

# ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РЕЛЕ

**Александр Малащенко**, к. т. н., доцент, 1-й зам. гендиректора ОАО НПК «Северная заря», зам. директора НИИ коммутационной техники по научной работе и маркетингу

Рассматриваются принципы действия и устройство классических (якорных) электромагнитных реле и реле с магнитоуправляемыми контактами. Дается классификация таких реле, в том числе классификация и основные технические характеристики их наиболее многономенклатурной и массовой слаботочной разновидности. Приведены нормативные документы, регламентирующие производство и применение отечественных и зарубежных реле.

## ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ И УСТРОЙСТВО

Электромагнитные реле (ЭМР) представляют собой электромеханические контактные устройства, преобразующие управляющий электрический ток в магнитное поле<sup>1</sup>, которое оказывает силовое скачкообразное действие на подвижное намагниченное или намагничиваемое полем тело, механически связанное с электрическим контактом реле или являющееся подвижной частью этого контакта. При возникновении управляющего тока в ЭМР происходит скачкообразное срабатывание контакта, который из *разомкнутого* (замкнутого) состояния через *замыкание* (размыкание) переходит в *замкнутое* (разомкнутое) состояние.

В разомкнутом состоянии контакт имеет видимый разрыв с высокой электрической прочностью и контактным сопротивлением на уровне поверхностного сопротивления элементов конструкции реле. В замкнутом состоянии переходное сопротивление механического контакта, выполненного из соответствующих материалов, составляет единицы — десятки миллиом, а падение напряжения на контакте даже при протекании тока силой в десятки ампер не превышает 100...200 мВ.

На работу контактов ЭМР, помимо управляющей электромагнитной силы, существенное влияние оказывают также *силы упругой деформации* контактных элементов и/или специальной (возвратной) пружины, которые в процессе срабатывания реле препятствуют действию электромагнитной силы, а в ее отсутствие способствуют возвращению контактов в исходное состояние. В некоторых

конструкциях ЭМР работу упругих сил дополняет или заменяет сила тяжести, действующая на массивные подвижные детали реле.

При замыкании или размыкании электрически нагруженного контакта в межконтактном промежутке практически всегда возникает *электрический разряд*, взаимодействующий с областью контактируемой поверхности материала, что приводит к ее электрофизическому износу. Кроме того, электрический разряд, обладая электропроводимостью, ускоряет процесс замыкания и затягивает процесс размыкания контакта.

Таким образом, ЭМР является *устройством, в котором действуют электромагнитные, контактные, механические и электроразрядные явления*.

Конструкции ЭМР в зависимости от принципа силового воздействия магнитного поля на подвижный элемент контакта подразделяются на два основных вида:

### слаботочные электромагнитные

## РЕЛЕ специальные, индустриальные

ОАО НПК "Северная заря"  
разработка, производство, испытание реле

Россия 194100, С-Петербург, ул.Кантемировская, 7  
тел.: (812) 245-4438, 591-7250  
факс: (812) 542-6477, 542-9293, 591-7132  
E-mail: general@relays.ru  
institute@relays.ru  
sale@relays.ru  
<http://www.relays.ru>

Окажем услуги:  
 - высокоточная штамповка  
 - лазерная технология  
 - микросварка  
 - термовакуумная и химическая очистка



<sup>1</sup> Управляющее магнитное поле в ЭМР обычно создают с помощью *многовитковой катушки*. В дополнение к управляющему магнитному полю в ЭМР может постоянно действовать и вспомогательное поле, создаваемое постоянным магнитом или электромагнитом, а также возникать нежелательное электромагнитное поле, являющееся следствием протекания электрического тока в управляемой (коммутируемой) цепи.

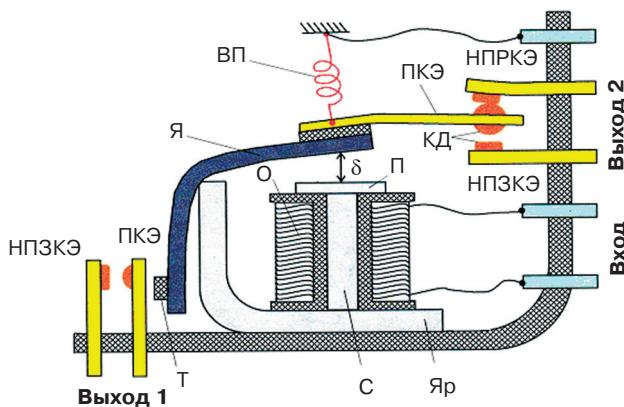


Рис. 1. Схема конструкции неполяризованного (нейтрального) ЭМР с внешним неуравновешенным якорем клапанного типа: О – обмотка; С – сердечник; П – полюс сердечника; Я – якорь; Яр – ярмо; Т – толкатель; ВП – возвратная пружина; ПКЭ – подвижный контактный элемент; НПРКЭ – неподвижный размыкающий контактный элемент; НПЗКЭ – неподвижный замыкающий контактный элемент; КД – контакт-деталь

В зависимости от конструктивного исполнения реле якорь Я либо механически воздействует на подвижный контактный элемент ПКЭ с помощью, например, толкателя Т (выход 1 на рис. 1), либо несет на себе ПКЭ (выход 2 на рис. 1 и рис. 2).

Для лучшего представления терминов релейной техники, а также принципов действия и устройства ЭМР рассмотрим их работу на примере конструктивной схемы неполяризованного реле с *внешним неуравновешенным якорем клапанного типа* (см. рис. 1).

Управляющий постоянный ток  $I$ , протекая по неподвижной обмотке О электромагнита (ЭМ), создает вокруг проводника с током вихревое магнитное поле, сосредоточенное преимущественно внутри обмотки и направленное вдоль ее оси. Направление силовых линий вектора индукции  $B$  или вектора напряженности  $H$  магнитного поля внутри обмотки зависит от направления (полярности) протекания тока в обмотке.

Величины векторов  $B$  или  $H$  внутри обмотки зависят от ее размеров и формы, но в общем случае всегда пропорциональны силе тока  $I$  и числу витков  $W$  обмотки. Для усиления магнитного поля внутрь обмотки обычно помещают *ферромагнитный сердечник С*, в котором в дополнение к внешнему магнитному полу индуцируется внутреннее поле сердечника, вызванное переориентацией магнитных моментов микротоков – элементарных зарядов ферромагнитной среды.

Таким образом, сердечник обмотки ЭМ на время протекания в нем тока становится сравнительно сильным искусственным магнитом, в котором

по аналогии с естественным магнитом область сердечника, откуда выходят силовые линии вихревого (замыкающегося) поля, называют северным полюсом, а область, куда эти линии возвращаются – южным полюсом.

Для преобразования энергии искусственного ЭМ в механическую работу на пути замыкающегося магнитного потока  $\Phi$  помещают подвижно закрепленное магнитовосприимчивое тело – якорь Я, который под воздействием ЭМ также намагничивается и в соответствии с законом взаимодействия магнитов притягивается к ближайшему полюсу П ЭМ независимо от направления протекания тока  $I_c$  по его обмотке. Для снижения потерь воздействующего на якорь магнитного потока межполюсный воздушный промежуток уменьшают, для чего используют сердечник соответствующей формы (например, подковообразной), или концентрируют и направляют магнитный поток от одного полюса сердечника к другому при помощи магнитопроводящего тела – ярма Яр.

В рассматриваемой здесь конструктивной схеме якорь является продолжением магнитопроводящего ярма, что обуславливает наличие только двух полюсов, взаимодействующих через воздушный неферромагнитный зазор  $\delta$ . В результате такого взаимодействия подвижный полюс якоря притягается к неподвижному полюсу сердечника и воздушный зазор  $\delta$  между полюсами практически исчезнет.

Электромагнитная сила  $F_\phi$ , действующая в неферромагнитном зазоре  $\delta$  между параллельными полюсами ЭМ, площадь которых  $S$ , связана с параметрами магнитного поля как

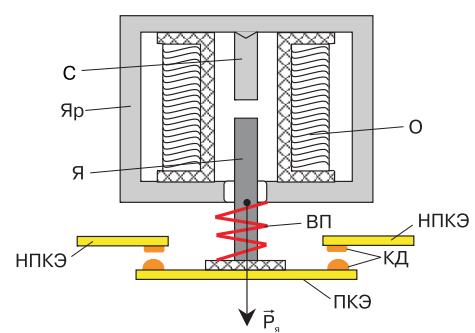


Рис. 2. Схема конструкции неполяризованного ЭМР с внутриобмоточным втягивающимся якорем (соленоидное или плунжерное реле): О – обмотка; С – сердечник; Я – якорь; Яр – ярмо; ВП – возвратная пружина; ПКЭ – подвижный контактный элемент; НПКЭ – неподвижный контактный элемент; КД – контакт-деталь

$$F_\phi \sim S(IW)^2 / \delta \sim \Phi^2 / S \sim B^2 S, \quad (1)$$

где  $(IW) = F_{nc}$  намагничающая сила ( $HC$ ) ЭМ, создающая в зазоре рабочий магнитный поток  $\Phi$  вектора магнитной индукции  $B$ .

Очевидно, что направление (знак) действия вектора силы  $F_\phi$  не зависит от направления протекания тока в обмотке или от направления векторов поля  $\Phi$  и  $B$ . При минимальном зазоре ( $\delta \rightarrow 0$ ) электромагнитным механизмом создается максимальное усилие, сохраняемое до тех пор, пока действует  $HC$  ( $I \neq 0$ ).

Поведение якоря ЭМР после прекращения тока в обмотке во многом зависит от магнитных свойств магнитопровода, а именно от величины его остаточной индукции  $B_r$  и коэрцитивной силы  $H_c$ . При перемагничивании ферромагнетика полем обратного знака остаточная индукция  $B_r$  уменьшается и при значении поля  $H_c$  индукция падает до нуля. Напряженность магнитного поля, равная  $H_c$ , называется коэрцитивной силой. Доводя внешнее поле до  $-H_s$ , можно получить нижнюю ветвь кривой намагничивания, а изменяя поле от  $-H_s$  до  $+H_s$ , получить замкнутую петлю гистерезиса. Площадь, ограниченная петлей, пропорциональна работе, которая затрачивается на нагревание ферромагнетика, и определяет потери энергии на перемагничивание.

Низкооэрцитивные магнетики ( $H_c = 0,8 \dots 150$  А/м) обладают узкой петлей гистерезиса и называются *магнитомягкими* материалами, которые в свою очередь подразделяются на две группы:

– электротехнические стали, используемые для работы в средних и

сильных магнитных полях ( $H = 2 \dots 200$  А/см) и обладающие большой величиной индукции насыщения  $B_s$  (более 2 Тл или  $2 \times 10^4$  Гс) и сравнительно высокой магнитной проницаемостью  $\mu$  ( $4 \dots 6 \times 10^3$ ) при средней индукции  $0,5 \dots 1,2$  Тл;

— железо-никелевые сплавы, обладающие в слабых полях ( $H < 1$  А/см) высокой и сверхвысокой магнитной проницаемостью ( $\mu = 10^4 \dots 10^5$ ), что и используется для усиления таких полей.

Магнитомягкие ферромагнетики имеют малое магнитное сопротивление и поэтому используются в качестве магнитопроводов.

Высококоэрцитивные ( $H_c = 400 \dots 1200$  А/см) *магнитожесткие* (*магнитотвердые*) материалы обладают широкой петлей гистерезиса, имеют значительное магнитное сопротивление и требуют больших затрат энергии на намагничивание и перемагничивание. Из магнитожестких материалов путем их предварительного намагничивания получают постоянные магниты, которые используются в ЭМР как источники дополнительной намагничивающей силы.

Существуют также реманентные *среднекоэрцитивные* материалы на основе ферритов, ремендиоров и т.п. сплавов, имеющие достаточно большую коэрцитивность ( $H_c = 20 \dots 100$  А/см), что позволяет использовать эти материалы в качестве постоянных магнитов, намагничиваемых и перемагничиваемых при помощи маломощных электрообмоток.

Если магнитопровод (сердечник, его полюсные наконечники, ярмо и якорь) состоит из магнитомягких материалов, то его внутреннее магнитное поле после прекращения тока в обмотке полностью не исчезает. Силового воздействия остаточного поля на якорь ( $F_s \sim B_r^2$ ) достаточно для его удержания у полюса.

Успешно противодействовать удерживающей электромагнитной силе  $F_s$  может *механическая сила*  $F_m$ , созданная, как правило, силами упругости контактных элементов и/или возвратной пружины ВП, а в ряде конструкций и силой тяжести  $P_g$ .

сравнительно тяжелого якоря<sup>2</sup> (см. рис. 2). В реле с *самовозвратом* достаточное ( $F_m > F_s \sim B_r^2$ ) противодействие механической силы обеспечивает возврат ярма и контактной группы в исходное (единственное стабильное) состояние.

В реле с *магнитной самоблокировкой*<sup>3</sup> в составе магнитопровода имеется среднекоэрцитивный ферромагнит, обладающий более значительной остаточной индукцией ( $B_r^2 \sim F_s > F_m$ ), в результате чего якорь после прекращения тока в обмотке остается притянутым к полюсу сердечника. Для снятия магнитной блокировки якоря реманентный (перемагничиваемый) ферромагнит необходимо *размагнитить*, т.е. подать в обмотку ток *обратного* направления величиной, не превышающей ток *перемагничивания*, при котором якорь по-прежнему останется в притянутом состоянии. Очевидно, что при использовании в магнитной цепи реманентного ферромагнита необходимо соблюдать полярность тока управления.

При использовании в магнитной цепи реле высококоэрцитивного неперемагничиваемого постоянного магнита также необходимо поляризованное управление, так как постоянно действующий поляризующий поток постоянного магнита  $\Phi_n$  дополняет управляющий поток ЭМ  $\Phi_y$ , усиливая или ослабляя его в зависимости от полярности тока управления. Принципы действия поляризованных ЭМР на основе высококоэрцитивных постоянных магнитов более подробно рассмотрены ниже.

### Реле с магнитоуправляемым контактом

Устройство таких ЭМР описывается всего одним динамическим СЭ, состоящим из электромагнитного механизма, подвижным телом которого является подвижный элемент контакта. Ферромагнитные контактные элементы намагничиваются искусственным магнитным полем, создаваемым управляющим током<sup>4</sup>, в результате чего близко расположенные нормально разомкнутые контактные элементы притягиваются, преодолевая упругие силы противодействия.

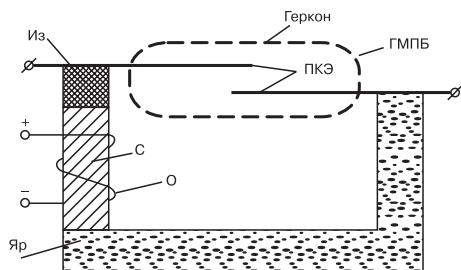


Рис. 3. Схема ЭМР с МУК и замкнутой магнитной цепью: О — обмотка; С — сердечник; Яр — ярмо; Из — изолятор; ПКЭ — подвижный контактный элемент; ГМПБ — герметичный магнитопроницаемый баллон

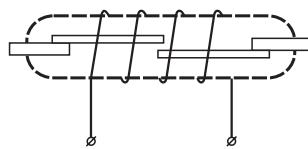


Рис. 4. Схема герконового ЭМР с разомкнутой магнитной цепью

Прототипом первого ЭМР с МУК, показанного на рисунке 3, является реле В.И. Коваленкова, предложенное в 1925 г. с целью упрощения конструкции и повышения быстродействия классического якорного реле. В исходном состоянии (управляющий ток в обмотке отсутствует) перекрывающиеся концы ПКЭ разомкнуты и отстоят друг от друга на расстоянии воздушного зазора  $\delta$ . При подаче сигнала управления в обмотку О в магнитной системе протекает магнитный поток, замыкающийся через рабочий зазор  $\delta$  и создающий в нем электромагнитную силу  $F_s$ , замыкающую ПКЭ. Максимального значения  $F_s$  достигает при  $\delta \rightarrow 0$  и сохраняет это значение до тех пор, пока действует НС ( $I \neq 0$ ).

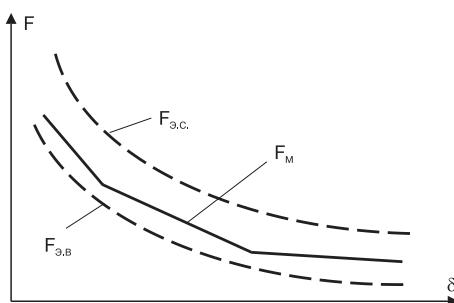
После прекращения тока в обмотке поведение ПКЭ, как и якоря у классических ЭМР, во многом зависит от магнитных свойств магнитопровода.

В ЭМР с МУК и самовозвратом магнитопровод (сердечник, ярмо и ПКЭ) состоит из низкокоэрцитивных материалов, поэтому остаточное магнитное поле не способно противодействовать

<sup>2</sup> У реле, имеющих сравнительно тяжелый якорь, может преобладать способ самовозврата якоря вследствие действия силы тяжести, а не упругого элемента. В этом случае обеспечивается гарантированный (не зависящий от упругих свойств контакта и возвратной пружины) самовозврат якоря за счет потенциальной энергии, запасенной при перемещении якоря снизу вверх. Такие *гравитационные* реле нашли применение в ответственной стационарной аппаратуре железнодорожной автоматики. Оригинальным способом применения гравитационных реле может стать их использование для бестокового срабатывания и самовозврата путем изменения пространственного положения реле.

<sup>3</sup> Самоблокировка ЭМР может быть реализована и другим способом, например, механической защелкой.

<sup>4</sup> Если управляющее магнитное поле создается естественным магнитом, то реле с МУК классифицируются как магнитные реле.



**Рис. 5. Согласование тяговой и механической характеристик ЭМР с возвратной пружиной и замыкаемым контактом**

ствовать упругим силам деформированных ПКЭ.

В ЭМР с МУК и магнитной си-  
моблокировкой в составе магнитопро-  
вода имеется хотя бы один среднеко-  
эрцитивный элемент, так что ПКЭ  
после прекращения тока в обмотке ос-  
татаются притянутыми.

Примером реле с магнитной па-  
мятью является *феррид*<sup>5</sup>, в котором  
для удержания контакта в сработан-  
ном состоянии используется магнит-  
ное поле сердечника, выполненного  
из магнитотвердого феррита.

Дальнейшим шагом по совершен-  
ствованию ЭМР с МУК было заклю-  
чение рабочей части контакта (выделено  
пунктиром на рис. 3) в герметич-  
ный магнитопроницаемый баллон.  
Такой контакт называют *герметизи-  
рованным контактом* или *герконом*,  
а ЭМР на их основе — герконовым  
реле. Для повышения чувствительно-  
сти и уменьшения габаритов реле гер-  
кон помещают вблизи или внутри об-  
мотки ЭМ, получая таким образом *раз-  
омкнутую магнитную цепь* со  
стороны выводов ПКЭ (см. рис. 4).

Простейший геркон и ЭМР на  
его основе является нормально разомк-  
нутый или замыкающийся контакт,  
срабатывающий *при любой поляриза-  
ции* постоянного тока. Простейший  
размыкающийся контакт образуется,  
если параллельно нормально разомкну-  
тому контакту установлен постоянный  
магнит, поляризующее поле которого  
постоянно держит контакт в замкнутом  
состоянии. Такой контакт разомкнется  
только после подачи в обмотку реле то-  
ка *определенной полярности*.

Помимо обычных «сухих» контак-  
тов, геркон может содержать контак-  
ты, смоченные жидким металлом,  
например, ртутью, что позволяет по-  
высить скорость размыкания жидко-  
металлических герконов.

В ЭМР всегда происходит взаимо-  
действие электромагнитных и механи-  
ческих сил, зависимости которых от  
величины меняющегося рабочего воз-  
душного зазора  $\delta$  магнитной цепи на-  
зываются соответственно **электро-  
магнитными (тяговыми) и механи-  
ческими характеристиками** реле.  
Из приведенного выражения (1) для  
электромагнитной силы следует, что  
при постоянной величине ампер-витков ( $IW = \text{const}$ ) тяговая характеристика  $F_e = f(\delta)$  электромагнитного ме-  
ханизма имеет гиперболическую зави-  
симость. Резкое возрастание тяговой  
силы при замыкании воздушного за-  
зора оказывается весьма кстати, так  
как при этом подвижному элементу  
приходится преодолевать усиливаю-  
щееся противодействие упругих эле-  
ментов контактов и/или возвратной  
пружины, описываемое механической  
характеристикой реле  $F_m = f(\delta)$ .

Для надежной работы ЭМР его  
тяговая и механическая характеристики  
должны быть согласованы так,  
чтобы электромагнитная сила  $F_e$  при  
минимальном токе (токе  $I_c$  срабатывания)  
на всем участке движения якоря  
или подвижного элемента МУК пре-  
вышала противодействие механиче-  
ской силы  $F_m$ :  $F_e > F_m$ .

Пример правильного согласования  
тяговой и механической характеристик  
для якорного реле с замыкающим  
контактом показан на рисунке 5, где  
на первом участке свободного хода  
якоря электромагнитной силе противо-  
действует только возвратная пружина.  
На втором участке к ней подключает-  
ся противодействие изгибающего под-  
вижного элемента контакта. Третий  
участок отражает совместный изгиб  
(совместное движение до конца хода  
якоря) обеих пружин контактных эле-  
ментов после их замыкания. Конечное  
притянутое положение якоря и пере-  
мещенное состояние подвижного эле-  
мента контакта соответствует срабо-  
танной позиции реле. После прекра-  
щения тока в обмотке управления или  
его снижения до величины тока  
возврата  $I_r$ , когда  $F_m > F_{eB}$ , якорь и  
контакт одностабильного реле должны  
возвратиться в исходное состояние.

Для более подробного ознакомле-  
ния с устройством и особенностями  
функционирования ЭМР можно рекомендовать литературу [1...5].

## КЛАССИФИКАЦИЯ ЭМР

**По принципу силового воздействи-  
я магнитного поля на подвиж-**

**ный элемент контакта** ЭМР следует  
подразделять на: *реле с МУЯ* и *ре-  
ле с МУК*.

Такое разделение ЭМР обоснова-  
но, поскольку конструкции ЭМР с  
МУЯ и с МУК, а также технологии  
их производства существенно отли-  
чаются.

Кроме того, специалистами ЭМР  
дополнительно подразделяются по ви-  
ду и свойствам конструктивных эле-  
ментов. Так, реле с МУЯ обычно от-  
личают по виду якоря (*с внешним  
уравновешенным якорем, внутриоб-  
моточным, якорем клапанного типа  
и т.п.*) и по виду магнитной цепи (*с  
последовательной, дифференциаль-  
ной, мостовой цепью*).

Среди разновидностей ЭМР с  
МУК обычно выделяют ферридные и  
т.п. реле с магнитной памятью кон-  
такта. По форме МУК-реле подразде-  
ляют на язычковые и мембранные, а  
по степени защищенности контакта —  
на реле с открытым и герметизиро-  
ванным, в том числе — *с жидкомет-  
аллическим контактом*.

Нижеследующая классификация  
является общей для всех разновид-  
ностей ЭМР, которые **по общете-  
ческим признакам подразделяются:**

- **по выполняемым функциям:** на *логические (коммутирующие) и из-  
мерительные*. Для логических реле  
входная воздействующая величина  
не нормируется в отношении точно-  
сти и должна находиться в неком *ра-  
бочем диапазоне*. Измерительные  
реле должны срабатывать только при  
определенном значении входного  
сигнала, который, как правило, по-  
дается непрерывно;

- **по количеству коммутационных позиций:** *двуспозиционные, трехспо-  
зиционные*;

- **по количеству обмоток управ-  
ления и их номинальному сопротив-  
лению;**

- **по количеству контактов;**
- **по виду контактов:** *с замыкаю-  
ющими, размыкающими, переключаю-  
ющими, перекрывающими, непе-  
рекрывающими контактами и с их  
сочетанием*;

- **по роду тока в цепи управле-  
ния:** *постоянного тока, переменного тока*.

Наиболее простую конструкцию  
имеют ЭМР постоянного тока. Если  
на такие реле подавать переменный  
ток, то магнитное поле и намагничи-  
вающая сила будут следовать за изме-  
нениями тока, а сила электромагнит-  
ного притяжения будет пульсировать

<sup>5</sup> Англ. ferreed, от fer (rit) — феррит и reed — язычок.

от нуля до максимума с удвоенной частотой, что снижает эффективность работы реле. Для управления реле переменным током применяют либо специальные конструкции электромагнитного механизма (с утяжеленным якорем, с раздвоенным полюсом, с двухфазным питанием и т.п.), либо переменный ток выпрямляют и подают его на стандартные электромагниты постоянного тока. ЭМР со встроенным выпрямителем принято относить к реле переменного тока.

**По чувствительности к управляемому току:** *сверхчувствительные* (например, измерительные реле, регистрирующие *сверхмалые токи* менее 1 мА), *высокочувствительные* и *нормально чувствительные* (до  $10^{-5}$  Вт).

**По характеру и величине управляемого сигнала:** *реле тока, реле напряжения.*

**По количеству начальных состояний:** *одностабильные* (с самовозвратом), *двустабильные* (с самоблокировкой).

**По принципу действия:** *неполяризованные (нейтральные), поляризованные.*

ЭМР постоянного тока характеризуются также по используемой в них *магнитной цепи*.

Магнитная цепь неполяризованных (нейтральных) электромагнитов содержит только низкокоэрцитивные (магнитомягкие) ферромагнитные элементы. Это позволяет не только легко намагничивать и размагничивать подвижные элементы магнитной цепи, но и обеспечивает взаимное притяжение элементов или их притяжение к полюсу независимо от направления тока в обмотке электромагнита.

Магнитная цепь поляризованных реле содержит, помимо магнитомягких участков, хорошо проводящих магнитный поток, и более магнитожесткие ферромагнитные элементы, создающие поляризующий постоянно действующий магнитный поток. Поляризующий поток может либо индуцироваться управляемым (рабочим) потоком и им же уничтожаться, либо создаваться, например, постоянным магнитом и действовать независимо.

Наличие постоянно действующего поляризующего потока, не требующего затрат электромагнитной энер-

гии на его создание или уничтожение, повышает чувствительность и быстродействие ЭМР. Двустабильные ЭМР с магнитной блокировкой поляризующим потоком не требуют энергетических затрат на удержание реле в сработанном состоянии. Некоторым недостатком при использовании поляризованных реле является необходимость соблюдать полярность управляющего тока.

**По частоте коммутируемого тока:** *низкочастотные, высокочастотные.*

К низкочастотным ЭМР относятся также устройства, коммутирующие постоянный ток.

**По величине коммутируемого тока:** *слаботочные и сильноточные, низковольтные и высоковольтные.*

Разделение ЭМР по величине коммутируемого сигнала носит условный характер. В электротехнике сильноточными (силовыми) реле или контактами принято считать устройства, коммутирующие ток свыше 50...60 А, а высоковольтными — ЭМР, коммутирующие напряжение от 500 до 1200 В и более. Некоторые зарубежные производители считают силовыми индустриальные реле, коммутирующие номинальный ток более 5 А.

**По виду и величине коммутируемой нагрузки,** которая может быть *активной, емкостной и индуктивной.*

**По потребительским (эксплуатационным) признакам** ЭМР классифицируются аналогично другим электрическим реле (подробнее см. статью «Классификация реле» в этом номере журнала). Следует лишь отметить, что каждый тип ЭМР выпускается в нескольких исполнениях, отличающихся конструктивно-электрическими параметрами.

## СЛАБОТОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РЕЛЕ

Эти реле составляют наиболее многочисленную по номенклатуре и исполнениям группу малогабаритных, миниатюрных и сверхминиатюрных ЭМР, предназначенных для работы в устройствах связи, сигнализации, автоматики, телемеханики, радиоэлектронной аппаратуре (РЭА) и т.п.

В номенклатурном перечне электрорадиоизделий (ЭРИ), предназначенных для работы в приборах и устройствах военного назначения,

слаботочные электромагнитные реле (СЭМР) наряду с другими реле, контактами, переключателями и пр. входят в группу коммутационных изделий дистанционного управления.

Конструктивно-технологическая разновидность отечественных СЭМР появилась в 50-х годах прошлого века в связи с совершенствованием РЭА, ракетно-космической и военной техники, что существенно повышало эксплуатационно-технические требования к ЭМР. Они должны были иметь не только малый вес и высокую герметичность, но и длительно безотказно работать в широких диапазонах температур, ударов, вибраций, ускорений и т.п. воздействий. Для реализации этих требований в СЭМР были применены новые конструктивно-технологические решения, новые контактные и конструкционные материалы, микропровода. В производстве реле использовалась микросварка, термовакуумная очистка и др. специальные технологии.

В связи с широкой номенклатурой СЭМР и их массовым применением в 1974 г. была образована слаботочная релейная отрасль, состоящая из десятка предприятий-производителей реле во главе с НИИ коммутационной техники,вшедшим в ленинградское НПО «Северная заря»<sup>6</sup>.

В настоящее время СЭМР разрабатываются, изготавливаются и применяются в соответствии с требованиями ГОСТ 16121-86 «Реле слаботочные электромагнитные. ОТУ» и ГОСТ ВД 16121-86 «Реле слаботочные электромагнитные. ОТУ», согласно которым СЭМР предназначены для коммутации электрических цепей при нагрузках на один контакт, не превышающих соответственно:

- постоянный ток: 25 А, 300 В, 750 Вт;
- переменный ток частотой до 10 кГц: 25 А, 380 В<sub>эфф.</sub>, 3000 ВА;
- переменный ток частотой выше 10 кГц: 2 А, 300 В<sub>эфф.</sub>, 100 ВА.

Наиболее близкими отечественным аналогом к ГОСТ ВД 16121-86 является ГОСТ В 22170-84, распространяемый на ЭМР для коммутации постоянных токов выше 10 А в аппаратуре управления электроприводами специального назначения. Аналогичные требования к ЭМР, используемым в аппаратуре управления элект-

<sup>6</sup> С 1994 г. «Северная заря» является открытым акционерным обществом, контрольный пакет акций которого принадлежит государству и находится в управлении в РАСУ.

<sup>7</sup> В 2004 г. планируется внедрение самостоятельного ГОСТ РВ «Реле слаботочные электромагнитные. ОТУ», распространяемого на российские СЭМР категорий качества «ВП» и «ОС».

роприводами общего назначения, устанавливает ГОСТ 17523-85.

Основные нормативные документы — российские и международные стандарты, регламентирующие производство и применение реле, перечислены в таблице 1.

Следует также отметить, что требования к разработке и производству слаботочных электромагнитных реле, изложенные в ГОСТ 16121-86 и его дополнениях, практически аналогичны требованиям американских военных стандартов: MIL-PRF-5757 (при использовании реле в электронике, связи и других приложениях), MIL-PRF-39016 (при использовании реле в электронном оборудовании и оборудования связи), MIL-PRF-6106 (при использовании реле в оборудовании самолетов, ракет, космических кораблей, на судах и других основных транспортных средствах или в наземном и корабельном оборудовании).

Техническая и потребительская классификация СЭМР подобна вышеприведенной классификации ЭМР. Однако СЭМР, как и другие разновидности *слаботочных реле*, в 1977—1979 гг. согласно отраслевому стандарту ОСТ4.454.000-77 получили собственные обозначения типов, отражающие основные элементы технической классификации СЭМР:

**P X Y Z L N**, где **P** — наименование изделия: *реле электрическое (слаботочное)*; **X** — физический принцип работы: **Э** — *электромаг-*

*нитное неполяризованное, П — электромагнитное поляризованное, Г — герконовое неполяризованное, И — герконовое поляризованное; Y — функциональное назначение: К — низкочастотное (ранее использовался символ С — слаботочное низкочастотное), A — высокочастотное (ранее использовался символ В); ZL — порядковый номер типа реле; N — климатическое исполнение.*

Под «электромагнитными» здесь подразумеваются конструкции СЭМР с МУЯ, а под «герконовыми» — конструктивная разновидность электромагнитных устройств с магнитоуправляемым герконом.

Под высокочастотными СЭМР подразумеваются реле, предназначенные для коммутации сигналов от 1 до 1000 МГц и более. При этом следует понимать, что и низкочастотные СЭМР при соответствующем уменьшении мощности нагрузки могут коммутировать высокочастотные сигналы (до 100...150 МГц и более).

Каждый тип или группа близких по параметрам типов СЭМР производится и применяется в соответствии с техническими условиями (ТУ), в которых также отражено многообразие исполнений реле, отличающихся конструктивно-электрическими параметрами. К числу таких параметров прежде всего относятся номинальные рабочие напряжения (токи) питания обмоток и их сопротивление, номинальные режимы коммутации, климатические виды оформления и конструктивные исполнения способа монтажа в аппаратуру.

В ТУ на герметичные СЭМР устанавливается степень их герметичности, оцениваемая по скорости утечки газа-индикатора, которая для современных сверхминиатюрных СЭМР не превышает по гелию  $10^{-6}$  л·мкм рт.ст. $\cdot$ с $^{-1}$ .

Уровень качества и надежности СЭМР определяется видом их приемки.

Конструктивно-технологическое исполнение СЭМР, как и большинства ЭРИ, основывается на модульном принципе. Коммутирующее устройство, состоящее из электромагнитного механизма и контактов, размещается, как правило, на несущем основании — цоколе, и закрывается кожухом. К внешней части контактных выводов подключаются управляющие и управляемые цепи. Маркировка выводов СЭМР выполняется согласно требованиям ОСТ4.074.002-80 «Реле слаботочные. Маркировка выводов». Выводы контактов, если их более одного, нумеруют арабскими цифрами, обозначающими номер контакта (контактной группы) и номер контактного элемента (контакт—детали). Контакты имеют сквозную нумерацию, начинающуюся с единицы. Подвижные контактные элементы обозначаются цифрой «2», размыкающие контакты — цифрой «1», а замыкающие — цифрой «3». Выводы СЭМР, не являющиеся выводами контактов, но соединенные с корпусом реле, нумеруются цифрой «0».

Таблица 1. Нормативные документы, регламентирующие производство и применение реле

Отечественные стандарты	
ГОСТ 2491-82	Пускатели электромагнитные низковольтные. Общие технические условия
ГОСТ 3698-82	Реле защиты максимального тока низковольтные. Общие технические требования
ГОСТ 3699-82	Реле напряжения защиты низковольтные. Общие технические требования
ГОСТ 8250-78	Реле управления электроприводами тяжелого режима работы электромагнитные. Общие технические условия
ГОСТ 11152-82	Реле защиты промежуточные и указательные низковольтные. Общие технические требования
ГОСТ 11206-77	Контакторы электромагнитные низковольтные. Общие технические условия
ГОСТ 13567-78	Реле направления мощности. Общие технические требования
ГОСТ 16022-83	Реле электрические. Термины и определения
ГОСТ 16120-86	Реле слаботочные времени. Общие технические условия
ГОСТ 16121-86	Реле слаботочные электромагнитные. Общие технические условия
ГОСТ 16308-84	Реле электротепловые токовые. Общие технические условия
ГОСТ 17523-85	Реле электромагнитные. Общие технические условия
ГОСТ 22557-84	Реле времени. Общие технические условия
ГОСТ 26005-83	Реле давления на $P_{\text{ном}}$ до 32 МПа ( $320 \text{ кгс}/\text{см}^2$ ). Технические условия
ГОСТ 27915-88	Реле измерительные с одной входной воздействующей величиной с ненормируемым временем или независимой выдержкой времени
ГОСТ 27916-88	Реле электрические. Отключение и переменная составляющая вспомогательных воздействующих величин постоянного тока измерительных реле
ГОСТ 27918-88	Реле измерительные с одной входной воздействующей величиной с зависимой выдержкой времени
ГОСТ 28987-91	Реле электрические логические. Применение системы оценки качества электронных компонентов МЭК к логическим реле
ГОСТ 30328-95	Реле электрические. Испытание изоляции
ГОСТ 30329-95	Реле логические электрические

Продолжение табл. 1

<b>Отечественные стандарты</b>	
ГОСТ 5.197-72	Реле электромагнитные типов НМШ1, НМШ2, НМШ4, НМШМ1, НМШМ2, НМШМ4, АНШМ2, НМ1, НМ2, НМ4, НММ1, НММ2, НММ4. Требования к качеству аттестованной продукции. (Реле предназначены для осуществления электрических зависимостей в устройствах автоматики на железнодорожном транспорте)
ГОСТ 5.357-70	Реле электромагнитные типов АНШ2 и АНШ5. Требования к качеству аттестованной продукции. (Реле предназначены для осуществления электрических зависимостей в устройствах автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте)
ГОСТ Р 50514-93	Реле электрические. Испытание изоляции
ГОСТ Р 50515-93	Реле логические электрические
ГОСТ Р 51516-99	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость измерительных реле и устройств защиты к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний
ГОСТ Р 51525-99	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость измерительных реле и устройств защиты к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний
OCT 1-00992-88	Реле бесконтактные. Общие технические требования
OCT4.454.000-77	Реле слаботочные. Классификация и обозначение типов
OCT37.003.093-93	Реле автомобильные. Функциональное назначение контактов
<b>Международные стандарты, общие спецификации характеристик, ОТУ</b>	
ISO 5867-1:1996	Авиация. Электромагнитные реле и контакторы. Часть 1. Общие требования
ISO 5066-2:1986	Авиация. Герметичные одностабильные электрические реле на 2 и 3 А. Часть 2. Типовые приемочные испытания
ISO 5066-1:1986	Авиация. Герметичные одностабильные электрические реле на 2 и 3 А. Часть 1. Рабочие характеристики и условия испытаний
ISO 7588-3:1998	Транспорт дорожный. Электрические/электронные коммутационные устройства. Часть 3. Микрореле
ESA/SCC № 3601 <sup>8</sup>	Relays, Electromagnetic, Non-Latching, Generic Specification
ESA/SCC № 3602	Relays, Electromagnetic, Latching, Generic Specification
A-A-55143	Relays, Electromagnetic, General Purpose, General Requirements
MIL-DTL-19648	Relays, Time Delay, Thermal, General Specification
MIL-DTL-26126	Relays, Electrical, Overvoltage, DC, General Specification
MIL-DTL-83725	Relays, Vacuum, General Specification
MIL-PRF-28750	Relays, Solid-State, General Specification
MIL-PRF-28776	Relays, Hybrid, Established Reliability, General Specification
MIL-PRF-32085	Relays, Electromagnetic, 270 V DC, Established Reliability, General Specification
MIL-PRF-39016	Relays, Electromagnetic, Established Reliability, General Specification
MIL-PRF-6106	Relays, Electromagnetic, General Specification
MIL-PRF-83536	Relays, Electromagnetic, Established Reliability, General Specification
MIL-PRF-83726	Relays, Hybrid and Solid State, Time Delay, General Specification
MIL-R-5757	Relays, Electromagnetic, General Specification
MIL-R-83407	Relays, Reed (Mercury Wetted), General Specification
MIL-R-83516	Relays, Reed, Dry, General Specification
IEC 60255-22-4 (2002-04)	Electrical relays — Part 22-4: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment — Electrical fast transient/burst immunity test
IEC 60255-22-5 (2002-04)	Electrical relays — Part 22-5: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment — Surge immunity test
IEC 60255-22-6 (2001-04)	Electrical relays — Part 22-6: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment — Immunity to conducted disturbances induced by radio frequency fields
IEC 60255-22-7 (2003-04)	Electrical relays — Part 22-7: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment — Power frequency immunity tests
IEC 60255-23 (1994-10)	Electrical relays — Part 23: Contact performance
IEC 60255-24 (2001-05)	Electrical relays — Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power systems
IEC 60255-25 (2000-03)	Electrical relays — Part 25: Electromagnetic emission tests for measuring relays and protection equipment
IEC 60404-8-10 (1994-11)	Magnetic materials — Part 8: Specifications for individual materials — Section 10: Specification for magnetic materials (iron and steel) for use in relays
IEC 61810-1 (1998-04)	Electromechanical non-specified time all-or-nothing relays — Part 1: General requirements
IEC 61810-5 (1998-04)	Electromechanical non-specified time all-or-nothing relays — Part 5: Insulation coordination
IEC 61810-7 (1997-08)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 7: Test and measurement procedures
IEC 61811-1 (1999-03)	Electromechanical non-specified time all-or-nothing relays of assessed quality — Part 1: Generic specification
IEC 61811-10 (2002-11)	Electromechanical elementary relays of assessed quality — Part 10: Sectional specification — Relays for industrial application
IEC 61811-11 (2002-11)	Electromechanical elementary relays of assessed quality — Part 11: Blank detail specification — Relays for industrial application
IEC 61811-50 (2002-03)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 50: Sectional specification — Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality
IEC 61811-51 (2002-03)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 51: Blank detail specification — Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality — Non-standardized types and construction

<sup>8</sup> ESA — European Space Agency

<b>Международные стандарты, общие спецификации характеристик, ОТУ</b>	
IEC 61811–52 (2002–03)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 52: Blank detail specification — Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality — Two change-over contacts, 20 mm × 10 mm base
IEC 61811–53 (2002–03)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 53: Blank detail specification — Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality — Two change-over contacts, 14 mm × 9 mm base
IEC 61811–54 (2002–03)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 54: Blank detail specification — Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality — Two change-over contacts, 15 mm × 7,5 mm base
IEC 61811–55 (2002–03)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 55: Blank detail specification — Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality — Two change-over contacts, 11 mm × 7,5 mm (max.) base
IEC 61812–1 (1996–10)	Specified time relays for industrial use — Part 1: Requirements and tests
<b>Проектируемые стандарты</b>	
IEC 60050–447 f3	International Electrotechnical Vocabulary — Part 447: Measuring relays (Revision of IEC Chapter 446: Electrical relays )
IEC 60255–27	Measuring relays and protection equipment — Part 27: Product safety requirements
IEC 60255–26	Measuring relays and protection equipment — Part 26: Electromagnetic compatibility requirements for measuring relays and protection equipment
IEC 60255–22–1	Electrical relays — Part 22–1: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment — 1 MHz burst immunity tests
IEC 60730–2–10 Ed 2	Automatic controls for household and similar use — Part 2–10: Particular requirements for motor starting relays
IEC 61810–7	Electromechanical elementary relays — Part 7: Test and measurement procedures
IEC 61810–2	Electromechanical elementary relays — Part 2: Relay reliability
IEC 61810–1	Electromechanical elementary relays — Part 1: General and safety requirements
IEC 62314	Solid-state relays
<b>Телекоммуникационные реле</b>	
IEC 61811–50 (2002–03)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 50: Sectional specification — Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality
IEC 61811–51 (2002–03)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 51: Blank detail specification — Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality — Non-standardized types and construction
IEC 61811–52 (2002–03)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 52: Blank detail specification — Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality — Two change-over contacts, 20 mm × 10 mm base
IEC 61811–53 (2002–03)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 53: Blank detail specification — Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality — Two change-over contacts, 14 mm × 9 mm base
IEC 61811–54 (2002–03)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 54: Blank detail specification — Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality — Two change-over contacts, 15 mm × 7,5 mm base
IEC 61811–55 (2002–03)	Electromechanical all-or-nothing relays — Part 55: Blank detail specification — Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality — Two change-over contacts, 11 mm × 7,5 mm (max.) base
<b>Стандарты IECQ (International Electrotechnical Commission Quality Assessment System for Electronic Components)</b>	
QC 160000	1999 Generic specification. (to be used in conjunction with IEC 61810–7 (1997), Part 7: Test and measurement procedures)
QC 160100	2002 Sectional specification. Industrial relays
QC 160101	2002 Blank detail specification. Industrial relays
QC 160101	GB0001 1996 Type C412
QC 160101	GB0002 1996 Type C114
QC 160101	GB0003 1996 Type C134
QC 160101	GB0004 1996 Type C432
QC 160101	IN0001 1991 30 series
QC 160500	2002 Sectional specification. Telecom relays
QC 160501	FDIS Non-standardized types and construction. 94/145/FDIS, 2002–02
QC 160501	CH0001, 2000 Type IM, 4th generation. Two change-over contacts, 11 × 7,5 mm (max.) base
QC 160502	FDIS Two change-over contacts, 20 mm × 10 mm base. 94/146/FDIS, 2002–02
QC 160503	FDIS 14 mm × 9 mm base. 94/147/FDIS, 2002–02
QC 160503	CH0001, 2000 Type FP/FH
QC 160504	FDIS 15 mm × 7,5 mm base. 94/148/FDIS, 2002–02
QC 160504	CH0001, 2000 Type FT/FU
QC 160504	CH0002, 2000 Type FX/FZ
QC 160505	2002 Blank detail specification. Telecom, 11 × 7,5 mm (max.) base, 2 change-over contacts. 94/149/FDIS, 2002–02
QC 190000	FDIS Generic specification. 94/156/FDIS, 2002–01

В таблице 2 приведены основные технические характеристики СЭМР, изготавливаемых предприятиями России, Украины и Армении, входящими ранее в слаботочную релейную отрасль (таблица характеристик составлена ведущим специалистом ОАО НПК «Северная заря» Ириной Каракосовой с использованием ТУ на реле).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Витенберг М.И. Расчет электромагнитных реле. Л.: Энергия, 1975.
2. Ройзен В.З. Электромагнитные малогабаритные реле. Л.: Энергоатомиздат, 1986 г.
3. Коробков Ю.С., Флора В.Д. Электромеханические аппараты автомата. — М.: Энергоатомиздат, 1991 г.
4. Шоффа В.Н. Герконы и герконо-вые аппараты. Справочник. М.: МЭИ, 1993 г.
5. Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов/Под ред. Ю.К. Разанова. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Информэлектро, 2001 г.

Таблица 2. Сводная таблица основных технических характеристик СЭМР

Тип реле	Число начальных состояний	Число и вид контактных групп (сигнальных)	Масса, г	Коммутируемый ток, А	Коммутируемое напряжение, В пост./перем.	Номинальное рабочее напряжение (ток) управления, В (mA)	Номинальное сопротивление обмотки управления, Ом	Конструктивное исполнение	Предприятие-изготовитель	Примечание
<b>Низкочастотные неполяризованные</b>										
МКУ48	1		360	0,2...5	10...220/20...380	2,5...380 (0,025...3,2) <sup>12</sup>	0,055...20000	Б, Н	Ир	
РКМ1 ***	1		130	0,05...2	6...60/127	0,8...100	0,35...6000	Б		
РКМП ***	1		200			2,4...100	3...8500	Ст		
РКМП1 ***	1		300	0,01...2	6...300/220	2,4...27	0,45...2500	Н		
РКМП2 ***	1		200			4...100	30...10000			
РКН	1		390			0,6...200	0,63...31000			
РКНМ	1		370	0,05...0,2		0,7...126	1,15...18000	Ал		
РКНС	1		390	0,01...2	6...300/220	4...60	4...3150			
РКС3	1	13	350	0,2...20	20...110/220	6; 24; 48; 60; 100	8,3...4500	Б	Ир	
РМУ	1		100	0,05...10	6...300/6...600	6; 10; 12; 27; 60; 80; 180	14...22000	Ер		
РМУГ	1		160	0,05...1	6...300/220	6; 12; 27; 60; 80	21...5000	Г	Ер	
РС52 ***	1		110	0,01...2	6...300/220	10...200	24...9000	Б	Ст	
РСМ	1	3; Р <sup>11</sup>	25	0,15...1	6...28/—	30 (32...605)	1,6...750	Н	Ер	
РСЧ52	1	3; Р; П <sup>11</sup>	130	0,01...2	6...300/220	10...200	24...9000	Ст		
РЭК11	1		2,3	5 × 10 <sup>-6</sup> ...1	0,05...34/10	6; 12; 27	95...1650	Г	Кр	
РЭК21	1		8,5	5 × 10 <sup>-6</sup> ...3	0,05...150/12...115	6; 12; 15; 24; 27	40; 135; 270; 580; 650			
РЭК23 <sup>9</sup>	1	1П/13	2,5	10 <sup>-6</sup> ...1	0,05...150/6...120	6; 12; 18; 27	65; 270; 800; 1900	Хар,	Ер	
РЭК24	1	2П	50	10 <sup>-6</sup> ...3	0,05...220/220	27; 60	1100; 3500	Спб		
РЭК28	1	3П	41	0,1...5	—/12...240	6; 12; 24	42; 190; 650	Н	Ст	
РЭК29	1		35	0,01...5	10...220/110...220	6; 15; 24; 36; 48	52; 370; 950; 1950; 3500		Ир	
РЭК30	1		10	10 <sup>-3</sup> ...1,25	6...220/10...125	5; 12; 15; 24; 60	32...32000	Г	Хар	ОПП
РЭК32	1	1П/2П	18	0,1...10	—/12...380	24	775; 970	Н	Ст	
РЭК34	1	4П	39	0,1...2	6...60/12...220	24; 60; 220 <sup>12</sup>	480; 3000; 20000		Ст, Кр	
РЭК37 <sup>9</sup>	1	2П	3,5	10 <sup>-6</sup> ...1	0,05...36/6...120	4; 5; 6; 12; 18; 27	36...1900	Г		
РЭК43	1	1П/13	10	10 <sup>-6</sup> ...2	0,01...250/6...115	3...27 (7,5...12,5)	13...4200	Хар		
РЭК48	1		3,2	5 × 10 <sup>-6</sup> ...0,15	0,05...120/2 × 10 <sup>-4</sup> ...120	4; 5; 7; 12; 18; 27	36...1900		ОПП	
РЭК49 <sup>9</sup>	1	2П	18	10 <sup>-6</sup> ...5	0,05...220/150	6; 12; 27	42; 160; 600	Спб		
РЭК51	1	1П/13/1Р		0,1...16	—/12...220			Н		
РЭК52	1	2П		0,1...5	—/12...220		65...21000	Н		
РЭК53	1	23		0,03...5	12...30/245		68...21000	Н		ОПП
РЭК55	1	2П	6	10 <sup>-3</sup> ...1,25	0,01...150/125	5; 12; 24; 48	45; 280; 1050; 4300	ПВЗ	Спб, Нов	
РЭК58	1	1П/13	15	0,03...4	9...15/—	12	95	Б	Спб	
РЭК59	1	4П	95	0,5...10	20...250/380	6...380 <sup>12</sup>	5...40000	Н	Ир	
РЭК60	1		3,1		0,05...36/120	4; 6; 12; 18; 27	36; 65; 270; 800; 1900	Г		
РЭК61 <sup>9</sup>	1	2П	3,5	10 <sup>-6</sup> ...1		4; 5; 6; 12; 18; 27	36; 65; 145; 270; 800; 1900			
РЭК63, РЭК63-1 <sup>9</sup>	1	1П	2,8			6; 12; 18; 27	65; 270; 800; 1900	Спб		
РЭК65	1	2П	2,55	5 × 10 <sup>-6</sup> ...1	0,05...34/34	5; 12; 27	50; 300; 1550			
РЭК67	1	4П	17,5	0,01...1	12...30/220	6; 12; 27; 48; 60	60; 210; 1200; 2600; 5800	Н		
РЭК73 *	1	23	45	0,68...0,94	180...250	12	530		Ир	ОПП
РЭК74	1	13	25	0,1...16	—/12...220	6; 12; 24; 48; 60; 110	65...21000		Спб	
РЭК76	1		17,5	0,01...2	12...30/220	6; 12; 18; 24; 60	90; 310; 580; 1300; 7000			
РЭК80	1		2,1	5 × 10 <sup>-6</sup> ...1	0,05...36/60	3; 4; 6,3; 15; 27	30; 55; 105; 610; 1620; 1700	Г	Нов	
РЭК81 <sup>9</sup>	1		45	0,1...5	12...34/115	12; 27	90; 400	Г	Спб	
РЭК85 <sup>9</sup>	1	2П	2,4	5 × 10 <sup>-6</sup> ...1	0,05...34/34	5; 12; 27	50; 300; 1550	Г		
РЭК87	1		9	10 <sup>-6</sup> ...3	0,05...150/12...115	6; 12; 27	40; 165; 650	Г	Нов	
РЭК88	1	1П/2П	21	10 <sup>-6</sup> ...2	0,05...220/1...220	27	4000	Г	Ал	

Продолжение табл. 2

Тип реле	Число начальных состояний	Число и вид контактных групп (сигнальных)	Масса, г	Коммутируемый ток, А	Коммутируемое напряжение, В пост./перем.	Номинальное рабочее напряжение (ток) управления, В (mA)	Номинальное сопротивление обмотки управления, Ом	Конструктивное исполнение	Предприятие-изготовитель	Примечание	
<b>Низкочастотные неполяризованные</b>											
РЭК90	1	1П/2П	35	$10^{-6}...1$	0,05...220/1...127	2,4; 10; 27	80; 130; 2000; 8000	Г	Ал		
РЭК93 **	1	4П	17	$5 \times 10^{-6}...2$	0,05...34/127	6; 12; 24; 27	42; 160; 500; 600	Г	Спб		
РЭК94	1	2П	50	$10^{-6}...3$	0,05...220/220	12; 27; 60	82...3600	Г			
РЭН18	1	3; Р; П <sup>11</sup>	340	0,1...5	10...250/20...250	6...220	15...18000	Б	Ир		
РЭН20 *	1		270			24; 127; 220 <sup>13</sup>	11; 290; 380; 760; 1100				
РЭН29	1		130			12...1000/1000	12; 27; 30				
РЭН32	1	2П	130	0,01...2	12...250/250	(20...4000)	0,113...3500	Н	Хар		
РЭН33	1	4П	130	0,02...10	6...250/50...250	27	180; 360	Г			
РЭН34	1	2П	55,5	0,1...10	12...250/220	12; 27	67; 320	Н	Ер		
РЭС6	1	З; Р; П <sup>11</sup>	34	0,1...6	6...300/115	(20...160)	30...5000	Г			
РЭС8 *	1	6П	110	$5 \times 10^{-6}...5$	$5 \times 10^{-3}...220/115$	12; 24; 27; 110; (17)	45; 160; 180; 2100; 8000	Г	Спб		
РЭС9	1	2П	20	$5 \times 10^{-6}...3$	0,05...250/6...115	6; 12; 27 (10; 16; 30)	30...9600	Н	Ал, Хар		
РЭС10	1	13/1П	7,5	$5 \times 10^{-6}...2$		4,6...30 (10...16)	21...4500		Ал		
РЭС15	1	1П	3,2	$10^{-6}...0,2$	0,05...150/30...127	14; 27 (12...79)	36...2200		Ер		
РЭС22	1	4П	36	$5 \times 10^{-6}...3$	0,05...300/6...220	12; 24; 30; 48; 60	175; 650; 700; 2500; 2800		Ст, Хар, Ан		
РЭС32	1		38		0,05...220/6...220						
РЭС34	1	1П	11,5	$10^{-6}...2$	0,01...250/6...115	6; 10; 27 (10; 17)	45; 120; 630; 1600; 4200	Г	Хар		
РЭС39 *	1	6П	140		6...220/115	22; 27; 160	100; 170; 5000				
РЭС47	1	2П	9	$10^{-6}...3$	0,05...150/12...115	6; 12; 27	40; 165; 650				
РЭС48	1		15,5		0,05...220/12...150	6...100	42...8000		Ир		
РЭС49	1	1П/13	3,5	$10^{-6}...1$	0,05...150/6...100	6; 12; 18; 27	65; 270; 800; 1900		Хар, Ер		
РЭС52	1	2П	8	$5 \times 10^{-6}...1$	0,05...30/115	27	830		Ал		
РЭС53	1	4П	21	$5 \times 10^{-6}...2$	0,05...36/6...140	6; 12; 24; 27	20; 76; 300; 380		Хар		
РЭС54	1	1П/2П		$10^{-6}...2$	0,05...220/1...220	12; 27	600; 4000		Ер		
РЭС59	1	27	$10^{-6}...1$	0,05...220/1...150	2,4; 10; 27	80...8000					
РЭС60	1	2П	3,5	$10^{-6}...1$	0,05...36/6...120	4; 6; 12; 18; 27	36; 65; 270; 800; 1900		Хар		
РЭС78	1	1П/13	8		0,01...250/6...115	4,6...27 (8...13)	22; 45; 120; 630; 1500; 4200		Ал		
РЭС79/79-1 <sup>9</sup>	1	1П	2	$5 \times 10^{-6}...1$	0,05...36/60	3; 4; 6,3; 15; 27	30...1700	Г	Кр		
РЭС80/80-1 <sup>9</sup>	1	2П	2,1						Кр, Хар		
РЭС90	1		16,5	$10^{-6}...5$	0,05...220/150	6; 12:18; 27; 48; 100	42; 160; 350; 600; 2000; 8000		Спб		
<b>Высокочастотные неполяризованные</b>											
РЭА11	1	2П	4	$10^{-6}...0,05$	$10^{-3}...200/2,2...2,7$	12	400	Н	Спб	ОПП, до 500 МГц	
РЭА12	1		17	$10^{-9}...1$	0,05...36/10 <sup>-6</sup> ...36	27	600			до 1000 МГц	
РЭВ14	1	1П	220	$10^{-6}...1,4$	$-/5 \times 10^{-5}...70$		120	Н	Хар	до 650 МГц	
РЭВ15	1		210	$6,6 \times 10^{-7}...1,15$	$-/5 \times 10^{-5}...86,6$	12,6; 27	30; 120				
РЭВ16	1	1П	140	$10^{-6}...1$	$-/5 \times 10^{-5}...50$	27	210	Н	Хар	до 1000 МГц	
РЭВ17	1			$6,6 \times 10^{-7}...0,8$	$-/5 \times 10^{-5}...60$						
<b>Низкочастотные поляризованные</b>											
ДП12	2	12П	220	$5 \times 10^{-6}...2$	0,05...34/115	12; 27	75; 420	Н	Нов		
РПК21 *	2	2П	30	0,01...4	12...220/220	24; 80	550; 7700			ОПП	
РПК29 <sup>9</sup>	2		2,2	$5 \times 10^{-6}...1$	0,05...36/60	6; 15; 18; 27	40; 140; 240; 550	Г	Спб		
РПК30	2	2П (23, 2Р)	40	$10^{-5}...10$	3...36/6...127	27	600	Г	Спб		
РПК31	2	23 (23, 2Р)	82	$10^{-5}...25$	3...36/6...50		200	Г	Спб		
РПК32 *	2	2П	2	$10^{-6}...1$	0,05...34/10	5; 12; 27	136; 390; 690	Г	Спб		
РПК33 *	2	2П	2	$10^{-6}...1$	0,05...34/10	5; 12	68; 345	Г	Спб		
РПК36 <sup>9</sup>	2	2П	9	$5 \times 10^{-6}...2$	0,05...36/10	12; 27	165; 780	Г	Нов		
РПК41	1	1П	16	0,1...10	6...30/115	12; 27	150; 550	Г	Спб		

Продолжение табл. 2

Тип реле	Число началь- ных состояний	Число и вид контактных групп (сигнальных)	Масса, г	Коммутируемый ток, А	Коммутируемое напряжение, В пост./перем.	Номинальное рабочее напряжение (ток) управления, В (mA)	Номинальное сопротивление обмотки управления, Ом	Конструктивное исполнение	Предприятие- изготовитель	Примечание
<b>Низкочастотные поляризованные</b>										
РПК42	2	1П		0,1...10			72; 400			
РПК43	1				0,1...5		150; 550			
РПК44	2						72; 400			
РПК45	1						87; 440			
РПК46	2						75; 410			
РПК47	1						110; 410			
РПК48 **	2						75; 410			
РПК50 *	2						103; 560; 1300			
РПК57	1						103; 560; 1300			
РПК58	2						103; 560; 1300			
РПК59	1						103; 560; 1300			
РПК60	2						103; 560; 1300			
РПК61	2						103; 560; 1300			
РПК62 <sup>9</sup> *	2						103; 560; 1300			
РПК63 <sup>9</sup> *	2						103; 560; 1300			
РПК65	2						103; 560; 1300			
РПК70 <sup>10</sup>	2						103; 560; 1300			
РПК72 *	2						103; 560; 1300			
РПК73 *	2						103; 560; 1300			
РПК75	1						103; 560; 1300			
РПК76	2						103; 560; 1300			
РПК85 <sup>9</sup>	2	2П	2,4	$5 \times 10^{-6} \dots 1$	0,05...34/34	5; 12; 27	27; 160; 800			
РПС4	2	1П	250	0,01...0,2	6...36/—	(1,2)	6500			
РПС5	1						6500			
РПС7	1						6500			
РПС5(15)	1						6500			
РПС18/4	2						6500			
РПС18/5	1						6500			
РПС18/7	1						6500			
РПС20	2	2П	20	$5 \times 10^{-6} \dots 3$	0,05...34/115	4,6; 6; 12; 15; 20; 27	18...660			
РПС28 *	2	8П	150	0,04...3	6...34/12...115	12; 27	80; 340			
РПС32	2	2П	19,5				80; 340			
РПС34	2	4П	43				80; 340			
РПС36	2	6П	50				80; 340			
РПС42	2						80; 340			
РПС43/ РПС43-1 <sup>9</sup>	2						80; 340			
РПС45/ РПС45-1 <sup>9</sup>	2						80; 340			
РПС46	2						80; 340			
РПС47	2	4П	12				80; 340			
РПС58	2	43(23)	85	$10^{-5} \dots 10$	3...36/6...50		155			
РЭН35	1	4П	80	0,01...10	4...36/6...231		270			
<b>Высокочастотные поляризованные</b>										
РПА11	2					13; 27	280; 1100			
РПА12	1					2,4; 13; 27	15; 280; 1100			
										до 150 МГц

Продолжение табл. 2

Тип реле	Число началь-ных состояний	Число и вид контактных групп (сигнальных)	Масса, г	Коммутируемый ток, А	Коммутируемое напряжение, В пост./перм.	Номинальное рабочее напряжение (ток) управления, В (mA)	Номинальное сопротивление обмотки управления, Ом	Конструктивное исполнение	Предприятие-изготовитель	Примечание		
<b>Высокочастотные поляризованные</b>												
РПА13	2	4П(1П)	650	0,1...4,3	6...30/70...300	27	84	H	СПб	до 100 МГц		
РПА14	2	1П(2П)	80	$10^{-8}...0,7$	12...34/5 $\times 10^{-7}...36$		56	Хар	до 2000 МГц			
РПА15*	2	1П(1П)	23	$2 \times 10^{-8}...0,55$	6...30/ $10^{-6}...27,5$		440					
РПА16	1	1П	60	$1,4 \times 10^{-8}...0,8$	$-7 \times 10^{-7}...41,8$	15; 27	83; 270	Г	до 1000 МГц			
РПА18	2	2П	9,2	$10^{-9}...2$	$0,05...36/10^{-6}...115$	5; 12; 27	38; 210; 1000					
РПА19 *	2	2П	14,3	$10^{-9}...1$	$0,05...36/10^{-6}...36$		35; 150; 600					
РПВ5	1/2	1П	30	$10^{-6}...0,8$	0,05...250/250		1100	H	Нов	до 1000 МГц		
<b>Герконовые низкочастотные неполяризованные</b>												
РГК11 ***	1	1П	45	$10^{-6}...0,2$	0,01...60/60	5; 12,6; 27	29,5...1300	Н	Ст	МКС-27103		
РГК12 ***	1	2П	60				31...1140					
РГК13	1	1П	13	$5 \times 10^{-6}...1$	0,05...40/40	3; 5; 6,3; 12,6; 27	28,2; 68,6; 134; 440; 1700					
РГК14	1	2П	18				15,2; 36,5; 63; 210; 1160					
РГК15	1	23	8,5				155; 650; 2400					
РГК16 *	1	33	4,5	$10^{-6}...0,1$	0,05...36/1...40	6; 12; 27	215; 850; 3100		Ал	МК-10-3		
РГК17	1	13	40	0,01; 0,35	6; 60	24	880; 1520		Ал, Ан	МКА-36701		
РГК18	1	23	60				530; 915					
РГК26 *	1	2П	8				15,2...1160					
РГК27 *	1	13	3	$5 \times 10^{-6}...0,05$	$-/2 \times 10^{-6}...36$	5; 12,6; 27	480; 2450; 5600		Ал	МКА-10501, ОПП		
РГК28 *	1	23	6			5; 12,6	200; 1040					
РГК29/29-1 %/29-2 %/29-3 %	1	13	1,8	$5 \times 10^{-9}...0,5$	$10^{-5}...100/100$	5; 6; 9; 12; 15; 24	2000...2500		Нов	МКА-14101, ОПП		
РГК35/35-1 %/35-2 %	1	23	2,3			6; 12; 15; 24	220; 600; 1200; 3200					
РГК36	1	13	2,6			5; 6; 12; 15; 24; 27	1400; 1900; 3200; 6750					
РГК37	1	1П	6	$5 \times 10^{-6}...1$	0,05...127/127	3; 5; 6; 10; 12,6; 27; 48	35; 67; 95; 377; 1880; 4400	Ряз	Ал	КЭМ-3		
РГК38 %	1	13	2,4	$5 \times 10^{-9}...0,5$	$5 \times 10^{-5}...100/100$	5; 6; 12; 27	200; 500; 1000; 2500		Нов	МКА-14101		
РГК41 %**	1	1П	1,8	$5 \times 10^{-6}...0,25$	0,05...60/6	5; 12; 24	500; 750; 1100; 2500		Ал	МКС-14104, ОПП		
РГК42	1	13	12		0,05...180/180	12; 27	820; 4000		Ал	КЭМ-2		
РГК43	1	13	1,8	$5 \times 10^{-9}...0,5$	$5 \times 10^{-5}...100/100$	5; 12; 24	200; 500; 1000; 2500		Нов	МКА-14101, ОПП		
РГК44/44-1 %/44-2 %	1	13	2,4			5; 6; 12; 27	200...3200					
РГК45/45-1 %/45-2 %**	1	1П				5; 6; 12; 27	200...3200					
РГК48 %**	1	13	1,8	$5 \times 10^{-6}...0,5$	0,05...100/6	5; 12; 24	500; 750; 1100; 2500	Ряз	МКА-14103, ОПП			
РГК49	1	13	3,3			3; 5; 12; 24						
РГК50	1	1П	3,3	$5 \times 10^{-6}...0,25$	0,05...60/6	3; 5; 12; 24						
РГК52	1	1П	30	0,01...3	5...150/—	15						
РГК54	1	13		0,1...3	30...250/250	15	1300					
РЛ1 *	1	13	2,2	$5 \times 10^{-6}...0,25$	0,05...180/180	4	90	Нов	КЭМ-2А			
РЭС42	1	13	12			12; 27	820; 4000					
РЭС43	1	23	15			10; 12; 27; 48	115...7500					
РЭС44	1	33	18			12; 27/24; 48	95...3800					
РЭС55	1	1П	6	$5 \times 10^{-6}...1$	0,05...127/127	3; 5; 6; 10; 12,6; 27; 48	35; 67; 95; 377; 1880; 4400					
РЭС64	1	13	6	$5 \times 10^{-6}...0,25$	0,05...180/180	5; 6,3; 10; 27	480; 970; 2000; 9700	Ст, Кр	КЭМ-2			
РЭС81	1	13	30	$10^{-6}...0,35$	10 <sup>-3</sup> ...60/60	2,4; 5; 10; 12,6; 27; 36	130...12500					
РЭС82	1	23	35			4; 5; 6,3; 12,6; 27	175...2600					

Окончание табл. 2

Тип реле	Число началь-ных состояний	Число и вид контактных групп (сигнальных)	Масса, г	Коммутируемый ток, А	Коммутируемое напряжение, В пост./перем.	Номинальное рабочее напряжение (ток) управления, В (mA)	Номинальное сопротивление обмотки управления, Ом	Конструктивное исполнение	Предприятие-изготовитель	Примечание			
<b>Герконовые низкочастотные неполяризованные</b>													
РЭС83	1	43	45	$10^{-6} \dots 0,35$	$10^{-3} \dots 60/60$	5; 12,6; 15; 20; 27	210...3000	Н	Пор	МКА-27101			
РЭС84	1	63	55			5; 12,6; 27; 36	150...5400						
РЭС85	1	33	45			5; 27	210; 3000						
РЭС86	1	53	55			5	150						
РЭС91	1	13	2,8	$10^{-6} \dots 0,1$	$0,05 \dots 36/1 \dots 40$	5; 12,6; 27	480; 2450; 5600	Ал	МК-10-3				
РЭС93	1	23					145; 280; 1040; 3650						
<b>Герконовые низкочастотные поляризованные</b>													
РПС49	1	3; Р <sup>11</sup>	45	$10^{-6} \dots 0,35$	$10^{-3} \dots 60/60$	5; 10; 12,6; 24; 27	68...1580	Н	Пор, Нов	МКА-27101			
РПС50	2					5; 12,6; 27	9,8...610						
РПС51	1		50			5; 12,6; 24; 27	68...1580		Пор, Ер				
РПС52	2					5; 12,6; 27	9,8...272						
РПС53 *	1		75			5; 12,6; 24; 27	58...1200		Пор				
РПС54 *	2					12,6; 27	95...728						
РПС55 *	1		80			12,6; 24; 27	175...1110						
РПС56 *	2					12,6; 27	95...350						
<b>Герконовые высокочастотные</b>													
РГА12 *	1	13	1,5	$10^{-6} \dots 0,25$	$0,05 \dots 90/20$	5; 12	200; 650	Н	Нов	MKA-10704, до 1000 МГц			
РЭВ18	1					0,05...6/ $2 \times 10^{-6} \dots 80$	170; 730; 2900		Ст, Ан	MK-17, до 100 МГц			
РЭВ20	1		3			$-/2 \times 10^{-6} \dots 36$	380; 1050; 3900		Ст	MKA-10501, до 100 МГц			

**Примечание.**

П — переключение, Р — размыкание, З — замыкание, Г — герметичное, Н — негерметичное, Б — бескорпусное (открытое), ПВЗ — пылевлагозащищенное, ОПП — реле общепромышленного применения.

СПб — С.-Петербургское ОАО «НПК «Северная заря», Нов — Новгородское ОАО «НПП «Старт», Ир — Иркутское ОАО «Иркутский релейный завод», Ал — Алматырское ОАО «Завод «Электроприбор», Ст — Стародубское ОАО «Реле», Пор — Порховское ОАО «Порховский релейный завод», Ряз — Рязанская ОАО «Рязанский завод металло-керамических приборов», Ан — Антрацитовское ОАО «Титан» (Украина), Кр — Краснодонское ОАО «Юность» (Украина), Хар — Харьковское ГП завод «Радиореле» (Украина), Ер — Ереванское ОАО «Ереванский релейный завод» (Армения). Контактную информацию см. на стр. 30.

\* Временно не изготавливается. \*\* На стадии освоения. \*\*\* Производство реле прекращено.

Для герконовых реле в графе «Примечание» указан тип применяемого геркона.

<sup>9</sup> Тип реле для поверхностного монтажа. Реле РЭК23, РГК38, РГК41, РГК48 изготавливаются в двух модификациях: со штыревыми (или прямыми) выводами и с выводами для поверхностного монтажа.

<sup>10</sup> Реле РПК70 изготавливается также в виде специальных исполнений (исп. —30...—35, —41...—46) реле-аналога РПС45.

<sup>11</sup> С сочетанием замыкающих, размыкающих и переключающих контактов (или замыкающих и размыкающих контактов).

<sup>12</sup> Реле, управляемое постоянным и переменным током.

<sup>13</sup> Реле, управляемое переменным током.

<sup>14</sup> Исполнения —30...—35, —41...—46 Новгородское НПП «Старт» не изготавливает.

# ЗАО “СИНТЕК”

**РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ МИКРОСХЕМ ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

- оптоэлектронные реле с выходом на МОП транзисторах
- оптоэлектронные реле с симисторным выходом
- фотовольтаические оптроны

**ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ**  
**ЗАПАТЕНТОВАННЫЕ КОНСТРУКТОРСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ**  
**ВЕСЬ СПЕКТР ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ МИКРОСХЕМ СЕРИИ К294**

Тел./факс: (086-22) 9-53-20   E-mail: syntec@orel.ru   www.syntec.orel.ru

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ  
ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

103460 Москва,  
Зеленоград, а/я 31  
(095) 777-8080

г. Санкт-Петербург,  
ул. Маяковского,  
д. 45, оф. 211  
(812) 278-0236

г. Екатеринбург,  
ул. Фрунзе, 50, оф. 10  
(3432) 22-5739

order@rezonit.ru  
www.rezonit.ru

**РЕЗОНИТ**  
Торговая марка фирмы  
«РЕМНИК-ПЕЧАТАНЫЕ ПЛАТЫ»