают в магнитном поле напряженностью ~ 1000 А/м, для создания которого используются постоянные магниты. Существенным преимуществом этих приборов по сравнению с ранее разработанными является получение заданной мощности при значительно большем значении электронного КПД (~90–93%), близком к теоретическому пределу.

Разработаны триоды с магнитной фокусировкой электронного потока ГК-12А и ГК-13А с водяным охлаждением на колебательную мощность 60 и 100 кВт и предельную рабочую частоту 30 МГц. КПД ГК-12А составляет 85–90% ($P_a = 25$ кВт), ГК-13А — 90–92% ($P_a = 30$ кВт).



5

Все шире в настоящее время используется прогрессивный способ испарительного охлаждения анодов мощных генераторных и модуляторных ламп.

Модернизация триодов ГУ-65А и ГК-12А позволит использовать триод ГУ-65А в качестве выходной генераторной лампы, а триод ГК-12А — в модуляторном режиме в радиовещательной станции нового типа. Испарительное охлаждение обеспечит максимальную простоту в эксплуатации ламп, высокую надежность их работы, повышенную экономичность передатчика.

Мощные генераторные лампы с магнитной фокусировкой электронного потока (без магнитов) показаны на рис. 5.

В данном сообщении отражены лишь некоторые направления развития мощных генераторных ламп, представляющие, с нашей точки зрения, наибольший интерес для народного хозяйства.

В настоящее время выпускается около 200 типов генераторных и модуляторных ламп, предназначенных для усиления однополосного сигнала [7], цветного и черно-белого телевидения, физических исследований и других областей народного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев О.В. Усилители мощности с распределенным усилением. М., "Энергия", 1968.
2. Wohllied Von. R. Die Senderrohre YL 1260 eine 250 watt-Pentode mit Schattengitter für lineare Leistungskettenverstärker. "Telefunken Zeitung", 1967, N 4.
3. Junge W. YL 1510 eine neue Sendetrode für Einseitenbandsender. "Technische Mitteilungen AEG-Telefunken", 1970, N 3.
4. Manyafov V.N. et al. United States Patent N 3784866, Jan. 8, 1974.
5. Manyafov V.N. et al. United States Patent N 3790000, Feb. 5, 1974.
6. Cathode Press., 1965, v. 22, N 4, p. 14.
7. Семенов Р.Л., Клевцов В.А., Московская Г.М. Генераторные лампы, предназначенные для применения в однополосных радиопередающих устройствах. "Электронная техника", сер. 4, 1973, вып. 1.

Статья поступила 18 февраля 1975 г.

УДК 621.385.183

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ ОШИБОК В ИНФОРМАЦИОННЫХ КАНАЛАХ

А.И. БЕЛОУС, В.П. БОЛДЫРЕВ, Г.М. МАРЧЕНКО, С.Н. РЯБОВА, Ю.И. САВОТИН, А.В. ТКАЧ

Рассмотрены интегральные схемы 155КП5 и 155ИП2, значительно расширяющие логические возможности микросхем серии 155. Дано описание их работы и приведены основные электрические параметры

До недавнего времени в состав промышленных серий ИС 133, 155 входили логические элементы, выполняющие лишь функции «НЕ», «И-НЕ», «И-ИЛИ-НЕ». При построении отдельных узлов автоматики, вычислительной техники и устройств про-

граммного управления возникает необходимость в схемах, реализующих логическую функцию «исключающее ИЛИ» (сложение по модулю 2) [1, 2].

Разработанные интегральные схемы 155КП5, 155ИП2 значительно расширяют

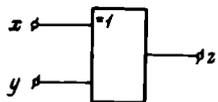
логические возможности ИС серии 155: счетверенный двухвходовый логический элемент «исключающее ИЛИ» (155КП5) и нечетно-четное устройство контроля четности (155ИП2).

«Исключающее ИЛИ» — булева функция, изображаемая знаком \oplus (или \ominus) и определяемая формулой

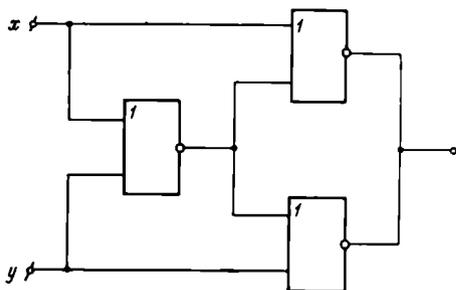
$$x \oplus y = x\bar{y} + \bar{x}y.$$

Логический элемент «исключающее ИЛИ» можно построить, используя логические элементы «ИЛИ». Условное обозначение, функциональная схема и таблица истинности элемента приведены на рис.1 (соответственно а, б, в).

1



$$x \oplus y = z$$



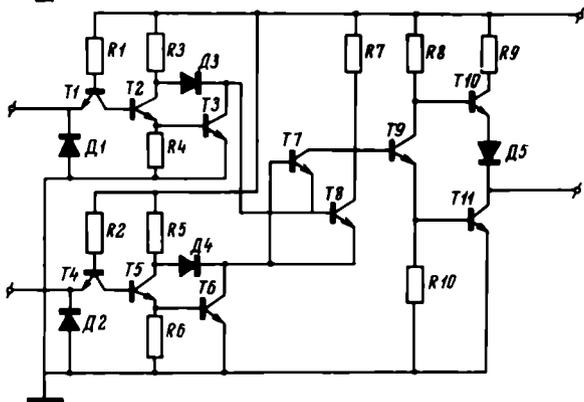
б

Вход		Выход
x	y	z
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

в

Принципиальная электрическая схема, реализующая функцию $z = x\bar{y} + \bar{x}y$, представлена на рис.2.

2



Основным элементом при построении схем 155КП5 и 155ИП2, как и большинства схем серии 155, явился сложный ТТЛ-инвертор. Из таблицы истинности (см.рис.1,в) видно, что если аргументы x и y функции z равны (четная комбинация), функция принимает значение логического «0». Если же $x \neq y$ (нечетная комбинация), то $z = 1$. Применительно к случаю преобразования сигналов это означает, что сигнал на выходе схемы появится лишь при условии, что есть сигнал только на одном из входов.

НЕЧЕТНО-ЧЕТНЫЙ БЛОК КОНТРОЛЯ ЧЕТНОСТИ.

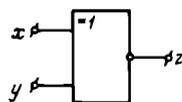
Для систем вычислительной техники большое значение имеют устройства обнаружения ошибок, применяемые в системах контроля передаваемой информации и организованные на базе схем контроля [3, 4]. На практике различают схемы «контроль четности» и «контроль нечетности». Первая из них реализует функцию «исключающее ИЛИ» (рис.2), вторая выполняет логическую операцию эквивалентности (инверсия от «исключающего ИЛИ»):

$$z = \bar{x}y + x\bar{y} = \bar{x}\bar{y} + xy.$$

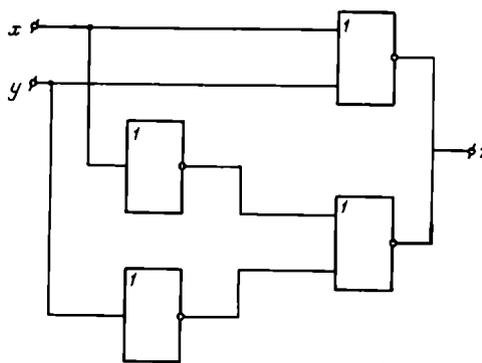
Условное обозначение, функциональная схема и таблица истинности логического элемента «исключающее ИЛИ-НЕ», построенного на элементах «ИЛИ-НЕ», представлены на рис.3 (соответственно а, б, в).

Схема контроля четности обнаруживает ошибку, если на ее вход поступает код с четностью, отличной от той, которая признается правильной для данного устройства.

3



$$z = \bar{x}\bar{y} + xy$$



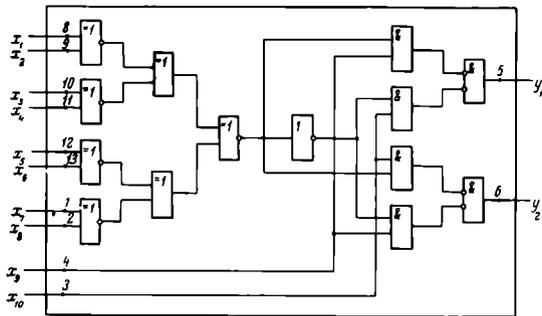
б

Вход		Выход
x	y	z
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

в

Контроль четности широко распространен при выполнении большинства операций обработки данных, включая сложение, вычитание, сдвиг и поразрядное «исключающее ИЛИ».

4



а)

Состояние входов			Состояние выходов	
Сумма единиц на входах	Состояние нечетного строба	Состояние четного строба	Нечетный выход	Четный выход
$x_1 - x_8$	x_9	x_{10}	y_1	y_2
Четная	0	1	0	1
Нечетная	0	1	1	0
Четная	1	0	1	0
Нечетная	1	0	0	1
Неопределенная	1	1	0	0
Неопределенная	0	0	1	1

б)

Интегральная схема, реализующая функцию нечетно-четного блока контроля четности разрядностью 8 бит (рис.4), является универсальной. Предусмотрены два управляющих входа x_9 и x_{10} , обеспечивающих работу схемы в любом четном или нечетном сравнивающем устройстве.

В функциональной схеме нечетно-четного устройства контроля четности можно выделить две основные части: собственно схему контроля, реализованную на пяти элементах «исключающее ИЛИ-НЕ» и двух «исключающее ИЛИ», и схему управления выходами, построенную на шести инверторах и имеющую два стробирующих входа.

Анализируя таблицу истинности схемы контроля четности (см.рис.4,б), можно получить упрощенные выражения, описывающие работу схемы:

$$y_1 = (\bar{A} + \bar{x}_{10})(A + \bar{x}_9),$$

$$y_2 = (\bar{A} + \bar{x}_9)(A + \bar{x}_{10}),$$

где $A = 1$ при четной комбинации сигналов на информационных входах,

$A = 0$ при нечетной комбинации сигналов.

РАБОТА НЕЧЕТНО-ЧЕТНОГО БЛОКА КОНТРОЛЯ ЧЕТНОСТИ. В зависимости от состояния управляющих входов («стробов») x_9 и x_{10} устройство может работать как схема «контроль четности» или как схема «контроль нечетности» (см.рис.4,а).

При подаче на управляющий вход x_9 низкого (лог.«0»), а на вход x_{10} высокого уровня напряжения (лог.«1») в случае четной комбинации логических уровней на информационных входах $x_1 - x_8$ на четном выходе y_1 будет высокий уровень напряжения (лог.«1»), а на «нечетном» y_2 — низкий. При нечетной комбинации входных уровней на информационных входах состояния выходов y_1 и y_2 меняются на противоположные. Устройство реализует функцию схемы «контроль четности».

При подаче на управляющий вход x_9 высокого, а на вход x_{10} низкого напряжения логического сигнала в случае четной комбинации уровней на информационных входах $x_1 - x_8$ высокий уровень напряжения будет присутствовать на «нечетном» выходе y_1 , а низкий — на «четном» выходе y_2 . В этом случае схема работает в качестве схемы «контроль четности».

Стробирующая комбинация $x_9 = x_{10}$ запрещена, так как она вызывает неопределенное состояние устройства.

Граничные значения статических параметров микросхем 155КП5 и 155ИП2

Выходное напряжение

логический «0» 0,4 В
логическая «1» 2,4 В

Выходной ток

логический «0» $-1,6 \cdot 10^3$ мкА
логическая «1» 4,0 мкА

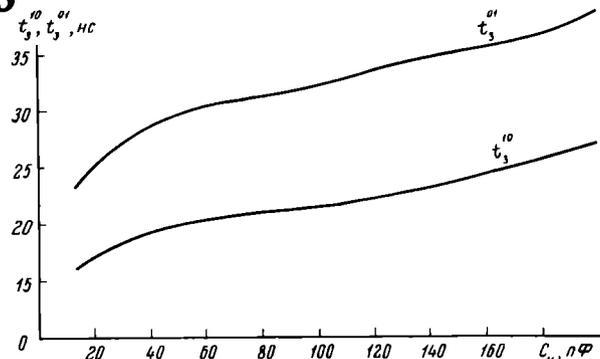
Ток потребления

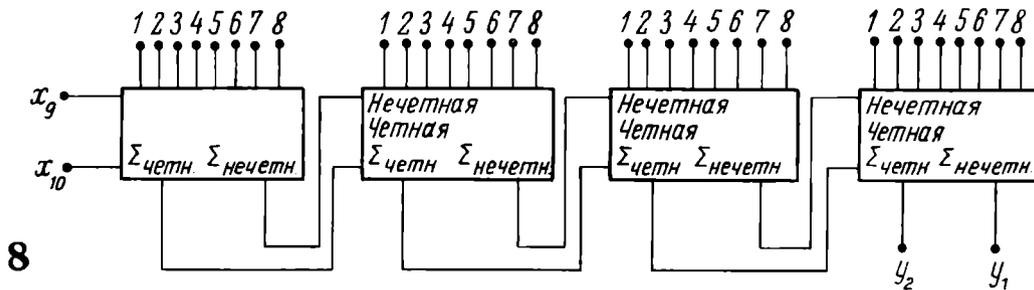
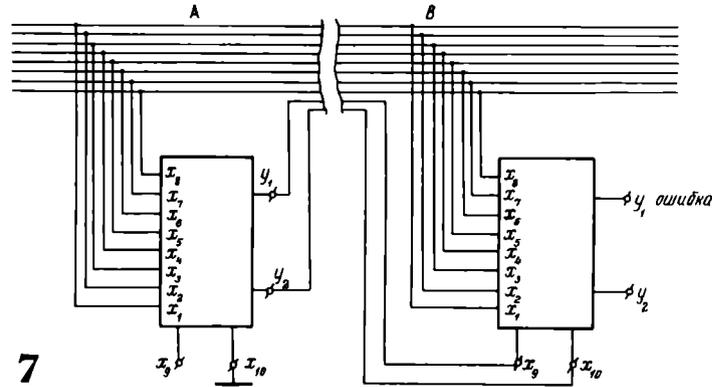
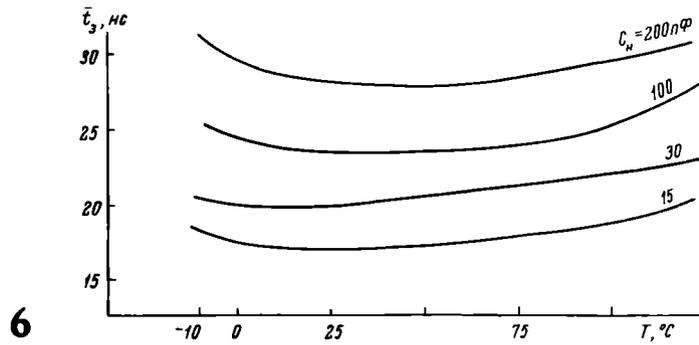
155КП5 50 мА
155ИП2 56 мА

Нагрузочная способность 10

По рабочим уровням схемы полностью совместимы с ИС серий 133, 155. Из рис.5 и 6 видно, что микросхемы обоих типов обеспечивают высокое быстродействие при работе на значительную емкостную нагрузку и в достаточно широком диапазоне температур. На рис.5 представлена зависимость времени включения и времени выключения $t_{3,10}^{0,1}$ от величины емкости нагрузки C_n для схемы 155КП5, а на рис.6 — температурная зависимость средней задержки переключения \bar{t}_3 этой микросхемы при различных значениях емкости нагрузки.

5





Для исключения ложных срабатываний и ограничения импульсов обратной полярности в разработанных схемах на всех входах включены защитные («антизвонные») диоды. При отрицательном входном импульсе диод открывается, ограничивая амплитуду импульса на уровне 0,8 В.

Интегральные схемы изготовлены по базовому планарно-эпитаксиальному технологическому процессу с проведением диффузии фосфора в коллекторную область до скрытого n^+ -слоя (глубокий коллектор). Все режимы термодиффузионных операций определялись на основе математических моделей, которые были построены в результате применения методов математического планирования эксперимента [5—6]. Это позволило значительно снизить технологический разброс выходных параметров ИС.

Основное назначение схемы 155ИП2 — работа в системах контроля передачи ин-

формации. На рис.7 показан возможный вариант построения системы контроля передаваемой информации между участками А и В 8-разрядного информационного канала.

При подаче на вход схемы А четной или нечетной комбинации сигналов на выходе y_1 схемы В должен поддерживаться уровень логической «1». Если на линии АВ происходит искажение передаваемой информации (дефект типа «обрыв», изменение четности кода), то выход y_1 принимает значение логического «0». Наличие ошибок определяется по появлению на выходе y_1 уровня логического «0».

Так как нечетно-четное устройство контроля четности разрядностью 8 бит регистрирует наличие четности или нечетности суммарной комбинации входных сигналов, то эту схему можно применять для расширения кодовых возможностей различных устройств. На рис.8 показано устройст-

во проверки четности 32-разрядного кода, полученное путем каскадирования четырех схем 155ИП2.

Разработанные ИС 155КП5 и 155ИП2 найдут применение в специализированных узлах и блоках ЭВМ, устройствах автоматики и средствах программного управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б у к р е е в И.Н. и др. Микроэлектронные схемы цифровых устройств. М., «Сов.радио», 1973.

2. А л е к с е н к о А.Г. «Основы микросхемотехники». М., «Сов.радио», 1971.

3. С е л л е р с Ф. Методы обнаружения ошибок в работе ЭЦВМ. М., «Мир», 1972.

4. Parhami Behrooz, Ayizienis Algirdas. Application of arithmetic orrou codes for cheking of mass memories. «FIG/3 Int.Symp. Fault-Tolerant Comput. Palo Alto, Calif., 1973, Dig. Pap.», 1973, N 4, p.47—51.

5. А д л е р Ю.П. и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных услювии. М., «Наука», 1971.

6. Г о и д е н к о П.П. и др. Модель диффузии бора и фосфора. «Электронная промышленность», 1974, вып.5(29), с.56

Статья поступила 17 января 1975 г.

УДК 621.382.82.004

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ДИСКРЕТНОГО ВИДЕОТЕЛЕФОННОГО ЭКРАНА НА ИОННЫХ ИНДИКАТОРАХ С СЕТОЧНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Г.Е.МАКАР-ЛИМАНОВ

Разработка экранов со свойствами, обеспечивающими сокращение полосы частот канала связи, относится к числу актуальных проблем видеотелефонии. Так как линии передачи являются очень дорогими устройствами, целесообразно уменьшать требуемую полосу частот путем применения соответствующего оконечного оборудования.

Одним из способов сужения полосы частот каналов видеотелефонной связи является создание дискретных видеотелефонных экранов, состоящих из большого числа светоизлучающих элементов, имеющих индивидуальное управление и собственную память. Такими светоизлучающими элементами, в частности, могут быть ионные индикаторы с сеточным управлением при их дальнейшем усовершенствовании

СУЖЕНИЕ ПОЛОСЫ ЧАСТОТ КАНАЛА СВЯЗИ. Непосредственный способ сужения полосы частот F заключается в уменьшении числа элементов изображения n и увеличении периода кадра T (в соответствии с известной формулой $F = \frac{n}{2T}$), что приводит к ограничению сюжетов передачи.

Если ограничиться воспроизведением изображения лица и исключить из рассмотрения передачу чертежей и документов, то должны быть определены

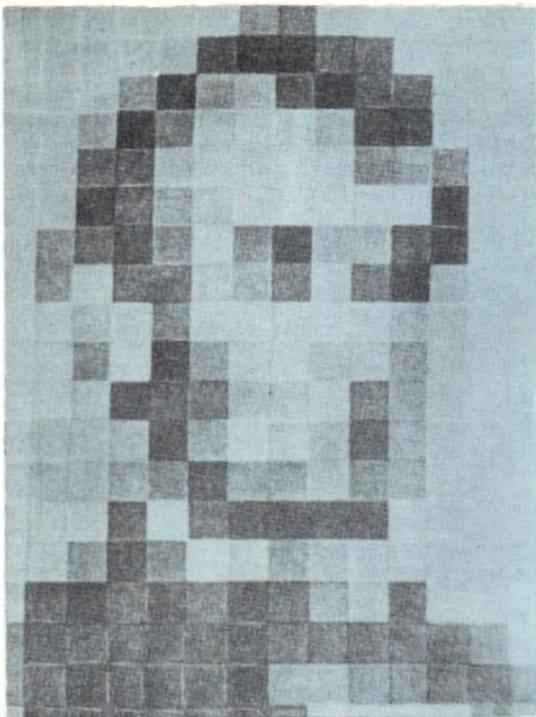
приемлемая детальность портрета и минимально допустимая при передаче мимических движений кадровая частота.

МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ ЧИСЛО ЭЛЕМЕНТОВ В ПОРТРЕТЕ. Число элементов изображения, по-видимому, определяется требованиями узнавания лица и возможностью оценки его эмоционального состояния. Определено [1], что для узнавания широко известного лица достаточно иметь при 16 градациях яркости 250 элементов (рис. 1).

В экспериментальной узкополосной видеотелефонной системе [2] был применен растр, состоящий из 2400 элементов. Примерно столько же элементов содержит газетное клише, дающее изображение небольшого размера.

По-видимому, приемлемое изображение лица может содержать менее 10^4 элементов. Действительно, на фотографии, содержащей всего 3800 элементов с десятью уровнями серого, выражение лица хорошо выявлено.

Специальные фотографии с числом элементов разложения от 416 до 3800 были изготовлены в Институте комплексных проблем полиграфии.



1 Портрет, содержащий 250 элементов



2 Портрет, содержащий 3800 элементов с 10 уровнями серого

НЕМЕЛЬКАЮЩЕЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ И СОБСТВЕННАЯ ПАМЯТЬ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ. Важным фактором, определяющим ширину полосы, является частота кадров. В телевидении кадровая частота (по сравнению с необходимой для передачи подвижных изображений) завышена с целью устранения мельканий.

При наличии памяти, допускающей считывание (высвечивание элемента) в нужные периоды времени независимо от момента записи, длительность затемнения может быть весьма малой по сравнению с длительностью передачи кадра. Возможно использование специальных запоминающих устройств или светоизлучающих элементов с собственной памятью.

Если длительность затемнения меньше критической величины, воспринимаемой глазом [3], то допустима любая низкая частота повторения затемнений (кадровая частота), так как в рассматриваемом случае мелькания не сливаются, а вообще отсутствуют.

Таким образом, снижение кадровой частоты основано на том, что изображение записывается в собственную память светоизлучающих элементов последовательно в течение передачи небольшой части кадра, а считывается — параллельно в течение передачи остальной его части.

Следовательно, кадровая частота при использовании светоизлучающих элементов с памятью

может быть уменьшена до величины, обусловленной спецификой передаваемого класса изображений (например, до частоты слитности мимических движений).

МОДУЛЯЦИЯ ЯРКОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПАМЯТЬЮ. Получение полутонового изображения затрудняется тем, что многие запоминающие элементы являются двухпозиционными и соответствующие им светоизлучающие элементы дают только две градации яркости.

Для осуществления модуляции яркости необходимо применить составной элемент изображения, в котором число частей будет минимальным, если каждая из них даст различный световой выход. Например, для получения 16 градаций яркости необходимо, чтобы составной элемент был образован четырьмя двоичными компонентами; световые потоки частей пятна должны располагаться по степеням основания 2.

Части составного светоизлучающего элемента могут располагаться в плоскости экрана, что увеличивает размеры элемента изображения, или образовывать многослойную структуру [4].

КАДРОВАЯ ЧАСТОТА ПРИ ПЕРЕДАЧЕ МИМИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ. Как известно, немелькающее воспроизведение может сопровождаться

сильным стробоскопическим эффектом, если частота кадров значительно меньше величины, определяемой скоростью движения предмета. Ориентировочные данные по кадровой частоте, обеспечивающей передачу мимических движений, приводятся в работах [2, 5]. В работе [2] применялась кадровая частота 0,5 Гц. Экспонирование изображения (высвечивание элементов) в течение интервала, соответствующего длительности кадра, достигалось с помощью магнитной перезаписи. В работе [5] увеличение времени экспонирования было получено путем применения кинескопа с длительным послесвечением (световой выход на уровне 10% спустя 0,22 с после возгорания). При использовании псевдослучайной развертки получено хорошее качество изображения при кадровой частоте 1,5 Гц. Отмечено, что неприятное ощущение при кадровой частоте 0,375 Гц вызывается относительно коротким временем послесвечения, а не появлением стробоскопического эффекта.

Очевидным недостатком использования явления послесвечения люминофора является спад свечения во время экспонирования элемента и сохранение свечения после окончания экспонирования. Это приводит к тому, что при внезапном перемещении объекта в поле зрения его изображение в первоначальном положении тускнеет постепенно.

Таким образом, для передачи мимических движений достаточна кадровая частота от десятых долей герца до одного герца; величина частоты зависит от формы светового импульса и типа развертки.

ИОННЫЕ ИНДИКАТОРЫ С СЕТОЧНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ КАК СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДИСКРЕТНЫХ ЭКРАНОВ. В принципе действия и устройства индикаторных приборов тлеющего разряда, имеющих плазменный катод, сеточное управление и отдельные аноды памяти и свечения [6], содержатся большие потенциальные возмож-

ности для конструирования светоизлучающих элементов дискретных видеотелефонных экранов.

Ионные индикаторы с сеточным управлением (ИИС) дают свечение зеленого, красного и желтого цветов; обладают собственной памятью, допускающей считывание в нужные моменты времени; выполняют функции логического элемента "И"; являются усилителями мощности и имеют низковольтный вход. Основные параметры серийных ИИС представлены в таблице [7].

Собственная память ИИС, допускающая благодаря отдельным анодам памяти и свечения считывание в нужные периоды времени независимо от момента записи [8], определяет, как это уже указывалось, возможность получения немелькающего воспроизведения при низкой кадровой частоте. Реализация ИИС логической функции "И" делает возможным применение многокоординатной выборки элементов, что приводит к уменьшению числа входов управления экраном. Высоковольтные и низковольтные входы ИИС позволяют использовать в устройствах управления экраном интегральные схемы.

Основными недостатками серийных ИИС являются большие размеры выходного окна и сложность сборки дискретного экрана из большого числа единичных приборов. Для уменьшения размеров элемента разложения и для упрощения сборки экрана необходим переход от единичных ИИС к групповым приборам. В результате тщательного рассмотрения физических процессов, протекающих в ионных индикаторах, и возможностей пленочной технологии возникает вопрос о возможности проведения работ по созданию групповых ИИС нового вида — ионно-пленочных индикаторных матриц с размером ячейки 1,5–3,0 мм и уровнем группировки 16–64 [8].

Таким образом, для передачи изображения лица достаточна полоса частот шириной не более

Тип	Параметры входов									Параметры выхода		Потребляемая мощность, Вт	
	Вход 1			Вход 2			Амплитуда сигнала записи, В	Длительность сигнала стирания, мкс	Мощность сигнала стирания, Вт	Цвет свечения	Яркость свечения, кд/м²	в цепи подготовительного разряда	в цепи основного разряда
	Амплитуда сигнала записи, В	Длительность сигнала записи, мкс	Мощность сигнала записи, Вт	Амплитуда сигнала записи, В	Длительность сигнала записи, мкс	Мощность сигнала записи, Вт							
ТХ16Б	6,0	50	$1 \cdot 10^{-3}$	200	50	$6 \cdot 10^{-3}$	200	300	$2 \cdot 10^{-1}$	Красный	100–250	$9 \cdot 10^{-2}$	0,20
ТХ17А	6,0	50	$1 \cdot 10^{-3}$	200	50	$6 \cdot 10^{-3}$	200	200	$2 \cdot 10^{-1}$	Зеленый	100–250	$9 \cdot 10^{-2}$	0,20
ТХ19АЭ	2,5	100	$1,5 \cdot 10^{-4}$	2,5	100	$1,5 \cdot 10^{-4}$	50	800	$5 \cdot 10^{-3}$	Зеленый	100–200	$1 \cdot 10^{-2}$	0,25
ТХ19АЖ	2,5	100	$1,5 \cdot 10^{-4}$	2,5	100	$1,5 \cdot 10^{-4}$	50	800	$5 \cdot 10^{-3}$	Желтый	50–100	$1 \cdot 10^{-2}$	0,25
ТХ19АК	2,5	100	$1,5 \cdot 10^{-4}$	2,5	100	$1,5 \cdot 10^{-4}$	50	800	$5 \cdot 10^{-3}$	Красный	40–80	$1 \cdot 10^{-2}$	0,25

5 кГц, так как число элементов разложения менее 10^4 и кадровая частота менее 1 Гц допустимы.

Полученные результаты по созданию ИИС позволяют перейти к разработке действующих макетов дискретных экранов, собственная память которых обеспечивает получение немелькающего изображения при любой низкой кадровой частоте. Действующий макет экрана на серийных индикаторных тиратронах позволит непосредственно оценить сложность системы управления экраном. Станет возможным (несмотря на большие размеры элементов) экспериментальное определение приемлемости малокадрового и малоэлементного изображения.

Более широкое привлечение внимания специалистов, работающих в ВТФ и смежных областях, к описанным выше возможностям ИИС, построение макета узкополосной видеотелефонной системы с использованием ИИС будет стимулировать прове-

дение работ по созданию ИИС с малыми размерами и высоким уровнем группировки элементов разложения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хардман Л.Д. 25 лет теории информации. "Электроника" (русс.перев.), 1973, № 10, с. 46.
2. Picture-Phone uses ordinary telephone wires. "Electrical Engineering", 1956, v. 75, N 11, p. 1052.
3. Буланова К.Н., Луизов А.В. Пороговая длительность точечного источника света. "ДАН", 1954, т. 98, с.205.
4. Патент Франции № 2.074.184, кл. G09f 13/00, заявл. 22 дек. 1970, опубл. 1 нояб. 1971.
5. Дейч С. Узкополосная телевизионная система с псевдослучайной разверткой. "Электроника" (русс. перев.), 1962, № 17, с. 17.
6. Макаре-Лиманов Г.Е. Перспективы развития ионных индикаторов с сеточным управлением. "Электронная промышленность", 1973, вып. 8, с. 48.
7. Ворончева В.Р. и др. Индикаторные тиратроны тлеющего разряда. "Электронная промышленность", 1973, вып.8, с. 20.
8. Ворончева В.Р., Макаре-Лиманов Г.Е., Метлицкий Ю.Я. Индикаторный тиратрон тлеющего разряда. Авт. свид. № 254663. "Бюлл. изобр.", 1969, № 32.

Статья поступила 28 февраля 1975 г.

УДК 612.397.5.002



ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬНО ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

50 Метрологическое обеспечение производства
полупроводниковых материалов

54 Инфракрасные методы неразрушающего
контроля ИЗТ

57 Фотооптическая скамья ЗМ-543
для фотографических и визуальных
испытаний оптических систем

58 Комплекс универсальной телевизионной
аппаратуры для дефектоскопии

49

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.П.ГУНДОРИН, Ю.Н.КУЗНЕЦОВ, М.А.ШЕВЕЛЬКОВ

Главной задачей метрологии материалов является создание системы обеспечения единства измерения и образцовых средств измерений [1] на всех этапах производства.

Обеспечение единства и правильности измерений нестандартизованными средствами измерения, т.е. не прошедшими государственными испытаниями и потому не внесенными в Государственный реестр Комитета стандартов, в настоящее время решается на предприятии путем создания систем обеспечения единства относительных измерений с использованием условно образцовых приборов или контрольных образцов.

В первом случае один прибор рассматриваемой группы с метрологическими характеристиками, стабильными во времени (стабильность прибора подтверждается его аттестацией), принимается за условно образцовый.

Во втором случае используются контрольные образцы, специально изготовленные или отобранные из товарной продукции с однородными и стабильными во времени электрофизическими параметрами. Для определения значений параметров контрольных образцов и подтверждения их однородности и стабильности они подвергаются аттестации с помощью тех же рабочих средств измерений, для проверки которых используются контрольные образцы — аттестованные значения определяют статистическим путем.

При сравнении рабочих средств измерений с условно образцовым прибором или с контрольными образцами определяются погрешности показаний рабочих средств измерений и их пригодность к эксплуатации. При этом метрологические характеристики средств измерений носят относительный характер, так как систематические погрешности условно образцового средства измерений или номинальных значений контрольных образцов остаются неизвестными.

Для обеспечения единства измерения внутри ведомства малые системы относительных измерений объединяются в одну более крупную систему. В большой системе наиболее изученные и стабильные во вре-

мени по метрологическим характеристикам средства измерения принимаются за условно образцовые, по которым поверяются условно образцовые средства измерения малых систем. При совмещении ведомственной, большой системы относительных измерений с государственной системой обеспечения единства измерений условно образцовые приборы и контрольные образцы путем проведения государственной аттестации превращаются в образцовые и стандартные образцы соответствующих разрядов. В экономически обоснованных случаях для больших систем относительных измерений допускается специальная разработка образцовых средств измерений и стандартных образцов.

Для оценки качества образцовых и рабочих средств измерений, а также стабильности стандартных и контрольных образцов предлагаются три основных плана: лабораторные испытания с первичной метрологической аттестацией; повторная метрологическая аттестация; экспрессная метрологическая оценка, частным случаем которой является поверка средств измерений.

Лабораторные испытания проводятся в том случае, когда информация о параметрах, характеризующих общее качество средства измерений, минимальна или вообще отсутствует. К таким средствам измерений могут относиться действующий макет или опытный образец; нестандартизованные средства измерений, прошедшие модернизацию; средства измерений, разработанные на базе стандартных приборов путем существенного изменения их схем или конструкции, и т.д. Лабораторные испытания таких средств измерений проводятся в нормальных условиях: температура окружающего воздуха $20 \pm 5^\circ\text{C}$, атмосферное давление 750 ± 30 мм рт.ст., относительная влажность $65 \pm 15\%$. Конечной целью лабораторных испытаний, т.е. аттестации средств измерений, является документальное оформление полных метрологических характеристик. Средства измерения для проведения метрологической аттестации сопровождаются технической документацией: техническим заданием на разработ-

ку, комплектом эксплуатационных документов, методикой и программой испытаний, устанавливающей объем проводимых в процессе испытаний экспериментальных исследований (не менее 300 измерений), характер, процесс и условия испытаний, а также правила обработки результатов измерений.

Повторная метрологическая аттестация проводится в том случае, если имеется информация, достаточная для достоверного суждения об общем качестве средства измерений, а задача сводится лишь к уточнению метрологических характеристик. Такое решение может быть принято после получения отрицательных результатов лабораторных испытаний средства измерений; после некоторой модернизации средства измерений с целью улучшения его метрологических характеристик; с целью расширения метрологических возможностей ранее исследованного и находящегося в эксплуатации средства измерений; с целью совершенствования методик измерений, базирующихся на данном средстве измерений. Программа повторной метрологической аттестации принципиально не отличается от первичной. В ней только применена более упрощенная методика исследования составляющих основной погрешности. Объем испытаний должен составлять не менее 80 измерений. При этом достоверность оценок не снижается, что достигается путем использования имеющейся информации по результатам предыдущих испытаний и исследований. Конечная цель метрологической аттестации остается неизменной: определение количественного значения метрологических характеристик с заданной достоверностью и документальное оформление погрешности, приписанной исследованному средству измерений.

Экспрессная метрологическая оценка проводится в тех случаях, когда имеющаяся информация о метрологических свойствах средства измерений по каким-либо причинам нуждается в проверке. Такими причинами могут быть допуск к эксплуатации новых экземпляров ранее испытанных и аттестованных средств измерений; длительное время эксплуатации средства измерений без проверки значения его метрологических характеристик; ремонт средств измерений; аргументированные сомнения в выполнении заданной точности измерений, возникшие в процессе эксплуатации средства измерений. В основу методики экспрессной метрологической оценки положен метод сравнения с образцовым (условно образцовым) средством измерения или стандартными (контрольными) образцами, превосходящими по точности поверяемое средство измерений. В обязательном порядке производится проверка нахождения

погрешности показаний средства измерений или погрешности единичных измерений по проверяемой методике в заданном допуске, т.е. осуществляется проверка основной метрологической характеристики. Объем испытаний составляет не менее 40 измерений.

Рекомендуемые три плана метрологической оценки средств измерений применимы для всех основных, встречающихся в практике измерений ситуаций, связанных с необходимостью метрологической оценки средств измерений.

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ. Аттестацию средств измерений проводили по планам дисперсионного анализа [2], причем план эксперимента предусматривал применение трех—пяти стандартных или контрольных образцов с параметрами, равномерно распределенными в рабочем диапазоне средств измерений. Обработка результатов измерений методом дисперсионного анализа позволила определить дисперсии влияющих факторов и соответственно максимальные составляющие погрешности для расчета основной погрешности средств измерений.

К определяемым дисперсиям относятся: дисперсия сходимости $\sigma_{сх}^2$; дисперсия, обусловленная временным фактором $\sigma_{вр}^2$; дисперсия, обусловленная неоднородностью стандартных или контрольных образцов $\sigma_{неодн.}^2$; дисперсия, обусловленная особенностями работы операторов $\sigma_{опер.}^2$.

Дисперсия сходимости характеризует кратковременную стабильность средств измерений и близость друг к другу результатов параллельных измерений за короткий интервал времени в выборке. Основной показателем качества средств измерений — близость к нулю $\sigma_{сх}^2$.

$\sigma_{вр}^2$ — является основной метрологической характеристикой образцовых средств измерений и стандартных образцов и характеризует длительную стабильность средств измерений и рассеивание результатов измерений между сериями параллельных измерений. По этому параметру устанавливаются межповерочные интервалы образцовых и рабочих средств измерений.

Дисперсия, обусловленная неоднородностью стандартных или контрольных образцов, характеризует качество образцов, применяемых для аттестации средств измерений. Знание этой дисперсии позволяет полнее изучить метрологические характеристики средств измерений и исключить влияние неоднородности материала контрольных образцов из основной погрешности средств измерений. По этому параметру производят отбор контрольных образцов для аттестации средств измерений. У стандартных (контрольных) образцов $\sigma_{неодн.}^2$ должна быть минимальна.

По результатам аттестации рассчитывается погрешность воспроизводимости $\delta_{\text{воспр}}$ измерений с доверительной вероятностью 0,95 по формуле

$$\delta_{\text{воспр}} = \sqrt{\delta_{\text{сх}}^2 + \delta_{\text{гр}}^2 + \delta_{\text{опер}}^2}$$

Рассчитанная погрешность $\delta_{\text{воспр}}$ округляется до ближайшего большего числа из ряда чисел классов точности и приписывается средству измерений.

В качестве примеров в таблице приведены результаты аттестации нестандартизованных средств измерений.

Метрологическое обеспечение методов измерений удельного сопротивления и толщины эпитаксиальных слоев кремния. Метрологическое обеспечение рабочих средств измерений проводится по схеме, приведенной в работе [3] с применением образцовой четырехзондовой установки первого разряда, которая предназначена для аттестации и поверки образцовой установки второго разряда. Последняя имеет погрешность измерений удельного сопротивления 2% при доверительной вероятности 0,95.

Передача значений удельного сопротивления рабочим средствам измерений осуществляется при помощи кремниевых стандартных образцов по удельному сопротивлению CO_p . Для этого используются стандартные образцы с удельным сопротивлением 0,004—100 Ом·см. Двенадцать стандартных образцов, перекрывающие указанный выше диапазон по удельному сопротивлению, прошли аттестацию и метрологическую экспертизу в Госстандарте и внесены в Государственный реестр мер и измерительных приборов СССР (раздел «Стандартные образцы») под номерами 332-73 — 341-73; 606-74 — 611-74. Погрешность определения аттестованного значения удельного сопротивления каждого CO_p не превышает 2% при доверительной вероятности 0,95. При помощи таких CO_p проводится аттестация и поверка рабочих четырехзондовых установок типа УИС-1, ИУС-1, «Корвет», ЖК-78-13 и ИУС-3. Эти же CO_p с химически полированной поверхностью используются для аттестации методов измерения удельного сопротивления по сопротивлению растекания и вольт-фарадного метода, а с помощью CO_p специальной формы аттестуется метод измерения удель-

Результаты метрологической аттестации нестандартизованных средств измерений

Измерительный прибор	Контролируемый объект	Контролируемый параметр	План аттестации	Составляющие погрешности измерения					Погрешность, приписанная установке
				Субъективная погрешность операторов	Погрешность, характеризующая неоднородность образцов	Погрешность сходимости измерений	Погрешность, обусловленная временными факторами	Погрешность воспроизводимости измерений	
Образцовая четырехзондовая установка	Шайбы монокристаллического кремния	Удельное сопротивление 0,004-100 Ом·см	Лабораторные испытания	—	0,4%	1,5%	1%	1,8%	2%
ИУС-3	Эпитаксиальные структуры n-p и p-p типов	Поверхностное сопротивление n-слоя 1-10 ⁴ Ом/□	То же	Незначима	1%	0,8%	2%	2,2%	3%
B2-11, ИСТЭН	Эпитаксиальные структуры n-p и p-p типов	Поверхностное сопротивление 1-3·10 ⁴ Ом/□	Повторная метрологическая аттестация	Незначима	0,5%	1,8%	2,5%	3,1%	4%
Образцовая установка (ИК метод)	Эпитаксиальные структуры n-p типа	Толщина слоя 4-20 мкм	Лабораторные испытания	—	Незначима	2%	1-2%	2,8%	3%
Рабочие установки (ИК метод)	Эпитаксиальные структуры n-p типа	Толщина слоя 5-15 мкм	Повторная метрологическая аттестация	—	—	2%	3%	3,6%	5%
Установки с использованием метода сферического шлифа	Эпитаксиальные структуры n-p типа	Толщина слоя 0,5-25 мкм	Лабораторные испытания	—	0,0068 мкм	0,092 мкм	Незначима	0,092 мкм	0,12√d мкм, где d — толщина слоя
	Эпитаксиальные структуры n-p типа	Толщина слоя 0,5-20 мкм	Повторная метрологическая аттестация	—	0,0976 мкм	0,08 мкм	Незначима	0,08 мкм	0,12√d мкм
	Эпитаксиальные структуры n-p типа	Толщина слоя 0,5-25 мкм	Экспрессная метрологическая поверка	—	—	—	—	—	Не превышает 0,12√d мкм

ного сопротивления по эффекту Холла. Для каждого метода разработаны методики аттестации.

Шесть CO_α в диапазоне толщин 4—20 мкм прошли аттестацию и метрологическую экспертизу в Госстандарте и внесены в Государственный реестр мер и измерительных приборов СССР (раздел «Стандартные образцы») под номерами 327-73—331-73. При помощи такого комплекса CO_α аттестуются и поверяются все рабочие установки типа ИКС-14, УОТБМ, ИКС-21 и ИКС-22.

В системе обеспечения единства относительных измерений толщины эпитаксиальных слоев кремния использован инфракрасный спектрофотометр типа ИКС-14. Установка прошла ведомственную аттестацию и имеет погрешность единичных измерений 3% при доверительной вероятности 0,95. Передача значения толщины рабочим средствам измерения производится при помощи стандартных образцов по толщине эпитаксиального слоя CO_α . В качестве CO_α используются специально отобранные кремниевые эпитаксиальные структуры $n-n^+-p$ типа с толщиной слоя 4-20 мкм. Погрешность определения аттестованного значения толщины эпитаксиального слоя 1,5% при доверительной вероятности 0,95.

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ЧИСТОТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ. Задача обеспечения единства измерений малых концентраций примесей в аналитической химии на уровне ниже $10^{-4}\%$ по массе может быть решена путем создания контрольных, а затем стандартных образцов порошковых материалов с калиброванным содержанием примесей.

В настоящее время выпускаются стандартные образцы состава для анализа руд, минералов, металлов и сплавов с содержанием концентрации примесей не ниже $10^{-4}\%$ по массе.

Для изготовления контрольных образцов порошковых материалов с малым содержанием примесей применен метод вакуумного распыления элементов и соединений. Разработанный метод обладает существенными преимуществами по сравнению с другими известными способами: возможностью паспортизации содержания примесей ниже предела обнаружения, высокой однородностью контрольных образцов, стерильностью, позволяющей точно дозировать малые количества элементов. Метод широко применяется в практике работы аналитической лаборатории для проверки результатов анализа и установления пределов обнаружения спектрального, атомно-адсорбционного, масс-спектрального методов анализа.

Накопленный фактический материал позволяет установить следующие характеристики контрольного образца:

Масса одновременно изготавливаемой порции CO	до 50 г
Погрешность неоднородности (коэффициент вариации) распределения примесей в навесках 40 мг	ниже 4%
Количество одновременно вводимых примесей	до 5
Минимальное содержание вводимой примеси, проверенное прямым анализом	$2 \cdot 10^{-6}\%$ по массе

Разработанные контрольные образцы с содержанием примесей (элементов) золота, меди, железа, магния, серебра, висмута, свинца на уровне 10^{-4} — $10^{-6}\%$ по массе будут представлены для широкого опробования в ряде предприятий отрасли с тем, чтобы в дальнейшем представить их на метрологическую экспертизу в Госстандарт.

Создание систем обеспечения единства и правильности относительных измерений позволяет на первом этапе решить вопрос метрологического обеспечения производства.

Применение дисперсионного анализа дает возможность изучать и количественно определять метрологические характеристики средств измерений и контрольных образцов, после чего на втором этапе представить их на государственную аттестацию с целью превращения нестандартизованных средств измерений и контрольных образцов в стандартные, что будет способствовать повышению уровня обеспечения единства и правильности измерений параметров полупроводниковых материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 16263-70. Термины и определения.
2. Хьюотсон А. Дисперсионный анализ. М., «Статистика», 1971.
3. Кузнецов Ю.Н., Шевельков М.А. «Электронная промышленность», 1973. вып.3(17). с.26.

Статья поступила 18 февраля 1975 г.

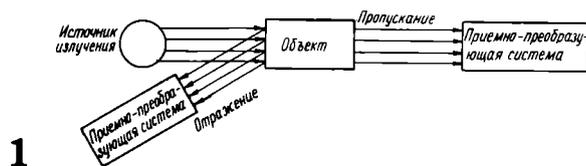
УДК 621.382.002.2:621.317

ИНФРАКРАСНЫЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ИЭТ

А.Г.ЖУКОВ

Осуществляемые с помощью ИК излучения прецизионные методы контроля чистоты и совершенства структуры материалов, дистанционного определения тепловых полей приборов имеют важное значение в таких областях техники, как полупроводниковая и особенно квантовая электроника, для которой характерно использование оптических элементов, работающих, в частности, и в ИК диапазоне.

ИК методы можно разделить на активные и пассивные. При применении активных методов ИК лучи от постороннего источника взаимодействуют с объектом, либо отражаясь от объекта, либо проходя через него (рис.1). С помощью этих методов могут быть определены оптические постоянные, однородность и чистота материалов, прозрачных в ИК диапазоне, шероховатость и другие свойства поверхности.



Широко используются и методы контроля, основанные на использовании теплового излучения самого нагретого объекта — пассивные ИК методы (рис.2).



В большинстве случаев при реализации активных и пассивных методов используется и обрабатывается одиночный сигнал об объекте. Вместе с тем такие факторы, как интенсивность, спектральный состав, фаза, поляризация и другие, определяющие полезный объем информации об объекте, в общем случае зависят от координат на объекте. При применении некоторых из этих методов двухмерное поле ИК излучения преобразуется в изображение, анализируемое визуально с помощью индикаторных устройств. Двухмерное поле сигналов содержит в себе существенно больший объем сведений об объекте, характеризует его однородность, равномерность и т.п.

Для получения таких изображений в ближней ИК области (если речь идет только о регистрации распределения интенсивности) можно использовать электронно-оптические преобразователи, ИК видиконы. В средневолновой и длинноволновой ИК областях спектра проблема регистрации и преобразования сигналов может быть решена с помощью пространственно-сканирующих устройств, последовательно и поэлементно передающих информацию об объекте и обеспечивающих двухмерное воспроизведение сигналов. При применении некоторых методов используется монохроматическое излучение, а иногда достаточно использовать участки спектра или интегральное излучение нагретого объекта. Максимальный же объем информации в любом случае может быть получен путем просмотра объекта при последовательном изменении спектрального состава излучения или сканирования по спектру.

Различие активных и пассивных методов, а также возможных способов передачи информации (одноэлементного и многоэлементного), использование различных характеристик излучения (спектрального состава, когерентности, поляризации) позволяют создать обширный ряд методов ИК неразрушающего контроля (см. таблицу). Аппаратурной основой неразрушающих ИК методов контроля является оптико-электронный прибор (ОЭП) [1, 2], содержащий в себе источник излучения, оптическую систему, приемник излучения и выходное электронное индикаторное или регистрирующее устройство.

Рассмотрим некоторые из методов, иллюстрирующих возможности ИК излучения как средств контроля. Наиболее широкое распространение в электронной технике получили методы, использующие обычные ИК спектральные приборы [3]. Оптическая схема спектрального прибора содержит дисперсионный элемент (призму, дифракционную решетку), выделяющий узкий спектральный участок излучения различных длин волн, который взаимодействует с объектом. Сигнал после взаимодействия с объектом регистрируется соответствующим индикатором (самописцем, фотопленкой и т.п.). Промышленностью выпускаются приборы, работающие в диапазоне длин волн 0,8—

Группа методов	Метод контроля	Способ получения информации	Характеристика излучения	Поступление информации об объекте
Пассивные	Тепловидение	Собственное тепловое излучение	Интегральное, неполяризованное	Многоэлементное
	Пирометрия	То же	Интегральное или участки спектра; неполяризованное	Одноэлементное
Активные	Спектроскопия	Отражение, пропускание	Сканирование по спектру поляризованное и неполяризованное	Одноэлементное
	Лазерная дефектоскопия	Отражение	Монохроматическое	Многоэлементное
	Лазерная интерферометрия	Отражение, пропускание	Монохроматическое, когерентное	Одноэлементное

50 мкм и более, обладающие спектральным разрешением около $\Delta \nu \approx 3 \text{ см}^{-1}$
 $(\nu = \frac{1}{\lambda} \text{ — волновое число})$.

Спектральные методы можно отнести к группе активных, использующих излучение переменного спектрального состава. Они позволяют изучать коэффициенты отражения и пропускания различных материалов в зависимости от длины волны, по значениям которых можно судить об электрофизических параметрах полупроводников (подвижности электропроводности и концентрации примесей [4]), толщине пленок, структуре и чистоте материалов и т.п.

Новые возможности открывает использование излучения дальней ИК области спектра волн ($\lambda > 50 \text{ мкм}$) в практике спектроскопии [5, 6]. С помощью длинноволновой инфракрасной спектроскопии созданы чувствительные методы определения чистоты некоторых полупроводниковых материалов [7], разрабатываются методы определения толщины эпитаксиальных слоев и распределения концентрации носителей вдоль толщины и т.п.

Заслуживают внедрения в практику неразрушающего контроля спектральные приборы, использующие лампы обратной волны субмиллиметрового диапазона ($\lambda \sim 0,1 \text{ мм}$) [8] и обладающие высоким спектральным разрешением ($\Delta \nu = 10^{-6} \div 10^{-8} \text{ см}^{-1}$). Для приборов, работающих на ЛОВ, характерно использование квазиоптических элементов. Приборы контроля, использующие вместо тепловых источников излучения электронные генераторы, обладают высоким спектральным разрешением и большим отношением сигнал—шум,

что обеспечивает создание весьма чувствительных методов.

Используются также лазерные системы со сканированием в пространстве для получения двумерного изображения [9]. В этих приборах в определенном телесном угле обзора осуществляется пространственная развертка. Отраженный луч регистрируется приемным устройством, сигнал с которого подается на индикатор. Двухмерное изображение, полученное на индикаторе, несет информацию о поверхностных свойствах исследуемых объектов. Такое лазерное сканирующее устройство позволяет получить данные об однородности оптических свойств полупроводниковых и других материалов.

К группе активных методов можно отнести и эллипсометрию. Анализ поляризованного луча, прошедшего через объект или отраженного от него, позволяет получить сведения о показателе преломления или толщине пленок, широко применяемых в современной технологии.

К приборам, на применении которых построены методы контроля пассивного типа, следует отнести пирометры, сканирующие радиометры [10], тепловизоры [11, 12]. Эти приборы обеспечивают получение сведений об интенсивности излучения объекта, его температуре, в ряде случаев об излучательной способности, о размерах и конфигурации нагретых объектов. С помощью пирометров регистрируют сигнал с одного элемента объекта. В фокусе ИК объектива устанавливается приемник излучения, сигнал с которого пропорционален температуре и излучательной способности объекта. Сканирующие радиометры

позволяют регистрировать распределение тепловых полей и иногда температурных полей на объектах обычно с точной регистрацией координат и количественного распределения теплового поля. Современные радиометры, как правило, работают с ЭВМ, но не имеют индикатора для воспроизведения изображений тепловых полей. На примере пассивных ИК устройств можно проследить переход от одноэлементных систем (пирометра) к устройствам, обеспечивающим воспроизведение картин тепловых полей (тепловизорам). В тепловизионных приборах распределение интенсивности излучения объекта или его температуры воспроизводится на соответствующем индикаторе (телевизионном экране, химической бумаге или фотопленке). Число строк разложения в современных тепловизорах изменяется в пределах от 50 до 500, а время записи в зависимости от задачи — в пределах от минуты до долей секунды. Температурное разрешение тепловизоров колеблется от 0,05 до 1°С. Тепловизоры и сканирующие радиометры все шире применяются для излучения тепловых полей микрообъектов (полупроводниковых СВЧ приборов, изделий микроэлектроники) [13].

Картины тепловых и температурных полей многих электронных приборов и их узлов являются важным показателем режима их работы. Изображение греющихся элементов электронной аппаратуры (выводов энергии, электродов, катодов и т.п.) в ряде случаев обеспечивает получение важнейшей информации о надежности работы электронных устройств. Тепловизионные методы контроля позволяют быстро находить повышение температуры по сравнению с нормальным режимом для большого

класса изделий микроэлектроники, СВЧ электроники и т.п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы неразрушающих испытаний, под ред. Шарна М., «Мир», 1972.
2. Якушенко В. Ю. Г. Основы теории и расчета оптико-электронных приборов. М., «Сов. радио», 1971.
3. Тарасов К. И. Спектральные приборы. Л., «Машиностроение», 1968.
4. Доккина Н. И. Оптические постоянные полупроводниковых материалов в ИК области спектра и их связь с электрофизическими параметрами. Обзоры по электронной технике, сер. «Полупроводниковые приборы», 1968, вып. 30, ЦНИИ «Электроника».
5. Длинноволновая инфракрасная спектроскопия. Сб. статей под ред. В. Н. Мурзина. М., «Мир», 1966.
6. Жуков А. Г. Длинноволновый инфракрасный спектрометр с эшелеттами небольших размеров. «Оптика и спектроскопия», 1964, т. 17, вып. 2, с. 284—289.
7. Лифшиц Т. М., Лихтман Н. П., Сидоров В. И. Фотоэлектрическая спектроскопия примесей в полупроводниках. «Письма в ЖЭТФ», 1968, т. 7, № 3, с. 111—114.
8. Голант М. Б. и др. Серия широкодиапазонных генераторов малой мощности миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн. «Приборы и техника эксперимента», 1965, № 4, с. 136—139.
9. Gupta D. C. et al. Nondestructive Semiconductor Testing using Scanner Laser Techniques. «Solid State Technology», 1971, v. 14, N 3, p. 44—50.
10. Вятч Л. А., Аронович Р. Н. Пирометр для измерения низких температур. «Измерительная техника», 1971, № 4, с. 43—46.
11. Nondestructive Testing. «Applied Optics», 1968, v. 7, N 9.
12. Жуков А. Г. Быстродействующий тепловизор. «Электронная промышленность», 1971, вып. 4, с. 28—30.
13. Вятч Л. А. и др. Сканирующий инфракрасный микроскоп. «Электронная техника», сер. «Общетеchnическая», 1967, вып. 27, с. 89—93.

Статья поступила после переработки 21 февраля 1975 г.

УДК 621.396.69:620.179:621.384.3



ФОТООПТИЧЕСКАЯ СКАМЬЯ ЭМ-543 ДЛЯ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ И ВИЗУАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Л.И.БУКАТО, М.А.ВОЙТОВИЧ, Г.В.КОРБАН, Б.Ф.НИСКОВСКИЙ, В.М.НОВИКОВ



ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Длина направляющих скамьи	2,5 м	Непараллельность посадочной плоскости объективодержателя относительно плоскости фотопластины	не более 15"
Диапазон перемещений измерительной головки перпендикулярно направляющим скамьи	0,001—40 мм	Прямолинейность перемещения объективодержателя относительно направляющих скамьи на длине 10 мм	не более 5"
Воспроизводимость перемещения измерительной головки перпендикулярно направляющим скамьи	0,2 мкм	Размеры фотопластин, устанавливаемых в кассете	50×50, 70×70 мм
Воспроизводимость перемещения измерительной головки вдоль направляющих скамьи	не хуже 0,001 мм	Размеры оригиналов, устанавливаемых в держатель оригинала	70×70; 100×100 мм
Прямолинейность перемещения измерительной головки относительно направляющих скамьи на длине перемещения		Напряжение питания	380/220 В -10%
20 мм для перпендикулярного направления	не более 5"	Потребляемая электрическая мощность	3 кВт (50 Гц)
10 мм для направления вдоль скамьи	не более 5"		
Торцевое биение посадочной плоскости объективодержателя	не более 10"		

Установка ЭМ-543 предназначена для фотографических и визуальных испытаний оптических систем, применяемых в оптико-механическом оборудовании для изготовления микроприборов.

Отличительными чертами установки являются ее универсальность и конструктивные решения измерительной головки, прецизионного объективодержателя и осветителя.

Конструкция измерительной головки позволяет производить визуальную проверку оптических систем с помощью микроскопа, в комплект которого входят сменные объективы и окуляры, дающие воз-

можность изменять увеличение от $\times 90$ до $\times 1200$. Микроскоп имеет вертикальную и горизонтальную направляющие. Для фотографических испытаний в конструкции предусмотрен прецизионный стол, расположенный на подвижных каретках измерительной головки, на который устанавливается кассета с фотопластиной. Измерительная головка движется по направляющим скамьи и перпендикулярно им. Отсчет шага перемещения перпендикулярно направляющим производится с помощью датчика линейных перемещений на дифракционных решетках ЭМ-910.

Прецизионный объективодержатель дает возможность устанавливать в него с помощью сменных колец различные типы объективов, сохраняя при этом неизменным положение оптической оси каждого из объективов относительно направляющих скамьи.

Установка оснащена универсальным блоком питания, а конструкция осветителя предусматривает использование источников излучения, применяющихся в оптико-механическом оборудовании для

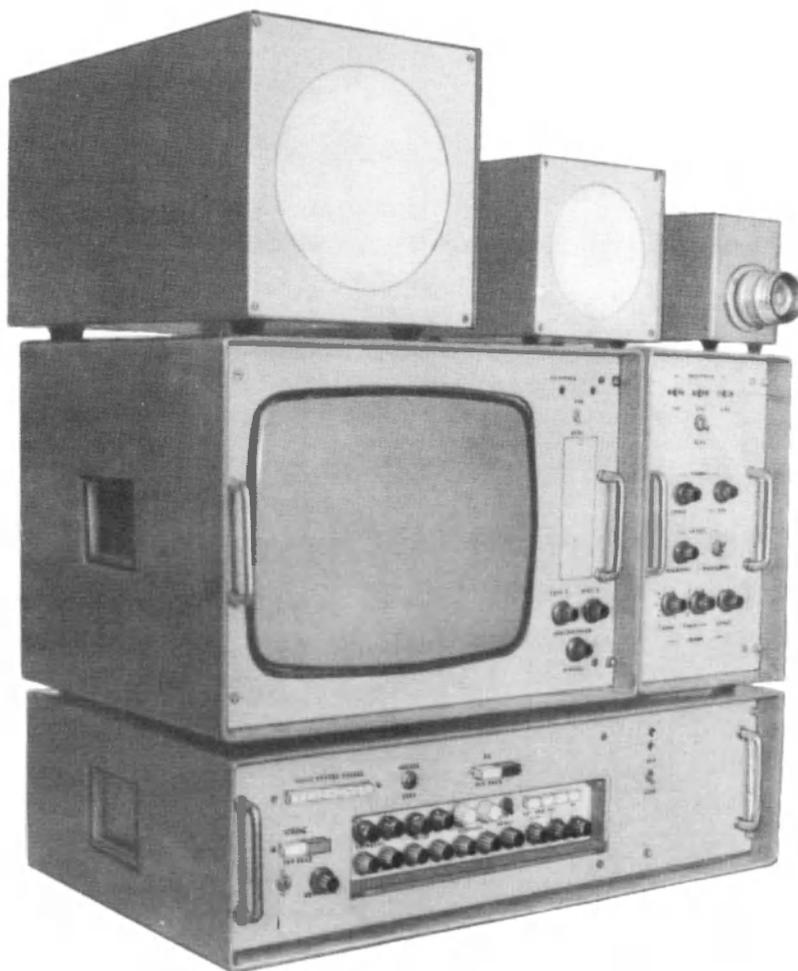
изготовления микроприборов: газоразрядных ламп ДРШ-250 и ДРШ-500, ламп накаливания СЦ-625 и КИМ-9-75, импульсной лампы ИСШ-5.

Для управления экспозицией в установке имеется полуавтоматический затвор, который работает от реле времени или от дозатора энергии излучения Д-1. Управление установкой осуществляется с пульта.

*Статья поступила 11 февраля 1975 г.
УДК 535.8*

КОМПЛЕКС УНИВЕРСАЛЬНОЙ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ДЕФЕКТОСКОПИИ

В.И.ГРИГОРЬЕВ, А.В.КОШЕВОЙ, В.Е.СИТНИКОВ



В технической диагностике все более широкое распространение получают методы рентгенотелевидения [1]. Принцип действия и основные технические характеристики некоторых рентгенотеле-

визионных микроскопов приведены в работах [2, 3]. В этих приборах рентгеновское излучение преобразуется в видеосигнал с помощью рентгеночувствительных видиконов в режиме непрерывного

просвечивания. Однако рентгеновидикон обладает способностью работать и в режиме накопления информации.

В этом режиме во время экспозиции луч видикона заперт и глубина потенциального рельефа на рентгеночувствительном слое с течением времени увеличивается. При считывании информации амплитуда выходного сигнала во время первого кадра считывания значительно превосходит установившуюся амплитуду в непрерывном режиме. Поэтому, если в состав микроскопа ввести запоминающее устройство (ЗУ), на которое переписывать информацию за время первого кадра считывания, можно существенно снизить мощность рентгеновского излучения или просвечивать более плотные объекты при той же мощности.

ЗУ позволяет также значительно сократить время облучения исследуемого объекта (импульсное облучение). В интервалах между импульсами сигнал на видеоконтрольное устройство (ВКУ) поступает от ЗУ.

Для изучения импульсных режимов работы видиконов разработан комплекс универсальной малогабаритной рентгенотелевизионной аппаратуры.

Весь комплекс выполнен в виде отдельных блоков: ВКУ, ЗУ и телевизионный канал с тремя выносными видиконными камерами. Каждый блок имеет автономное питание и может работать самостоятельно.

Размеры блоков, мм:

запоминающее устройство 590×157×370
видеоконтрольное устройство 410×290×370
телевизионный канал. 180×290×370

Видиконные камеры при диаметре рабочего поля, мм

20. 85×110×245
90. 141×141×330
160. 220×218×550

В зависимости от целей применения аппарата может использоваться с различным сочетанием отдельных блоков, малая камера — с видиконом оптического диапазона с соответствующим объективом.

Аппаратура работает в непрерывном и импульсном режимах со стандартным числом строк телевизионного разложения. ВКУ и ЗУ являются автономными узлами и могут широко применяться в комплексе с другой аппаратурой. Входящие в состав комплекса рентгеновидиконные камеры с диаметрами рабочего поля 90 и 160 мм в сочетании с ЗУ значительно расширяют область применения

аппаратуры и открывают перспективы ее использования в некоторых областях медицинской диагностики.

В ЗУ применена малогабаритная запоминающая трубка с мозаичной кремниевой мишенью. Она выгодно отличается от других трубок типа сигнал-сигнал тем, что напряжения, автоматически коммутируемые при смене режимов, значительно снижены (максимальное коммутируемое напряжение 200В). Кроме того, для этой трубки пригодны широко распространенные видиконные фокусирующие и отклоняющие системы (ФОС-14, ФОС-107). Время хранения информации в ЗУ без считывания не менее 5 суток, время считывания 5–30 мин. Большое время хранения и считывания относится к контрастным изображениям, меньшее — к изображениям с большим количеством градаций яркости.

Испытания показали, что ЗУ позволило эффективно использовать режим накопления в видиконе и снизить мощность рентгеновского излучения на мишени видикона в несколько десятков раз. При этом улучшается контрастная чувствительность мишени по сравнению с непрерывным режимом. В ВКУ применен кинескоп с прямоугольным экраном 31ЛК4Б, отличающийся повышенной яркостью (150 кд/м²) при хорошей разрешающей способности (600 линий — в центре и 550 — по углам экрана) и имеется дополнительный канал для введения различной вспомогательной информации (координатной сетки, масштабных меток и т. д.).

Все схемы выполнены на полупроводниковых приборах и интегральных схемах, что позволило уменьшить габариты и повысить надежность работы аппаратуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пролейко В.М. Задачи технической диагностики в системе управления качеством изделий электронной техники. "Электронная промышленность", 1972, вып. 7 (13).
2. Рабодзей Н.В. Рентгенотелевизионные микроскопы для управления качеством изделий электронной техники. "Электронная промышленность", 1972, вып. 7 (13).
3. Рабодзей Н.В., Любимов Е.М. Рентгенотелевизионные микроскопы для контроля внутренней геометрии электронных приборов". "Электронная промышленность", 1972, вып. 7 (13).

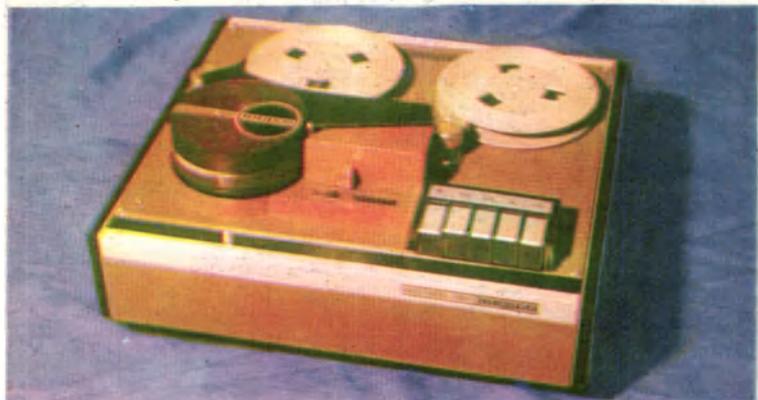
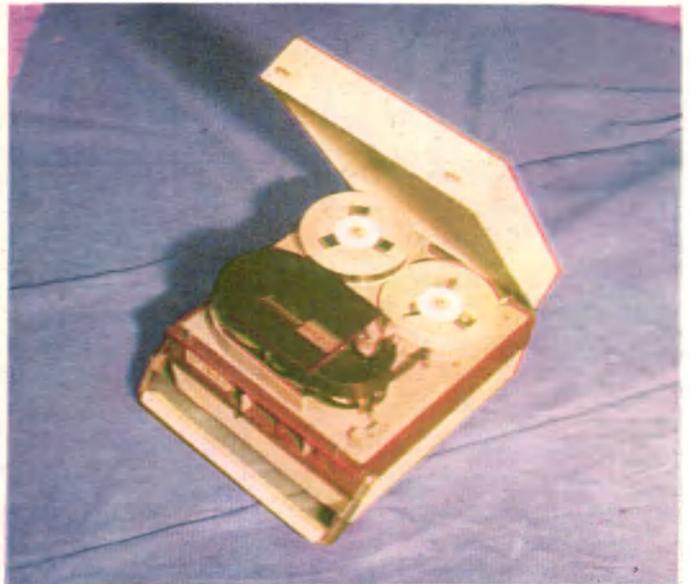
УДК 621.397.6:681.327.2

Статья поступила 24 марта 1975 г.

ВИДЕОМАГНИТОФОНЫ

ЭЛЕКТРОННОЙ

ПРОМЫШЛЕННОСТИ



ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- 62 Проблемы совершенствования технологии изготовления эпитаксиальных слоев кремния
- 65 Микрофрезерование высокочастотной плазмой
- 67 Использование электронно-лучевого метода для формирования защитного слоя в МДП БИС
- 69 Стеклоуглерод и электронные приборы на его основе
- 71 Изготовление металловолоконных экранов
- 73 Оборудование для высокочастотного распыления
- 75 Графопостроители ЭМ-711 и ЭМ 712
- 77 Микроплазменная сварка электродных узлов высокоинтенсивных источников света
- 79 Новый способ пайки керамических конденсаторов
- 80 Перенастраиваемый автомат 7309 для упаковки радиодеталей
- 83 Методика определения режимов пайки элементов с ограниченным диапазоном рабочих температур

61

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ КРЕМНИЯ

В.М.БИРЮКОВ, Ю.Н.КУЗНЕЦОВ, В.А.ТВЕРСКОВ, В.И.ШАЧНЕВ

На основе рассмотрения наиболее распространенных типов полупроводниковых устройств, в которых используются различные эпитаксиальные структуры, намечены направления совершенствования эпитаксиальной технологии

Важнейшие типы устройств полупроводниковой микроэлектроники в настоящее время базируются на использовании кремниевых эпитаксиальных структур. Совершенствование таких устройств в значительной степени определяется уровнем эпитаксиальной технологии и качеством слитков монокристаллического кремния. Поэтому весьма важно определить главное направление и решить основные проблемы улучшения технологии изготовления приборов на основе кремния.

Совершенствование технологии получения полупроводниковых устройств всех типов идет по двум основным направлениям: увеличения площади кристалла, особенно в связи с разработкой БИС и мощных высоковольтных транзисторов и усложнения структуры приборов.

В этой связи встают проблемы повышения макрооднородности кремниевых слитков и пластин большого диаметра (75 мм и более) и значительно уменьшения микронеоднородности в них. С этой точки зрения предпочтительно при изготовлении структур использовать слитки кремния, полученные методом бестигельной зонной плавки. Такой кремний, как видно из таблицы, вносит значительно меньше примесей в активные элементы приборов и ИС, чем кремний, полученный по методу Чохральского, что весьма важно при современной тенденции снижения толщины эпитаксиального слоя до субмикронного уровня.

Прежде чем сформулировать выводы об основных направлениях совершенствования эпитаксиальной технологии, целесообразно рассмотреть наиболее распространенные типы полупроводниковых устройств, использующих различные эпитаксиальные структуры.

Элемент	Содержание примесей в Si, ат/см ³	
	Бестигельная зонная плавка	Метод Чохральского
C	$2,2 \cdot 10^{16}$	$1,5 \cdot 10^{17}$
N	Помехи	Помехи
F	$5 \cdot 10^{16}$	$8,29 \cdot 10^{17}$
O	$2,44 \cdot 10^{16}$	$2,0 \cdot 10^{16}$
Na	$1,72 \cdot 10^{15}$	$1,0 \cdot 10^{16}$
Mg	$3,41 \cdot 10^{14}$	$3,89 \cdot 10^{14}$
Al	$4,86 \cdot 10^{14}$	$1,42 \cdot 10^{16}$
P	$1,34 \cdot 10^{16}$	$9,16 \cdot 10^{15}$
S	$3,07 \cdot 10^{15}$	$3,90 \cdot 10^{15}$
Cl	$1 \cdot 10^{15}$	$1 \cdot 10^{15}$
K	$1 \cdot 10^{15}$	$5 \cdot 10^{14}$
Ca	$2,71 \cdot 10^{16}$	$2 \cdot 10^{16}$
Cr	$2,08 \cdot 10^{14}$	$2,72 \cdot 10^{14}$
Fe	$3,70 \cdot 10^{15}$	$4,59 \cdot 10^{15}$
Cu	$1,06 \cdot 10^{15}$	$1,12 \cdot 10^{16}$
Ga	$1,17 \cdot 10^{15}$	$1,27 \cdot 10^{16}$
As	$3,95 \cdot 10^{14}$	$1,2 \cdot 10^{15}$

МОЩНЫЕ ПРИБОРЫ

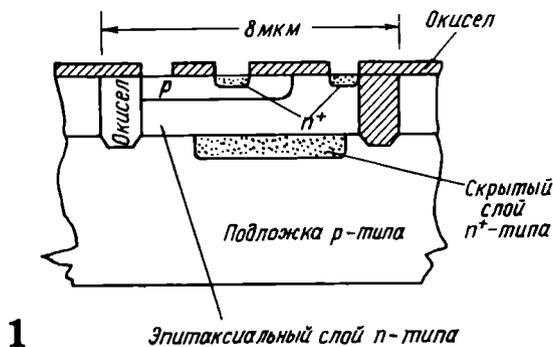
До недавнего времени характеристики *p-n* переходов, созданных в эпитаксиальных слоях, были недостаточно высоки: содержащиеся в последних различные дефекты приводили к образованию областей микроплазмы и центров высокой рекомбинации. Повышение качества подложек, увеличение однородности удельного сопротивления на большой площади, снижение уровня загрязнений и совершенствование техники легирования (на уровне $1 \cdot 10^{14}$ см⁻³ и менее) при выращивании относитель-

но толстых эпитаксиальных слоев без дефектов роста позволяет перевести производство мощных высоковольтных транзисторов с малопроизводительной диффузионной технологии на эпитаксиальную. При этом наряду со снижением стоимости обеспечивается более высокое качество транзисторов, обуславливая создание новых типов полупроводниковых приборов и интегральных схем с мощным выходным каскадом.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

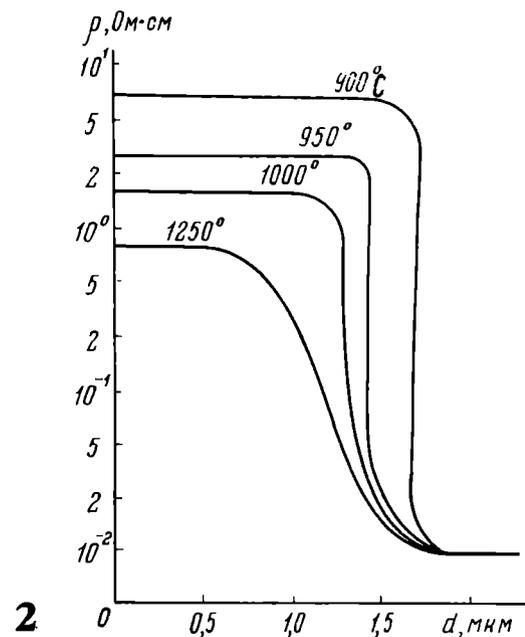
Улучшение качества эпитаксиальных структур, в том числе с диэлектрическим покрытием, открывает широкие возможности для совершенствования устройств этого класса. На структурах со скрытым слоем p -типа и эпитаксиальным слоем толщиной 3,5 мкм созданы устройства памяти на 1024 бит с произвольной выборкой и плотностью элементов $2 \cdot 10^8 \text{ см}^{-2}$.

Биполярные ИС. Для данного типа устройств (рис.1) основное значение приобретает повышение качества структуры и поверхности, однородности толщины и удельного сопротивления эпитаксиальных слоев, снижение уровня автолегирования и поверхностной миграции примеси из сильнолегированных скрытых слоев.



мая ширина переходной области составляет (при толщине слоя 0,9 мкм) для структур типа $n-p^+$ около 0,2 мкм для $n-p^+$ — менее 500 Å. Столь жесткие требования к ширине переходной зоны обуславливают необходимость совершенствования методов низкотемпературной эпитаксии, в частности гидридного метода. При этом существенное повышение скорости роста пленок и уменьшение загрязнения стенок реактора продуктами термического распада моносилана может быть достигнуто за счет добавки в исходную парогазовую смесь эквивалентного количества хлористого водорода или тетрахлорида кремния.

Уменьшение ширины переходной области достигается также сочетанием различных низкотемпературных методов, например использованием ИК-нагрева в гидридном процессе. На рис.2 представлена зависимость ширины области концентрационного перехода на границе слой-подложка от температуры процесса эпитаксии.



Чистота и однородность легирования подложки при этом имеют относительно малое значение (помимо тех дефектов подложки, которые простираются в эпитаксиальный слой).

МОП ИС. В отличие от биполярных ИС качество исходного кремния для МОП ИС имеет крайне важное значение.

СВЧ приборы, применяемые в различных системах связи, изготавливаются на основе кремневых структур, содержащих тонкие субмикронные эпитаксиальные слои, качество которых определяет основные параметры этих устройств (время пролета, сток тепла, омические контакты). Допусти -

Требования, предъявляемые к качеству кремния, используемого в рассмотренных полупроводниковых приборах, свидетельствуют о сложности проблем, которые необходимо решить в эпитаксиальной технологии кремния. Для дальнейшего совершенствования указанной технологии необходимо:

- обеспечить контроль и регулирование процессов перераспределения легирующих примесей (автолегирование, диффузия во время роста) при термической обработке, особенно при изготовлении эпитаксиальных структур кремния с сильнолегированными скрытыми слоями мышьяка, сурьмы и бора;

• отработать процессы создания диэлектрической изоляции с использованием анизотропного травления и избирательного окисления, а также процессы изготовления элементов приборов, сравнимых по размерам с толщиной эпитаксиального слоя; последнее требует в свою очередь глубокого исследования влияния ориентации пластины на различные технологические процессы;

• обеспечить свободную от дефектов роста поверхность эпитаксиального слоя; при изготовлении мощных приборов уменьшить высоту "короны" на рабочей стороне и "валика" от сэндвич-процесса с обратной стороны пластины или разработать методы их удаления с целью предотвращения проколов в фотошаблонах;

• использовать методы легирования, позволяющие регулировать τ .

Ряд проблем для эпитаксиальной технологии кремния (особенно рост слоев на поверхности со сложным микрорельефом, исключение радиационных дефектов структуры и др.) вызывает необходимость внедрения в производство полупроводниковых устройств новых перспективных процессов, таких, как электронно-лучевая фотолитография, снижающая более чем в пять раз размеры приборов и межсоединений, и ионное легирование, увеличивающее однородность легирования и значительно расширяющее возможности конструирования новых устройств.

Совершенствование эпитаксиальной технологии в значительной мере зависит также от успешного решения ряда сопутствующих задач, главными из которых являются:

– разработка автоматизированного высокопроизводительного комплекса производства эпитаксиальных структур, обеспечивающего автоматическую загрузку, выгрузку и контроль параметров пластин при управлении процессом от ЭВМ по разработанным математическим моделям эпитаксиального наращивания на базе эпитаксиального реактора большой емкости, обеспечивающего разброс толщины и удельного сопротивления эпитаксиального слоя на уровне $\pm(5+10)\%$ на пластинах ϕ 75 мм и более;

– получение кремнийсодержащих и легирующих соединений SiH_4 , SiCl_4 , SiH_2Cl_2 , AsH_3 , PH_3 , B_2H_6 и других соответствующего качества;

– разработка методов контроля и очистки поверхности пластин, в том числе плазменных, до уров-

ня концентрации загрязнений менее 10^{12} – 10^{13} ат/см², а также эффективных и оперативных методов контроля качества эпитаксиальных структур (в частности, определение профиля концентрации легирующих элементов в эпитаксиально-пленочных структурах при разрешении порядка 100 Å и чувствительности по концентрации 10^{13} – 10^{14} ат/см³);

– улучшение качества вспомогательных материалов, прежде всего кварца и графита, находящихся в высокотемпературной зоне, и усовершенствование методов нанесения защитных покрытий (например, карбида кремния на графит) с целью предотвращения загрязнений эпитаксиальных структур примесями;

– разработка фильтрующих материалов для очистки газовых сред от аэрозолей при эпитаксиальном наращивании.

Совершенствование эпитаксиальной технологии, как и технологии изготовления полупроводниковых устройств в целом, будет эффективным только при сокращении расходов на производство продукции.

Увеличение диаметра пластин повышает эффективность процессов их обработки, однако увеличивает расход кремния. Рост сложности приборов приводит к тому, что стоимость используемого в них кремния растет быстрее, чем цена прибора на рынке. Поэтому вместе со снижением расхода кремния на определенную электронную функцию прибора необходимо увеличивать процент выхода годных приборов при одновременном снижении цены на кремний.

С этой точки зрения важна разработка эффективных процессов регенерации кремниевых пластин и кремния из различных источников потерь. Однако важнейшую роль в повышении процента выхода продукции, увеличении производительности и снижении расходов играет автоматизация процесса получения эпитаксиальных структур.

Статья поступила 26 февраля 1975 г.

УДК 539.23

МИКРОФРЕЗЕРОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ПЛАЗМОЙ

А.М.ДОМАХИНА, В.М.МАСЛОВСКИЙ, Л.С.СИМЕНШТЕЙН, В.В.ЧЕСНОКОВ

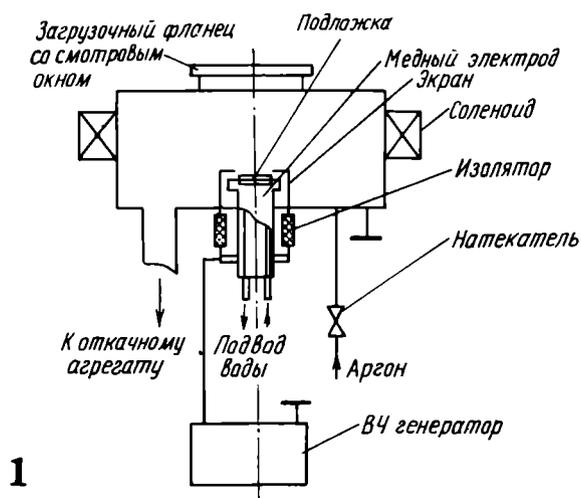
В микроэлектронике все более широкое применение находит профильное травление ионными потоками в вакууме [1, 2]. Для получения рельефа микроструктур могут применяться ионно-лучевые способы обработки и обработка ионами тлеющего разряда.

Высокочастотный тлеющий разряд возбуждается между двумя параллельными пластинами, на которые подается высокочастотное напряжение, при давлении $10^{-1}—10^{-3}$ мм рт.ст.

Достоинства плазменного процесса — возможность фрезерования проводящих и диэлектрических материалов; перпендикулярность потока ионов к поверхности обрабатываемого материала по всей его площади; обеспечение равномерной обработки больших поверхностей. Конструкция установки для плазменной обработки отличается простотой.

Недостатком процесса является дополнительное по сравнению с ионно-лучевой обработкой выделение тепла на обрабатываемом материале и невозможность подвергать обработке объекты любой формы, т.е. форма объекта не должна вносить значительных искажений в распределение полей вблизи электрода.

Схема устройства микрофрезерования высокочастотной плазмой показана на рис.1.



Металлический рабочий объем откачивается сверхвысоковакуумным агрегатом, скорость откачки до 700 л/с, давление после прогрева порядка 10^{-8} —

10^{-7} мм рт.ст. В качестве рабочего газа использовался аргон ос ч

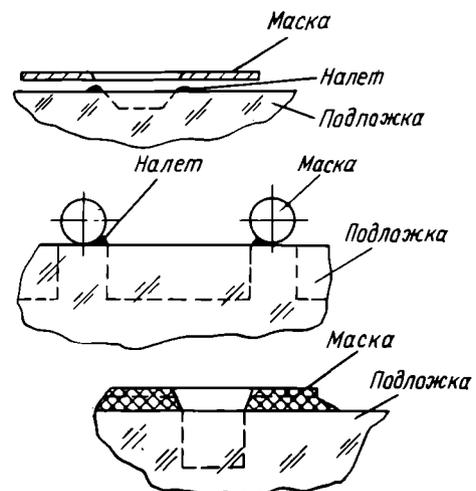
Объекты подвергались травлению с использованием защитных масок, обеспечивающих получение заданного рисунка. Для маскирования применялись титановая лента с фрезерованными окнами (свободная маска), тонкие вольфрамовые проволоки диаметром 6—8 мкм, расположенные без зазора на обрабатываемой подложке, тонкие пленки окиси алюминия или двуокиси кремния на поверхности подложки и фоторезистивная (полимерная) пленка на поверхности обрабатываемого объекта.

В плазме обрабатывали лейкосапфировые, кварцевые, стеклянные пластины и тонкие пленки вольфрама, молибдена, хрома, меди, окиси алюминия, кварца, а также комбинации из пленок приведенных выше материалов на указанных подложках.

Требования к маскам: малая эрозия, т.е. они должны изготавливаться из устойчивых к распылению материалов, а также термостойкость и химическая устойчивость к воздействию ионизированного газа и примесей в нем активных газов.

При подборе тонкопленочных масок и масок из фоторезиста необходимо учитывать тот факт, что коэффициенты распыления ионами разных материалов могут сильно отличаться и что соотношение коэффициентов зависит от типа рабочего газа.

На рис.2 показаны схемы расположения объектов и масок при травлении. Пунктиром обозначены границы получаемых полостей и границы эрозии масок.

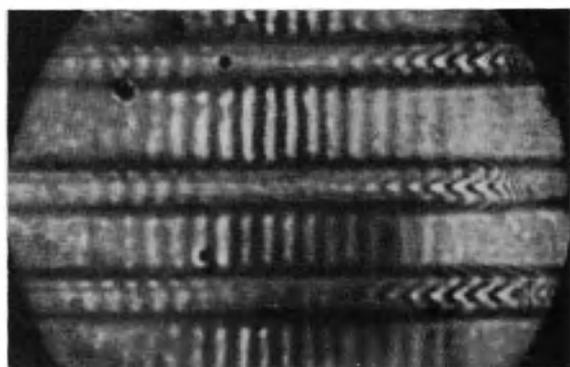


При наличии зазора между нижней поверхностью маски и подложкой после травления на поверхности подложки по контуру рисунка всегда обнаруживается темный плотный налет, имеющий хорошую адгезию. Толщина его увеличивается с увеличением времени травления. Налет представляет собой пленку из материалов маски и объекта травления и удаляется химическими травителями. В некоторых случаях избирательный химический травитель подобрать не удастся, поэтому желательно зазор уменьшить до минимума.

Проведена оценка вертикальности стенок, образующихся на подложке рельефа в зависимости от расстояния маски от поверхности подложки. При расстоянии 50 мкм среднее отклонение стенок от вертикали составило 45° , при расстоянии 4 мкм — 2° . Вертикальные стенки были получены при маске, расположенной непосредственно на поверхности подложки. Последний метод маскирования применялся для получения полостей глубиной 10—40 мкм в подложках из лейкосапфира.

Обнаружено, что при глубине полости более 10 мкм на дне ее остаются выступы высотой несколько микрон. Причиной их возникновения может быть выявление вследствие избирательности ионного травления микронеоднородностей в монокристаллическом материале пластин или микромаскировке за счет осевших на поверхность пылинок.

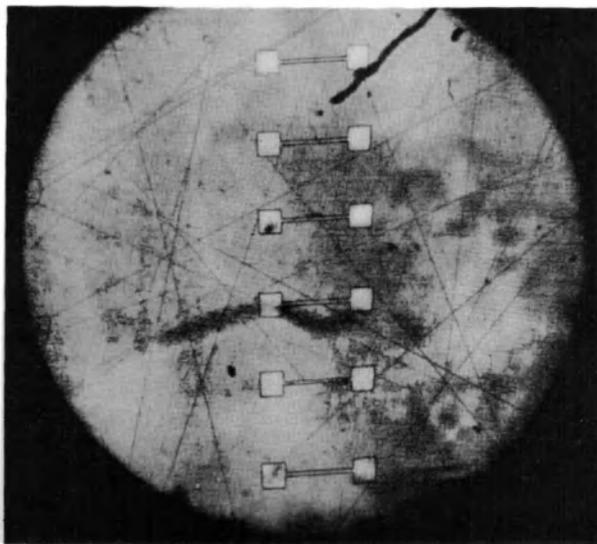
Вытравливание рельефов в виде выступающих полос на пленках из перечисленных выше материалов или на многослойных пленках, состоящих из нескольких слоев (до пяти), общей толщиной до 3 мкм, проводилось через проволочные маски (см.рис.2). Интерференционные полосы на получающемся рельефе показаны на рис.3.



3

Микронные и субмикронные структуры изготавливались с помощью пленочных и фоторезистивных масок; рисунок на масках получали фото- и электронолитографией. Подтравливание под края полимерной маски не наблюдалось. Были получены структуры с элементами размером 0,5—1,0 мкм, например молибденовые полосы

шириной 0,5 и толщиной 0,1 мкм (рис.4, увеличение $\times 1000$).



4

Устойчивость органических резистивных масок к воздействию высокочастотной плазмы определяется в значительной степени их температурой и количеством активных примесей в рабочем газе (O_2 ; H_2 ; CO ; H_2O). При повышении температуры слоев выше допустимой для данного типа резиста последний обугливается, покрывается пузырями.

Скорости микрофрезерования слоев различных материалов при давлении аргона $(1,5-2) \cdot 10^{-2}$ мм рт.ст. приведена в таблице.

Материал	Скорость микрофрезерования (Å/мин) при амплитуде ВЧ напряжения (кВ)				
	0,8	1,2	1,6	1,8	3,5
Молибден	—	250	500	—	—
Вольфрам	—	100	—	350	—
Медь	—	400	1000	—	—
Хром	50	100	300	—	—
Рений	85	180	—	—	—
Лейкосапфир	—	—	—	120	500
Оксид кремния	—	100	200	—	—
Двуокись кремния	—	160	250	—	—
Фоторезист 383	—	250	350	—	—
Электронрезист ПММА	—	1200	2500	—	—

Скорость процесса микрофрезерования ВЧ плазмой с использованием в качестве маски слоев фото- и электронрезистов ограничивается стойкостью резистов. Допустимой амплитудой ВЧ напряжения является значение 0,8—1,5 кВ.

Контактные тонкопленочные маски из неорганических материалов и свободные металлические маски гораздо более устойчивы к нагреванию и поэтому жесткость режима (амплитуда ВЧ напряжения) и скорость фрезерования могут быть увеличены. Титановая маска позволяла без поврежде-

нии увеличивать амплитуду ВЧ напряжении до 3,5 кВ.

Описанный процесс получения микро-рельефа может найти применение для травления фотошаблонов, тонкопленочных структур интегральных схем и других микроприборов.

ЛИТЕРАТУРА

1. П л е ш и в ц е в Н.В. Катодное распыление. М.: Атомиздат, 1968.
2. М а й с с е л Л.И. В сб.: «Физика тонких пленок». Т. III. М.: «Мир», 1968.

Статья поступила 4 мая 1973 г.

УДК 621.914:533.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО МЕТОДА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ В МДП БИС

В.Я.АЙВАЗОВ, О.Н.КОПЫЛОВ, О.С.ФРОЛОВ

Возможность использования электронно-лучевого метода получения пленок SiO_2 для защиты металлизации планарных структур известна.

С целью выяснения целесообразности использования этого метода для формирования защитного слоя МДП БИС было изучено влияние защитной пленки SiO_2 , нанесенной путем электронно-лучевого испарения кварца, на параметры МДП-транзисторов.

Нанесение пленок SiO_2 осуществлялось в вакуумной напылительной установке УВН-74П-2 с помощью электронно-лучевого испарителя со 180-градусной магнитной системой [1]. В качестве исходного материала использовали кварцевые стержни диаметром 5—6 мм. Пленка напылялась одновременно на все пластины, установленные на вращающемся подложкодержателе. Производительность установки при таком способе напыления составляла 150 пластин (ϕ 40 мм) в смену.

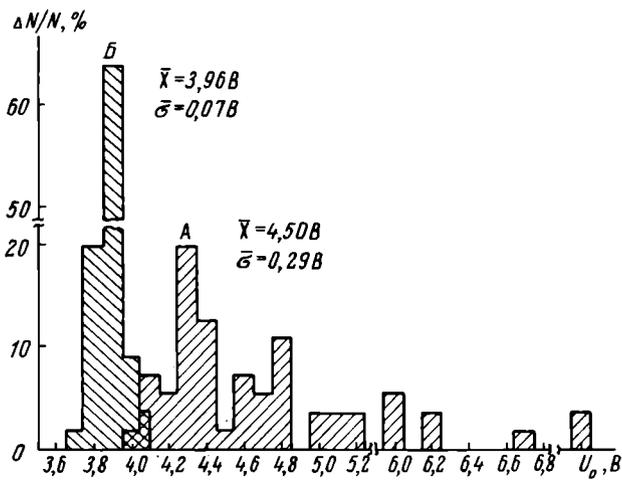
МДП-транзисторы и интегральные схемы изготавливались по обычной МТОП технологии [2] со стабилизацией затворного окисла фосфорносиликатным стеклом. Исходным материалом служил кремний марки КЭФ 4,5 с ориентацией $\langle 111 \rangle$. Толщина затворного окисла составляла 0,12—0,13 мкм, толстого — 1,2—1,3 мкм. Металлизация осуществлялась методом электронно-лучевого напыления алюминия из охлаждаемого водой тигля [3]. Защитный слой SiO_2 толщиной 0,5—0,6 мкм наносился после фотолитографии по алюминию и вжигания контактов, после чего вскрывали контактные окна на алюминиевых площадках.

Результаты измерения (средние значения) эффективного поверхностного заряда Q_{SS} , напряжения пробоя тонкого окисла $U_{пр}$, пороговых напряжений транзисторов с тонким и толстым диэлектриком затвора U_0 и U_T , напряжения пробоя стока $U_{пр,ст}$ на тестовых структурах транзисторов до и после нанесения защитного покрытия представлены ниже.

	До защиты	После защиты
$Q_{SS} \cdot 10^{11}, \text{ см}^{-2}$	4,6	4,3
$U_0, \text{ В}$	5,2	4,7
$U_T, \text{ В}$	47	35
$U_{пр}, \text{ В}$	110	110
$U_{пр,ст}, \text{ В}$	46	50

Как видно, влияние защитной пленки на параметры МДП-транзисторов невелико. Значения параметров Q_{SS} , U_0 , U_T , связанных с зарядом границы раздела Si-SiO_2 , после нанесения пленки уменьшилось несущественно. Однако разброс значений U_0 по пластине после защиты стал значительно меньше (рис.1). Причиной снижения пороговых напряжений могут быть следующие факторы, действующие в процессе напыления: воздействие мягкого рентгеновского излучения; бомбардировка заряженными и нейтральными частицами; термообработка в вакууме.

Для выяснения роли первых двух факторов часть структур при напылении защитной пленки была закрыта пластинами кремния толщиной 350 мкм. Снижение порогового напряжения на открытых и закрытых ча-

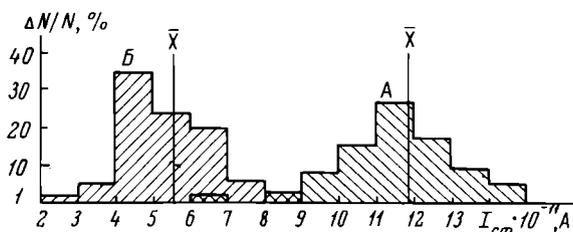


Гистограммы пороговых напряжений МДП-транзисторов до нанесения защитной пленки (А) и после (Б); \bar{x} — среднее значение; $\bar{\sigma}$ — основное отклонение

стях структуры составило 0,6и 0,4 В соответственно. Поэтому можно считать, что основной причиной изменения заряда в МДП-структурах при электронно-лучевом напылении пленки SiO₂ является термообработка.

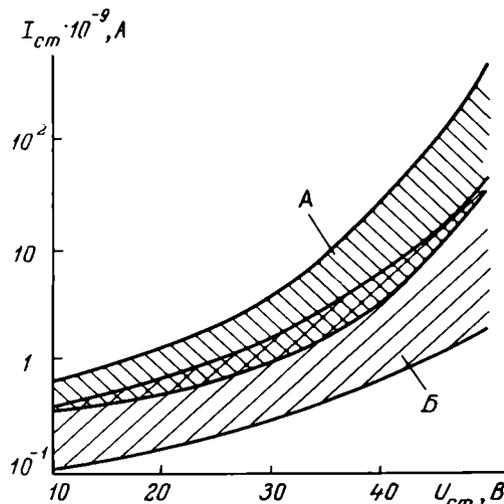
Стабильность МДП-транзисторов с защитной пленкой оценивалась по изменению порогового напряжения в результате воздействия температуры и напряжения. Режим электротермотренировки был следующий: температура 125°C, продолжительность 3 ч, напряжение на стоке -5 В, напряжение на затворе -15 В. Разница средних значений U₀ до и после электротермотренировки для защищенных и незащищенных структур составила менее 0,1 В. Учитывая точность измерений (±0,1 В) можно считать, что защитная пленка не влияет на стабильность рассматриваемых приборов.

Было изучено также влияние защитного покрытия на токи утечки исток-сток МДП-транзисторов. Токи утечки измерялись при нулевом напряжении на затворе относительно истока, соединенного с подложкой. На рис.2 приведены гистограммы и средние значения токов при температуре



2 Гистограммы тока утечки исток-сток МДП-транзисторов при комнатной температуре без пленки (А) и с защитной пленкой (Б); \bar{x} — среднее значение

20°C для двух групп транзисторов: без защитной пленки (А) и с пленкой (Б). Видно, что среднее значение тока утечки транзисторов с защитным покрытием примерно в 2 раза меньше, чем транзисторов без этого покрытия. Сравнение вольт-амперных стоковых характеристик, полученных при температуре 85°C, показывает, что и при повышенной температуре у приборов с защитной пленкой SiO₂ токи утечки меньше, чем у приборов без нее (рис.3).



3 Вольт-амперные характеристики стокового p-n перехода при температуре 85°C без пленки (А) и с защитной пленкой (Б)

Легко заметить (см.рис.1 и 2), что после напыления пленки SiO₂ уменьшаются и токи утечки стокового p-n перехода и пороговое напряжение МДП-транзистора. Так как стоковый p-n переход исследуемого транзистора практически весь расположен под затвором, то одновременное уменьшение U₀ и I_{cm} противоречит общепринятой модели протекания физических процессов в МДП-структурах [4]. Наблюдаемое изменение I_{cm} можно объяснить, предположив, что ток p-n перехода обусловлен пробоями в области микроплазм [5]. Об этом свидетельствует и вольт-амперная характеристика p-n перехода (см.рис.3), имеющая вид «мягкого пробоя», типичного для микроплазм.

Изучение влияния защитной пленки SiO₂, полученной методом электронно-лучевого испарения кварца, на параметры МДП БИС было проведено на 90-разрядных регистрах сдвига. Ниже приводятся основные параметры ИС с защитным покрытием и без него:

	До защиты	После защиты
Ток, мкА		
фазы 1	350—550	380—520
фазы 2	350—560	360—540
питания	1500—2100	1400—2100
U _{выт} («1»), В	12	12
U _{выт} («0»), мВ	4—32	11—64
I _{вх} , мкА	0,005	0,005

Исследование выявило, что основные параметры ИС не претерпевают заметных изменений после нанесения защитного покрытия и находятся в пределах ТУ.

Сравнение выхода годных МДП БИС в корпусах с защитной пленкой и без нее показало, что защитное покрытие в 1,2—1,3 раза увеличивает процент выхода схем. Это дает возможность рекомендовать использовать электронно-лучевой метод напыления для защиты металлизации МДП БИС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белевский В.П., Коптенко В.М. ПТЭ, 1969, № 4, с.146.
2. Валиев К.А., Кармазинский А.Н., Королев М.А. Цифровые интегральные схемы на МДП-транзисторах. М., «Сов.радио», 1971.
3. Белевский В.П., Кононенко А.Г., Коптенко В.М., Мисюра А.В. Металлизация МОП БИС методом электронно-лучевого испарения алюминия. «Электронная промышленность», 1974, вып.7(31), с.64.
4. De Graaff H.C. «Philips Res. Repts.», 1970, v.25, N 1, p.21—32.
5. Литвинов Р.О. Влияние поверхности на характеристики полупроводниковых приборов. Киев. «Наукова думка», 1972.

Статья поступила 18 февраля 1975 г.

УДК 621.382.82—181—49.002

СТЕКЛОУГЛЕРОД И ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ НА ЕГО ОСНОВЕ

Ю.В.ЗАЙЦЕВ, Р.Г.ПРЯДИКИНА, А.С.ТАТАРЧУК

Стеклоуглерод — сравнительно новый материал, заметно отличающийся по своим свойствам от обычных углеродов и сочетающий свойства стекла и углерода [1]. Он характеризуется изотропностью свойств, почти полной газонепроницаемостью, химической инертностью. По сравнению с другими углеродными материалами стеклоуглерод обладает значительно более высокими прочностью, твердостью и удельным объемным сопротивлением и на порядок меньшей теплопроводностью. Некоторые свойства стеклоуглерода различных марок приведены ниже.

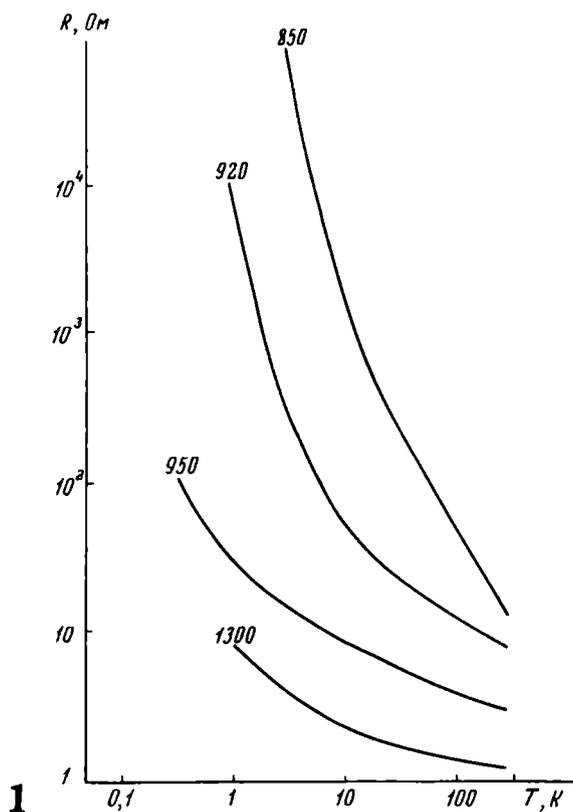
Одной из наиболее важных особенностей стеклоуглерода является его термостойкость: полученный при определенной температуре материал выдерживает многократный быстрый нагрев до этой же температуры и последующее быстрое охлаждение.

Свойства стеклоуглерода изменяются в широких пределах в зависимости от температуры получения. При увеличении температуры термообработки от 500 до 1200 К удельное объемное сопротивление уменьшается от 10^{12} до 10^{-5} Ом·м, а

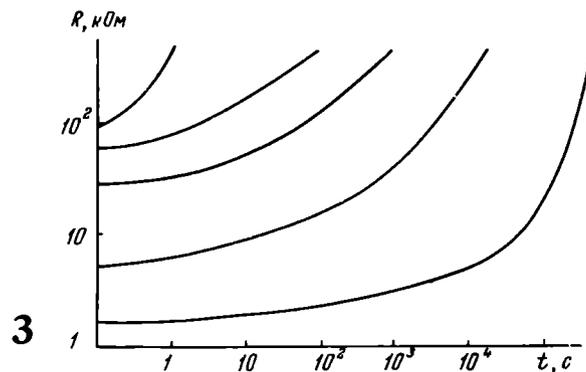
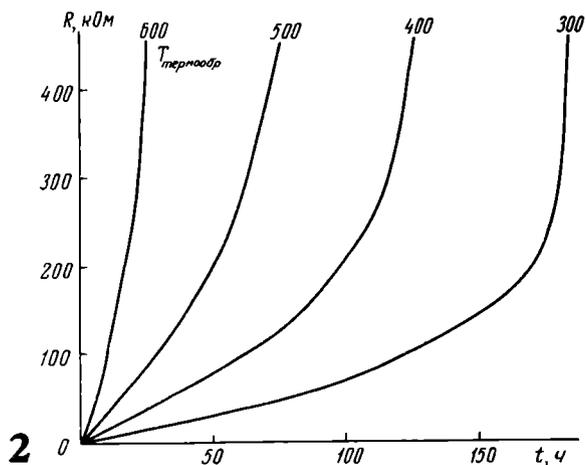
	<u>СУ-12</u>	<u>СУ-20</u>	<u>СУ-30</u>
Максимальная рабочая температура (в инертной, восстановительной среде и в вакууме), К	1470	2270	3270
Пористость, %	0,2—1,3	0,7—2,0	1,8—2,2
Микротвердость, 10^6 Н/м ²	1500—2300	1100—1700	700—800
Предел прочности при изгибе, 10^6 Н/м ²	26—32	21—24	21—24
Удельное объемное сопротивление, 10^{-5} Ом·см	4,5—5,4	4,5—5,4	4,5—5,4
КТР, 10^{-6} 1/К	4,6—5,8	4,6—5,8	3,2—2,2

тип электропроводности меняется с p на n . Изучение электропроводности стеклоглерода показало, что он обладает полупроводниковыми свойствами в широком температурном диапазоне.

Благодаря этим свойствам стеклоглерод применяется в электронной технике в качестве терморезисторов с отрицательным ТКС, термометров сопротивления для низких и сверхнизких температур [2, 3], болометров [4], а также для создания приборов с использованием p - n перехода. Зависимость сопротивления термометров из стеклоглерода от температуры измерения с различной термообработкой показана на рис. 1. В стеклоглероде наблюдаются эффекты переключения и памяти [5]. Время памяти – время нахождения в состоянии с низким сопротивлением (состояние высокого сопротивления является стабиль-



ным) зависит от температуры термообработки стеклоглерода и от величины сопротивления. На рис. 2 представлена зависимость времени памяти от температуры термообработки (все образцы были переведены в состояние с приблизительно одинаковым начальным сопротивлением), а на рис. 3 –



зависимости времени памяти от начального сопротивления образца (данные получены для одного образца, который переводили в состояния с различными начальными сопротивлениями).

ЛИТЕРАТУРА

1. Чеканова В.Д., Филалов А.С. Стеклоуглерод, получение, свойства, применение. "Успехи химии", т. 40, вып. 5, стр. 777.
2. Kodama T. a.o., Wada S. Shigi T. and Okuda T. A Resistance Thermometer Using the Glassy Carbon, International Cryogenic Engineering Conference, 1-st, Tokyo-Kyoto, 1967.
3. Обухов Н.А., Сусов Е.В., Пекальн Л.А., Филимонов В.А. Авт. свид. № 325516, "Бюл. изобр.", 1972, № 3.
4. Сусов Е.В., Фурин В.В., Банин Е.С., Пекальн Л.А. Авт. свид. № 353153, "Бюл. изобр.", 1972, № 29.
5. Antonowicz K., Cascha L., Turlo-I. Switching Phenomena in Glassy Carbon. "Carbon", 1973, v. 11, p. 1-5.

Статья поступила 26 февраля 1975 г.

УДК 621.315.592.9.004

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВОЛОКОННЫХ ЭКРАНОВ

В.Я.ИЛЬЧЕВ, М.Я.МУЛЯРОВ, Л.А.СМИРНОВА

Металловолоконные экраны используются в электронно-лучевых и фотоэлектрических приборах и безвакуумных преобразователях для визуализации изображений, полученных при помощи проникающих излучений, преобразования и коммутации электрических сигналов, а также для высокоскоростной электростатической регистрации информации на внешних носителях записи [1—4].

Принцип технологии изготовления мозаичных и однородных экранов описан в литературе [5].

В большинстве случаев металловолоконный экран является элементом оболочки вакуумного прибора, поэтому он должен обладать необходимой вакуумной плотностью. Этим обусловлен выбор материалов проводников и стекла экрана, которые должны образовать между собой согласованные спаи. В качестве основного конструктивного материала для экранов и оболочек экранов было выбрано стекло С52-1, а проводников — сплав молибдена и кобальта.

Металлическую проволоку, используемую для создания экрана, предварительно тщательно очищенную и отожженную в атмосфере водорода, покрывают стеклянной оболочкой (остекловывают) на специальном станке. Остеклованную проволоку режут на отрезки (стержни) длиной 100—120 мм. Затем их плотно укладывают в толстостенную стеклянную оболочку круглого или прямоугольного сечения. Во избежание возникновения опасных напряжений в стекле прямые углы внутренней полости оболочки скругляют.

Открытые торцы герметично закрывают путем сварки стеклянными (для блока круглой формы) или металлическими крышками с трубками, через которые откачивают внутреннюю полость блока. Металлические крышки заваривают индукционным нагревом на высокочастотной установке. Таким образом изготавливаются металловолоконные экраны в виде монолитного блока, из которого впоследствии может быть получено 10—15 отдельных экранов.

Для изготовления однорядных экранов остеклованные стержни, строго отка-

либрованные по внешнему диаметру, плотно укладывают в один ряд в щелевом зазоре между двумя шлифованными и притертыми по плоскости стеклянными пластинами, служащими стенками оболочки блока. Фиксированное значение зазора между пластинами, равное шагу размещения проводников однорядного экрана, обеспечивается прокладками, установленными за пределами рабочей части ряда проводников. Калибровка остеклованных стержней по внешнему диаметру, также равному заданному значению шага расстановки проводников, позволяет получить однорядные экраны с достаточно жесткими допусками по шагу и смещению проводников от линии ряда.

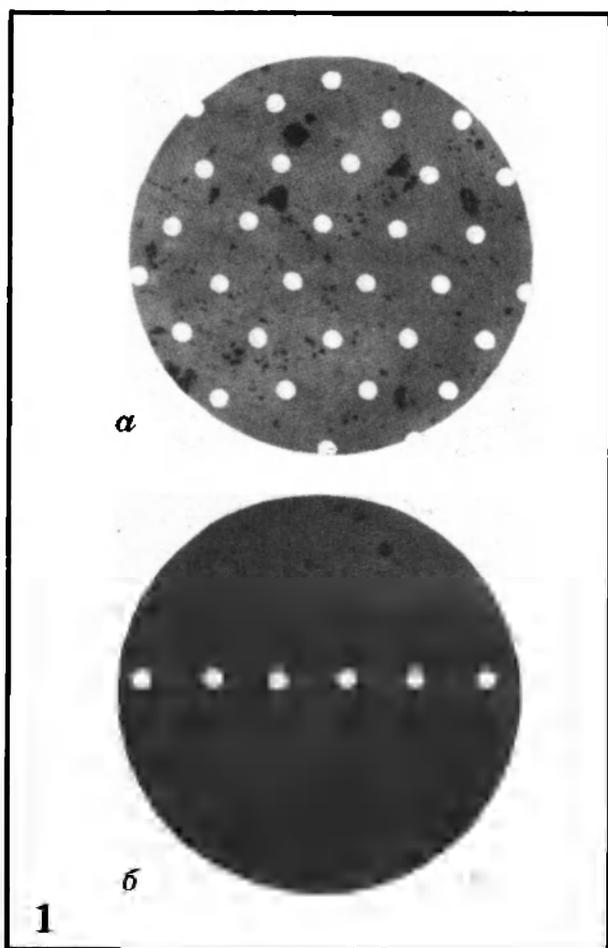
После окончания набора блока щели между пластинами за пределами рабочей части проводников герметизируют при помощи эмали. Для этого на боковые поверхности собранного блока наносят стеклянную пасту (порошок измельченного стекла С52-1, замешанный на органической связке), которую затем оплавляют при помощи газовой горелки в печи, нагретой до 550—560°С. Последующую обработку блока можно проводить аналогично обработке блока мозаичных экранов прямоугольного сечения.

Подготовленные для спекания блок устанавливают вертикально в печи специальной установки. В крышках блока имеются трубки, которые с помощью резиновых шлангов за пределами печи соединяются с откачной системой. С целью удаления воздуха и адсорбированных газов из блока проводится его обезгаживание при 530—550°С в течение нескольких часов (в некоторых случаях до 24 ч) и давлении $1 \cdot 10^{-2}$ мм рт.ст. Спекание блока происходит при последующем подъеме температуры до 750—760°С и непрерывной откачке. Стекло при этом размягчается, и блок сжимается внешним атмосферным давлением. Однако уплотнение остеклованных проводников под действием атмосферного давления оказывается недостаточным, поэтому после спекания блок должен быть подвергнут еще и механическому обжатию в пресс-форме при 640°С. После часовой выдержки температуру пресс-формы снижают до

580°С. вынимают блок, укладывают его в медный разогретый до 550°С контейнер и помещают в печь отжига. С целью предотвращения возможности появления опасных напряжений в стекле процесс отжига для разных типов блоков длится от 15 до 28 ч. Отожженный блок нарезают на пластины алмазной дисковой пилой на станке САСП-1 и на шлифовальных станках доводят толщину пластины и ее внешние размеры до заданных значений.

После механической обработки все металловолоконные пластины проверяют на герметичность.

Участки мозаичного и однорядного металловолоконных экранов показаны на рис.1, а и б соответственно. Расстояние между проводниками — 100 мкм, их диаметр 25 мкм, увеличение $\times 115$.

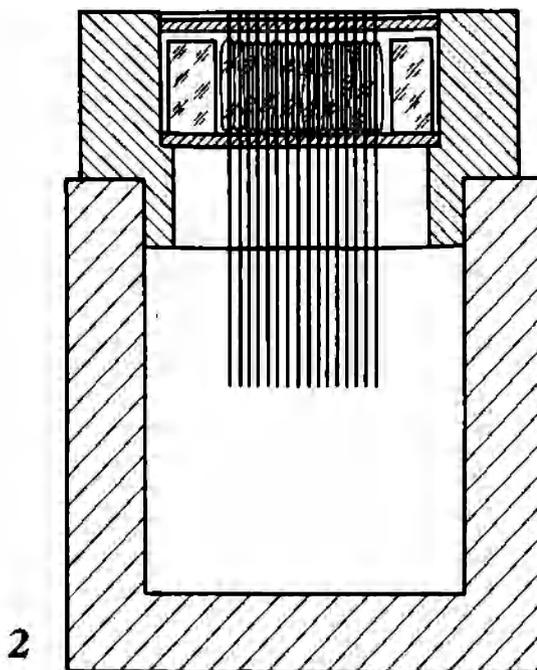


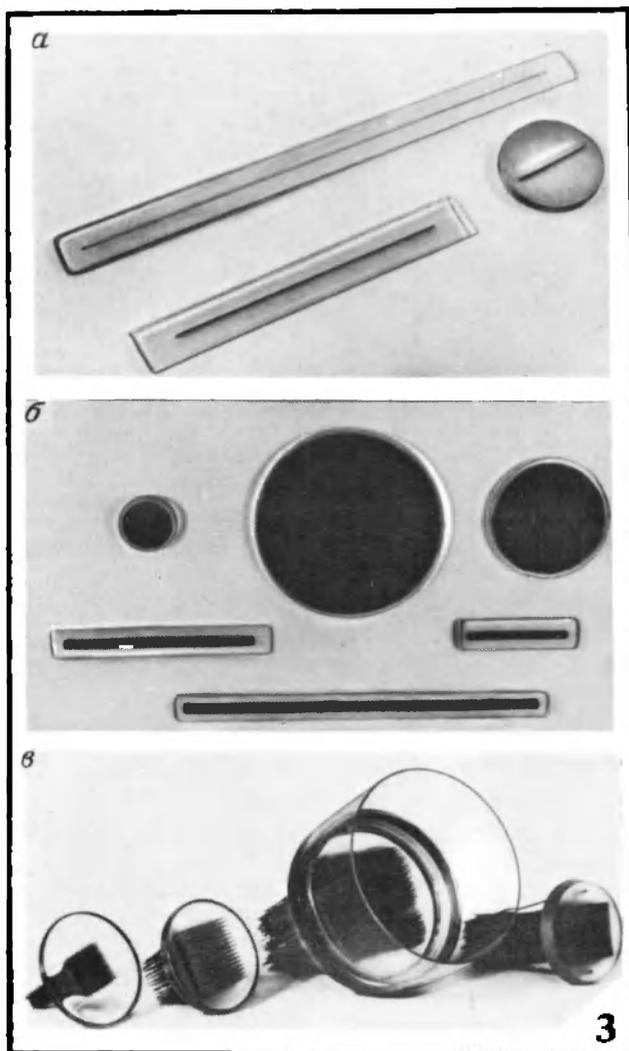
Технология изготовления многовыводных экранов с внешними выводами существенно отличается от рассмотренной выше технологии получения металловолоконных пластин. За основу здесь принята известная технология изготовления плоских ножек методом спекания стекла.

Выпрямленную коваровую проволоку нарезают на отрезки длиной 110 мм, обезжиривают и отжигают в водороде. Остекловывание проводят на участке проволоки длиной 20—25 мм в остром пламени газовой горелки с последующим отжигом. Диаметр остеклованной проволоки должен быть меньше заданного расстояния между вводами экрана.

Подготовленные вводы устанавливают в равномерно расположенных отверстиях двух графитовых дисков-кондукторов так, чтобы остеклованная часть их находилась между этими дисками. Число отверстий в графитовых дисках и их взаимное расположение должно соответствовать заданному количеству и расположению вводов экрана. Обычно это прямоугольник или квадрат с вводами, размещаемыми в местах пересечения квадратной или шестигранной сеток.

Набранный блок помещают в графитовую цилиндрическую втулку. Пространство между границей вводов и стенкой втулки заполняют подогнанными стеклянными сегментами определенной толщины. Затем втулку с блоком помещают в графитовый стакан (рис.2) и устанавливают в печи для спекания. Спекание проводят при 960°С с выдержкой в течение 1 ч. Во избежание переокисления вводов процесс спекания осуществляют в инертной среде. Для этого поддувают азот в рабочий объем печи или специального контейнера, в котором помещена форма, при температуре, превышающей 500°С. По мере остывания печи ниже 400°С поддув прекращают. После отжига блок извлекают из формы и его нижнюю поверхность со стороны коротких концов вводов шлифуют по плоскости.





По описанной технологии изготавливаются металловолоконные экраны различных типов. Были изготовлены однорядные экраны с шагом расстановки проводников до 100 мкм и длиной ряда 110 мм (рис.3,а). Мозаичные экраны изготавливались с числом проводников от 1 до 40 тыс. на 1 см² площади экрана (расстояние между проводниками от 300 до 50 мкм) при диаметре проводников от 150 до 20 мкм и рабочих поверхностях экрана в виде круга диаметром от 40 до 100 мм или прямоугольника размером 60x5 мм, 110x5 мм и 210x5 мм (рис.3, б). Экраны с внешними выводами выполнялись в виде структур, состоящих из равномерно расположенных 256 (16x16), 400 (20x20) и 1000 выводов (рис.3,в).

ЛИТЕРАТУРА

1. Муляров М.Я. Использование электронно-лучевых трубок с металловолоконным экраном для электрографической регистрации информации. «Интроскопия», 1967, вып.1, с.123.
2. Муляров М.Я., Грачева Т.Г., Серпичева Н.Е. Электронно-лучевой преобразователь (коммутатор) с 256 независимыми входами. «Электронная техника», сер.4, 1968, вып.6.
3. Муляров М.Я., Пятигорский Б.М., Фихман И.Д. «Электронно-лучевые системы электростатической записи. М., «Энергия». 1969.
4. Муляров М.Я., Гаврилов Э.С. Два типа графотронов с мозаичными экранами. «Электронная техника», сер.4, 1973, вып.6.
5. Пархачев В.Н. Способ изготовления стеклометаллического экрана. Авт.свид.№ 256884. «Бюл. изобр.». 1969. № 35. с.50.

Статья поступила 8 декабря 1974 г.

УДК 621.385.832.032.25.002.2

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО РАСПЫЛЕНИЯ

В.И.ЛОГУНОВ, В.А.МИХНЕВИЧ, Г.Х.САТАРОВ

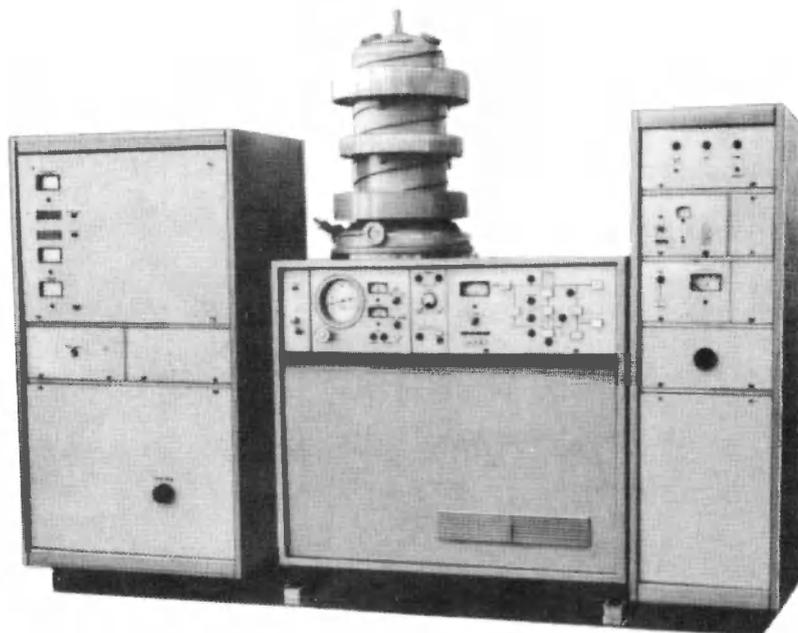
Метод высокочастотного ионного распыления нашел широкое применение для получения пленок, ионного травления и очистки поверхностей практически любых материалов [1].

Применение для этих же целей нейтрализованных ионных пучков, получаемых с помощью источников ионов и электронов [2] не всегда целесообразно из-за более низкой производительности по сравнению с ВЧ распылением, обеспечивающим более интенсивные ионные потоки при той

же энергии. Этот метод следует применять, например, при недопустимости возникновения потенциалов и зарядов на поверхности обрабатываемых приборов или при необходимости бомбардировки обрабатываемой поверхности под углом, отличным от 90°, и работы в сравнительно высоком вакууме.

Установки УВН-75Р-1 и УВН-75Р-3 с устройством ВЧ распыления обладают недостаточно высокой эффективностью из-за сравнительно низкой частоты (1,76 МГц при

1



мощности 1,5—2 кВт) и отсутствия устройств согласования (нагрузка подключена параллельно контуру выходного каскада). Кроме того, в этих установках не предусмотрено измерение ВЧ мощности и контроль процесса ведется по ВЧ напряжению, что недостаточно.

С целью устранения перечисленных недостатков разработан ВЧ генератор на частоту 13,56 МГц с максимальной ВЧ мощностью 4 кВт. Генератор собран по схеме с независимым возбуждением и рассчитан для работы на согласованный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом. Между кабелем генератора и распылительной системой включается согласующее устройство, преобразующее полное сопротивление распылительной системы в величину 75 Ом [3]. При этом никаких подстроек не требуется, генератор пригоден для любых распылительных систем.

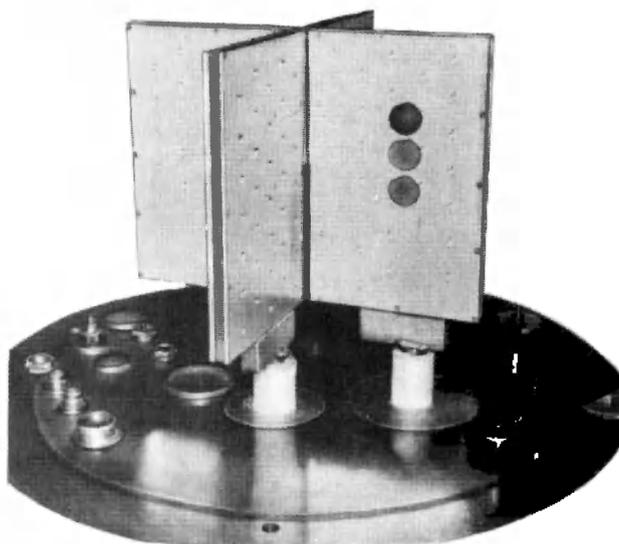
Для контроля ВЧ мощности и процесса согласования по прямой и отраженной волнам использовался петлевой измеритель мощности, применяемый в технике коротковолновой связи [4]. ВЧ генератор и вышеупомянутые устройства применены в установке высокочастотного распыления с цилиндрической мишенью УВН-62П-3 (рис.1).

В качестве мишени используется кварцевая труба диаметром 100 и длиной 700 мм. Магнитное поле, создаваемое тремя катушками, увеличивает интенсивность распыления. На внешнем цилиндре размещается до 98 подложек диаметром 60 мм, для предварительной очистки которых перед напылением предусмотрена подача ВЧ напря-

жения на подложкодержатель. В установке имеются измерители ВЧ мощности, напряжения прямой и отраженной волн, ВЧ напряжения на мишени и подложкодержателе, постоянного смещения на подложкодержателе.

Для обеспечения автоматической работы распылительной системы разработаны устройства автоматического согласования и стабилизации ВЧ мощности, которые могут быть рекомендованы в установках ВЧ распыления.

Предложенная симметричная система с крестообразной мишенью (рис.2), имеющая те же размеры, что и цилиндрическая,



2

позволяет проводить распыление с большей площади, причем направление движения распыленных частиц обеспечивает нанесение пленки на рельефные поверхности.

Проведенные эксперименты подтверждают данные работ [5] и [6] о достоинствах симметричных систем, заключающихся в том, что в них на поверхности заземленной рабочей камеры отсутствуют ВЧ потенциалы, уменьшающие уровень паразитных излучений, а также о большей эффективности этих систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилин Б.С., Логунов В.И. «Зарубежная электронная техника». 1971. № 3. с.3.
2. Garvin H.L. «Solid State Technology». 1973. v.16. N 11, p.31.
3. Логунов В.И., Данилин Б.С. «Электронная техника», сер.VI, 1971. вып.8. с.121.
4. Данилин Б.С., Качурин Ю.Е., Логунов В.И. «Электронная техника», сер.3, 1973. вып.1. с.82.
5. Granger P., Priestliang C.R. «Vacuum». 1971. v.21, N 8, p.309.
6. Jackson G.N. «Electronic Equipment News», 1974. v.16, N 3, p.71.

Статья поступила 29 января 1975 г.

УДК 621.793.73

ГРАФОПОСТРОИТЕЛИ ЭМ-711 И ЭМ-712

Ю.Г.БУТКОВ, Е.М.ПЕРМИНОВ, Ю.А.РУБИН

В системе машинного проектирования топологии БИС одной из главных задач является быстрое автоматическое вычерчивание многослойных совмещенных топологических чертежей или их фрагментов. Применение скоростных графопостроителей, управляемых от мини-ЭВМ, позволяет

автоматизировать труд разработчика топологии и сократить сроки проектирования БИС в 3–5 раз.

Графопостроитель состоит из координатного стола (планшетного или рулонного типа, в зависимости от модели), устройств программного управления и управления приводом.

ЭМ-711



ЭМ-712

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРАФОПОСТРОИТЕЛЕЙ

	<u>ЭМ-711</u>	<u>ЭМ-712</u>
Рабочее поле, мм	360 × 420	845 × 1200
Максимальные погрешности, мм:		
статическая	±0,2	+0,1
динамическая	+0,2	+0,2
Максимальная скорость черчения, мм/с	170	170
Количество цветов записи	3	6
Количество наносимых символов	128	128
Масштабы	1:1; 1:2; 1:10; 1:20; 2:1; 4:1	
Время непрерывной работы, ч	16	16

Исходная информация или рассчитанный в системе машинного проектирования топологический чертеж поступает на вход устройства программного управления с перфоленты или непосредственно с управляющей ЭВМ.

Массив исходной информации состоит из набора кодов команд и приращений узловых точек топологии, а весь массив — из отдельных фраз (кадров), разделенных друг от друга символом LF ("перевод строки" в системе ISO). Порядковый номер фразы N записывают в начале кадра, но запись номера не является обязательной. Например, можно нумеровать замкнутый контур или даже целый фрагмент топологии.

Далее в кадре следует символ и код подготовительной операции $G_0 - G_3$ (вид интерполяции, позиционирование инструмента), затем X и Y — величина перемещения по координатам. Дискретность задания величины перемещения составляет 0,1 мм. Перемещение программируется со знаком.

При вычерчивании кривых линий программируются символы I и k — расстояния центра интерполируемой дуги окружности от начальной точки по двум координатам.

Символами $Q_0 - Q_3$ обозначают тип линии (непрерывная, штриховая, штрихпунктирная), символы $i_1 - i_6$ записывают в тех кадрах, в которых происходит смена инструмента.

Признак D символьной информации, хранящейся в ПЗУ графопостроителя, программируется од-

новременно с кодом, обозначающим размер гостированного символа и его ориентацию на чертеже.

В устройстве программного управления происходит дешифрация входных команд и символов, поиск в постоянной памяти конфигурации необходимых символов, обработка информации и выдача приращений координат с интерполятора, управляющего по линейно-круговому закону перемещением выбранного инструмента. Единичные приращения координат поступают в устройство управления приводом шаговых двигателей. Шаговые двигатели приводят в движение по двум координатам каретку с блоком пишущих инструментов, а в рулонном графопостроителе — и пишущий валик.

Отработка координаты X в ЭМ-711 осуществляется перемещением каретки вдоль оси пишущего валика, а координаты Y — реверсивной подачей валиком перфорированной бумаги. В графопостроителе используется перфорированная рулонная или сфальцованная в пачку бумага шириной 420 мм.

Несущей частью координатного стола планшетного графопостроителя ЭМ-712 является

сварной корпус, на котором установлена стеклянная плата. Перемещая каретку с пишущими инструментами по призматической направляющей, расположенной на продольной штанге, получают приращение по оси X . Многожильный гибкий стальной тросик передает каретке движение шагового привода через барабан, диаметр которого в два раза больше диаметра зубчатых приводных роликов, что обеспечивает равенство шагов, обрабатываемых по координатам.

Перемещая каретки, несущие продольную штангу по двум параллельным направляющим круглого сечения, получают приращение по оси Y . Движение кареткам от двух синхронно работающих шаговых двигателей передается двумя стальными перфорированными лентами.

Автоматическое управление подъемом (опусканием) одного из инструментов позволяет получить многослойный (многоцветный) топологический чертеж БИС.

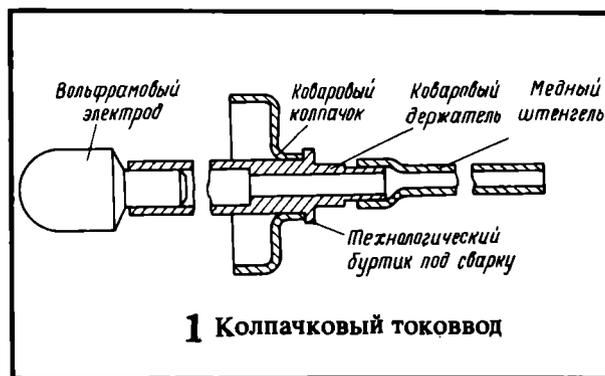
Статья поступила 11 февраля 1975 г.

УДК 621.382.82-181.49.001.2:681.3

МИКРОПЛАЗМЕННАЯ СВАРКА ЭЛЕКТРОДНЫХ УЗЛОВ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

В.И.ДОНЕЦ, В.И.ЛЯМЗИН, В.П.ПОМАЗКОВ

Работоспособность высокоинтенсивных источников света (ВИС), например импульсных и дуговых ламп, выполненных на основе так называемого колпачкового токоввода [1], во многом определяется качеством соединения его деталей (рис.1). Микроплазменная сварка позволяет получить вакуумно-плотные соединения швов электродного узла, обладающие достаточной механической прочностью и обеспечивающие пропускание больших токов (десятки килоампер)[2] в месте крепления электрода с держателем.



Микроплазменная сварка электродных узлов некоторых типов колпачковых ламп была осуществлена с помощью разработанной однопозиционной установки с источником питания и распределительным блоком (рис.2). Установка позволяет производить на воздухе микроплазменную сварку деталей (диаметром 4—30 мм, длиной 30—300 мм) с местным обдувом зоны сварки защитным газом.

При сварке электродных узлов БИС используется серийный импульсный источник питания в режиме малых токов (5—60 А) Режим больших токов (60—200 А) может применяться при микроплазменной и плазменной сварке более массивных узлов и деталей.



2 Установка сварки электродных узлов БИС микроплазменным методом

Специальный распределительный блок обеспечивает дозировку расхода защитного и плазмообразующего газов, электрическую связь с источником питания, газо- и водоснабжение плазмотрона ОБ-1213. Для повышения эффективной тепловой мощности микроплазмы и качественной защиты места соединения при сварке в блоке предусмотрен смеситель газов, посредством которого приготавливается в качестве защитной среды смесь двух газов практически в любом соотношении. Непрерывность качественного смешивания газов обусловлена регулировкой дросселирующих устройств с использованием явления срыва газовой струи.

Фиксация электродного узла в процессе сварки осуществляется вручную путем закрепления в цанге манипулятора. Установка плазмотрона относительно свариваемого узла и его перемещение в процессе сварки осуществляются с помощью

электромеханических приводов. Скорость вращения шпинделя манипулятора плавно регулируется в пределах 1—10 об/мин в зависимости от диаметров деталей и свариваемых материалов.

Во избежание образования в конце процесса сварки выплеска в шве (кратера) в установке предусмотрено устройство автоматической заварки кратера, которое обеспечивает плавное снижение сварочного тока в течение 1—3 с, что может быть использовано для плавного повышения сварочного тока в начале процесса сварки без отключения напряжения сварки при смене электродного узла.

Производительность установки для микроплазменной сварки не менее 20 электродных узлов в час.

ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатьев В.Г., Мнускин В.Е., Скворцов Б.В. Импульсные лампы с колпачковыми вводами. «Светотехника», 1969, № 11.
2. Будник В.И., Жаботинский М.Е., Козлов Н.А., Малашенков В.А., Писунин В.А. Характеристики импульсных ксеноновых ламп с прямоугольным сечением разрядного канала. «Светотехника», 1973, № 5.

Статья поступила 19 июня 1974 г.

УДК 621.791.755:621.32:621.367

НОВЫЙ СПОСОБ ПАЙКИ КЕРАМИЧЕСКИХ КОНДЕНСАТОРОВ

О.А.ДМИТРИЕВА, Г.С.ТАНФИЛОВА

Применение 5%-ного канифольно-спиртового флюса позволяет исключить использование воспламеняющихся и горючих жидкостей и не требует последующей мойки

После пайки и лужения канифолесодержащими флюсами радиодеталей на операциях мойки применяются легковоспламеняющиеся и горючие жидкости. На предприятиях отрасли ведутся работы по исключению использования этих жидкостей.

Наметились два основных пути: применение флюсов, не требующих очистки поверхности после пайки, и флюсов, удаляемых отмыжкой в воде или слабощелочных растворах. Однако замена канифолесодержащего флюса нередко ведет за собой замену способа пайки, что в свою очередь требует создания специального оборудования. Кроме того, на некоторые виды конденсаторной керамики вода оказывает отрицательное действие. Для восстановления параметров керамики необходима сушка в течение 5—10 ч при 100—120 °С. Такие длительные циклы в технологическом процессе изготовления конденсаторов нежелательны.

Положительные результаты работ при сборке микросхем, где не операции пайки выводов используется канифольно-спиртовой флюс без последующей мойки, были достигнуты при пайке керамических конденсаторов постоянной емкости. Определены оптимальные рецепты канифольно-спиртового флюса (95% гидролизного спирта и 5% канифоли) и режим: флюсование окунанием; флюсование в припое ПОССу 61-05 в течение 2—3 с при 205—215 °С.

По данной технологии пайке подвергались керамические дисковые конденсаторы всех групп ТКЕ. Заготовки конденсаторов больших диаметров из сегнето-керамических материалов перед пайкой следует подогреть в течение 1 ч до 130 ± 10 °С. Воз-

можно и контактная пайка при чистом паяльнике. На паяную поверхность хорошо ложатся компаунд и лаки. Изделия выдержали испытания по программе периодических испытаний и на надежность.

Описанный процесс пайки нашел широкое применение в новых разработках керамических конденсаторов, испытания которых проходят по ужесточенным программам механических воздействий. Процесс был использован также при разработке автоматизированной линии изготовления конденсаторов К10-10, которая в настоящее время внедрена на предприятиях отрасли.

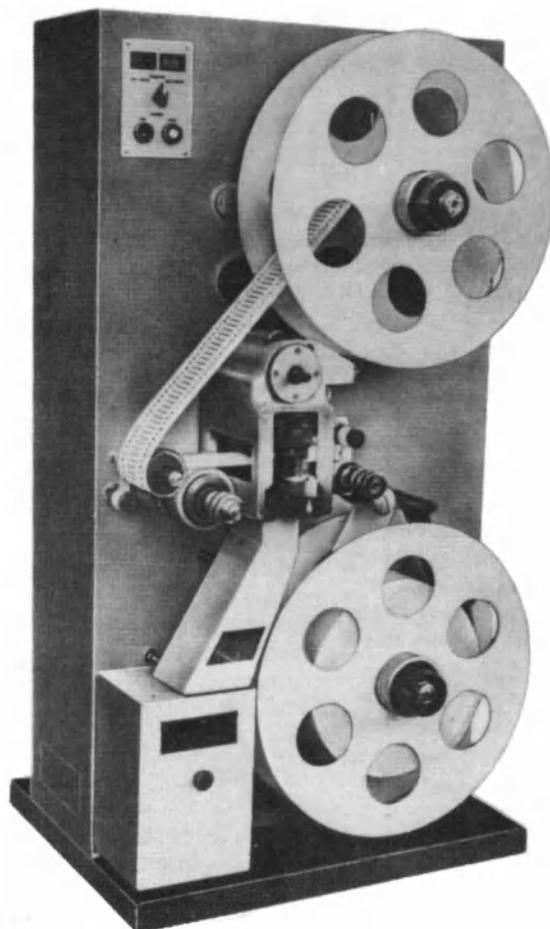
Опыт работы с 5%-ным канифольно-спиртовым флюсом показал реальную возможность исключения мойки паяных деталей. Очевидно, в отрасли необходимо провести исследования влияния флюсов на параметры паяных изделий в период их изготовления, при длительном хранении и эксплуатации. Важно исследовать возможность исключения мойки паяных изделий, в которых использованы различные материалы подложки, металлических обкладок и контактов, а также для данного флюса выбрать правильный способ пайки, который бы не вызвал дополнительного загрязнения паяной поверхности.

Статья поступила 18 февраля 1975 г.

УДК 621.319.443:621.315.612:621.791.3

ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫЙ АВТОМАТ 7309 ДЛЯ УПАКОВКИ РАДИОДЕТАЛЕЙ

Г.М.ДРЕМУХ, П.А.ШЕВИНОВ



Автомат 7309 по сравнению с узкоспециализированными упаковочными автоматами имеет более высокие технико-экономические показатели. На нем упаковывается более 100 типоразмеров радиодеталей с диаметром корпуса от 2 до 17 мм и длиной корпуса от 4 до 55 мм.

За счет новых устройств, позволяющих контролировать маркировочный допуск и упаковку во время работы автомата, повышена его производительность в 1,5–2 раза (до 15000 шт/ч).

Автомат может упаковывать радиодетали в картонную ленту с разрезкой ее на отдельные кассеты и с намоткой в бобины с последующей ав-

томатической отрезкой от программирующего устройства.

Упаковка может производиться как в отперфорированную упаковочную ленту, так и в неотперфорированную. Для изготовления поперечных пазов и перфорационных отверстий в упаковочной ленте разработан автоматический перфоратор 1805 с производительностью 15000–20000 шт/ч. Перфоратор с целью повышения культуры производства может быть вынесен на заготовительный участок.

Проведенные дополнительные испытания автомата показали его широкие возможности. Один из автоматов был налажен для упаковки резисторов С 2–23 0,062 Вт с диаметром корпуса 1,5 мм.

Без переналадок на автомате упаковки резисторов МЛТГ 0,5 Вт в картонную ленту была проведена упаковка в жесткую полипропиленовую пленку. При этом надежность работы автомата не снизилась. Радиодетали различных размеров упаковываются при помощи сменных узлов и деталей комплектов принадлежностей (см. таблицу).

кацией и входящими в нее ВС (ведомостью спецификации), ВП (ведомостью покупных изделий), сборочными чертежами, спецификациями сборок и чертежами деталей, входящими в чертеж постоянной части.

Комплекты принадлежностей выполнены общими для автомата и его модификаций со своими

Обозначение комплектов принадлежностей		Размеры корпуса радиодеталей, мм		Шаг упаковки, мм	Количество радиодеталей, шт.	
в зависимости от диаметра и длины радиодеталей	в зависимости от диаметра радиодеталей	Диаметр	Длина		в кассете	в бобине
КП 114-00 ÷ 03	КП 113	2,0-2,6	4-22	5	29; 35	290; 350; 2900; 3500
КП 114-04 ÷ 08	КП 113-01	2,6-3,8	4-28	6	24; 29	240; 290; 2400; 2900
КП 114-09 ÷ 15	КП 113-02	3,8-4,5	4-40	7	20; 24	200; 240; 2000; 2400
КП 114-16 ÷ 22	КП 113-03	4,5-5,4	5-40	8	17; 21	170; 210; 1700; 2100
КП 114-23 ÷ 29	КП 113-04	5,4-6,0	5-40	9	15; 18	150; 180; 1500; 1800
КП 114-30 ÷ 36	КП 113-05	6,0-7,0	5-40	10	14; 17	140; 170; 1400; 1700
КП 114-37 ÷ 43	КП 113-06	7,0-8,0	5-40	11	12; 15	120; 150; 1200; 1500
КП 114-44 ÷ 52	КП 113-07	8,0-9,0	5-55	12	11; 14	110; 140; 1100; 1400
КП 114-53 ÷ 61	КП 113-08	9,0-10,0	5-55	14	9; 11	90; 110; 900; 1100
КП 114-62 ÷ 70	КП 113-09	10,0-11,0	5-55	15	9; 11	90; 110; 900; 1100
КП 114-71 ÷ 78	КП 113-10	11,0-12,0	8-55	16	8; 10	80; 100; 800; 1000
КП 114-79 ÷ 86	КП 113-11	12,0-13,5	8-55	17	8; 9	80; 90; 800; 900
КП 114-87 ÷ 94	КП 113-12	13,5-15,0	8-55	19	7; 8	70; 80; 700; 800
КП 114-95 ÷ 101	КП 113-13	15,0-17,0	12-55	20	6; 8	60; 80; 600; 800

Автомат 7309 и перфоратор 1805 поставляются заказчику по его требованию настроенными для упаковки на один типоразмер радиодеталей. Совместно с автоматом и перфоратором может быть поставлено заказчику по его требованию за дополнительную плату любое количество комплектов принадлежностей, указанных в таблице.

Конструкция автомата выполнена с учетом возможности его работы не только автономно, но и в составе линии, а также с учетом возможности установки на нем загрузчиков и контрольно-измерительных приборов, аналогичных вышеуказанным. В этом случае возможна доработка самим заказчиком сопрягаемых с автоматом элементов.

На схеме оформления конструкторской документации на переналаживаемое упаковочное оборудование шифр конструкторских документов дан согласно ЕСКД.

В отличие от указанного в ЕСКД примера автоматы не имеют общей (единой для всех) постоянной части, оформленной единой спецификацией и чертежом, но имеют, как и рекомендуется в ЕСКД, общую текстовую документацию.

Для удобства изготовления и возможности самостоятельной поставки заказчику по его требованию автомат и его модификации имеют постоянную часть (без переменных сменных узлов и деталей комплектов принадлежностей) со спецификацией

и входящими в нее ВС, ВП, сборочными чертежами, спецификациями сборок, чертежами деталей и общими на комплекты ТУ.

Конструкторская документация на перфоратор 1805 оформлена согласно ЕСКД как на самостоятельное изделие.

Загрузчик АПР-У и контрольно-измерительные приборы 6276 и 6260 не входят в состав конструкторской документации автоматов, но могут по требованию заказчика (оговорено в ТУ) поставляться с автоматами и его модификациями.

Приведенная схема позволяет резко уменьшить объем конструкторской документации, сократить сроки ее разработки и запускать в производство оборудование до уточнения заказа на его переменную часть — комплекты принадлежностей.

На изготавливаемую автоматом упаковку разработан ГОСТ ПГ-421-275-72 "Изделия электронной техники". Тара упаковочная для автоматизированного монтажа изделий на печатные платы. Основные размеры". Срок введения ГОСТ установлен с 1.01.76 г.

Статья поступила 1 июля 1974 г.

УДК 621.798-52:621.396.69

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЖИМОВ ПАЙКИ ЭЛЕМЕНТОВ С ОГРАНИЧЕННЫМ ДИАПАЗОНОМ РАБОЧИХ ТЕМПЕРАТУР

В.Г.АНАНИЧ, А.И.БЕЛЯКОВ, Е.Л.КЛЕЦКОВ, О.В.ЯКУБОВИЧ

Ряд элементов, применяемых в электронных устройствах, имеет ограниченный диапазон рабочих температур. Например, жидкокристаллические индикаторы (ЖКИ) электронных наручных часов выходят из строя при температуре 50°C из-за перехода в обычное изотропное состояние нематического жидкокристаллического вещества, при котором исчезают его рассеивающие свойства. Это создает определенные трудности при монтаже ЖКИ и выборе режимов пайки.

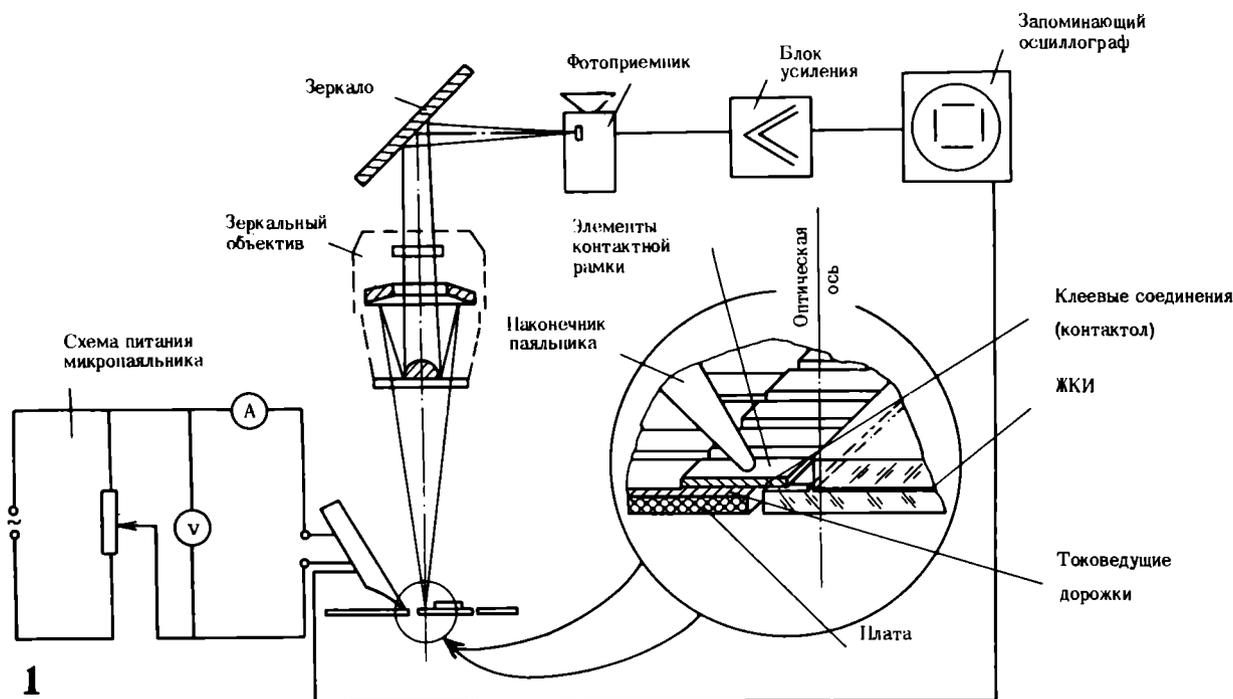
Контактные рамки к контактным площадкам ЖКИ присоединяются с помощью электропроводящего клея (контактола), состоящего из связующей фракции (акриловых или других смол) и проводящего наполнителя (мелкодисперсного порошка никеля, алюминия или золота). Контактные рамки к монтажной плате присоединяются пайкой. Так как контактное соединение находится в непосредственной близости к жидкокристаллическому веществу, осуществить присоединение пайкой в данном месте, не вызвав перегрева ЖКИ, не представляется возможным.

Точный аналитический расчет температуры нагрева ЖКИ сделать очень трудно, так как при пайке происходит нестационарный теплообмен, а сам прибор представляет в теплофизическом отношении весьма сложную систему. Известные приближенные методы расчетов дают слишком большую погрешность, что не позволяет установить с достаточной точностью зависимость режимов пайки от температуры нагрева ЖКИ.

С целью выбора режимов присоединения, при которых ЖКИ не выходили бы из строя из-за перегрева, были исследованы влияния режимов пайки на температуру ЖКИ.

Температурный режим ЖКИ исследовался методом инфракрасной радиационной пирометрии. Измерялась температура поверхности ЖКИ в точке, соответствующей началу рабочей области и близлежащей к источнику тепла.

Схема измерения показана на рис.1. Нагретый до определенной температуры паяльник устанавливался на место соединения, и одновременно запускалась раз-



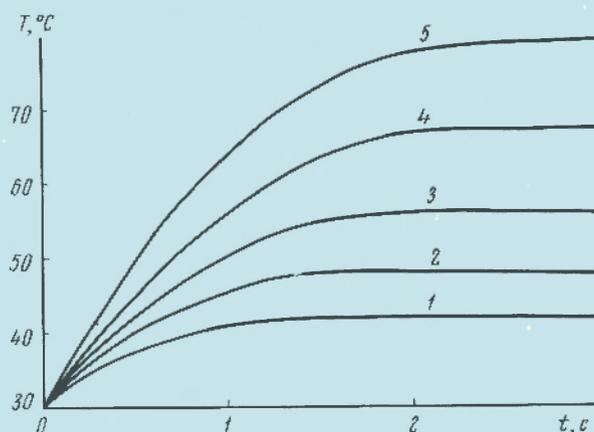
вертка запоминающего осциллографа С1-8. Инфракрасное излучение с исследуемой поверхности проецировалось зеркальным объективом на чувствительную площадку фотоприемника на основе антимонида индия, охлаждаемого азотом. После преобразования фотоприемником электрический сигнал усиливался и подавался на вход осциллографа. Градуировка осуществлялась по излучению тела, имеющего равный с исследуемой поверхностью коэффициент излучательной способности. Измерения проводились до установления стационарного температурного режима, когда прекращался рост температуры поверхности ЖКИ. Температура нагрева ЖКИ исследовалась при пяти различных режимах пайки (см. таблицу).

Режим	I, A	U, B	Температура паяльника, °C
1	2,00	7	230
2	2,25	8	265
3	2,50	9	300
4	2,75	10	330
5	3,00	11	370

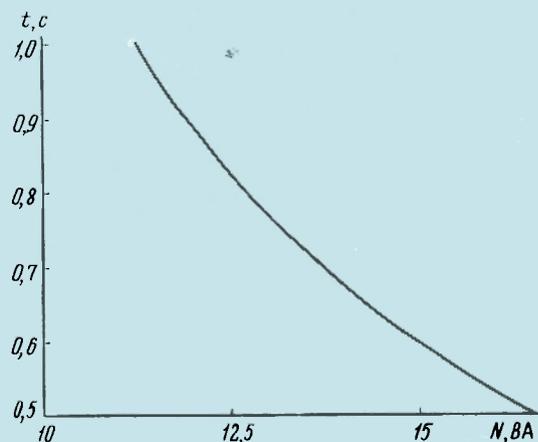
Нижний предел мощности микропаяльника (режим 1) выбран из условия обеспечения расплавления припоя в зоне соединения. Верхний предел мощности (режим 5) — максимально допустимый для данной конструкции микропаяльника.

Время достижения поверхностью ЖКИ стационарного значения температуры при постоянной мощности паяльника зависит от условий контактирования наконечника паяльника с выводом, количества припоя в зоне соединения, теплофизических характеристик применяемых материалов, условий теплообмена их с окружающей средой, качества клевого соединения вывода с контактной площадкой ЖКИ и т.д. Во время измерений необходимо исключить возможность изменения всех перечисленных факторов. Это достигалось единообразной установкой и постоянством нагружения наконечника паяльника, идентичностью характеристик элементов ЖКИ, повторяемостью свойств клееных соединений (разброс прочности клееных соединений составлял $\pm 10\%$ от номинального значения). Наличие столь большого числа факторов, влияющих на нагрев поверхности ЖКИ, обуславливает некоторое различие во времени достижения стационарных значений температуры. Поэтому на каждом из пяти режимов пайки снимались термограммы не менее чем двадцати различных присоединений. Характерно, что стационарные значения температуры поверхности для каждого режима были почти одинаковыми $\pm(1\div 2)^\circ C$, а время достижения этих значений не более 0,1 с.

Из рис.2 видно, что при пайке в режимах 1, 2 нет опасности перегрева ЖКИ (номера кривых соответствуют номерам режимов). Режим 2 можно считать предельно допустимым при неограниченном времени пайки. Если затем увеличивать мощность, подаваемую на микропаяльник, необходимо предварительно измерить время пайки, за которое не происходит перегрева ЖКИ. Так, на режимах 3, 4, 5 время пайки соответственно ограничено 1; 0,7 и 0,5 с. На рис.3 приведена зависимость времени нагрева поверхности ЖКИ до $50^\circ C$ (температура выхода из строя жидкокристаллического вещества) от мощности паяльника.



2



3

Данные о температуре ЖКИ, полученные по методике определения режимов пайки элементов с ограниченным диапазоном рабочих температур, лишены погрешностей, присущих контактному измерению, и гарантируют достоверную информацию.

Приведенная методика является универсальной. Для конкретных типов присоединяемых элементов и устройств необходимо определить зависимость температуры, критичной к перегреву области элемента, от времени и режимов пайки.

Статья поступила 11 февраля 1975 г.



ЦНИИ • ЭЛЕКТРОНИКА •

В СЛЕДУЮЩЕМ ВЫПУСКЕ ЧИТАЙТЕ СТАТЬИ

- **Выборочный контроль изделий электронной техники**
- **Пути разработки и внедрения АСУНИИ**
- **Автоматизация планирования опытного производства НИИ**
- **Контроль импульсных параметров полупроводниковых СОЗУ**
- **Мощные полевые транзисторы**

Главный редактор
К.И.МАРТЮШОВ

Члены редколлегии:
А.А.Васенков, Е.А.Гайлиш,
А.С.Гладков, И.М.Глазков,
Н.Д.Девятков, С.В.Жигунов,
А.Ф.Казаков, В.Г.Колесников
А.А.Константинов,
А.М.Коршанов,
А.А.Маклаков,
А.Ю.Малинин,
М.И.Меньшиков,
В.С.Морозов
Ю.Б.Митюшин, В.И.Павлов,
В.М.Пролейко (зам.
главного редактора),
В.В.Савин, А.Г.Салин,
П.М.Стуколов (зам.
главного редактора),
Г.Г.Татаровская
(ответственный секретарь),
А.Ф.Трутко, Г.А.Умнов,
В.А.Федоренчик,
О.В.Филатов,
В.М.Фокин,
С.К.Цаллагов,
А.А.Чернышев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

На цветных вклейках: интерьеры
выставки товаров народного по-
требления

Ответственные за выпуск
С.И.Баранова, В.М.Дмитриев

Художественно-технический
редактор А.В.Агафонова

Художник С.Т.Еременко

Подписано в печать 21 III.75 г.
Т-05756 Объем 10,5 п.л
Уч.-изд.л 10,25 Тираж 3150
Формат 60x90/8 Цена 2 р.89 к.
Заказ 347

Производственно-издательский отдел
ЦНИИ «Электроника»
117415, Москва, проспект Вернадского, 39

