

МИКРОМАГНИТОЭЛЕКТРОНИКА - НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИКИ

Состояние, возможности и перспективы развития.

М.Л. Бараночников, лауреат Государственной премии СССР.

I. ВВЕДЕНИЕ

В современной технике существует достаточно много различных объектов и устройств, действие которых основано на взаимодействии с магнитным полем или в которых последнее используется в качестве управляющей среды.

Основным элементом этих объектов является, так называемый, преобразователь магнитного поля (ПМП), обеспечивающий преобразование магнитного потока в электрический сигнал. Для этого используются различные физические явления, возникающие в полупроводниках и металлах при воздействии на них магнитного поля.

Впервые такие явления, известные как эффекты Холла и Гаусса, были открыты в конце прошлого века. Однако, практическое их использование началось спустя три четверти века, когда успехи в материаловедении и технологии позволили наладить промышленный выпуск дискретных преобразователей магнитного поля, (в основном датчиков Холла и магниторезисторов), которые получили широкое применение в науке и технике того времени.

Применение преобразователей магнитного поля первого поколения позволило существенно повысить надежность и эксплуатационные характеристики многих устройств автоматики и вычислительной техники, уменьшить их габаритные размеры и стоимость. /1/.

Развитие в последние три десятилетия таких отраслей, как точное машиностроение, автоматика и телемеханика, вычислительная и информационная техника, наряду с бурным развитием технологии изготовления полупроводниковых приборов, привели к формированию целого направления техники, которое условно названо магнитоэлектроникой. /3/

Интенсивное развитие магнитоэлектроники объясняется такими достоинствами ПМП, как возможностью полной электрической развязки входных и выходных цепей аппаратуры, бесконтактного преобразования малых механических перемещений в электрические сигналы, детектирования величины и направления индукции магнитного поля с высокой локальностью, создания бесконтактных ("неискрыщих") коммутаторов электрических цепей, бесконтактного измерения больших токов и высоких напряжений и т.д.

Благодаря успехам магнитоэлектроники было создано и освоено второе поколение дискретных преобразователей магнитного поля, характеризующихся большой номенклатурой приборов и значительными объемами их производства.

В изделиях магнитоэлектроники наиболее широко используются следующие гальваномагнитные эффекты, позволяющие создавать определенные классы дискретных ПМП с применением современной технологии изготовления полупроводниковых приборов и интегральных схем.

Эффект Холла, определяемый как возникновение поперечной разности потенциалов (эдс Холла) при прохождении электрического тока в поперечном ему магнитном поле. Используется для создания планарных датчиков (элементов) Холла на

основе различных полупроводниковых материалов : кремния, германия, арсенида галлия и антимонида индия.

Датчики Холла используются для измерения и исследования магнитных полей, исследования свойств магнитных материалов, изменения электрических и неэлектрических величин, исследования характеристик электрических машин; выполнения элементов счета (сложение и вычитание, умножение и деление, возведение в степень и извлечение корня), а также для применения в качестве активных элементов в различных вычислительных устройствах; выполнения функций отдельных элементов различных радиотехнических цепей (линейные и квадратичные детекторы, модуляторы и смесители, удвоители частоты, генераторы, усилители и др.), а также для создания различного рода реле, компенсаторов, компараторов и всевозможных систем регулирования.

Эффект Гаусса - характеризуется возрастанием сопротивления проводника (или полупроводника) при помещении его в магнитное поле. Используется для создания планарных полупроводниковых и тонкопленочных магниторезисторов. Для изготовления этих приборов применяются полупроводниковые материалы с высокой подвижностью носителей: арсенид галлия и антимонид индия, а также сплавы "никель-кобальт" и "никель-железо".

Магниторезисторы используются для измерения магнитной индукции, измерения мощности; удвоения частоты и анализа гармоник; преобразования постоянного тока в переменный; усиления и генерации сигналов, создания элементов счетных устройств и др.

Эффект Суля характеризуется отклонением линий тока инжектированных носителей магнитным полем к одной из граней полупроводника. Этот эффект, вместе с эффектом Холла, используется для создания двуколлекторных магнитотранзисторов (ДМТ). Эти приборы, действие которых основано на одновременном воздействии на носители заряда в полупроводнике электрического и магнитного полей, обладают большими функциональными возможностями и находят все более широкое применение в народном хозяйстве.

Гальваномагниторекомбинационный эффект - это изменение концентрации носителей при прохождении тока в поперечном магнитном поле в полупроводнике со смешанной проводимостью вследствие изменения роли поверхностной рекомбинации. Эффект используется для создания полевых гальваномагниторекомбинационных (ПМГР) магниторезисторов со структурой "металл-диэлектрик-полупроводник" (МДП) и "металлдиэлектрик-полупроводник-диэлектрик-металл" (МДПДМ). Такие транзисторы изготавливаются на основе германия и обладают линейной характеристикой.

Использование ПМГР магниторезисторов особенно эффективно при построении измерителей магнитных величин с автоматической коррекцией погрешностей или аналого-цифровым преобразованием входной магнитной величины, а также в различного рода магнитных регуляторов, устройств автоматики и управления с переменной или адаптируемой структурой.

Магнитодиодный эффект. Это эффект изменения сопротивления полупроводникового диода в магнитном поле, происходящим вследствие изменения распределения концентрации неравновесных носителей заряда в базе. /3,8/. Магнитодиодный эффект используется для создания кремниевых "торцевых" и планарных магнитодиодов. Кроме того, для их создания могут использоваться германий, антимонид индия и арсенид галлия.

Магнитодиоды нашли применение в качестве управляющих элементов бесконтактной клавиатуры ЭВМ и телеграфных аппаратов; они используются в составе датчиков положения, перемещения, скорости вращения; датчиках тока и напряжения; в бесконтактных предохранителях; в цифровых преобразователях и датчиках типа

"угол-код"; в воспроизводящих головках аппаратуры звуковоспроизведения; в матричных преобразователях структуроскопов (устройствах визуализации магнитного поля); в магнитодефектоскопах и магнитных усилителях и т.д. /1,3/.

Кроме вышеперечисленных, имеются и другие гальваномагнитные явления, но они не получили еще широкого практического применения.

Каждый из перечисленных дискретных преобразователей магнитного поля (элемент Холла, магниторезистор, магнитотранзисторы) имеет определенный набор параметров и характеристик, обладает определенными преимуществами и особенностями, которые учитываются при проектировании аппаратуры с учетом конкретных условий их применения.

Общим для всех указанных приборов является то обстоятельство, что каждый из них, по совокупности параметров и возможностей, является всего-навсего чувствительным элементом электронного датчика, т.е. "Частью электронного датчика, осуществляющей функцию восприятия контролируемых параметров среды или объекта и адекватного преобразования их значений в значения собственных электрических параметров" /25/.

Функции дискретных ПМП существенно ограничены, все они требуют специального источника питания.

Напряжение сигнала (или ток сигнала), снимаемое с выхода этих приборов, как правило, характеризуется минимальной величиной (от долей до сотни милливольт), что сильно затрудняет их использование в высокочувствительной аппаратуре и оборудовании.

Дело в том, что чувствительность ПМП в аппаратуре во многом зависит от правильного выбора его режима работы и степени согласования с последующим электронным трактом. Наличие открытого входа электронного тракта, протяженных электрических соединений ПМП со схемой усиления сигнала, неоптимальным образом выбранные температурный и электрический режимы и неоптимальное согласование с нагрузкой часто не позволяют реализовать потенциально высокую чувствительность преобразователя.

В связи с повышением требований к параметрам и эксплуатационным характеристикам современной аппаратуры и приборов в последние годы, на преобразователи магнитного поля следующего поколения стали возлагаться функции, которые ранее выполнялись элементами и узлами самой аппаратуры.

Совмещение нескольких функций в одном изделии, имеющем, как правило, единую конструкцию, позволяет получать выигрыш не только в реализуемой чувствительности ПМП, но и приводит к значительному уменьшению габаритов аппаратуры и повышению ее надежности.

В настоящее время для "сложных" преобразователей магнитного поля не существует многих терминов и понятий, обычно устанавливаемых нормативными (государственными, отраслевыми) документами. Однако, по аналогии с фотоприемными устройствами (ФПУ), выполняющими в ряде случаев сходные с ПМП функции /2/, попытаемся ввести определение такого устройства.

Устройства, выполняющие кроме преобразования магнитного поля и иные функции, и в которых в одном корпусе размещаются магниточувствительный элемент, электронная схема обработки сигнала, а так же другие элементы, расширяющие функции указанных изделий, называются магнитоэлектронным устройством (МЭУ).

2. МАГНИТОЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

На рис. 1 приведена структурная схема простого одноканального магнитоэлектронного устройства (МЭУ).

Рис. 1. Структурная схема простого одноканального магнитоэлектронного устройства (МЭУ).

В данном устройстве происходит ряд последовательных преобразований магнитного поля в выходной электрический сигнал.

В общем случае основные структурные элементы МЭУ выполняют следующие функции:

- магнитная система осуществляет формирование магнитного потока в соответствии с назначением устройства и (или) обеспечивает защиту ПМП от воздействия посторонних магнитных полей;
- преобразователь магнитного поля осуществляет преобразование поля в изменение электрофизических свойств или состояния магниточувствительного элемента (изменение проводимости, э.д.с., концентрации носителей и т.д.);
- согласующий каскад обеспечивает оптимальное согласование ПМП с выходом электронного тракта устройства и (или) предварительное усиление сигнала ПМП;
- усилитель 4 осуществляет дальнейшее усиление сигнала и его предварительную обработку (фильтрацию, обеспечение заданной полосы пропускания и т.д.);
- пороговое устройство осуществляет дискриминацию уровня сигнала (формирование сигнала с прямоугольными фронтами);
- усилитель мощности обеспечивает усиление сигнала по току (или по напряжению) и оптимальное согласование МЭУ с внешней нагрузкой;
- схема управления обеспечивает установку (регулировку) порога срабатывания (индукции срабатывания/отпускания) и (или) регулировку магнитной чувствительности МЭУ;
- стабилизатор напряжения обеспечивает стабильность параметров МЭУ при питании его от нестабильного источника.

В современных, более сложных МЭУ могут содержаться также и др. элементы, которые, кроме перечисленных выше функций, осуществляют: термостабилизацию магниточувствительного элемента; защиту устройства от воздействия сверхнизких и сверхвысоких напряжений и коротких замыканий по выходу; защиту от перегрева и ошибочного изменения полярности источников питания; аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов ПМП и сигналов управления магнитоэлектронным устройством и др.

Кроме того, сложные МЭУ, кроме магниточувствительных элементов, могут содержать и элементы, реагирующие на иные физические воздействия, например, фотодиоды, реагирующие на оптические излучения. В этом случае электронный тракт МЭУ реализует параметры двух чувствительных элементов.

Развитие технологии изготовления преобразователей магнитного поля идет не только по пути интеграции совмещаемых с ними функций, но и в направлении наращивания числа магниточувствительных элементов в одном изделии (устройстве).

Применение многоэлементных магниточувствительных преобразователей создает возможности для разработки многоканальных магнитоэлектронных устройств, что обеспечивает решение целого ряда новых задач. Например, построения 2-4-х координатных магнитных датчиков положения; многоразрядных высокоточных преобразователей типа "угол-код", многоканальных МЭУ для комплектации портативных систем визуализации магнитного поля и др.

Многоканальные МЭУ могут содержать коммутаторы каналов, ЦАП и АЦП, устройства памяти, выборки и хранения и др.

Элементная база магнитоэлектронных устройств приведена на рис. 2.

Рис. 2. Элементная база магнитоэлектронных устройств.

3. МИКРОМАГНИТОЭЛЕКТРОНИКА - БАЗА СОВРЕМЕННЫХ МАГНИТО- ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ.

Дальнейшее развитие микроэлектроники, как базы для изготовления сложных микроэлектронных устройств и их элементов, позволило обеспечить промышленный выпуск определенной номенклатуры МЭУ.

Технология производства (диффузионная, эпитаксиальная, планарная, фотолитография и ионное легирование и др.) подавляющего большинства современных преобразователей магнитного поля, как в одноэлементном, так и в многоэлементном исполнении в основном базируется на тех же принципах, что и производство полупроводниковых приборов и интегральных схем. Электронный тракт МЭУ и схемы электронного обрамления указанных устройств, изготавливаются полностью с использованием технологии микроэлектроники, как на отдельных полупроводниковых структурах, так и в одном кристалле с магниточувствительным элементом.

Направление техники, возникшее на основе синтеза микроэлектроники и интегральных магниточувствительных элементов (преобразователей магнитного поля) можно назвать м и к р о м а г н и т о э л е к т р о н и к а.

Именно это направление позволяет реализовать высокие параметры магниточувствительных элементов в аппаратуре, расширить функции ПМП, а также в наибольшей степени решать задачи микроминиатюризации приборов и оборудования, повышения их надежности, снижения габаритных размеров, массы и потребляемой мощности.

Конкретная реализация этого направления техники состоит в создании и обеспечении промышленного производства микроминиатюрных магнитоэлектронных устройств (ММЭУ). Последние представляют собой устройства, состоящие из магниточувствительного элемента и схемы обработки электрического сигнала, объединенные единым корпусом, и изготовленные с применением интегральной (гибридной или твердотельной) технологии.

Направления развития микромагнитоэлектроники показаны на рис.3

Рис.3. Направления развития микромагнитоэлектроники.

4. ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ МИКРОМАГНИТОЭЛЕКТРОНИКИ.

Номенклатура изделий микромагнитоэлектроники и объемы их производства в мире достигли внушительных размеров. Выпускается множество разнообразных изделий, используемых в различных областях техники, науке и бытовой аппаратуре.

Однако есть несколько групп изделий, которые получили наибольшее распространение в России и за ее пределами.

На первом месте стоит производство кремниевых магнитоуправляемых и магниточувствительных микросхем. За рубежом такие схемы носят название схемы Холла.

Эти интегральные схемы представляют собой специализированные изделия электронной техники, содержащие в одном кремниевом кристалле интегральный элемент Холла (ЭХ) и электронную схему усиления и обработки сигнала.

В основном освоен промышленный выпуск двух больших групп интегральных схем: магнитоуправляемых и магниточувствительных. /4...14/.

Магнитоуправляемые (МУМС) схемы относятся к разряду цифровых ИС, которые выполняют функцию ключей, управляемых магнитным полем.

Магниточувствительные (МЧМС) схемы относятся к аналоговым (линейным) ИС и являются преобразователями магнитного поля в выходной сигнал (напряжение, ток), пропорциональный величине индукции воздействующего магнитного поля.

4.1. Разработка и производство МУМС и МЧМС в странах СНГ.

Разработкой магнитоуправляемых и магниточувствительных схем на основе элементов Холла в странах СНГ и ближнего зарубежья занимается ряд организаций, в числе которых можно отметить: СКТБОП ИФТТП АН БССР (г. Минск), НИИ Гириконд (г. С.Петербург), НКП "Электроприбор", ЛНПО "Электронмаш" (г. С.Петербург), НПО космических исследований (г. Баку), СКТБ МЭПО "Вега" (г. Бердск), НПК УМЦ (г. Самара), ЛНИРТИ (г. Львов), НПК "Технологический центр" (г. Зеленоград), МП "Инсеп" (г. С.Петербург), НПО "Физика" (г. Москва) и др.

Указанными организациями разработаны и изготовлены на уровне экспериментальных и опытных образцов цифровые и аналоговые микросхемы в различных вариантах конструктивного и технологического исполнения. Однако, серийный выпуск изделий не производится.

Серийными производителями магнитоуправляемых ИС являются : производственное объединение "Позистор" (г. Ереван), СКБ завода "Азон" (г. Баку) и Первый московский завод радиодеталей (ПМЗР) ПО "Гиперон" (г. Москва). В 1990-91 г.г. производственным объединением "Позистор" и заводом "Азон" выпускалось по одному типу микросхем. Вполне вероятно, что в настоящее время выпуск прекращен.

По результатам разработки и выпуска магнитоуправляемых и магниточувствительных микросхем сложилась определенная их классификация по уровню основных параметров. Из-за отсутствия нормативной базы классификация носит эмпирический характер. (См. табл. 1). /7/

Таблица 1. Примерная классификация магнитоуправляемых и магниточувствительных микросхем

Основные параметры	Условный класс микросхем		
	микромощные	маломощные	мощные
МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЕ УНИПОЛЯРНЫЕ ИС			

Индукция срабатывания, мТл	3...70	5...70	10...100
- для ультрачувствительных	0,5...5	0,5...5	0,5...5
Индукция отпускания, мТл	2...50	3...50	5...80
- для ультрачувствительных	0...1	0...1	0...1
Гистерезис, мТл	0,2...1 0,5...1	0,5...1	0,2...1 0,5...1
Ток потребления, мА, не более	1	10	20
Ток коммутации, мА, не менее	10	30	0,1...2500
Напряжение питания, В	2,0...5,5	2,5...30	4,5...50
Время включения, нс	20...500	40...500	100...2000
Диапазон рабочих температур, С	-10...80	-60...125	-60...125(150)
МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЕ УНИПОЛЯРНЫЕ ИС			
Индукция срабатывания, мТл	3...70	5...70	10...100
- для ультрачувствительных	0,5...5 0,5...5	0,5...5	0,5...5 0,5...5
Индукция отпускания, мТл	-3...-70	-5...-70	-10...-100
- для ультрачувствительных	-0,5...-5	-0,5...-5	-0,5...-5
Гистерезис, мТл	0,5...1	1...2	1,5...3
Ток потребления, мА, не более	1	10	20
Ток коммутации, мА, не менее	10	30	0,1...2500
Напряжение питания, В	2,0...5,5	2,5...30	4,5...50
Время включения, нс	20...500	40...500	100...2000
Диапазон рабочих температур, С	-10...80	-60...125	-60...125(150)
МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЕ БИПОЛЯРНЫЕ ИС			
Крутизна выходной характеристики:			
по току, мА/Тл	20...30	20...50	100...200
по напряжению, В/Тл	100...150	100...150	100...120
Для ультрачувствительных ИС:			
по току, мА/Тл	50...100	100...300	200...800
по напряжению, В/Тл	200...500	200...600	200...500
Рабочий интервал индукций, Тл	-0,1...0,1	-0,2...0,2	-0,2...0,2
-для ультрачувствительных ИС, Тл	-0,02...0,02	-0,02...0,02	-0,02...0,02
Выходной ток:			
начальный, не более мА	0,1	3...6	10...20
максимальный, не менее мА	10	30...50	100...2000
Линейность, %	0,1...5	0,1...5	1...10
Напряжение питания, В	2,0...5,5	2,5...30	4,5...50
Диапазон рабочих температур, С	-10...80	-60...125	-60...125(150)

Основной производитель магнитоуправляемых ИС в Российской Федерации ПМЗР - выпускает серию (серия К1116КП) маломощных МУМ, состоящую из 8 типов изделий с очень близким уровнем параметров.

Микросхемы реализованы в 4-х вариантах конструктивного исполнения : 3-х и 5-ти выводные стандартные корпуса с шагом расположения выводов 2,5 и 1,25 мм.

Для производства МУМ на ПМЗР используется типовая эпитланарная технология. Средний % выхода годных колеблется от 5,5 до 21,5%, трудоемкость изготовления составляет от 0,08 до 0,42 н/час. /7/.

Оптовая цена микросхем в 1991 году составляла от 2 до 12 рублей за 1 шт. При этом 12,8 % от цены составляла заработная плата и 2,8 % материалы.

Максимальные производственные возможности ПМЗР в 1991 году составляли примерно 5,0 млн. микросхем в год.

По уровню основных параметров и характеристик микросхемы серии К1116КП, выпускаемые ПМЗР, близки к своим зарубежным аналогам. Все микросхемы могут использоваться непосредственно в качестве датчиков магнитного поля. /4...6/.

Потребителями микросхем серии К1116КП на начало 1991 года являлось около 300 предприятий и организаций, из них крупными (более 5000 шт/год) около 50-ти. При этом сферы применения МУМ определились следующим образом /7/ :

№ п/п	Тип оборудования	Объем потребления, в %% от общего
1	Бесконтактная клавиатура	31 %
2	Датчики положения и приближения	26 %
3	Датчики положения ротора (ДПР) вентильных электродвигателей	23 %
4	Датчики индекса и скорости вращения привода дисководов ЭВМ	10 %
5	Прочие применения	10 %

Интересно проследить динамику выпуска магнитоуправляемых микросхем единственным в России производителем МУМ. (ПМЗР)

Годы	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Объем производства, тыс. шт.	132	656	1190	2150	1590	1920	1100
Темпы роста, в %	+397	+81	+81	26	+21	-43	план закрыт полностью

За семь лет объем производства магнитоуправляемых микросхем возрос более, чем в 8 раз. Падение объемов производства в 1990-92 г.г. по сравнению с 1987-89 г.г. вызвано структурными изменениями в сфере производства и экономическими преобразованиями в стране. В первую очередь, это объясняется конверсией (до 40% МУМ поставлялись для комплектации оборонной техники), а также неплатежеспособностью предприятий-потребителей МУМС и структурным сдвигом потребительского спроса.

Одновременно с падением производства отмечается резкое падение темпов разработки новых изделий, что вызвано отсутствием госдотаций, незаинтересованностью и неспособностью потенциальных потребителей к финансированию научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Эти и другие, (в т.ч. субъективные), факторы привели к фактическому разрушению коллектива разработчиков МУМС и снижению технологического уровня текущего производства, что в дальнейшем может привести к потере управляемости технологическим процессом и полной остановке производства микросхем.

На протяжении 1990-92 г.г. нами проводился анализ возможного рынка, тенденций и перспектив развития микромагнитоэлектроники в Советском Союзе /7,9,10,12,13,14/. Были подготовлены конкретные предложения для Минэлектронпрома СССР /10/ и Минпрома Российской Федерации /9/.

Выявленные для СССР потребности, в уже разработанных МУМС, на конец 1995 года составляли 4,5 млн. шт. в год, с ростом к 2000 году до 12 млн. шт.

Отдельно оцененные потребности в микросхемах для вентильных электродвигателей постоянного тока и индукторных машин переменного тока, предназначенных для использования в бытовой технике, составили на конец 1995 года до 30 млн. шт. в год. /9/.

Кроме того, в процессе анализа выявилась необходимость разработки и освоения производства еще, по крайней мере, не менее 15-ти новых типов микросхем, с суммарным объемом их производства на конец 1995 года до 6,6 млн. шт. в год. /10/.

Удовлетворение выявленных потребностей в изделиях микромагнитоэлектроники предусматривалось выполнением 39 научно-исследовательских и 35 опытно-конструкторских работ. Общая стоимость программы в ценах 1990 года составила 17,4 млн. рублей.

Программой предусматривалось значительное повышение уровня магнитоэлектрических параметров (чувствительности, тока потребления и тока коммутации т.п.); повышение степени интеграции элементов и расширение функциональных возможностей; расширение номенклатуры и областей применения изделий микромагнитоэлектроники.

С распадом Советского союза все вопросы реализации программ остались открытыми.

4.2. Разработка и производство МУМС и МЧМС за рубежом.

Из открытых зарубежных источников известно, что разработкой и производством магнитоуправляемых и магниточувствительных схем занято 25 крупных фирм; из них в США - более 10, в Японии - 7, в ФРГ и ЧСФР по 2, во Франции и бывшей ГДР по одной фирме.

Зарубежными фирмами выпускается более сотни типов микросхем. По косвенной оценке объем их производства превышает сотню миллионов шт. в год.

Ведущими производителями являются:

1. Sprague Electronic Co, США, - выпускает около 100 типов МУМС и МЧМС в 10-ти вариантах конструктивного исполнения;
2. Honeywell (Micro Switch), США - выпускает 4 серии ИС, около 50-ти типов;
3. Texas Instruments, США, - выпускает около 20 типов ИС;
4. Siemens, ФРГ - выпускает порядка 15 типов ИС.

Кроме того, 10 типов магнитоуправляемых и магниточувствительных микросхем выпускается в Японии, около 10 в ФРГ (и бывш. ГДР), примерно по 5 типов выпускается во Франции, Великобритании и ЧСФР.

В США и Европе указанные ИС изготавливаются на основе кремния, в Японии, кроме кремния, используются арсенид галлия и антимонид индия.

Зарубежными производителями используются все современные типы технологических процессов микроэлектроники: эпитаксиальная, МОП, гибриднопленочная и др.

Фирмами выпускаются микросхемы практически всех известных классов (см. таб. 1).

Средние цены ИС составляли в 1990 году от 0,5 до 1,0 долл. Мощные схемы и схемы с расширенными возможностями стоят дороже 3...5 долл. /13/.

Примерно 75 % от общего объема продаж ИС приходится на долю автомобильной электроники, 6...10 % приобретается для использования в б/к клавиатуре ЭВМ, около 5 % используется в бесколлекторных электродвигателях.

В таблице 2 приведены обобщенные параметры магнитоуправляемых микросхем, выпускаемых зарубежными фирмами и отечественными предприятиями. Результаты анализа

говорят о значительном отставании России, как по номенклатуре, так и по объемам выпуска МУМС.

Таблица 2. Основные обобщенные параметры магнитоуправляемых микросхем, выпускаемых зарубежными и отечественными предприятиями

№ п/п	Наименование параметра	Зарубежные МУМС (количество 100 типов)	Отечественные МУМС (количество 10 типов)
1	Напряжение питания, В	4,5...40,0	4,5...35,0
	в том числе в % от общ. кол-ва:	4,5...5,5 - 20%	4,5...5,5 - 50%
		4,5...24 - 19%	4,5...12 - 10%
		4,5...18 - 10%	20...35 - 20%
2	Ток потребления, мА	3,0...20,0	4,5...13,0
	в том числе в % от общ. кол-ва:	4,0 - 14%	до 5 - 20%
		до 6 - 50%	до 9 - 20%
		13 - 14%	
3	Коммутируемый ток, мА	4...2000	25...30
	в том числе в % от общ. кол-ва:	13 - 18%	до 25 - 90%
		до 20 - 36%	до 30 - 10%
		до 30 - 16%	
		до 50 - 11%	
		до 300 - 6%	
		до 500 - 5%	
		до 1000...2400-1%	
4	Индукция срабатывания, мТл	3,5...75	13...80
	в том числе в % от общ. кол-ва:	до 10 - 8%	до 30 - 40%
		до 20 - 8%	до 35 - 20%
		до 35 - 8%	до 13 - 10%
		до 40 - 15%	до 55 - 10%
		до 65 - 8%	до 80 - 20%
5	Условный гистерезис, мТл	2...80	13...80
	в том числе в % от общ. кол-ва:	до 5 - 10%	до 60 - 60%
		до 10 - 10%	до 25 - 10%
		до 15 - 20%	до 45 - 20%
6	Время включения, нс	2...10000	250...1000
	в том числе в % от общ. кол-ва:	до 1500 - 50%	до 200 - 30%
		до 150 - 15%	до 250 - 20%
		до 350 - 5%	до 500 - 30%
		до 100 - 6%	до 1000- 10%
	Диапазон рабочих температур, С	от - 55 до +165	от - 10 до +125
	в том числе в % от общ. кол-ва:	от 0 до +70 - 25%	от -10 до +70 -50%
		от -20 до +85 - 20%	от -60 до +125 -30%
		от -40 до +100 -11%	от -45 до +125 -10%
		от -40 до +150 -20%	от -60 до +85 -10%

Наработка на отказ современных зарубежных МУМС превышает 30 млн. часов (отечественных - максимум 25 тыс. часов), что стимулирует их использование в устройствах ввода информации ЭВМ и пультах управления.

Зарубежными фирмами выпускается широкая номенклатура клавиатур, определенное место в которой занимают устройства на магнитоуправляемых микросхемах.

№ п/п	Тип клавиатуры для ПЭВМ	Цена за 1 комплект, в долларах
1	На магнитоуправляемых ИС	100...200
2	На герконах	180 (средняя)
3	Емкостная	5...70
4	Индуктивная	50...60
5	Электромеханическая	20...60
6	На токопроводящей резине	28...30

Несмотря на относительную дороговизну, фирма Honeywell (США), занимающая 2-ое место по удельному весу в общем рынке клавиатур, продолжает использование МУМС в своих изделиях. В 1990-91 г.г. фирма разработала для этих целей два типа высокочувствительных МУМС с индукцией срабатывания /отпускания -4/4 мТл.

Дальнейшее развитие рынка бесконтактных клавиатур сдерживается высокой стоимостью МУМС и значительным (3...5 мА) током потребления ИС в режиме "ожидания". При количестве клавиш на одной панели 103-123, указанные недостатки во многих случаях являются определяющими конкурентоспособность изделий.

Дальнейшее совершенствование технологии изготовления МУМС с переходом на МОП процессы позволяет снизить стоимость микросхем до 10 - 15 центов за штуку. Ожидается и снижение тока потребления /13/.

В отечественной практике магнитоуправляемые микросхемы применялись только для устройств ввода информации ЭВТ военного назначения, где цена "не имела значения". В настоящее время потребность в МУМС для этих целей сократилась в несколько раз.

Зарубежными фирмами выпускается широкая гамма магниточувствительных (аналоговых) микросхем. В открытых источниках приводятся сведения более, чем о 30 типах МЧМС.

Основные параметры магниточувствительных микросхем зарубежного производства лежат в пределах:

- напряжение питания от 4 до 16 В;
- ток потребления от 3,5 до 10 мА;
- крутизна выходной характеристики от 3 до 140 мВ/мТл;
- линейность характеристики преобразования от 0,2 до 5 %.

Отечественными предприятиями магниточувствительные интегральные микросхемы не производятся.

Конструктивное оформление магнитоуправляемых и магниточувствительных микросхем, выпускаемых зарубежными фирмами, весьма разнообразно. Фирмы используют более 20 вариантов корпусирования. Схемы выпускаются в стандартных и оригинальных, пластмассовых и металлокерамических корпусах; в корпусах, предназначенных для автоматизированной установки на поверхность печатных плат, а также в бескорпусном исполнении.

По требованию заказчика, микросхема может быть поставлена в любом конструктивном исполнении.

В последние годы начали выпускаться микросхемы, содержащие от 2 до 16 элементов Холла в одном корпусе, что значительно расширяет области применения магнитоэлектронных устройств.

На зарубежном рынке ежегодно появляется более десятка новых магнитоуправляемых и магниточувствительных схем.

Анализ тенденций развития зарубежного производства магнитоуправляемых и магниточувствительных микросхем показывает, что в ближайшее десятилетие можно ожидать:

- дальнейшего совершенствования МУМС и МЧМС с целью повышения их параметров и улучшения эксплуатационных характеристик, расширения их функциональных возможностей;

- расширения сфер применения МУМС и МЧМС, особенно в автомобилестроении и др. областях с жесткими условиями эксплуатации;

- использование для производства микросхем новых технологических процессов, в т.ч. КМОП - технологии, позволяющих увеличить максимальную рабочую температуру ИС до 200°C. Кроме того, использование новых технологических процессов позволит уменьшить размер кристалла, а следовательно, размеры корпуса микросхем станут более тонкими и миниатюрными, что в свою очередь, приведет к расширению сфер применения МУМС и МЧМС.

Совершенствование МУМС, в первую очередь, будет направлено на снижение тока потребления (меньше 1мА), повышение чувствительности (до индукций срабатывания/отпускания ниже 1 мТл), и повышения тока коммутации до 3А и более.

Кроме того, следует ожидать увеличения объемов заказных МУМС и МЧМС на западном рынке, т.к. зарубежная практика показывает, что разработка новой микросхемы для нового магнитоэлектронного устройства часто бывает дешевле и быстрее, чем подгонка этих устройств под стандартные схемы.

4.3. Разработка и производство магнитных датчиков

Второй, наиболее значительной, группой изделий микромагнитоэлектроники являются электронные магнитные датчики.

По принятому в стране определению, электронный датчик - это "устройство, воспринимающее и преобразующее контролируемые параметры среды или объекта в выходной унифицированный электрический сигнал" /25/.

Электронные датчики являются важнейшими элементами автоматизированных систем, это унифицированные устройства, обладающие наиболее широкой сферой применения в производстве, науке, технике и бытовых приборах.

Положение в нашей стране с разработкой и производством электронных датчиков всегда было достаточно сложным, несмотря на широкую номенклатуру, выпускаемую различными предприятиями бывшего СССР, и составляющую более 500 наименований датчиков, основанных на различных физических принципах и предназначенных для использования в различных отраслях народного хозяйства.

В Советском Союзе разработкой и производством электронных датчиков занималось не менее 50 предприятий и организаций, по преимуществу, оборонных отраслей промышленности. Еще более 30 научно-исследовательских институтов и ВУЗов страны привлекались к решению этих задач.

Однако, специализированной научно-производственной отрасли, производящей широкую номенклатуру современных нормализованных электронных датчиков, в стране создано не было, как не было создано и соответствующей нормативно-технической базы.

Каждая отрасль, а иногда и отдельные предприятия, организовывали разработку и производство датчиков, исключительно для собственного применения.

Отсутствие, в условиях плановой экономики, государственной стратегии и научно-технической координации разработчиков и производителей электронных датчиков привело к тому, что наше отставание от развитых стран мира в этой области весьма значительно, как по уровню параметров и эксплуатационных характеристик, так и по номенклатуре датчиков, выпускаемых зарубежными фирмами.

Одни и те же функции (контроля, регулирования) могут выполняться датчиками, основанными на различных физических принципах. Например, для контроля перемещения объекта могут использоваться магнитные, оптические, индуктивные, емкостные и др. типы датчиков.

Однако, благодаря своим техническим возможностям, высоким эксплуатационным характеристикам, надежности и долговечности, малому энергопотреблению и низкой стоимости, простоте конструкции и использования - магнитные датчики практически не имеют равных в большинстве отраслей применения. На рис. 3 приведены лишь некоторые области применения.

Характерны, на сей, счет рекомендации, например, американской фирмы Murata, которая из 33 возможных отраслей применения 6 групп, выпускаемых ею электронных датчиков, в 17 отраслях рекомендует применение магнитных датчиков. /29/.

В качестве простейших датчиков магнитного поля могут использоваться магнитоуправляемые и магниточувствительные интегральные схемы.

В более конкретном виде магнитный функционально-ориентированный датчик представляет собой устройство, предназначенное для выполнения определенных функций контроля (или регулирования).

Такой датчик является магнитоэлектронным устройством, в корпусе (на подложке, кристалле, плате) которого размещаются преобразователь магнитного поля, магнитная система, электронная схема обработки сигнала, а также другие элементы, необходимые для преобразования входного воздействия в изменение параметров магнитного поля (например: сильфоны, мембраны, турбинки, поплавки, рычаги и др.).

Промышленное производство достаточно современных щелевых магнитных датчиков типа IAV2 по лицензии фирмы Honeywell (Австрия-США) было начато в 1989 году Калужским заводом автотракторной электроаппаратуры (КЗАМЭ).

Производство датчиков осуществлялось с целью комплектации систем электронного зажигания автомобилей ВАЗ. Поставка всех комплектующих (кристаллов МУМС, постоянных магнитов, керамических подложек и магнитоприводов) осуществлялось из США.

Стоимость одного датчика IAV2 составляла 3,99 долл., при стоимости кристалла МУМС - 81 цент. Стоимость контракта с США составила 5 млн. долл.

Поставки комплектующих элементов обеспечили в 1989 году выпуск 40 тысяч датчиков. В 1990 году, из-за отсутствия СКВ, завод изготовил только 2 тысячи датчиков и прекратил их выпуск. Попытки использования в датчиках отечественных МУМС (типа К1116КПЗ) к положительным результатам не привели.

В 1990-91 г.г. ПО "Гиперон" на базе магнитоуправляемой микросхемы собственного производства был разработан прямой аналог датчика IAV2, получивший

наименование ДМИ-1 (датчик момента искрообразования). С 1991 года Первым московским заводом радиодеталей, ПО "Гиперон" начато серийное производство датчиков ДМИ-1 с объемом до 150 тыс. шт. в год для комплектации завода ВАЗ и автолюбителей./28/.

Однако, результаты эксплуатации ДМИ-1 в реальных условиях выявили в 1992 году существенные конструктивные недоработки, без устранения которых выпуск датчиков для комплектования автомобилей ВАЗ может быть не только сокращен, но и прекращен. (В создавшихся условиях и при отсутствии на ПМЗР квалифицированных специалистов, последнее, по моему мнению, наиболее вероятно).

Кроме ПО "Гиперон", в Российской Федерации разработкой микроэлектронных магнитных датчиков занимаются НИИ "Гириконд" (г. С.Петербург), НПК "Электронприбор" ЛНПО "Электронмаш" (г. С.Петербург), малое предприятие "Инсеп" (г. С.Петербург), НПК УЦМ (г. Самара) и др. Однако, сведений о серийном производстве магнитных датчиков, указанными предприятиями, отсутствуют.

Малым предприятием "Микроэлектроника" (г. Москва) на базе тонкопленочного магниторезистора и бескорпусного компаратора разработан и выпускается малыми партиями магнитный датчик положения.

Общая ситуация с разработкой и производством микроэлектронных магнитных датчиков в Российской Федерации остается достаточно печальной, что объясняется как причинами, изложенными выше, так и сложной экономической обстановкой в стране, которая привела к разрушению научных коллективов и нормальных связей между предприятиями.

Оценка потенциальных возможностей только по одному предприятию (ПМЗР), проведенная нами при разработке отраслевой программы "Датчик-M95" /10/, показывает, что только для 8-ми типов магнитных датчиков, предлагаемых для разработки, ежегодная суммарная потребность к 1995 году превысила бы миллион изделий.

4.4. Производство магнитных датчиков зарубежными фирмами.

Зарубежными фирмами на основе интегральных преобразователей магнитного поля (магниточувствительные и магнитоуправляемые интегральные схемы, магниторезисторы и др.) разработана и серийно выпускается широкая номенклатура микроэлектронных магнитных датчиков различного назначения, в том числе: датчики приближения, перемещения, скорости вращения валов и шестерен, угол-код и т.д.

Ведущими зарубежными производителями магнитных датчиков являются: Sprague, Texas.Instr., Murata Meg. Co. LTD (США), Honeywell MICRO SWITCH (Австрия-США), Fujitsu (Япония), Endrich Gmb H., Dodico Gmb H., Siemens AG, Althen Gmb.H (все ФРГ) и др.

В качестве типичного примера можно привести номенклатуру микроэлектронных магнитных датчиков, предлагаемых потребителям фирмой MICRO SWITCH (отделение электронных приборов фирмы Honeywell), которая предлагает перечень из 25-ти серий магнитных датчиков, всего 133 прибора./30/.

Микроэлектронные магнитные датчики, выпускаемые зарубежными фирмами, находят широкое применение в автоматизированных системах управления промышленными объектами и технологическими процессами, они используются в измерительной технике и бытовых приборах.

Благодаря повышению рабочей температуры новых серий датчиков до 170 С резко расширились области их применения, особенно в автомобильной и автотракторной

технике. По оценкам западных специалистов, объем продаж магнитных датчиков для автоэлектроники возрос до 75% их общего производства /27/.

Можно перечислить более 25-ти функций контроля и регулирования в автомобильной электронике, которые могут быть реализованы при помощи магнитных датчиков, что составляет почти половину функций, возлагаемых на автомобильную электронику будущего.

Анализ тенденций и возможных перспектив развития разработок и производства электронных датчиков показывает, что - по мере совершенствования микроэлектронных магнитных датчиков сферы их применения будут неуклонно расширяться. Причем в недалеком будущем эти изделия найдут применение в областях, которые на сегодняшний день невозможно предвидеть /27/;

- будут продолжены работы по повышению уровня магнитоэлектрических параметров и улучшению эксплуатационных характеристик, в том числе и предельной рабочей температуры до 200 °С и более;

- по мере совершенствования технологии изготовления и конструкции датчиков сохранится тенденция к уменьшению их габаритных размеров, что приведет к снижению размеров и массы дорогостоящих постоянных магнитов;

- в ближайшее десятилетие можно ожидать значительного повышения степени интеграции элементов и расширения функций, выполняемых микроэлектронными магнитными датчиками.

4.5. Разработка и производство функциональных магнитоэлектронных устройств

Третьей большой группой изделий микромагнитоэлектроники являются функциональные магнитоэлектронные устройства (ФМЭУ) (см. рис. 3).

Функциональные магнитоэлектронные устройства - это сложные изделия электронной техники, выполняющие самостоятельные и вполне определенные функции.

В отличие от магнитных датчиков, эти устройства могут выполнять не только преобразовательные функции, но и использовать генерируемый сигнал непосредственно для управления объектом и (или) индирования его состояния. ФМЭУ содержат ряд дополнительных элементов (функциональные электронные узлы, валы, пружины, кодирующие диски, тонары, муфты и т.д.), которые обеспечивают выполнение ими заданных функций.

Конструктивно функциональные магнитоэлектронные устройства выполнены так, что все их узлы и детали "неразрывно" связаны между собой и представляют единое целое.

Характерным примером функционального магнитоэлектронного устройства может служить бесконтактный кнопочный переключатель, содержащий: магнитную систему, магнитную микросхему, арматуру (плунжер, возвратная пружина и др.), выходные контакты и литой пластмассовый корпус. Это устройство выполняет определенные и конкретные функции - замыкает или разрывает электрическую цепь при нажатии на кнопку.

Другим примером, может служить бесконтактный предохранитель (реле тока), который разрывает электрическую цепь при увеличении контролируемого тока за допустимые пределы.

Функциональные магнитоэлектронные устройства являются последним поколением изделий микромагнитоэлектроники, создание которых стало возможным благодаря достижениям микроэлектроники, точной механики и др. отраслей техники.

В отечественных источниках встречается информация о создании ФМЭУ, однако все они пока еще не вышли за рамки макетных и экспериментальных образцов /3,18,19,22/.

Примером промышленной реализации ФМЭУ могут служить бесконтактные кнопочные переключатели типа ПКБ (ПКБ-1,2,3,4,5), объем производства, которых в 1989-90 г.г., составлял в СССР более 500 тыс. шт. в год.

В зарубежной технической литературе приводится немало примеров создания функциональных магнитоэлектронных устройств различного назначения, названия некоторых из них приведены на рис. 3.

Однако, номенклатура ФМЭУ, выпускаемых ведущими зарубежными фирмами, несомненно богаче отечественной. Например, фирмой Bosh выпускаются бесконтактные замки зажигания для автомобилей, фирмой Volvo разработан и реализован в гибридном исполнении электронный магнитный компас, используемый в навигационных приборах автомобилей /31/; фирмой Honeywell выпускаются бесконтактные кнопочные переключатели, электронные предохранители и реле тока, концевые выключатели; фирма Murata освоила выпуск бесконтактных потенциометров, декодеров, вакуумных переключателей, головок для считывания информации с магнитных карт и казначейских билетов; фирма Sprague освоила выпуск преобразователей частоты для непосредственного управления обмотками статора бесколлекторного (вентильного) электродвигателя постоянного тока и т.д.

Судя по многочисленным публикациям в зарубежных и отечественных источниках, дальнейшее развитие функциональных магнитоэлектронных устройств будет идти по пути промышленной реализации предлагаемых идей, расширения номенклатуры, функций и сфер применения указанных устройств.

5. ВЫВОДЫ

На основе вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. В последние годы на основе синтеза микроэлектроники и интегральных преобразователей магнитного поля возникло новое направление электронной техники - микромагнитоэлектроника.

Для реализации задач и целей микромагнитоэлектроники широко используется технологическая база микроэлектроники, современная схемотехника, интегральные узлы и элементы, микроминиатюрные магнитные системы и др.

2. Зарубежными фирмами и отечественными предприятиями налажен серийный выпуск широкой номенклатуры изделий микромагнитоэлектроники. Наибольшее распространение получили: магнитоуправляемые и магниточувствительные интегральные схемы, магнитные датчики и функциональные магнитоэлектронные устройства. Каждое из этих изделий имеет не только самостоятельное применение, но и служит базой для создания современных приборов и оборудования различного назначения.

3. Изделия микромагнитоэлектроники используются в системах управления производственными процессами, в автомобильной электронике, измерительной и вычислительной технике, дефектоскопии, бытовых приборах и т.д. и т.п.

4. Оценка возможностей изделий микромагнитоэлектроники и их очевидных преимуществ перед другими группами изделий электронной техники, выполняющих сходные функции, показывает, что мы имеем дело с практически неосвоенным направлением техники.

Даже перечисленные в настоящем обзоре многочисленные примеры составляют лишь ничтожную часть потенциального рынка изделий микромагнитоэлектроники,

настолько, по нашему мнению широкого, что спрогнозировать сегодня многие будущие применения не предоставляется возможным.

5. Развитие зарубежной микромагнитоэлектроники идет необычайными темпами, для которых характерны: ежегодный рост номенклатуры и объема производства указанных изделий, привлечение новых производителей, неуклонное расширение сфер применения. Количество производимых фирмами изделий микромагнитоэлектроники уже сегодня исчисляется сотнями типов. Хотя сведений о суммарном объеме производства указанных изделий и не приводится, можно предположить, что речь может идти о сотнях миллионов изделий в год.

6. В мировой практике выявились основные тенденции и определились перспективы дальнейшего развития микромагнитоэлектроники. В последующее десятилетие усилия разработчиков и производителей магнитоэлектронных устройств будут направлены на:

- дальнейшее повышение уровня магнитоэлектрических параметров и эксплуатационных характеристик изделий;
- повышение степени интеграции изделий с постепенным переходом на многоканальные устройства;
- расширение функций, выполняемых изделиями микромагнитоэлектроники, а также сфер их применения;
- уменьшение габаритных размеров, массы и материалоемкости, а также снижение энергопотребления и удельной себестоимости изделий.

Кроме того, можно ожидать более широкого использования в массовом производстве изделий микромагнитоэлектроники новых полупроводниковых (арсенид галлия, антимонид индия и др.) и магнитотвердых (сплавов типа "самарий-кобальт", "неодим-железо-бор" и др.) материалов, а также более совершенных технологических процессов: ионной имплантации, КМОП-технологии, плазменного осаждения магнитотвердых пленок и др.

7. Отечественная микромагнитоэлектроника прошла свой определенный путь развития. Были созданы начальные основы для разработки изделий, создана технологическая база; с учетом специфики данного направления техники подготовлены инженерно-технические кадры: налажен, в значительных объемах, серийный выпуск магнитоуправляемых микросхем и магниторезисторов. Выявлены тенденции и определены перспективы развития микромагнитоэлектроники в СССР, классифицированы параметры перспективных изделий и т.д.

В настоящее время общий уровень развития отечественной микромагнитоэлектроники значительно уступает зарубежной и в темпах роста, и в номенклатуре, и в объемах выпускаемых изделий.

Отечественная микромагнитоэлектроника, пройдя достаточно большой путь в 1989-90 г.г., сегодня вступила в стадию стагнации.

Налицо значительное сокращение объемов производства, разработанных магнитоуправляемых микросхем, практически свернуты госбюджетные НИОКР по созданию принципиально новых изделий, разрушаются коллективы разработчиков.

Резко сократился объем научно-технической информации между предприятиями; ослаблена координация (на государственном уровне и по прямым связям) деятельности разработчиков, производителей и потребителей изделий микромагнитоэлектроники; не совершенствуется технология и нормативно-техническая база направления. Остаются невостребованными: научно-технический опыт, накопленный в России; производственные мощности микроэлектронных предприятий, высвободившиеся в результате конверсии; интеллектуальный потенциал российских специалистов-разработчиков магнитоэлектронных

устройств. Направление находится в жесточайшем кризисе и под угрозой его полного исчезновения.

В условиях децентрализации и монополизации производства российские государственные структуры (департаменты и предприятия) оказались не в состоянии приостановить эрозию перспективнейшего направления техники.

Необходимо принятие оперативных и эффективных мер по реновации и развитию микромагнитоэлектроники, но уже на иных организационных принципах.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Наиболее целесообразным, по нашему мнению, было бы создание государственного Центра микромагнитоэлектроники, например, под эгидой фирмы "Панда-НТ".

Такой Центр мог бы объединить разрозненные научно-технические (и творческие) коллективы, заинтересованные предприятия-разработчики, изготовителей и "массовых" потребителей изделий микромагнитоэлектроники. По своей форме, такой Центр должен быть открытой для всех участников (и учредителей) вневедомственной хозрасчетной организацией, объединенных либо членством в Центре, либо договорами о совместной деятельности (АО, ТОО и др.) на взаимовыгодных условиях.

2. Центром должна быть разработана комплексная программа по созданию и организации промышленного производства в Российской Федерации и за ее пределами широкой номенклатуры современных изделий микромагнитоэлектроники.

Для разработки программ могут быть использованы ранее подготовленные проекты, а также предложения членов координационного Центра, научных групп, привлеченных экспертов.

Программа должна предусматривать поэтапный, в течение 3-5 лет, подъем научно-технического уровня отечественной микромагнитоэлектроники с разработкой и освоением серийного производства не менее 5 типов новых изделий, соответствующих мировому уровню.

3. На координационный Центр можно было бы возложить следующие основные функции:

- проведение анализа состояния и тенденций развития микромагнитоэлектроники в Российской Федерации и за ее пределами;
- составление научно-технических прогнозов развития микромагнитоэлектроники, подготовку предложений к целевым программам создания и производства изделий опережающего технического уровня;
- координация выполнения НИОКР, проектных и технологических работ, изготовления опытных и установочных партий новых изделий микромагнитоэлектроники, промышленного освоения новых и усовершенствования технологических процессов изделий, создаваемых по техническим заданиям и работам, финансируемых Центром;
- подготовка опережающих технических требований к новым типам изделий;
- подготовка предложений по научно-технической стратегии развития микромагнитоэлектроники (по направлениям, координируемым Центром);
- оказание научно-технической и методической помощи организациям и предприятиям, использующим изделия, разработанные по заданиям Центра;
- выявления потребностей отдельных регионов России и предприятий в тех или иных типах изделий микромагнитоэлектроники, а также поиск по заказу ими возможных разработчиков и производителей указанных изделий;

- организация разработок унифицированных изделий микромагнитoeлектроники, рассчитанных на массовое производство и потребление;
- организация разработок типовых технологических процессов изготовления изделий микромагнитoeлектроники, рассчитанных на максимальное использование имеющихся в распоряжении предприятий комплектов стандартного оборудования;
- создание и поддержание баз и банков данных о параметрах и характеристиках изделий микромагнитoeлектроники, производителях и потребителях продукции и др.;
- координация научно-исследовательской деятельности негосударственных (и неформальных) групп специалистов, занятых разработкой изделий микромагнитoeлектроники;
- формирование и поддержание машинного архива конструкторской и технологической документации на создаваемые Центром изделия;
- осуществление контактов с зарубежными партнерами, проведение маркетинговых работ, организация выставок, семинаров и конференций по микромагнитoeлектронике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хомерики О.К. Полупроводниковые преобразователи магнитного поля. М., Энергоиздат, 1986.-136 с.
2. Аксененко М.Д., Бараночников М.Л., Смолин О.В. Микроэлектронные фотоприемные устройства. -М.: Энергоиздат, 1984-208 с.
3. Егизарян Г.А., Стафеев В.И. Магнитодиоды, магниторезисторы их применение. -М.: Радио и связь, 1987-88 с.
4. Бараночников М.Л., Папу В.В. Микросхемы серии K1116.М.: Радио, 1990, №№ 6,7,8.
5. Бараночников М.Л. Применение магнитоуправляемых микросхем. -М.: Радио,1990, № 7,с.73-74.
6. Микросхемы Холла серии K1116КП. Параметры и применение. -М.: ПО"Гиперон", 1991.- 58 с.
7. Научно-технический отчет по теме "Определение возможных сфер применения изделий микромагнитoeлектроники" -М.: ОКБ ПО "Гиперон", 1991.- 119 с.
8. Научно-технический отчет по теме: "Исследование возможных сфер применения магнитоуправляемой микросхемы на основе инжекционных гальваномагнитных преобразователей". г. Одесса. Учебный научно-производственный центр при ОГУ им. Мечникова И.И., 1990.- 109 с.
9. Целевая комплексная программа (проект для Минпрома РФ). "Разработка и организация серийного производства вентильных электродвигателей для аппаратуры, приборов и оборудования бытового назначения", "Двигатель-95". -М.: ТОО "Новый двигатель". 1991. - 118 с.
10. Целевая комплексная программа (проект для Минэлектронпрома СССР). "Исследование, разработка и организация серийного производства изделий микромагнитoeлектроники общепромышленного и специального назначения", шифр "Датчик-М95". -М.: ОКБ ПО "Гиперон", 1991. 52 с.
11. Отчет по теме: "Разработка кремниевого высокочувствительного термостабильного преобразователя магнитного поля" г. Баку, Научно-производственное объединение космических исследований, Главкосмос СССР., 1989. - 35 с.
12. Мисюрев В.С. Состояние и развитие магнитоуправляемых микросхем. Обзор. -М.: ОНТИ ОКБ ПО "Гиперон", 1988. - 43с.

13. Мисюрев В.С. Некоторые аспекты развития МУМС. Аналитическая справка. -М.: ОНТИ ОКБ ПО "Гиперон", 1991. -10 с.
14. Отечественные МУМС. (потенциальные конкуренты ПМЗР). Справка. -М.: ОНТИ ОКБ ПО "Гиперон", 1990. -3 с.
15. Осита М. Магнитные датчики. Ст. из журнала, пер. с японского, 1983. - 28 с.
16. Молин Дж., Геске М.Л. Эффект Холла в кремниевых схемах. Пер. с англ., 1980. - 30 с.
17. Глен М., Стаут. Герметизированный прибор на эффекте Холла. Перевод патента США, номер 4188605, -М., 1985. -19 с.
18. Абакумов А.А. Матричный преобразователь магнитных полей к структуроскопу. Описание а.с. номер 859904 СССР. Оpubл. 1981, Бюл. номер 32.
19. Лещенко Г.И. Преобразователь угла поворота вала в код. Описание а.с. номер 796890 СССР. Оpubл. 1981, Бюл. номер 2.
20. Электронные датчики. Тезисы докладов конференции. Серия 5. Радиодетали и радиокомпоненты. Выпуск 1 (300). -М.: ЦНИИ Электроника, 1989. -165 с.
21. Электронные датчики. Выборочные материалы IV конференции "Сенсор-91" г. Ленинград, ЛДНТП, 1991, -116 с.
22. Зайцев Ю.В., Марченко А.Н., Ващенко В.И. Полупроводниковые резисторы в электротехнике. -М.: Энергоиздат, 1988, - 136 с.
23. Марченко А.Н., Свечников С.В., Смовж А.К. Полупроводниковые сенсорные потенциометрические элементы. -М.: Радио и связь, 1988, - 192 с.
24. Конюхов Н.Е., Плют А.А., Марков П.И. Оптоэлектронные контрольно-измерительные устройства. -М.: Энергоиздат, 1985, - 152 с.
25. Элементы чувствительные электронных датчиков. Классификация и система условных обозначений. Проект ОСТ для МЭПа СССР, 1991, - 4 с.
26. Агейкин Д.И., Костина Е.Н., Кузнецова Н.Н. Датчики контроля и регулирования. Справочные материалы. - М.: Машиностроение, 1965.- 928 с.
27. Виг Р., Девей Р. Датчики Холла приобрели широкую популярность. Пер. с англ. статьи из журнала Sensors, January 1990, V 7, N 1, p. 32-36.
28. "89 Murata Products. Sensors. Каталог фирмы с. 53-57.
29. Бараночников М.Л., Колесов Ю.А., Смирнов В.А. Щелевые магнитные датчики ДМИ-1 и ДМИ-2. - Радио, 1992, № 1, с. 29-31.
30. Solid State Sensors. Catalogue E20, Каталог фирмы Honeywell, с. 4-48.
31. Wellhausen. Elektronischer Kompab, Elektronik, 8/14, 4, 1987, pp. 85-89.

Подготовлено для ТОО "Панда НТ"

С целью информирования Правительства РФ

(передано ТОО "Панда НТ" г-ну Бурбулису)

Бараночников М.Л.

21 сентября 1992 года.

За эту работу я получил 10 тысяч рублей при моем окладе 1 тыс.



Вам 70 лет!

Дорогой Михаил Львович!

Сердечно приветствуем Вас в день Вашего юбилея. Мы единомышленны во мнении, что лаборатории очень повезло, имея такого сотрудника, как Вы. Ваш опыт, знания, интуиция существенно помогают нам в работе, позволяют идти по новым направлениям и находить новые решения. Во многом благодаря Вам традиционная для лаборатории тематика изучения полупроводниковых материалов и приборов в экстремальных условиях имеет теперь ясную сферу технического применения, а именно микромагнитоэлектронику. Уместно вспомнить, что сам этот удачный термин предложен именно Вами.

Мы желаем Вам здоровья, бодрости и положительных эмоций. Твердо надеемся на дальнейшее сотрудничество.

Глубоко уважающие Вас коллеги.

21.04.2011 г. сотрудники лаборатории №9 ИПТМ РАН